

# República de Panamá

## CONSEJO DE GABINETE

### RESOLUCIÓN DE GABINETE N.º70

De 11 de julio de 2023

Que aprueba la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (ENHIVE) y crea el Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE), a efectos de que realicen los trabajos necesarios para su adopción e implementación, con el apoyo de las instituciones públicas, universidades, empresas y asociaciones del sector privado

**EL CONSEJO DE GABINETE,**  
en uso de sus facultades constitucionales y legales,

#### CONSIDERANDO:

Que la política energética del Estado tiene como finalidad garantizar la seguridad del suministro, el uso racional y eficiente de los recursos y la energía de manera sostenible bajo criterios de eficiencia económica, confiabilidad y calidad, protegiendo el medio ambiente y respetando la seguridad jurídica de las inversiones;

Que el artículo 1 de la Ley 43 de 2011, reorganizó la Secretaría Nacional de Energía como una entidad del Órgano Ejecutivo, adscrita al Ministerio de la Presidencia, rectora del sector energía, cuya misión es formular, proponer e impulsar la política nacional de energía con la finalidad de garantizar la seguridad del suministro, y el uso racional y eficiente de los recursos y la energía de manera sostenible, según el plan de desarrollo nacional y dentro de los parámetros económicos, competitivos, de calidad y ambientales;

Que según lo dispone el artículo 3 de ese cuerpo legal, la conducción del sector energía le corresponde a la Secretaría Nacional de Energía y de acuerdo con lo que de manera respectiva dispone el artículo 4 de la propia excerta legal, le corresponde al Órgano Ejecutivo dictar la política energética del país a partir de las formulaciones, propuestas y recomendaciones que haga la Secretaría Nacional de Energía, como parte de las políticas públicas para el desarrollo económico y social del país;

Que de conformidad con lo establecido en el artículo 5 de la citada Ley 43 de 2011, la Secretaría Nacional de Energía tendrá funciones relativas a la planeación y planificación estratégica y formulación de políticas del sector energía; a la elaboración de un marco orientador y normativo del sector; al monitoreo y análisis del comportamiento del sector energía, a la promoción de los planes y políticas del sector; y a la investigación y desarrollo tecnológico y de orden administrativo, las cuales desarrollará bajo la subordinación del Órgano Ejecutivo y con la participación y debida coordinación, de los agentes públicos y privados que participan en ese sector;

Que mediante la Ley 40 de 2016 se aprobó el Acuerdo de París, donde Panamá asume el compromiso a reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto de desarrollo sostenible, mostrando progresión a lo largo del tiempo para lograr una aplicación progresiva y efectiva de dicho Acuerdo;

Que mediante la Resolución de Gabinete N.º93 de 24 de noviembre de 2020, se aprobaron los Lineamientos Estratégicos de la Agenda de Transición Energética como parte del cumplimiento de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS 7) de las Naciones Unidas (ONU) y el Acuerdo de París, y se creó el Consejo Nacional de Transición Energética (CONTE), como una instancia de asesoría, consulta y rendición de cuentas para los citados lineamientos estratégicos;

Que en los Lineamientos Estratégicos de la Agenda de Transición Energética se establecieron ocho estrategias nacionales, entre ellas, dos del sector de los hidrocarburos que son: Panamá como un Hub Energético y la modernización del marco regulatorio; y una de las cinco estrategias del sector eléctrico, que es la de innovación del Sistema Interconectado Nacional;

Que de la estrategia de Panamá como Hub Energético se tiene entre sus líneas de acción, el desarrollo de un Plan Nacional de Hidrocarburos y la evaluación de nuevas capacidades y oportunidades del país para consolidarse como un distribuidor y suministrador de hidrocarburos a nivel regional; lo que representa una oportunidad importante para la incorporación del hidrógeno verde y sus derivados como parte de ese Hub Energético Regional;

Que como parte de las alternativas a nivel mundial para la descarbonización de ciertas actividades de alta intensidad en su uso final de energía y de mayor dificultad de electrificación y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el corto y mediano plazo, como lo son las industrias pesadas (acero, cemento, petroquímica) el transporte marítimo, el transporte aéreo, el transporte terrestre pesado o de largas distancias, entre otras, ha surgido el hidrógeno verde y sus derivados como un vector energético de bajas emisiones y como elemento importante del proceso de transición energética, siendo categorizado como verde, aquel que es producido mediante diversos procesos, principalmente la electrólisis del agua utilizando energía eléctrica renovable;

Que la posición geográfica del país nos brinda esa oportunidad de posicionarnos como hub regional y ruta global del hidrógeno verde facilitando el fomento de la inversión en nuestro país en infraestructura de almacenamiento, producción de hidrógeno verde y sus derivados, junto a una oferta de servicios logísticos bajos en emisiones de gases de efecto invernadero, siendo que a la fecha son más de treinta países los que están incorporando en sus políticas públicas el desarrollo del hidrógeno verde, por lo que en ese sentido, se estableció una hoja de ruta del hidrógeno verde en Panamá para crear las condiciones para su implementación, tomando en cuenta sus derivados, las necesidades de infraestructura, la cadena de suministro, las actividades para el fomento de la educación, investigación y desarrollo de la tecnología para su producción y transformación, y analizar la evaluación del mercado identificando oportunidades de colaboración conjunta y creación de alianzas estratégicas para el fomento de un mercado global;

Que lo anterior guarda relación con la estrategia de modernización del marco regulatorio, que tiene entre sus líneas de acción, la revisión integral de las leyes y decretos existentes, por lo que en ese sentido se requiere una actualización de las normas del sector de hidrocarburos que incluyan el hidrógeno verde y sus derivados, incentivos para apoyar su desarrollo como energías renovables, su habilitación en las zonas libres para su comercio y apalancamiento, su reglamentación en materia de seguridad para su aplicación y la de sus derivados, entre otros temas;

Que la Estrategia de Innovación del Sistema Interconectado Nacional (ENISIN) aprobada mediante Resolución de Gabinete N.º139 de 6 de diciembre de 2022, tiene como objetivo la integración de las energías renovables en el sistema de generación, así como la futura entrada de almacenamiento de energía a gran escala lo que causará que reconsideremos la estructura, operación y comercialización del sistema eléctrico de potencia, esto representa una entrada importante para el hidrógeno verde, que nos permitirá asegurar que el sistema eléctrico panameño continúe siendo seguro y confiable;

Que mediante Resolución N.ºMIPRE-2022-0002354 de 24 de enero de 2022, la Secretaría Nacional de Energía adoptó las bases de la Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en la República de Panamá, y creó los Comités al Servicio del Hidrógeno Verde de Panamá, lo que representa un avance significativo en la transformación y modernización de una matriz energética menos contaminante al ambiente que va en concordancia con los compromisos adquiridos por el país en el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo de las Naciones Unidas planteado en el ODS7 “Energía Asequible y No Contaminante”, y con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, donde la República de Panamá actualizó su Contribución Nacionalmente Determinada en cumplimiento del Acuerdo de París, aprobado y ratificado en la citada Ley 40 de

2016, incorporando la mitigación del cambio climático y resiliencia en la planificación para el desarrollo del país, proponiendo un proceso transformacional de toda la dinámica económica, social y productiva panameña para avanzar en la circularidad, resiliencia y reducción progresiva de emisiones, incluyendo compromisos específicos de reducción de emisiones totales del sector energía al año 2030 y al año 2050;

Que la incorporación de este vector a nuestra matriz energética nacional permite fortalecer la diversificación de fuentes primarias y la seguridad energética, así como el impulso de nuevas actividades económicas sostenibles dentro de la transición energética, teniendo el potencial de generar cientos de nuevos empleos de calidad;

Que mediante Resolución N.º MIPRE-2023-0015577 de 28 de abril de 2023, se puso a disposición del público en general, la versión preliminar de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (ENHIVE), durante treinta días calendario, a partir del 28 de abril de 2023, cuyo proceso de consulta pública obtuvo la valiosa participación de los actores relevantes del sector, y como resultado se incluyeron muchos de esos aportes en el documento final;

Que esta estrategia nacional tiene entre sus objetivos, facilitar el uso de derivados del hidrógeno verde (H2V) en el transporte marítimo y aéreo, convirtiéndose en un Hub de Energía Sostenible a corto, mediano y largo plazo; crear un marco legal y regulatorio favorable para las actividades relacionadas con el hidrógeno y sus derivados al 2025 que fomente la inversión en la cadena de valor del H2V y derivados e infraestructura habilitante; fomentar la integración regional de América Latina y el Caribe de H2V y derivados al 2025; generar conocimiento y expertos locales y regionales mediante la creación de un Centro de I+D+I con foco en energías e hidrógeno renovable y sus derivados al 2025; y fomentar el mercado doméstico de H2V promoviendo su demanda doméstica como energético al 2033;

Que la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (ENHIVE) tiene como meta facilitar la implementación de un mercado de H2V y derivados que acelere la descarbonización local, así como la reactivación económica de forma sostenible, justa e inclusiva en el territorio nacional; además de convertirse en un habilitador para la creación de oferta y demanda para la descarbonización del comercio de bienes y servicios en el sector marítimo, aviación y transporte terrestre;

Que la citada estrategia nacional, cuenta con ejes estratégicos que son la columna vertebral base de esta estrategia, los cuales enmarcan las distintas líneas de acción que buscan materializar las oportunidades de la cadena de suministros del H2V y sus derivados, y la posición geográfica preferencial de Panamá. Estas iniciativas cuentan con sus respectivas actividades para ser concretizadas, entre ellas, convertir a Panamá en el Hub Transformacional de H2V; promover un mercado regional integrado de H2V y derivados; fomentar el mercado doméstico de H2V y derivados; desarrollar el capital humano y la aceptación social que habilite la economía del H2V y derivados; desarrollar la legislación, regulación y financiamiento para el fomento de H2V y derivados; fomentar la creación de la infraestructura de la cadena de H2V y sus derivados; y fomentar la gobernanza y el diálogo triangular para el desarrollo del H2V y derivados;

Que debido a la importancia que reviste para el país la adopción e implementación de la citada estrategia nacional, se estima necesario la creación del Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE), para que realice los trabajos necesarios para su adopción e implementación, con el apoyo de las instituciones públicas, universidades, empresas y asociaciones del sector privado, en consecuencia,

#### **RESUELVE:**

**Artículo 1.** Aprobar la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (ENHIVE), la cual forma parte de la presente resolución como Anexo A.

**Artículo 2.** Se crea el Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE), para la adopción e implementación de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (ENHIVE), el cual estará integrado por:

1. Un representante de la Secretaría Nacional de Energía.
2. Un representante de la Secretaría Estratégica para el Desarrollo y Competitividad.
3. Un representante del Ministerio de Economía y Finanzas.
4. Un representante del Ministerio de Relaciones Exteriores.
5. Un representante del Ministerio de Comercio e Industrias.
6. Un representante del Ministerio de Ambiente.
7. Un representante del Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
8. Un representante de la Autoridad Marítima de Panamá.
9. Un representante de la Autoridad para la Atracción de Inversiones y la Promoción de Exportaciones.
10. Un representante de la Universidad Tecnológica de Panamá.
11. Un representante del sector eléctrico de energías renovables.
12. Un representante de las terminales de almacenamiento.
13. Un representante del sector logístico portuario de Panamá.
14. Un representante del sector bancario de Panamá.
15. Un representante del sindicato de industriales de Panamá.

**Artículo 3.** Los miembros del sector público de este Comité Interinstitucional serán designados por el titular de cada una de las instituciones que la integran. Los representantes del sector privado serán escogidos de una terna que presente el gremio o sector.

**Artículo 4.** El Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE), será coordinado por el secretario nacional de Energía.

**Artículo 5.** El Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE) deberá establecer un Reglamento para su funcionamiento.

**Artículo 6.** Para el cumplimiento de sus funciones, el Comité Interinstitucional podrá requerir el apoyo de otras instituciones públicas, universidades, empresas y asociaciones del sector privado.

**Artículo 7.** El Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá (CIHIVE), contará con el término de un año a partir de su instalación, para rendir ante el Consejo de Gabinete y el público en general, un informe sobre los avances en la implementación de esta Estrategia, lo cual se realizará por intermedio del secretario nacional de Energía.

**Artículo 8.** Esta Resolución de Gabinete comenzará a regir a partir de su promulgación.

**FUNDAMENTO DE DERECHO:** Ley 43 de 2011; Ley 40 de 2016; Resolución de Gabinete N.º93 de 24 de noviembre 2020 y Resolución de Gabinete N.º139 de 6 de diciembre de 2022.

**COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.**

Dada en la ciudad de Panamá, a los once (11) días del mes de julio de dos mil veintitrés (2023).



**LAURENTINO CORTIZO COHEN**  
Presidente de la República

El ministro de Gobierno,



**ROGER TEJADA BRYDEN**

La ministra de Educación,



**MARUJA GORDAY DE VILLALOBOS**

El ministro de Salud,



**LUIS FRANCISCO SUCRE MEJÍA**

El ministro de Comercio e Industrias,



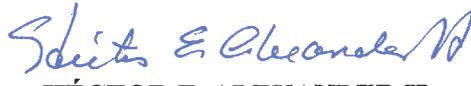
**FEDERICO ALFARO BOYD**

El ministro de Desarrollo Agropecuario,



**AUGUSTO VALDERRAMA**

El ministro de Economía y Finanzas,



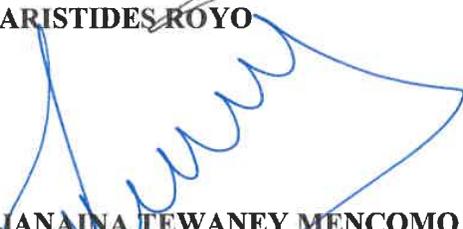
**HÉCTOR E. ALEXANDER H.**

El ministro para Asuntos del Canal,



**ARISTIDES ROYO**

La ministra de Relaciones Exteriores,



**JANAINA TEWANNEY MENCOMO**

El ministro de Obras Públicas,



**RAFAEL SABONGE VILAR**

La ministra de Trabajo y Desarrollo Laboral,



**DORIS ZAPATA ACEVEDO**

El ministro de Vivienda y Ordenamiento Territorial, encargado



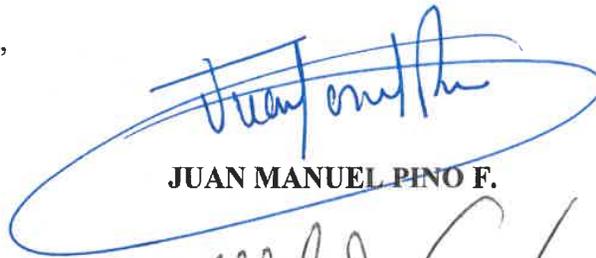
**JOSÉ A. BATISTA GONZÁLEZ**

La ministra de Desarrollo Social,



**MARÍA INÉS CASTILLO**

El ministro de Seguridad Pública,



**JUAN MANUEL PINO F.**

El ministro de Ambiente,



**MILCIADES CONCEPCIÓN**

La ministra de Cultura,



**GISELLE GONZÁLEZ VILLARRUÉ**

La ministra de la Mujer,



**JUANA HERRERA ARAÚZ**



**CARLOS GARCÍA M.**  
ministro de la Presidencia y  
secretario general del Consejo de Gabinete, encargado



# Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá

Junio

20  
23

# Contenido

<b>Listado de Figuras</b>	<b>4</b>
<b>Listado de Tablas</b>	<b>6</b>
<b>Listado de Acrónimos</b>	<b>7</b>
<b>1. Palabras del Secretario de Energía</b>	<b>9</b>
<b>2. Agradecimientos</b>	<b>11</b>
<b>3. Resumen Ejecutivo</b>	<b>12</b>
<b>4. Introducción y Antecedentes</b>	<b>15</b>
4.1. Antecedentes.....	<b>18</b>
<b>5. Visión y Objetivos de la ENHIVE</b>	<b>25</b>
5.1. Visión de la ENHIVE.....	<b>25</b>
5.2. Objetivos de la ENHIVE .....	<b>26</b>
<b>6. Metas</b>	<b>27</b>
6.1. Comparación entre las metas de la ENHIVE y el mercado potencial para el H2V y derivados Globalmente.....	<b>28</b>
<b>7. Metodología</b>	<b>30</b>
7.1. Revisión y sistematización de antecedentes.....	<b>31</b>
7.2. Mapeo de actores .....	<b>32</b>
7.3. Identificación y análisis de riesgos y brechas para la implementación de ENHIVE.....	<b>36</b>
7.4. Identificación y definición de elementos claves de la ENHIVE.....	<b>39</b>
7.5. Taller estratégico y táctico con actores clave.....	<b>40</b>
7.6. Socialización de resultados .....	<b>42</b>

<b>8. Principales desafíos para la implementación de la ENHIVE</b>	<b>44</b>
<b>9. Ejes y Líneas de Acción de la ENHIVE</b>	<b>46</b>
9.1. Primer Eje Estratégico: Convertir a Panamá en el Hub Transformacional de H2V.....	47
9.2. Segundo Eje Estratégico: Promover un mercado regional integrado de H2V y derivados.....	56
9.3 Tercer Eje Estratégico: Fomentar el mercado doméstico de H2V y derivados. ....	64
9.4. Cuarto Eje Estratégico: Desarrollar el capital humano y la aceptación social que habilite la economía del H2V y derivados. ....	70
9.5. Quinto Eje Estratégico: Desarrollar la legislación, regulación y financiamiento para el fomento de H2V y derivados. ....	75
9.6. Sexto Eje Estratégico: Fomentar la creación de la infraestructura de la cadena de H2V y sus derivados.....	79
9.7. Séptimo Eje Estratégico: Fomentar la gobernanza y el diálogo triangular para el desarrollo del H2V y derivados. ....	81
<b>10. Articulación entre la ENHIVE y la ENISIN</b>	<b>85</b>
<b>11. Propuesta Especial</b>	<b>87</b>
<b>12. Estudios de Pre-factibilidad de H2V y Derivados</b>	<b>89</b>
<b>13. Referencias Bibliográficas</b>	<b>109</b>
<b>14. Anexos</b>	<b>114</b>
14.1. Riesgos y medidas de mitigación por línea de acción de la ENHIVE .....	114



## Lista de figuras

Figura 1: Resumen de los elementos claves de la Estrategia Nacional:  
 Visión, objetivos y objetivos estratégicos..... **13**

Figura 2: Lineamientos Estratégicos Agenda de Transición  
 Energética 2020-2030 ..... **16**

Figura 3: Panorama del mercado del hidrógeno en 2020..... **19**

Figura 4. Costo nivelado de producción del hidrógeno por fuente de energía  
 en 2020, 2030 y 2050, de acuerdo con los supuestos del escenario de  
 Emisiones Netas Cero de la IEA ..... **19**

Figura 5: Proyecciones de demanda de hidrógeno global para los  
 3 escenarios propuestos ..... **21**

Figura 6: Esquema de las temporalidades propuestas para la  
 Estrategia de H2V..... **26**

Figura 7: Etapas del proceso de co-creación de la Estrategia ..... **31**

Figura 8: Cadena de suministro del H2V y actores relevantes  
 para Panamá mapeados y categorizados. .... **33**

Figura 9: Sociograma de los actores claves priorizados. .... **34**

Figura 10: Riesgos identificados por categoría. .... **37**

Figura 11: Resumen de los elementos claves de la Estrategia Nacional:  
 Visión, objetivos y ejes estratégicos ..... **41**

Figura 12: Dinámica del taller participativo para la co-creación de la  
 Estrategia Nacional de H2V de Panamá ..... **43**

Figura 13: Estructura de la Encuesta de Socialización..... **43**

Figura 14: Ejes Estratégicos de la ENHIVE..... **47**

Figura 15: Vehículos de transporte terrestre FCEV en el mundo ..... **64**

Figura 16: Balance de materia y energía de producción de H2V en Panamá y  
 transformación a Amoniaco verde. .... **91**

Figura 17: Desglose del Costo Total de Inversión del proyecto de producción  
 de H2V en Panamá y transformación a Amoniaco verde..... **93**

Figura 18: Cascada del costo nivelado de amoniaco verde (LCOA) del proyecto  
 producción de H2V en Panamá y transformación a amoniaco verde [USD/t  
 NH3]. .... **93**



Figura 19: Cascada del costo nivelado de hidrógeno (LCOH) para movilidad del proyecto: producción de H2V en Panamá y transformación a amoniaco verde, [USD/kg H2] ..... **94**

Figura 20: Disminución del LCOA para el escenario optimista, [USD/t NH3]. ..... **94**

Figura 21: Balance de materia y energía del proyecto producción de H2V en Panamá y conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo ..... **96**

Figura 22: Desglose del Costo Total de Inversión del proyecto conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo..... **96**

Figura 23: Cascada del costo nivelado de e-keroseno (LCOK) del proyecto conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo, [USD/e-k]. ..... **98**

Figura 24: Disminución del LCOK para el escenario optimista, [USD/e-k]. . **99**

Figura 25: Esquemático general de cadena de suministro para producción de hidrógeno por electrólisis para el sector transporte. .... **101**

Figura 26: Esquemático general de cadena de suministro para producción de hidrógeno por electrólisis y dispensado para el transporte. .... **104**

Figura 27: Modelo de negocios para servicios de transporte con camiones FCEV. .... **104**

Figura 28: Esquemático general de cadena de suministro para producción de H2V y su despacho al sector transporte. .... **107**

Figura 29: Modelo de negocios para de H2V y su despacho al sector transporte ..... **107**



## Lista de tablas

Tabla 1: Análisis de diferentes opciones de aplicación y demanda hacia H2V y algunos derivados en Panamá como factor determinante de su rol dentro de la economía del hidrógeno..... **24**

Tabla 2: Mapa de Actores de relevancia para el mercado de H2V y derivados panameño..... **34**

Tabla 3: Matriz de ponderación de Riesgos para la implementación de la ENHIVE ..... **37**

Tabla 4: Descripción y medidas de mitigación de riesgos de calificación alta..... **38**

Tabla 5: Resumen de líneas de acción de la ENHIVE ..... **84**

Tabla 6: Comparativa de principales resultados de los proyectos de amoniaco verde y e-keroseno..... **101**

Tabla 7: Parámetros fijos, utilizados en todos los proyectos de transporte con H2V. .... **105**

Tabla 8: Parámetros variables, utilizados en el proyecto de transporte de carga con H2V..... **105**

Tabla 9: Parámetros fijos para proyecto de producción y dispensado de H2V ..... **108**

Tabla 10: Riesgos categorizados según su probabilidad e impacto. .... **114**

Tabla 11: Medidas de mitigación de cada riesgo ..... **116**

## Listado de Acrónimos

°C	Grados Celsius
ACP	Autoridad del Canal de Panamá
AIG	Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental
AMP	Autoridad Marítima de Panamá
ANPAG	Asociación Nacional Panameña de Generadores Eléctricos
ASEP	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
ATE	Agenda de Transición Energética
ATTT	Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre
ASU	Unidad de Separación de Aire, del inglés: Air Separation Unit
BAU	Negocio como de costumbre, del inglés: Business as Usual
bep	Barril equivalente de petróleo
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAPEX	Costos de Capital, del inglés: Capital Expenditure
CCUS	Captación, captura y almacenamiento de carbono, Del inglés: Carbon Capture Use and Storage
CDN	Contribuciones Determinadas a nivel Nacional
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de Carbono equivalente
COD	Fecha de inicio de operaciones, del inglés: Commercial Operation Date
CTHV	Comité Técnico de Hidrógeno Verde
DAI	Derechos Arancelarios de Importación
DMC	Costos directos de manufactura, del inglés: Direct Manufacturing Costs

GEI	Gases de Efecto Invernadero
e-k	Referencia a e-keroseno
ENHIVE	Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados
EPC	Ingeniería, Adquisiciones y Construcción, del inglés: Engineering, Procurement, Construction
FCEV	Vehículo eléctrico de celdas de combustible (hidrógeno), del inglés: Fuel Cell Electric Vehicle
FOB	Incoterm Libre a bordo, puerto de carga convenido, del inglés: Free on Board
GEI	Gases de Efecto de Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
H <sub>2</sub>	Hidrógeno molecular
H <sub>2</sub> V	Hidrógeno verde
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación y Desarrollo e innovación
INADEH	Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano
kg	kilogramo
km	kilometro
KOH	Hidróxido de Potasio
KPI	Indicador de seguimiento, del inglés: Key Performance Indicator
ktpa	miles de toneladas por año
kton	kilotonelada
kW	kilovatio
kWh	kilovatio-hora
LAC	Latinoamérica y el Caribe

## Listado de Acrónimos

<b>LCOA</b>	Costo nivelado de amoníaco, del inglés: Levelized Cost of Ammonia
<b>LCOE</b>	Costo nivelado de electricidad, del inglés: Levelized Cost of Electricity
<b>LCOH</b>	Costo nivelado del hidrógeno, del inglés: Levelized Cost of Hydrogen
<b>LCOK</b>	Costo nivelado de kerosene, del inglés: Levelized Cost of Kerosene
<b>LH2</b>	Hidrógeno líquido
<b>MEF</b>	Ministerio de Economía y Finanzas
<b>MiAmbiente</b>	Ministerio de Ambiente
<b>MIDA</b>	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
<b>MICI</b>	Ministerio de Comercio e Industrias
<b>MJ</b>	MegaJulio
<b>MIPRE</b>	Ministerio de la Presidencia
<b>MIRE</b>	Ministerio de Relaciones Exteriores
<b>Mton</b>	Megatonelada
<b>MTD</b>	Tarifa con Demanda Máxima para clientes conectados a Media Tensión
<b>MW</b>	Megavatio
<b>NH3</b>	Amoníaco
<b>OEM</b>	Proveedor de tecnología, del inglés: Original Equipment Manufacturer
<b>OMI</b>	Organización Marítima Internacional
<b>OPEX</b>	Gasto de operación, del inglés: Operational Expenditure

<b>PEM</b>	Membrana Intercambiadora de protones, del inglés Proton Exchange Membrane
<b>PEN</b>	Plan Energético Nacional
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en inglés PNUD
<b>RFNBO</b>	Combustible renovable de origen no biológico, del inglés: Renewable Fuels of Non- Biological Origins
<b>SAF</b>	Combustible Sostenible de Aviación, del inglés: Sustainable Aviation Fuel
<b>SENACYT</b>	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
<b>SIN</b>	Sistema Interconectado Nacional
<b>SNE</b>	Secretaría Nacional de Energía
<b>SPIA</b>	Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos
<b>Stack</b>	Una pila de celdas de combustible consta de varias celdas individuales, cada una de las cuales genera electricidad a partir de reacciones electroquímicas basadas en energéticos como el hidrógeno.
<b>SUV</b>	Vehículo Utilitario Deportivo, del inglés: Sport Utility Vehicle
<b>TIC</b>	Costo Total de Inversión, del inglés: Total Installed Cost
<b>UTP</b>	Universidad Tecnológica de Panamá



# 1. Palabras del Secretario de Energía



Dr. Jorge Rivera Staff,  
Secretario Nacional de  
Energía de Panamá

Como el primero de los pasos establecidos en el documento de la Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde para Panamá aprobada en enero de 2022, se planteó el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y sus Derivados (ENHIVE) en el plazo aproximado de un año a partir de esa fecha.

Luego de intensos meses de trabajo técnico y participativo, de análisis, validación, debate, contraste y elección de alternativas, con el decidido apoyo del BID y el involucramiento cada vez más amplio y profundo de diversos actores locales, regionales y globales, tanto del sector privado, académico, gubernamental y multilateral, hemos llegado a este punto en que presentamos esta Estrategia específica, que formula metas, líneas de acción, programas y proyectos para la consolidación de Panamá como un protagonista regional del nuevo mercado mundial de H2V, como vector energético crucial para la transición energética sostenible y la descarbonización de sectores económicos de alto impacto, a costos competitivos.

Importante resaltar que esta estrategia forma parte integral de la implementación de la agenda de transición energética que incluye una serie de políticas, planes, programas y proyectos priorizados con un horizonte temporal al año 2030 alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y los hitos importantes del Acuerdo de París.

Tal como señalamos al aprobar la Fase 1 de la Hoja de Ruta, debemos recordar que esta iniciativa que ahora presentamos le da continuidad y profundidad a la misma. En aquel documento indicamos:

“La estrategia de Panamá como un Hub de Energía Sostenible, al aprovechar nuestra principal ventaja comparativa como lo es la posición geográfica, y nuestras ventajas competitivas asociadas a la misma, queda más que clara la oportunidad de nuestro país de posicionar nuestra plataforma logística y de almacenamiento para desarrollar un hub regional de almacenamiento y transformación de H2V que complemente las iniciativas de producción de dicho vector energético en América Latina con vocación de exportación hacia otras regiones que ya se vislumbran como grandes polos industriales de consumo del mismo.”

En esta fecha, sigue teniendo completa vigencia esta afirmación, y luego del proceso de formulación de la estrategia, confirmamos los supuestos iniciales establecidos en la hoja de ruta, y además fueron identificados muchos otros elementos que robustecen esta propuesta, que no solo permite ese posicionamiento dentro del nuevo mercado global del H2V y sus derivados, sino que también fortalecen la apuesta de Panamá como un importante referente de las energías renovables, logrando la creación de nuevas actividades, más empleos de calidad y desarrollo sostenible para nuestro país y la región.

Ese es el compromiso que ratificamos en este momento y que nos permitirá seguir construyendo un mejor futuro de progreso y sostenibilidad para todos.



## 2. Agradecimientos

La Secretaría Nacional de Energía extiende un profundo agradecimiento a quienes participaron durante el proceso de creación de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá, en especial a Nelson Mojarro (International Chamber of Shipping - ICS), Luis Rovira (ACP), Arístides Chiriatti (Petroport SA), Raquel Caballero (Linde Panamá), Rossana Peralta (ACP), Mariel Sanjur (Ministerio de Ambiente), Cristina Cano (K&M), Oscar Sosa, Sergio González, José Anaya, Dimas Isaac Arcia González (FCA-UP), Rafael Jaén Williamson (CONTE-PEX), Isaías Noriega (PICP), Julián David Chávez Salamanca (Enel), Belisario Javier Herrera López (ENSA), José Rivera (Celsia Centroamérica), Yatzumary Yáñez (ACP), Angel Ureña Vargas (ACP), Emilio Harris Guardia (ACP), Hansol Seo (Posco International Corporation), Leslie González (Enel), Luis Carlos Peñaloza Bonilla (AES Panamá), Ixi Acosta (Celsia), Jorge Armando Hernández (IPELSA), Euclides Deago (UTP), Adela Nicolau (ENSA), Cecilio Castellero (SIGMA), Valeria Rosales (Banistmo), Raquel Esperanza Caballero Castrejón, Cristóbal Samudio (ENSA) e Isaac De Gracia, quienes nos acompañaron en los talleres de preparación de la ENHIVE.

Damos gracias a Mariel Sanjur, Raúl López, Jorge Hernández, Juan Lucero, Raúl López, Rene van Hoorde, Jorge Hernández, Ricardo Espinoza por emitir sus comentarios por escrito.

Agradecemos en especial al BID quienes a través de cooperaciones técnicas no reembolsables financiaron una porción de los estudios que fueron insumos de la ENHIVE; y reconocemos

la valiosa contribución del Dr. Arturo Alarcón, Especialista Senior en Energía del BID, y el Ing. Ricardo Espino Consultor Técnico en Energía del BID, así como de Mónica Saraiva Panik, que han acompañado desde el principio el desarrollo de la política de energéticos limpios del país.

Manifestamos nuestro agradecimiento al PNUMA, en especial a Jone Orbea de la Oficina Regional para Latinoamérica y el Caribe y al consultor Esteban Echeverría Fernández, quienes contribuyeron con una amplia perspectiva del impacto del Hidrógeno Verde y derivados en el sector de transporte de carga pesada en Panamá.

Proporcionamos un cordial agradecimiento al Dr. Daniel Gottschald, Director Ejecutivo de la Universidad Técnica de Múnich, sede en Heilbronn, por su constante apoyo en la identificación de oportunidades para incrementar la ambición de la ENHIVE.

La Secretaria Nacional de Energía agradece los comentarios recibidos durante el proceso de consulta a la ASEP, ENSA, Celsia, AES Panamá, Enel, Linde, José Alberto Rosas, Carlos Hamdan Arosemena y a Rut Pérez, por su disposición a revisar a detalle el documento y compartir sus sugerencias en pro de una política pública inclusiva para la transición energética panameña.

Le extendemos un especial agradecimiento a la Ing. Rosilena Lindo, Subsecretaria Nacional de Energía, quien ha coordinado el proceso de creación de la ENHIVE, así como el trabajo realizado por el Ing. Ramsés Torrijos y la Dra. Guadalupe González.



### 3. Resumen Ejecutivo

Son diversos los factores que se requieren y favorecen el desarrollo de un mercado nuevo, innovador, como es el del H2V y sus derivados. Uno de ellos, es el desarrollo de políticas públicas que se conviertan en carta de navegación para guiar a los desarrolladores de proyectos, inversionistas proveedores de servicios y productos, sector financiero, academia y otros grupos de interés a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno y sus derivados. Basado en este entendimiento, la SNE, con apoyo del BID, en el año 2021 iniciaron un proceso de elaboración de una Hoja de Ruta para el desarrollo del mercado de H2V en Panamá.

El presente documento contiene la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados, que se entiende como el escalamiento de la Hoja de Ruta publicada en enero de 2022, presentando líneas de acción y actividades generales, priorizadas en relevancia y tiempo. Su elaboración se basó en:

1. Análisis previos sobre el mercado global de hidrógeno, evoluciones de demanda y oferta, diferentes aplicaciones y un análisis específico de Panamá para determinar su rol óptimo en este contexto, tomando en cuenta su potencial de generación de energía renovable, ubicación geográfica, ecosistema de energía, innovación y requerimientos financieros; así como la regulación y legislación del país;
2. Un levantamiento y análisis detallado de riesgos para concretar los objetivos propuestos;

3. Aplicaciones del H2V en el sector transporte de Panamá;
4. El marco de un proceso participativo, donde líneas de acción pre-formuladas se complementaron a través de un taller estratégico con actores identificados en un mapeo inicial de actores claves, con la intención de obtener sus ideas y retroalimentación sobre elementos fundamentales de la Estrategia.

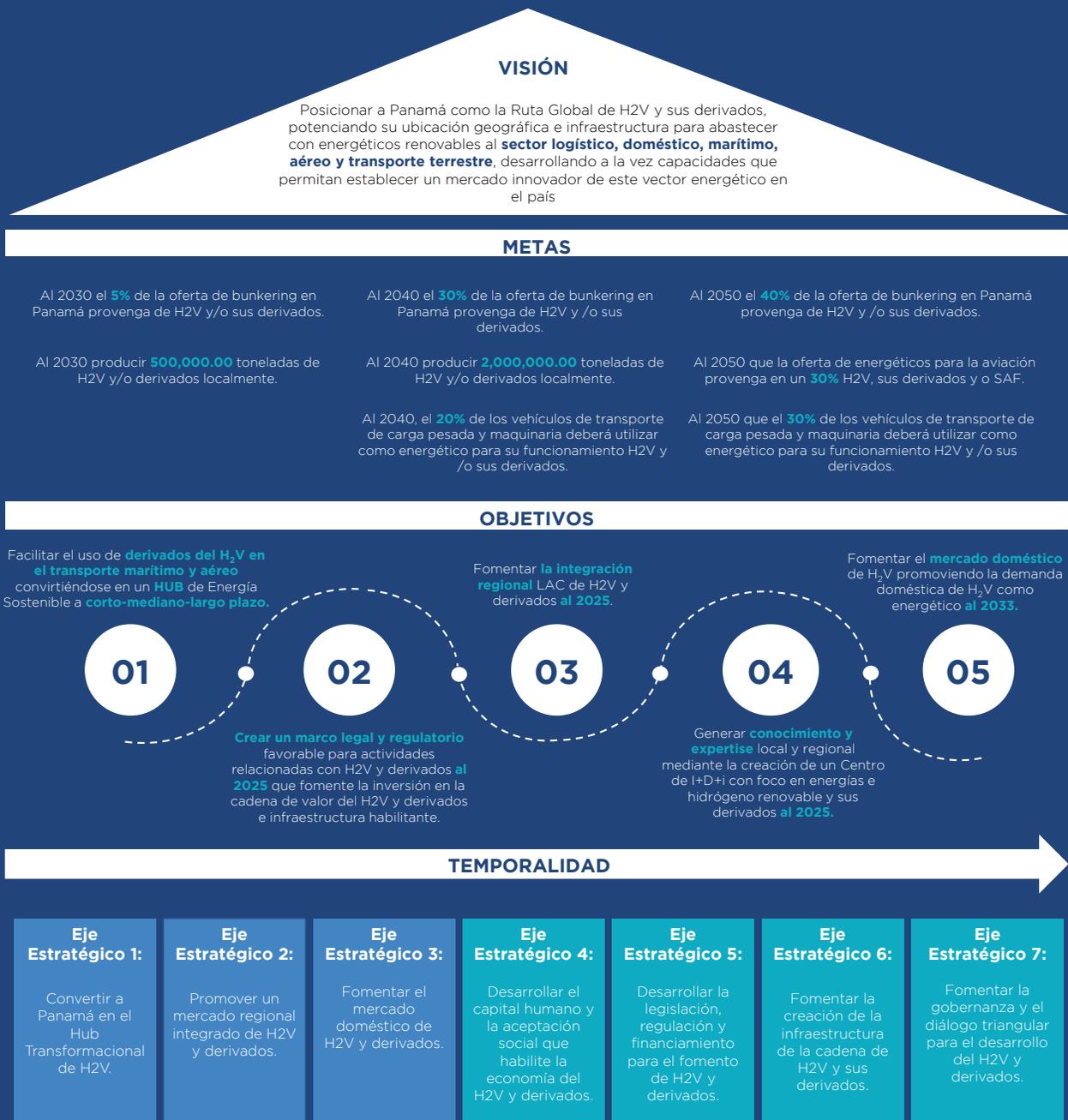
Además, se realizó una socialización de los principales elementos de la ENHIVE, con foco en sus líneas de acción priorizadas y actividades, con la finalidad de difundir los resultados, así como complementar la información sistematizada y permitir a actores claves manifestar su interés de ser parte de la ejecución de alguna de las líneas de acción presentadas, y, por lo tanto, identificar aquellos potenciales actores promotores de estas.

El resultado de este ejercicio es una Estrategia guiada por 1 visión de la cual se desprenden 8 metas, 5 objetivos generales, y se definieron 3 ejes estratégicos traccionantes junto con 4 ejes estratégicos habilitantes del mercado.



**En base a esto, en total se formularon 8 metas, 30 líneas de acción bajo estos objetivos.**

Figura 1: Resumen de los elementos claves de la Estrategia Nacional: Visión, objetivos y objetivos estratégicos.



■ Ejes estratégicos traccionantes  
■ Ejes estratégicos habilitantes



De los 337 actores mapeados a lo largo de la cadena de valor, 87 se consideran de mayor relevancia para el desarrollo del mercado de hidrógeno panameño, la mayoría de ellos ubicados en la parte *midstream* de la cadena de suministro, específicamente en la categoría de proveedores de tecnología e infraestructura.

El mapeo exhaustivo de actores tiene la finalidad de facilitar la identificación de aliados para la realización de las líneas de acción propuestas. Además de incluir al sector público y privado en su realización, se procuró la participación de la academia en este proceso, asegurando la creación y el aprovechamiento de capital humano y conocimiento local.

El desarrollo de Panamá como Hub Energético Sostenible Líder de la Región Latinoamérica y del Caribe, requiere una temprana colaboración y conexión con los principales “agentes de cambio” como las navieras y demás actores del sector marítimo / logístico, que a través de su demanda son un market driver importante para este objetivo.

La incorporación del H2V y derivados en sectores como el marítimo, aéreo y transporte terrestre necesitará profesionales capacitados tanto para los estudios, el desarrollo y operación de los proyectos de H2V y derivados en toda la cadena de valor. Esto no sólo aplica para profesionales del sector privado, sino que también para funcionarios públicos que estarán involucrados de diversas formas en proyectos a lo largo de la cadena de H2V y sus derivados. En este contexto, la estrategia plantea líneas de acción para atraer y fortalecer los talentos y capacidades profesionales tanto nacionales como internacionales asociado a proyectos de innovación específicamente en el área de energía e hidrógeno, por medio de la aplicación del concepto de “train the trainers”, es decir asegurar que talento “importado” traspase sus conocimientos a capital humano en Panamá.

Panamá aprovechará su hub financiero, para incentivar la creación de nuevos mecanismos de financiamiento para proyectos Power-to-X de infraestructura habilitante, inclusive para apoyar la creación de una comunidad de start-ups innovadores a nivel local.

Para mejorar su competitividad en términos de producción, esta estrategia habilitará herramientas de política pública que mejoren casos de negocio para el desarrollo de la cadena de suministro de H2V y sus derivados.

Como parte la materialización de esta Estrategia Nacional, se aborda la estructuración de su Gobernanza, es decir, designar entes responsables con roles y responsabilidades claras con el fin de

- Asegurar la permanencia de la implementación de la estrategia en el tiempo, independientemente de cambios a nivel político, que garantice los avances de la Estrategia y genere confianza hacia los grupos de interés, como una estrategia de Estado.
- Definir hitos/instancias de revisión de avances.

El desarrollo del mercado panameño de H2V y sus derivados es, al igual que en otras economías, un proceso dinámico que requiere ser sometido a revisiones periódicas definidas, para monitorear su avance y eventuales re-formulaciones de líneas de acción.

De forma transversal, la realización de las líneas de acción propuestas debe seguir un enfoque de género y diversidad, con miras a alcanzar equilibrios de género, así como alta y activa participación de diferentes grupos de la sociedad, para asegurar su apoyo en los respectivos planes de acción y cerciorar el máximo aprovechamiento de potencial local de forma sostenible, justa e inclusiva.

## 4. Introducción y Antecedentes

El Plan Estratégico de Gobierno (PEG) 2019 – 2024 de la República de Panamá, ha sido creado para forjar un país justo, estable que no deje a nadie atrás, con el propósito de aprovechar las ventajas y las oportunidades de una economía abierta para ser más competitiva, tecnológica y productiva, fundamentada en la economía del conocimiento. Este documento define la estrategia económica y social, la programación financiera a cinco años y un plan de inversiones públicas indicativo para el período, que establece los criterios para la canalización del gasto público hacia los sectores, programas y proyectos prioritarios a nivel nacional.

El PEG es un habilitante para que la población sea partícipe de los cambios tecnológicos globales, ampliando su productividad y, por ende, sus ingresos y mejora en su calidad de vida; apoyando en un proceso de crecimiento inclusivo para que el capital humano de la nación participe en igualdad de condiciones en las oportunidades que surjan, y enfrente los desafíos del cambio climático y el peligro que éste constituye para su bienestar.

Según el Sexto Informe del IPCC, sobre recientes descubrimientos y tendencias actuales lanzado en abril de 2022, muy probablemente limitar el calentamiento a menos de 2°C dependería de una rápida aceleración de los esfuerzos de mitigación después de 2030. Se prevé que las políticas implementadas para fines de 2026 resulten en emisiones globales de GEI más altas que las implícitas en las CDN.



No obstante, los costos unitarios de las tecnologías de bajas emisiones han disminuido continuamente desde 2010 y es por medio de paquetes de políticas de innovación que el proceso de transición energética está siendo adoptado a nivel global. Tanto las políticas personalizadas como las políticas integrales que abordan los sistemas de innovación han ayudado a superar los impactos distributivos, ambientales y sociales potencialmente asociados con la difusión mundial de tecnologías de bajas emisiones. Por consiguiente, Panamá está generando instrumentos de política pública que encaminen el desarrollo hacia la maximización del uso de tecnologías limpias para el beneficio local y del planeta.

Panamá es un país líder en la prestación de servicios marítimos, logísticos y portuarios, que promueve inversiones y alianzas estratégicas que fortalecen el comercio, mediante procesos eficientes e innovadores, con el mejor talento humano; logrando un crecimiento económico sostenible para el país.

El 24 de noviembre de 2020 el Consejo de Gabinete aprobó los “Lineamientos Estratégicos Agenda de Transición Energética 2020-2030” para promover un cambio fundamental en la forma de producir y consumir la energía, aportando una transformación energética resultante en una inversión con visión de futuro, como herramienta para mejorar la difícil situación fiscal, como resultado de los impactos de la COVID-19, facilitando de forma clave los esfuerzos de recuperación de Panamá.

La ATE establece la creación de cinco (5) Estrategias Nacionales para el Sector de Electricidad, y dos Estrategias Nacionales para el Sector Hidrocarburos (2). Estas estrategias comprenden líneas de acción relacionadas con acceso universal a la energía, generación distribuida, uso racional y eficiente de la energía, movilidad eléctrica, innovación del sistema eléctrico nacional, entre las cuales el Gobierno de Panamá considera el H2V y sus derivados como un vector energético con un alto potencial para la descarbonización de Panamá en el marco de la creación del Hub de Energía, estrategia número 1 para iniciar el proceso de transición del sector hidrocarburos hacia la sostenibilidad.

Figura 2: Lineamientos Estratégicos Agenda de Transición Energética 2020-2030



La interrelación entre la descarbonización de sector eléctrico y el de hidrocarburos se encuentran en la habilitación espacios de producción de energéticos limpios que puedan ser utilizados en reemplazo de los provenientes de combustibles fósiles, lo cual estimula el crecimiento del sector energético renovable y cónsono con el proceso de disrupción tecnológica a nivel mundial.

Igualmente, debe avanzar de la mano en que la matriz eléctrica avanza hacia la sostenibilidad. La oferta energética de Fuentes de Energía Renovable en la Matriz Energética Nacional con respecto al 2019 incrementó en un 33.7% al 2021. El 80% de generación de electricidad en el Sistema Interconectado Nacional fue renovable durante el 2022; durante 6 meses del año de mayo a octubre, la generación estuvo arriba del 90% renovable, mientras que en el transcurso de un trimestre de ese semestre estuvo sobre 97% de participación de las energías renovable.

Asimismo, a diciembre de 2022, el país contaba con 68 MW de capacidad acumulada de sistemas solares fotovoltaicos para autoconsumo en comparación con 35 MW en 2019, donde sólo en el 2022 se instalaron 15 MW adicionales, lo que sobre duplica los 7MW instalados durante 2019.

Al reorientar las inversiones hacia la transición energética, Panamá lograría un mayor rendimiento de la inversión en comparación con los planes actuales.

En este contexto, el H2V y sus derivados surgen como una oportunidad para Panamá, con el fin de descarbonizar no sólo aquellos sectores difíciles de electrificar, cómo lo son las operaciones logísticas y el transporte de bienes y servicios, sino también para potenciar y facilitar el alcance del hidrógeno y sus derivados desde países productores en la región hacia los potenciales grandes consumidores.

El punto de partida clave para el desarrollo de esta Estrategia Nacional radica en la identificación del rol óptimo de Panamá en el ecosistema de hidrógeno global y relacionado con esto, su posicionamiento en la cadena de valor del hidrógeno. Conocer este rol óptimo está permitiendo potenciar las fortalezas del país para el aprovechamiento de oportunidades relacionadas al H2V y derivados; mientras se definen e implementan las líneas de acción para alcanzarlo.

Algunas de las principales fortalezas que resaltan en la Hoja de Ruta del H2V de Panamá (2022) son:

- su potencial de recursos renovables no convencionales e hídricos;
- su ubicación geográfica privilegiada y estratégica entre América del Norte y América del Sur y con el Canal de Panamá como principal vía de conexión entre Atlántico y Pacífico;
- su condición de centro logístico y hub financiero existente, y
- la voluntad política de fomentar el desarrollo industrial de forma sostenible con foco en su descarbonización.

La posición geográfica estratégica de Panamá entre el Pacífico y el Atlántico impulsa la conectividad a través de sus cuatro corredores logísticos y servicios multimodales que convergen en el país: las rutas marítimas del Canal de Panamá, por la cual transita el 3% del comercio mundial; las rutas aéreas, que conectan múltiples aeropuertos internacionales; el ferrocarril interoceánico, que facilita el transporte entre ambas costas del país; y las rutas terrestres que lo recorren.

Junto con esto, Panamá fomenta la inversión en tecnologías limpias y servicios innovadores a través de políticas y programas que estimulen la innovación y así el desarrollo competitivo de sus sectores industriales y financiero. Esto se ve reflejado en la ATE, donde uno de sus ejes principales es la descarbonización del sector energético y de transporte a través de la aplicación de H2V y derivados.

Panamá es un centro bancario a nivel global, principalmente debido a la presencia de múltiples bancos internacionales y de altos ingresos de capital extranjero, debido a los beneficios que entrega el país a las transacciones internacionales.

El contexto geográfico, financiero y gubernamental son factores que favorecen inversiones en proyectos asociados a la cadena de suministro del H2V y derivados que agregan valor al mercado regional y global.

Panamá es un país donde las transiciones son parte de su cultura, de su herencia e historia, donde convergen condicionales naturales, financieras y logísticas para servir como corazón de la descarbonización del sector marítimo, aviación y transporte terrestre, y para ello se aspira a ser embajadores de la transición energética con miras a acelerar recuperación económica global donde la sostenibilidad energética sea el resultado final.

#### 4.1. Antecedentes

El mercado global del hidrógeno bajo en carbono, y en particular del H2V, se encuentra en ascenso actualmente, debido a su potencial para descarbonizar aplicaciones ya existentes, como el refinado de combustibles, la producción de acero y la industria química, así como usos emergentes, como la movilidad pesada, el transporte marítimo y la aviación. La figura 3 presenta un resumen de datos clave del mercado del hidrógeno mundial recopilados de varios

reportes internacionales, observándose que al 2020 el tamaño total del mercado del hidrógeno fue de **88,5 Mth2** anuales y que la demanda de sus derivados más importantes (amoniaco y metanol) fue de **46 Mt anuales**.

Históricamente, la demanda de hidrógeno ha sido liderada por las industrias de la refinación y química (que a 2020 representan el 94% del total a nivel mundial). Si bien entre el 2000 y el 2020 esta ha aumentado aproximadamente en un 50%, con una tasa de crecimiento anual del 2%, se espera que su crecimiento sea mucho más acelerado en los próximos años. Tanto así que a 2025 se anticipa que se alcance un valor de mercado total de 201.000 MM USD, lo que representa un crecimiento total del 60,8% con respecto al 2020, y bajo una tasa de crecimiento anual del 9,2%.

En cuanto a las fuentes de producción, cerca del 99% del suministro global de hidrógeno a 2020 se generó a partir de combustibles fósiles, principalmente gas natural (por medio del proceso de reformado de metano) y carbón (por medio del proceso de gasificación). La participación del hidrógeno bajo en carbono, si bien sigue siendo marginal en términos globales, se encuentra en ascenso. Esto también se refleja en términos de proyecciones de costos, dado que se prevé una tendencia a que el LCOH obtenido con fuentes renovables disminuya y se haga más competitivo al 2050, mientras que la producción a partir de fuentes fósiles se hará más costosa debido a aumentos en los costos de combustibles y el efecto de los impuestos al carbono (esto último en el caso de la producción fósil sin CCUS). Esto se puede apreciar en la Figura 4.

Esta situación se evidenció de manera particularmente clara a raíz del conflicto Rusia-Ucrania, que estalló en febrero de 2022 y sigue en desarrollo a la fecha de elaboración de la ENHIVE, dado que la suspensión de combustibles fósiles rusos hacia los países europeos generó

Figura 3: Panorama del mercado del hidrógeno en 2020

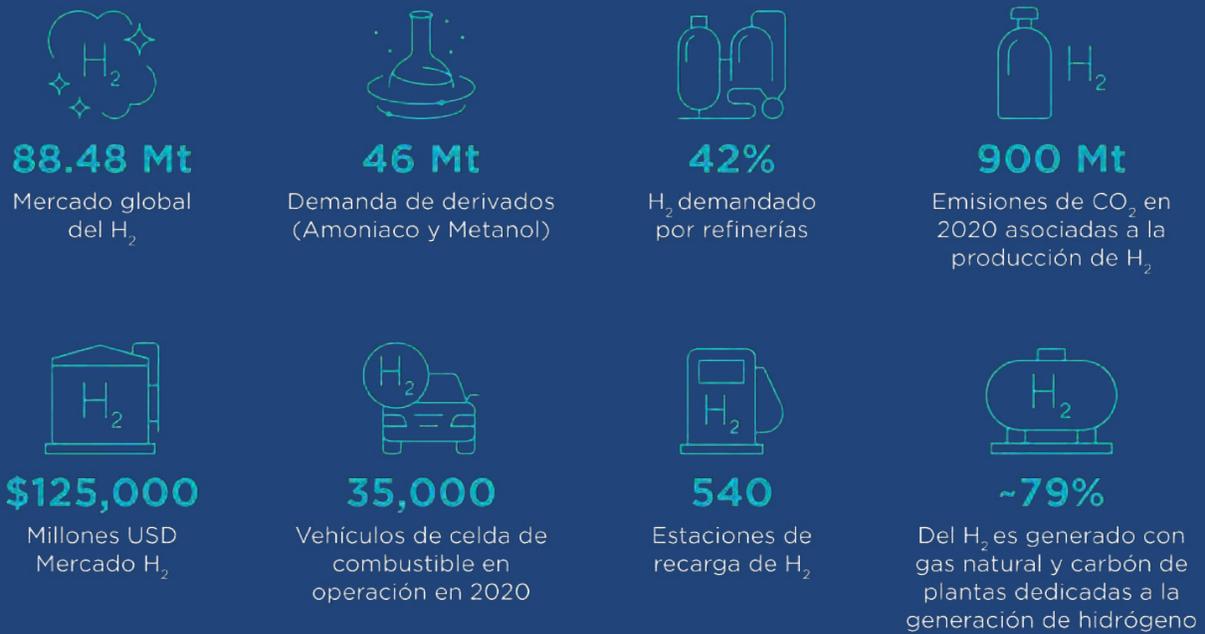
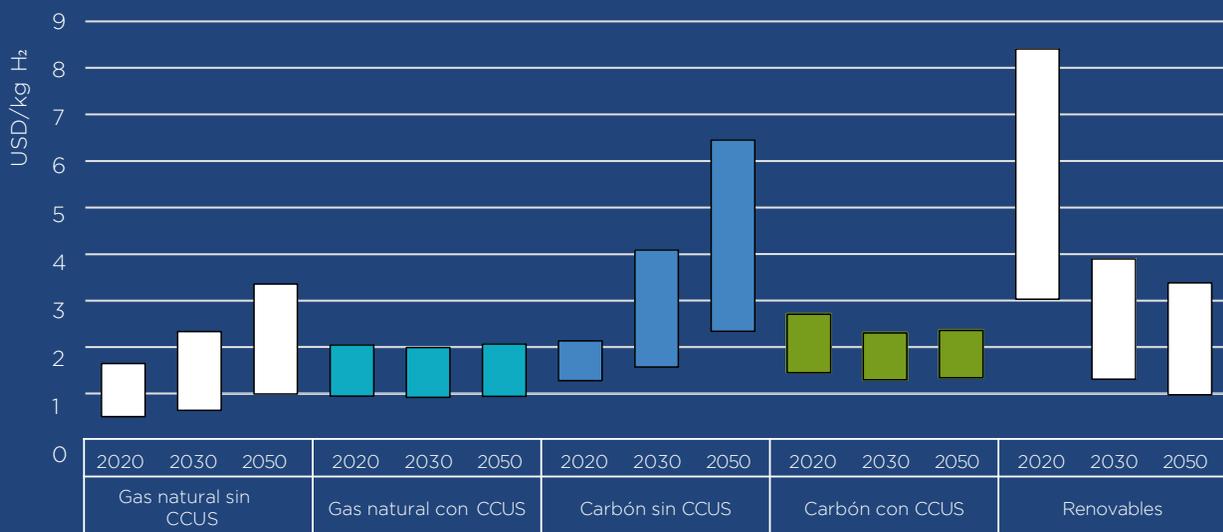


Figura 4. Costo nivelado de producción del hidrógeno por fuente de energía en 2020, 2030 y 2050, de acuerdo con los supuestos del escenario de Emisiones Netas Cero de la IEA

Fuente: IEA 2021, Global Hydrogen Review 2021



IEA. All rights reserved. Traducción, SNE



aumentos significativos en sus costos, a la vez que disminuciones en los costos de las energías renovables, debido a los esfuerzos por desplegarlas masivamente. Esto, en consecuencia, ha generado alzas en los costos de producción de hidrógeno gris y disminuciones en los del H2V. Las repercusiones de este conflicto no solo han generado efectos contundentes en el corto plazo, sino que a más largo plazo se anticipa que el punto de equilibrio entre los costos nivelados del H2V y gris se alcance antes de lo previsto en proyecciones previas a este evento geopolítico.

Respecto al ámbito geográfico, la gran mayoría de la producción de hidrógeno (85%) se realiza en los puntos de consumo, por lo cual los focos de consumo de hidrógeno actuales coinciden con los focos de producción. Así, se tiene que China, Estados Unidos, India y Rusia son los mayores productores / consumidores de hidrógeno a nivel mundial, abarcando más del 50% del mercado. No obstante, a medida que crezca la demanda de este energético, habrá regiones que se especializarán como importadoras o exportadoras de hidrógeno dependiendo de si sus costos de producción son altos o bajos, respectivamente. En la primera situación, se destacan países como la Unión Europea, Japón y Corea, mientras que, en la segunda, se encuentran Chile, Australia y Arabia Saudita. Esto ha impulsado la generación de planes y acuerdos de importación y exportación, tanto actuales, como futuros.

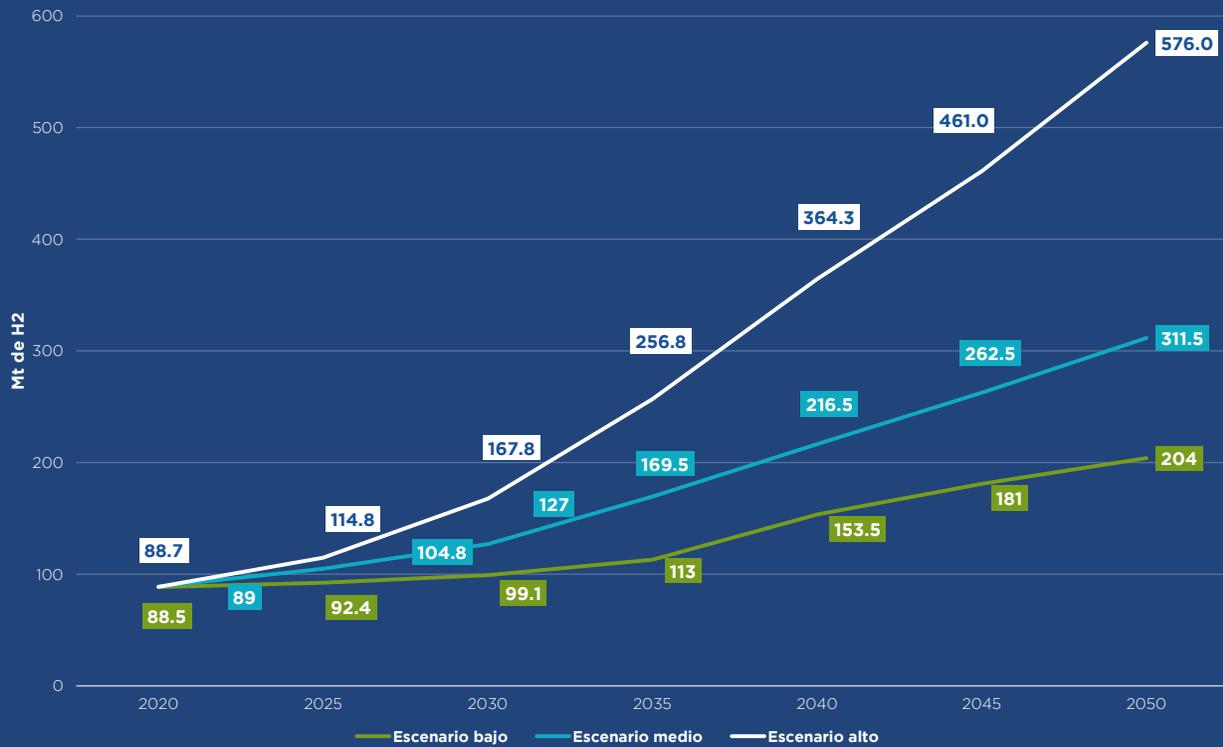
Adicionalmente, según IRENA (2021) el uso del hidrógeno como vector de energía en el sector transporte está en crecimiento, actualmente circunscrito principalmente a los vehículos de carretera. Para junio de 2021, más de 40 000 vehículos eléctricos de celdas de combustible que funcionan con hidrógeno estaban en circulación en todo el mundo, con casi el 90% de ellos en cuatro países: Corea, Estados Unidos, la República Popular China y Japón.

Las proyecciones de demanda de H2V a nivel mundial concuerdan en que la demanda de este energético crecerá en el horizonte temporal 2022 - 2050. Sin embargo, los modelos de proyección de las diferentes agencias internacionales de energía toman suposiciones con diferente nivel de optimismo. Para analizar las proyecciones existentes, se agruparon proyecciones de IEA (International Energy Agency), Hydrogen Council, BNEF New Energy Outlook, IRENA y Goldman Sachs en tres categorías o escenarios (baja, media y alta demanda de hidrógeno), en línea con los objetivos trazados de descarbonización de la economía mundial, y al papel del hidrógeno como vector energético capaz de contribuir a la reducción de emisiones de los sectores más difíciles de abatir.

Posteriormente se promediaron las proyecciones analizadas para cada categoría. Como se muestra en la Figura 5, en un escenario de alta demanda, se estima que el consumo de H2V será de alrededor de 576 Mt para el año 2050, principalmente debido al surgimiento de nuevos usos del hidrógeno, en el transporte, industria y en generación eléctrica, mientras que, en un escenario más conservador, la demanda de H2V a 2050 se proyecta del orden de las 200 Mt al año.

Para la construcción de la ENHIVE se utilizó en primera instancia como insumo la Hoja de Ruta de H2V de Panamá, aprobada en enero de 2022; la cual es el punto de partida y “carta de navegación” para ir construyendo sobre estos con una mirada táctica y estratégica del rol que jugará Panamá en este naciente mercado y cómo apunta a contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y CDN del país. Es así que la ENHIVE se entiende como el instrumento que concretiza los nueve objetivos definidos en la Hoja de Ruta (2022) a través de la formulación de líneas de acción puntuales, compuestas por actividades a desarrollar a corto-mediano y largo plazo.

Figura 5: Proyecciones de demanda de hidrógeno global para los 3 escenarios propuestos



Según la Fase 1 de la Hoja de Ruta de H2V en Panamá, la meta es **“Posicionar a Panamá como la Ruta Global del H2V por excelencia por medio de la construcción de una amplia variedad de instrumentos de política, marco regulatorio y fomento de la inversión en infraestructura de almacenamiento, producción de H2V y sus derivados, junto a una oferta de servicios logísticos bajos en emisiones de Gases de Efecto Invernadero”**.

Junto con esto, la Hoja de Ruta define 9 objetivos en su primera fase:

1. Iniciar el desarrollo del marco político regulatorio para el fomento de la inversión e implementación de actividades asociadas al H2V y demás energéticos basados en hidrógeno.

2. Definir instancias de coordinación para la implementación de la hoja de Ruta del H2V en Panamá.
3. Promover el diálogo con los actores de la industria, academia y las agencias gubernamentales para identificar las medidas necesarias para la consolidación de Panamá como Hub de H2V, incorporando los ajustes regulatorios y de infraestructura necesarios.
4. Promover el diálogo con los países de América Latina y el Caribe para identificar formas de cooperación para la consolidación de Panamá como un Hub de H2V, incorporando los ajustes regulatorios y de infraestructura necesarios.

5. Establecer los elementos estratégicos de la hoja de ruta del H2V de Panamá y crear las condiciones habilitantes para su implementación.
6. Evaluar las necesidades de infraestructura H2V y sus derivados, de la cadena de suministro.
7. Establecer las actividades para el fomento de la educación, I+D de tecnología para la producción y transformación del H2V y sus derivados.
8. Analizar la evolución del mercado de H2V, e identificar las oportunidades de colaboración conjunta y creación de alianzas estratégicas para el fomento de un mercado global.
9. Estructurar el desarrollo de proyectos piloto y demostrativos del H2V y sus derivados.

Como parte de los insumos para la creación de la ENHIVE se tomó en cuenta como antecedente el Plan de Expansión del Sistema Interconectado Nacional 2020-2034, así como se desarrolló con el apoyo del BID el análisis del Mercado de H2 y sus proyecciones para Panamá, y se efectuó una evaluación profunda sobre el “El Rol de Panamá en el mercado del H2V global, además de incluir los retos y oportunidades identificados en el estudio “aplicaciones del H2V en el sector transporte de Panamá” desarrollado con el apoyo del PNUMA.

Para identificar el mercado de H2 y sus proyecciones en Panamá, se comenzó por analizar el mercado global de hidrógeno, considerando sus principales usos, fuentes y costos de producción, focos geográficos de producción y demanda, y el estado de acuerdos y planes a futuro entre los países que ya han generado instrumentos de política sobre este

vector energético. Adicionalmente, se analizaron los mercados de los principales derivados del hidrógeno: amoníaco y metanol, y se generaron proyecciones de demanda a nivel global para 3 escenarios (bajo, medio y alto) en el periodo 2020 -2050.

Una vez analizada la tendencia a nivel global, se procedió por proyectar una demanda local de H2V en Panamá conservadora para cuatro sectores / tipos de aplicación: materia prima en industria, calor industrial, transporte pesado y bunkering, para los años 2025, 2030, 2035 y 2040, para así determinar las principales oportunidades de mercado de H2V para el país.

Además, se proyectó la oferta de hidrógeno a nivel internacional junto a la que Panamá podría aportar y se identificó el potencial máximo de producción renovable y por ende de H2V, considerando las fuentes energéticas renovables a disposición, para luego añadir un potencial y volumen adicional de importación de otros países de la región con la finalidad de comercializar energéticos limpios desde Panamá.

Basado en estos análisis, se identificaron y analizaron las posibles formas de comercializar H2V y sus derivados en Panamá al 2040, con expectativas intermedias al 2030. Para esto (i) se proyectó el volumen disponible para ser exportada desde Panamá (ii) se identificaron los modos de transporte disponibles desde Panamá y los costos correspondientes y (iii) se identificaron los mercados con mayor prioritarios para exportar, comparando los costos del hidrógeno de Panamá en cada uno de esos mercados.

El potencial teórico de producción total de H2V en Panamá es de cerca de **4 millones de toneladas al año**, considerando la energía renovable disponible (hidroeléctrica, eólica on-shore, y solar), una vez satisfecha la demanda eléctrica del país proyectada hasta 2040.

Este potencial requeriría 67 GW de capacidad renovable instalada, sin embargo esta estrategia prevé desarrollar una parte del potencial total que posee Panamá para la producción de Hidrógeno verde y sus derivados. Adicionalmente, Panamá reconoce el amplio valor que el futuro desarrollo de la energía eólica off shore en el litoral pacífico puede agregar a la producción de hidrógeno verde y sus derivados.

El potencial conservador de producción de hidrógeno sería de **528,940 Ton/año** al mediano plazo considerando las restricciones de capacidad de fabricación de electrolizadores, lo cual puede variar dependiendo de la capacidad de negociación regional para incrementar el atractivo del mercado Latinoamericano y el Caribe.

Según los análisis realizados, una de las actividades de negocio más atractivas es la importación de Amoníaco Verde importado para su venta como en el mercado de *Green bunkering* así como la producción local para el mismo mercado.

Panamá podría tener una demanda de hasta 280,000 ton H2/año de amoníaco verde a 2040, requiriendo la instalación de 4,2 GW de electrólisis, para suplir la demanda generada en los siguientes segmentos:

- **Green Bunkering:** Segmento con mayor potencial demanda debido a su tamaño total y a estar mediado por objetivos establecidos por la OMI.
- **Calor industrial:** potencial interesante para H2V en reemplazo del GLP.
- **Movilidad pesada de carga:** Participación del H2V en el segmento de movilidad pesada de carga a mediano plazo.

- **Materia prima para industria:** demanda menor hacia amoníaco verde para la producción de fertilizantes.

Como parte de los análisis realizados para el desarrollo de la ENHIVE se proyectó el crecimiento de la demanda de la venta de energéticos para el sector marítimo (*Fuel Oil* y diésel marino) de Panamá considerando el volumen histórico de la oferta de bunkering, donde se estima que, al 2030 el total de energéticos a suplir en el litoral Pacífico y Atlántico se encontrará alrededor **16,603,245.00 TM**, y al **2040** tendría que ser de **23,534,211.00 TM**, y al **2050** será de **29,987,122.00 TM**.

Es así que la aplicación de H2V y sus derivados para *Green bunkering* destaca como aquella con mayor potencial de demanda principalmente debido a la ubicación estratégica del Canal de Panamá, fortaleza mencionada anteriormente, que alberga uno de los principales flujos de mercancías a nivel global y que convierte al sector portuario y logístico en una de las actividades económicas más grandes del país.

Para el desarrollo de la ENHIVE se evaluaron aquellos roles en la cadena de valor y en el ecosistema global de hidrógeno que son atractivos y factibles para Panamá, según sus fortalezas considerando la demanda, oferta, y los costos estimados del H2V local. Para definir el rol de Panamá se comenzó por analizar las formas de participación o actividades que puede realizar Panamá.

Tabla 1: Análisis de diferentes opciones de aplicación y demanda hacia H2V y algunos derivados en Panamá como factor determinante de su rol dentro de la economía del hidrógeno.

Formas de Participación	Nivel viabilidad	Notas
Producir H2 en Panamá	●	Mayor costo que importarlo por el alto costo de las renovables en Panamá, pero se puede explorar en mayor detalle, especialmente si es para uso como H2
Transformar y procesar amoniaco en Panamá	●	
Importar LH2 verde	◐	Dado el alto costo de transportar LH2, el costo del LH2 importados es mayor que el H2 producido en Panamá
Importar Amoniaco verde	●	Forma más costo eficiente de obtener H2 o derivados en Panamá
Transporte interno de amoniaco	●	Actividades necesarias para conformar mercados
Transporte interno de H2	●	
Almacenar H2V	●	
Almacenar Amoniaco verde	●	
Vender H2V en mercado interno de Panamá	◐	Viabilidad media ya que el mercado es de menor tamaño
Hacer <i>Green bunkering</i> Amoniaco verde y e - metanol	●	Mayor mercado en Panamá
Exportar LH2 a Europa y Asia	◐	El costo de llevar LH2 o amoniaco a estos mercados es muy alto, requiere de incentivos adicionales para incrementar el costo/beneficio de la actividad
Exportar Amoniaco verde a Europa y Asia	◐	
Exportar LH2 a mercados cercanos	◐	Será actividad secundaria al desarrollar infraestructura para Green bunkering, pero va a depender de cada país
Exportar Amoniaco a mercados cercanos	◐	
Broker o venta directa	●	La comercialización del H2 se puede hacer con brokers o directamente



Altamente viable



Medianamente viable



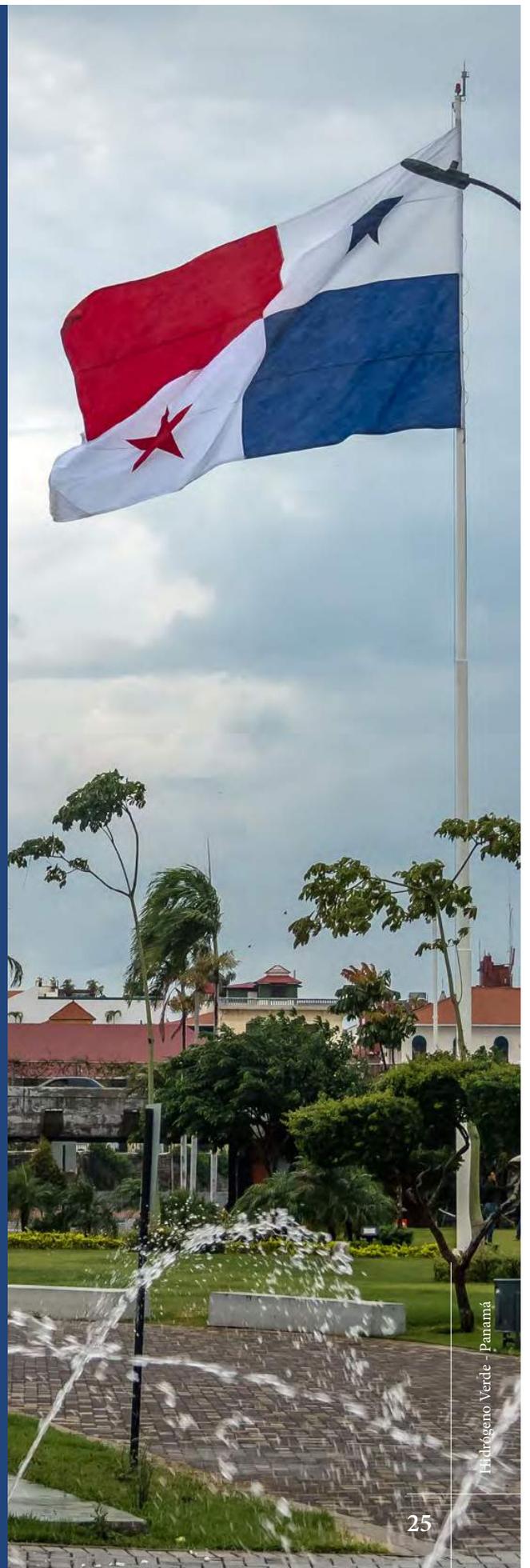
## 5. Visión y Objetivos de la ENHIVE

### 5.1. Visión de la ENHIVE

La Estrategia Nacional del Hidrógeno Verde y Derivados cuenta con la siguiente visión:

“Posicionar a Panamá como la Ruta Global de H<sub>2</sub>V y sus derivados, potenciando su ubicación geográfica e infraestructura para abastecer con energéticos renovables al sector logístico, doméstico, marítimo, aéreo y transporte terrestre, desarrollando a la vez capacidades que permitan establecer un mercado innovador de este vector energético en el país.”

Para la construcción de la ENHIVE se seleccionaron 3 premisas de temporalidad considerando plazos de 1-7 años (corto plazo), 5-10 años (mediano plazo) y más de 10 años (largo plazo), considerando como referencia internacional plazos definidos en Hojas de Ruta y los plazos de desarrollo tecnológicos y de mercado, así como para proveer un horizonte razonable a las iniciativas Líneas de acción y los Planes de Acción de esta Estrategia.



## 5.2. Objetivos de la ENHIVE

Para la definición de los objetivos principales, se procedió a consolidar aquellos 9 objetivos planteados en la Hoja de Ruta de H2V (2021), considerando adicionalmente los demás antecedentes presentados, sistematizando la información presentada en estos.

A partir de lo anterior, los 9 objetivos de la Hoja de Ruta se agruparon en 5 objetivos principales para la Estrategia Nacional:

1. Facilitar el uso de derivados del H2V en el transporte marítimo y aéreo convirtiéndose en un HUB de Energía Sostenible a corto-mediano y largo plazo.
2. Crear un marco legal y regulatorio favorable para actividades relacionadas con hidrógeno y derivados al 2025 que

fomente la inversión en la cadena de valor del H2V y derivados e infraestructura habilitante.

3. Fomentar la integración regional de América Latina y el Caribe de H2V y derivados al 2025.
4. Generar conocimiento y expertos locales y regionales mediante la creación de un Centro de I+D+i con foco en energías e hidrógeno renovable y sus derivados al 2025.
5. Fomentar el mercado doméstico de H2V promoviendo la demanda doméstica de H2V como energético al 2033.

Figura 6: Esquema de las temporalidades propuestas para la Estrategia de H2V



## 6. Metas

Las metas de la ENHIVE de Panamá buscan facilitar la implementación de un mercado de H2V y derivados que acelere la descarbonización local, sí como la reactivación económica de forma sostenible, justa e inclusiva en el territorio nacional; y además convertirse en un habilitador de creación de oferta y demanda para la descarbonización del comercio de bienes y servicios en el sector marítimo, aviación y transporte terrestre.

### AI 2030

- El 5% de la oferta de bunkering en Panamá provenga de H2V y /o sus derivados.
- Producir 500,000.00 toneladas de H2V y/o Derivados localmente.

### AI 2040

- El 30% de la oferta de bunkering en Panamá provenga de H2V y /o sus derivados.
- Producir 2,000,000.00 toneladas de H2V y/o Derivados localmente.
- El 20% de los vehículos de transporte de carga pesada y maquinaria deberá utilizar como energético para su funcionamiento H2V y /o sus derivados.

### AI 2050

- El 40% de la oferta de bunkering en Panamá provenga de H2V y /o sus derivados.
- Que la oferta de energéticos para la aviación provenga en un 30% H2V, sus derivados y o SAF.
- El 30% de los vehículos de transporte de carga pesada y maquinaria deberá utilizar como energético para su funcionamiento H2V y /o sus derivados.



## 6.1. Comparación entre las metas de la ENHIVE y el mercado potencial para el H2V y derivados Globalmente

Para verificar la razonabilidad de las metas de la ENHIVE, se tomó en consideración la identificación del tamaño actual y futuro del mercado global de H2V y sus derivados, las expectativas de crecimiento de la matriz energética renovable del país, incluyendo el impacto esperado de las oportunidades de reactivación económica asociadas a la cadena de suministro del H2V y sus derivados junto a la creación de nuevos empleos.

De la misma forma, se llevó a cabo un análisis sobre el paso de combustibles fósiles por el Canal de Panamá, que corresponde a un 29% de la carga total del año 2020, 37% en el 2021 y 38% en el 2022, y cómo se espera posicionar al país en el marco de facilitar la descarbonización de los sectores más complejos en relación al comercio y transporte de carga marítima.

Siendo el transporte marítimo uno de los sectores de transporte más grandes del mundo, que actualmente ya está llevando a cabo importantes cambios técnicos y operativos para alcanzar los objetivos de reducción de CO2 para 2030 acordados por la Organización Marítima Internacional (OMI) de las Naciones Unidas, Panamá identificó la oportunidad, por medio de la ENHIVE, desarrollar instrumentos de política pública local, al servicio de la mitigación del cambio climático.

Conscientes de, por un lado, el impulso de la demanda quienes desean que sus bienes sean transportados con una menor huella de carbono, y de los importantes avances de las discusiones en el marco de la IMO sobre el uso de energéticos

limpios como el amoníaco verde, el e-metanol, entre otros, para el transporte marítimo; y anuentes del esperado crecimiento de su uso a manera constante a partir del año 2030, Panamá define las metas de esta estrategia y se prepara para un futuro bajo en carbono.

Es clave resaltar que, según un estudio de MAN Energy Solutions, que ha considerado las expectativas de crecimiento del comercio internacional y el crecimiento económico, la flota de barcos del sector marítimo espera un crecimiento de 60% durante las próximas tres décadas, pasando de los 3 000 millones de toneladas de peso muerto actuales a más de 5 000 millones en 2050.

El 2,5% de todas las emisiones globales provienen del transporte marítimo y casi el 2,5% proviene del sector aviación, y que se espera que el transporte marítimo supere su presupuesto de carbono en 25 gigatoneladas para 2050. Además, actualmente se proyecta que el tráfico de pasajeros en el sector aéreo se incrementará a un ritmo del 4.7% al año, según la Organización de Aviación Civil Internacional, quienes también afirman que el coste climático y de calidad del aire del crecimiento anual del tráfico aéreo podría compensarse reemplazando el 12% del promedio de la flota con aviones nuevos.

Con esto presente, Panamá busca emitir una señal al mercado indicando que la nación se prepara para atender, en nuestro territorio, a todo aquel que esté dispuesto a incrementar su ambición al utilizar energéticos bajos en carbono, y que propiciaremos un hermanamiento con la región latinoamericana y el planeta para fomentar la reducción de emisiones en este entorno, y que el crecimiento de las nuevas flotas tanto en el sector marítimo como de aviación se alimenten con combustibles neutros en carbono.

Así mismo se analizaron las estrategias y hojas de ruta de H2V y sus derivados de más de 20 países dentro y fuera de la región latinoamericana, identificando las oportunidades de colaboración inter y extra regional para fortalecer el crecimiento de este pujante vector de cambio de la geopolítica energética global, donde, Panamá aspira fungir como agente vinculante entre la oferta y demanda global de H2V y sus derivados.

Siendo este mercado un mercado naciente, esta estrategia pretende igualmente instaurar un espacio de consolidación inclusiva y justa para organizar a los países “Hidrogeneros”, y asegurar la capacidad de producción de H2V y derivados del mundo, como exportadores en el banco central de este nuevo mercado.



“Panamá busca emitir una señal al mercado indicando que la nación se prepara para atender, en nuestro territorio, a todo aquel que esté dispuesto a incrementar su ambición al utilizar [energéticos bajos en carbono.](#)”

## 7. Metodología

El desarrollo de esta Estrategia se basó en un proceso de co-creación, donde una vez revisados y sistematizados los antecedentes presentados anteriormente, se identificaron y definieron los ejes estratégicos, líneas de acción y actividades, para luego pasar a una dinámica iterativa de creación junto con actores claves.

La Figura 7 ilustra las etapas secuenciales del proceso metodológico de co-creación de la ENHIVE:

1. Revisión y sistematización de antecedentes provenientes de la hoja de ruta (2022) y análisis del mercado global de H2V y el potencial de producción e importación de energéticos limpios en Panamá.
2. Mapeo de actores o “stakeholder mapping” en cada etapa de la cadena de suministro de H2V y derivados.
3. Identificación y análisis de riesgos / brechas: asociados al desarrollo del mercado de H2 en Panamá, categorizándolos y considerando los más relevantes que deban ser mitigados.
4. Identificación y definición de elementos claves de la ENHIVE, incluyendo su visión, metas, objetivos y líneas de acción concretas para cada eje estratégico
5. Planificación y realización de un Taller estratégico y táctico con actores claves del ecosistema de H2 en Panamá.



6. Socialización de los resultados para difundirlos y complementarlos mediante la retroalimentación de actores claves.
7. Elaboración de la Estrategia Nacional consolidada en base a todos los comentarios recibidos.
8. Publicación de la ENHIVE para consulta pública a nivel nacional.
9. Aprobación del Consejo de Gabinete de la ENHIVE.

La metodología aplicada en cada una de las 7 primeras etapas se detalla a continuación.

### 7.1. Revisión y sistematización de antecedentes

La elaboración de la ENHIVE de Panamá se basó en la revisión y sistematización de los siguientes antecedentes:

- La Hoja de Ruta de H2V en Panamá (2022);

- Los resultados de análisis técnico-económico de los distintos roles que Panamá puede tomar a lo largo de la cadena de suministro de H2V; y
- Las prioridades de desarrollo indicadas en el Plan Estratégico de Gobierno 2019-2024,

Los cuales fueron complementados mediante:

- Insumos levantados mediante el Taller de co-creación con dinámica participativa, dirigido a expertos de diferentes sectores y ámbitos de la economía, tanto del sector público, académico como privado, incluyendo el Comité Técnico de H2V de Panamá.
- La retroalimentación sobre las líneas de acción y actividades consolidadas tras el taller, a través de una encuesta en línea a los expertos mencionados (correspondiente a la etapa de “socialización” de la Estrategia Nacional).

Figura 7: Etapas del proceso de co-creación de la Estrategia



Cabe destacar que para el desarrollo de la Estrategia Nacional no se consideraron únicamente los posibles roles de Panamá definidos como prioritarios bajo criterios técnicos-económicos, sino que, asimismo, se consideraron todos los posibles roles dentro del emergente mercado de H2V, tanto con enfoque nacional como internacional que puedan ser de interés y significar un potencial beneficio para Panamá, asociándolos a temporalidades definidas (corto-mediano-y largo plazo) y haciendo énfasis en la definición de propuestas de incentivos para aumentar la viabilidad de ciertos roles y aplicaciones del H2V en el país, en aquellos casos donde en la actualidad exista una competitividad comparativa menor.

## 7.2. Mapeo de actores

La materialización exitosa de la ENHIVE de Panamá y su sostenibilidad en el tiempo, se ancla en la inclusión y del involucramiento de actores claves a lo largo de la cadena de valor y suministro del H2V y sus derivados.

Su mapeo además ha sido crucial para el proceso de co-creación realizado y el subsiguiente proceso de socialización con el fin de diseñar la ENHIVE de forma participativa y colaborativa. Para esto, se involucró a los principales actores de este ecosistema en Panamá en la definición de líneas de acción y sus respectivos planes de acción, de acuerdo al rol de cada actor dentro de la cadena de valor del H2V y derivados, buscando obtener realimentación por parte de ellos mediante un taller de co-creación, alineando los objetivos e líneas de acción de la estrategia, con la perspectiva de aquellos que se verán involucrados o afectados por ella.

Es así como se identificaron aquellos actores clave del ecosistema que puedan tener un mayor involucramiento actual e influencia futura sobre el desarrollo del mercado de H2V y sus derivados en Panamá, incluyendo aquellos que aún no

estén activamente implicados, pero que podrían o debiesen jugar un rol importante en el corto, mediano y largo plazo.

El mapeo de actores claves (ingl. stakeholdes mapping) se realizó mediante una búsqueda exhaustiva de actores. Una vez identificados estos actores, se agruparon en 5 categorías según su posición a lo largo de la cadena de valor y suministro del hidrógeno verde y derivados:

- **Instituciones transversales:** Centros I+D, asociaciones y gremios, instituciones internacionales, comités técnicos, bancos e infraestructuras financieras, y entidades del sector público.
- **Desarrollador de proyectos de producción de H2, H2V y sus derivados:** etapa de "Generación" de energía renovable e insumo para el proceso de producción de H2 verde en la cadena de suministro para el mercado de este vector energético y demás derivados como el amoníaco verde, metanol verde, queroseno verde y demás.
- **Proveedores de servicios:** Conversión, almacenamiento, transporte, distribución y reconversión de H2V y derivados.
- **Proveedores de tecnología:** grupo transversal a la cadena de suministro, por ejemplo, proveedores de electrolizadores o de plantas de captura de aire; proveedores de tecnología para la producción de amoníaco verde; o de infraestructura como puertos para su distribución.
- **Off-Takers:** consumidores finales de H2V y derivados.

Por último, se elaboró un sociograma a partir de los actores mapeados y priorizados, con el objetivo de dar a conocer el grado de involucramiento actual en las actividades relacionadas con el desarrollo del H2V y derivados en Panamá y el

grado de influencia esperado de los actores en el despliegue de este ecosistema.

En total se identificaron **337 actores, de los cuales 67 tienen actualmente presencia en Panamá o se encuentran en la región mediante una filial**, mientras que el resto actualmente no demuestra participación activa en el territorio, pero sí se estima que tiene potencial de involucrarse en la cadena de valor del hidrógeno en el país a futuro. La figura 8 muestra la cantidad de los actores identificados a lo largo de la cadena de suministro y de valor de H2V según eslabón, y su respectivas sub-categorías.

A partir de la información levantada, se priorizaron **87 actores como más relevantes** debido a su rol para promover la demanda u oferta y presencia en el país o en la (Macro-) Región.

La mayoría de los actores se encuentra en la parte de suministro mid-stream, es decir de infraestructura y servicios relacionados habilitantes, demostrando así un alto potencial del país para brindar servicios alrededor del tratamiento y transporte de gases y combustibles y el manejo de sustancias peligrosas.

La categoría “offtakers” demuestra que en Panamá, en términos de cantidad de actores, existe un alto potencial de demanda hacia energéticos limpios como el H2V y sus derivados, dominado por el sector naviero y portuario pero también aéreo.

Para estos 87 actores de mayor relevancia se incluyó información con respecto a su grado de involucramiento actual con la industria de H2V en Panamá y al grado de influencia esperado a futuro en esta, lo cual permite concluir acerca de su grado de incidencia sobre el desarrollo de la industria.

El análisis realizado se encuentra en formato Excel con cada uno de los elementos descritos en forma de columnas, según muestra la tabla 2.

En base a esta información, se procedió a elaborar un sociograma con el objetivo de dar a conocer el grado de involucramiento actual en actividades relacionadas con el desarrollo del H2V y derivados en Panamá y el grado de influencia esperado/deseado en el despliegue del ecosistema del H2V para las categorías de actores. En la figura 9, el tamaño de burbujas insinúa la cantidad de actores por grupo de actores/categoría.

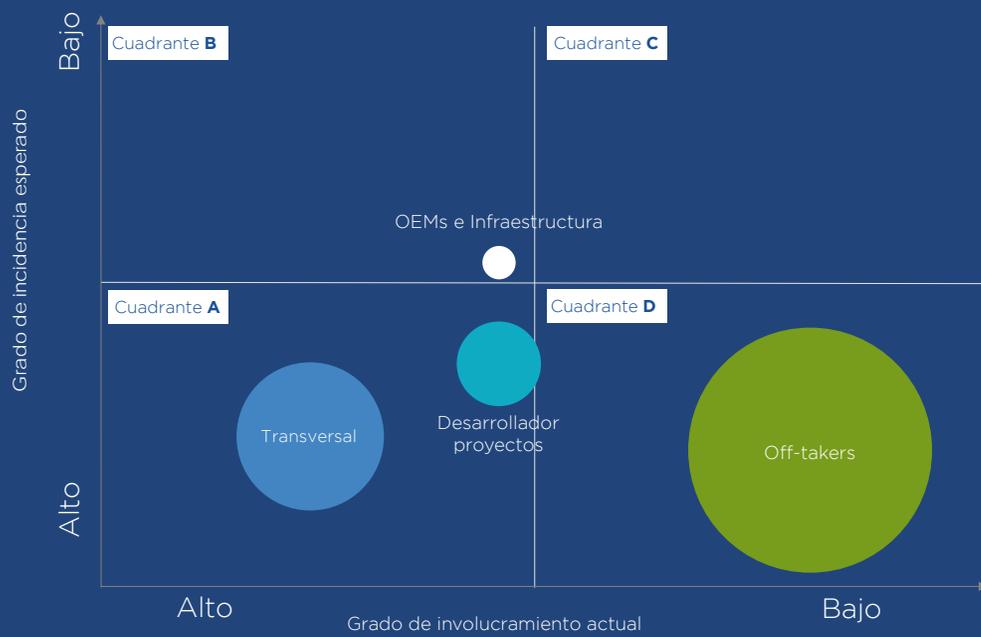
Figura 8: Cadena de suministro del H2V y actores relevantes para Panamá mapeados y categorizados.



Tabla 2: Mapa de Actores de relevancia para el mercado de H2V y derivados panameño.

Priorización	Nombre	Categoría 1 (CdV)	Subcategoría 1 de actor	Rol ejercido	Nivel de incidencia actual	Nivel de incidencia esperado	Presencia en Panamá (o su filial)
x	Asociación Panameña de Generadores ANPAG						
	Coral Minera S.A.	Proveedores de Tecnología (OEMs), Servicios e Infraestructura	OEM: Otros equipos e infraestructura				x
x	Hutchison Ports PPC	Proveedores de Tecnología (OEMs), Servicios e Infraestructura	OEM: Otros equipos e infraestructura	Facilitador clave de infraestructura	Medio	Alto	x
	VOPAK Panama Atlantic INC.	Proveedores de Tecnología (OEMs), Servicios e Infraestructura	OEM: Otros equipos e infraestructura				x
x	PetroTerminal de Panamá	Proveedores de Tecnología (OEMs), Servicios e Infraestructura	OEM: Otros equipos e infraestructura	Facilitador clave de infraestructura	Alto	Alto	x
	Puertos						x
x	Port of Rotterdam			Financiamiento	Alto	Alto	x
	Aeropuertos						x
x	Aeropuerto Internacional Tocumen	Off-takers (OT)	OT: Aereo	Impulsa la demanda de H2V	Medio	Alto	x
x	Chevron Global Marine Products	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte	Facilitador clave de infraestructura	Alto	Alto	x
	Chemoil (de Glencore)	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				x
	CEPSA	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				x
	Península Petroleum	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				x
	Triton	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				
	Clipper Oil	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				
	Kamca	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				x
	Rio Energy	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Transporte				x
x	Puma Energy	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Distribución	Facilitador clave de infraestructura	Medio	Alto	
	DELTA petróleo	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Distribución				
x	Terpel (Copec filial Panamá)	Proveedores Servicios C,A,T,D y R (3PL)	3PL: Distribución	Facilitador clave de infraestructura	Alto	Alto	
	WayPoint	Off-takers (OT)	OT: Puertos + Navieras				x

Figura 9: Sociograma de los actores claves priorizados.



El eje horizontal corresponde al “Grado de involucramiento actual con la industria del H2V en Panamá” y se ordena de izquierda a derecha en forma descendente, lo que significa que aquellos actores con un nivel de involucramiento mayor están ubicados en el cuadrante inferior izquierdo (cuadrante A). Por otro lado, el eje vertical correspondiente al “grado de influencia esperada”, indica qué tan relevante es aquel actor para la formación del ecosistema del H2 en Panamá a futuro. Aquellos actores ubicados en la parte inferior del eje vertical son los que tienen una mayor influencia esperada. Así, el mapeo identifica 4 cuadrantes que muestran las posibles posiciones de esos actores.

Del sociograma se puede observar que:

- los actores de la categoría transversal, correspondientes a instituciones públicas, la academia, instituciones financieras, asociaciones y gremios, entre otros, son aquellos que se encuentran promoviendo de forma temprana el desarrollo de un mercado de H2V en Panamá y así creando las bases de este, y los cuales deben seguir con un alto grado de involucramiento a futuro, fomentando el crecimiento, inversión e investigación en la industria.
- Al mismo tiempo, los desarrolladores de proyecto se están involucrando cada vez más en este ecosistema, pero aún es necesario que aumente su cantidad y que materialicen los proyectos que permitirán alcanzar los distintos objetivos que se plantean en la ENHIVE.
- Los Off-takers o consumidores finales, son los que más deben evolucionar, dado que actualmente tienen una actitud menos

activa a la espera de que la industria se asiente y crezca de la mano de los actores transversales y desarrolladores de proyecto, para luego pasar a ser parte primordial debido a su importancia para cerrar el ciclo de la cadena de valor del H2V y derivados. Junto con esto, debiese esperarse el involucramiento temprano de una parte de estos actores, para promover la implementación de proyectos al asegurar y comprometerse con la adquisición del H2V o sus derivados que se generarán.

- Por último, los proveedores de tecnología, servicios de ingeniería e infraestructura, junto con los proveedores de servicios de conversión, almacenamiento, transporte, distribución y reconversión, se encuentran cerca del centro de la matriz, con un grado de involucramiento actual mediano/bajo, dado que sus productos o servicios no son necesarios para la etapa en la que se encuentra la industria y su rol actual se limita a la planificación y preparación. Se espera que estos proveedores se involucren más y pasen a ser parte fundamental del despliegue de la cadena de valor del hidrógeno, suministrando los activos y servicios necesarios para su desarrollo.

Finalmente, se realizó una priorización final de 55 de los actores, a partir de todos los insumos recolectados y presentados anteriormente. Este grupo selecto de actores con mayor influencia e importancia en la cadena del H2V en Panamá, es el grupo final que fue invitado al taller colaborativo.

### 7.3. Identificación y análisis de riesgos y brechas para la implementación de ENHIVE

Otro insumo clave para una formulación óptima de líneas de acción y planes de acción es el conocimiento de posibles riesgos y brechas asociadas con potencial impacto en la materialización de los objetivos propuestos. Su identificación permite que las líneas de acción comprendidas en la Estrategia se enfoquen en cerrar estas brechas y así asegurar poder concretar las metas y así la visión propuesta.

Debido a esto, se identificaron los principales riesgos asociados al desarrollo del mercado de H2V y derivados en Panamá. Para esto, se tomó en cuenta el rol específico de Panamá en la cadena logística del H2V y derivados identificado en las actividades anteriores, así como los demás alcances.

Los riesgos identificados fueron categorizados en riesgos económicos, políticos, sociales, tecnológicos y ambientales, y explicados en detalle. Posteriormente a su descripción, se estimó su posible impacto y probabilidad de ocurrencia. Las categorías específicas y rangos de porcentajes contemplados fueron los siguientes:

- Una definición de 4 niveles de impacto (menor -moderado - mayor- masivo) y su respectiva descripción junto con puntajes asignados.
- Una definición de 4 niveles de probabilidad de ocurrencia con su respectiva descripción y porcentajes.

La multiplicación de los puntajes definidos en ambas dimensiones da como resultado el puntaje de grado de amenaza de cada riesgo analizado, permitiendo, de esta forma, ordenar los riesgos según su grado de amenaza y relevancia a ser considerados.

La tabla 3 presenta los niveles de probabilidad y de impacto de los riesgos analizados y su respectiva calificación que se encuentran detallados en el Anexo A. Para cada uno de los riesgos, se establecieron estrategias de mitigación, haciendo énfasis en aquellos riesgos con una mayor calificación de riesgo.

En total se identificaron 28 riesgos en las 5 categorías analizadas. La categoría de riesgos tecnológicos fue en la que se identificó una mayor cantidad de riesgos, seguida por la de riesgos económicos. La siguiente figura muestra la distribución de los riesgos identificados por categoría.

Una vez identificados los riesgos, estos se clasificaron de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y al impacto estimado, obteniendo de esta manera la calificación o puntuación del riesgo de acuerdo a estas dos variables: probabilidad e impacto, tal como se muestra en la siguiente figura y estimando así su grado de relevancia o amenaza.

Se obtuvieron 5 riesgos con calificación alta de riesgo: 2 riesgos tecnológicos, 2 riesgos económicos y 1 riesgo ambiental.

En calificación media de riesgo se situaron 22 riesgos y sólo un riesgo, perteneciente a la categoría política, obtuvo una calificación baja.

Adicionalmente, para los 8 riesgos de mayor probabilidad de ocurrencia e impacto estimado, incluidos los 5 con calificación alta, que se presentan en la Figura 10, es decir los riesgos más amenazantes para el éxito de la ENHIVE, las medidas de mitigación se presentan con un mayor grado de detalle, agregando recomendaciones acerca de el o los actores claves para mitigarlos.

La tabla 4 describe los riesgos de calificación alta y sus respectivas medidas de mitigación.

Tabla 3: Matriz de ponderación de Riesgos para la implementación de la ENHIVE

Probabilidad			Calificación del riesgo			
4	Podría Suceder Fácilmente	>50%	4	8	12	16
3	Podría ocurrir bajo ciertas condiciones	25% < <50%	3	6	9	12
2	Poco probable, pero puede ocurrir bajo condiciones excepcionales	5-25%	2	4	6	8
1	Raro	<5%	1	2	3	4
Impacto			1	2	3	4
			Menor	Moderado	Mayor	Masivo

Figura 10: Riesgos identificados por categoría.

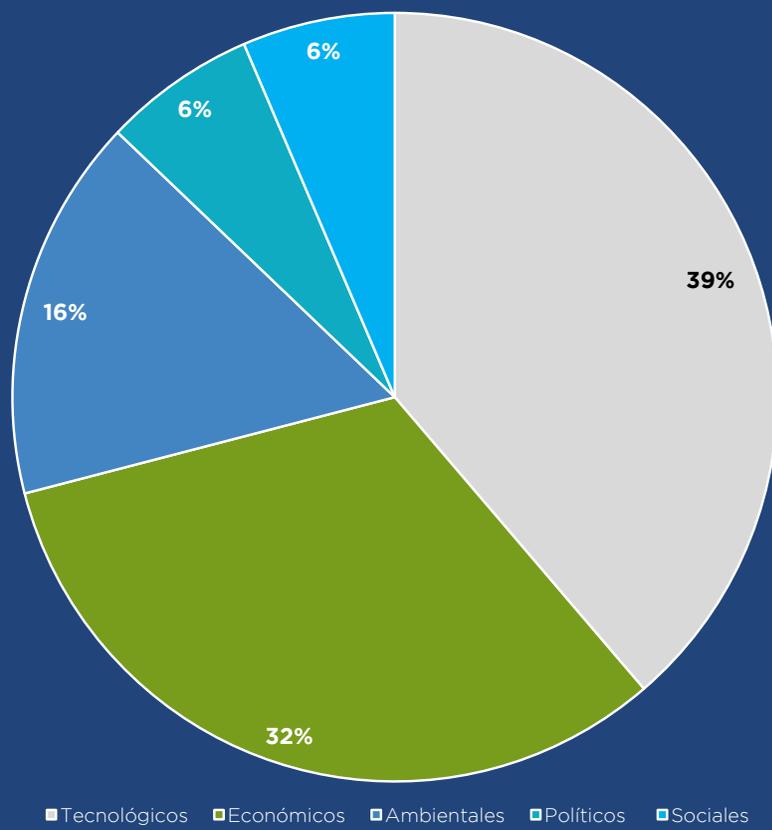


Tabla 4: Descripción y medidas de mitigación de riesgos de calificación alta

<b>Riesgo:</b>	<b>Planificación: coordinación de las acciones necesarias para tener un mercado operacional de Green bunkering</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Tecnológicos</b>	<b>Puntuación: 16</b>
<b>Detalle</b>	Para implementar la cadena logística de Green bunkering se requiere planificación y coordinación de instituciones e inversionistas. Si esta planeación no se ejecuta coordinadamente entre las instituciones del sector público y actores del sector privado, su probabilidad de éxito disminuye.	
<b>Mitigación</b>	<p>La planificación es clave al implementar un nuevo mercado que requiere de diferentes actores. Para mitigar este riesgo se deben seguir las siguientes estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se debe diseñar un plan detallado de despliegue del hub Green bunkering con enfoque amoníaco verde y e-metanol. Este plan lo debe liderar la SNE considerando el mapeo de Stakeholders para asegurar la inclusión de los actores claves en las actividades y diálogos.</li> <li>2. Se debe diseñar y ejecutar un plan de comunicaciones que acompañe el plan de desarrollo estratégico del Hub.</li> <li>3. Se deben realizar jornadas de capacitación y eventos en los que se informe sobre el avance.</li> <li>4. El plan de despliegue del hub de despacho de Green bunkering debe ser liderado por la SNE y la AMP.</li> </ol>	

<b>Riesgo:</b>	<b>Precio: disponibilidad del amoníaco verde a un precio competitivo a vender a barcos</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Económicos</b>	<b>Puntuación: 12</b>
<b>Detalle</b>	Para el rol principal de Panamá en la cadena logística, Panamá podrá producir o importar amoníaco verde y construir la infraestructura para venderlo a los barcos. Esto puede resultar en un precio alto en comparación a otros mercados con bunkering.	
<b>Mitigación</b>	<p>Para mitigar este riesgo se pueden tomar las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un estudio de mercado detallado que muestre los precios a los que estaría disponible el amoníaco verde para ser importado y el nicho de mercado disponible que involucre clientes con disposición a invertir en un energético con menor huella de carbono.</li> <li>2. Hacer un estudio detallado de las fuentes de energía renovables en Panamá y sus LCOE para asegurar que no se compre amoníaco más costoso que el que se podría producir en el país siempre y cuando con el energético nacional se pueda cubrir la demanda y las metas estipuladas en esta estrategia.</li> <li>3. Firmar un memorando de entendimiento con países que tengan disponibilidad de amoníaco verde a precios competitivos.</li> <li>4. Realizar estudios de diseño de la infraestructura para dimensionar con mayor detalle el costo de la infraestructura local.</li> </ol> <p>Esta estrategia de mitigación puede ser liderada por la SNE junto a MIRE y AMP e involucrar los otros países de la región con amoníaco verde disponible.</p>	



Continuación Tabla 4: Descripción y medidas de mitigación de riesgos de calificación alta

<b>Riesgo:</b>	<b>Altos costos de inversión asociados a recambio/reacondicionamiento de equipos</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Tecnológicos</b>	<b>Puntuación: 12</b>
<b>Detalle</b>	Riesgo a no lograr alcanzar el desarrollo e incorporación de tecnología/infraestructura que permita alcanzar la competitividad (especialmente en producción de H2V y derivados, y de aquello necesario para establecer plataforma logística).	
<b>Mitigación</b>	Para mitigar este riesgo es importante que los inversionistas que lleven a cabo los procesos de implementación de los proyectos seleccionen operadores de la diferente infraestructura tengan la experiencia y conocimiento necesaria.	

<b>Riesgo:</b>	<b>Demora en los permisos ambientales</b>	
<b>Categoría</b>	<b>Ambientales</b>	<b>Puntuación: 12</b>
<b>Detalle</b>	Al ser un mercado nuevo, el Ministerio de Ambiente se podría demorar la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental	
<b>Mitigación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se debe comenzar a socializar el proyecto con las autoridades para que vayan conociendo las particularidades del amoníaco verde, H2V, e-metanol u otros derivados. Es importante realizar jornadas de información sobre el amoníaco, hidrógeno y otros derivados.</li> <li>2. Se deben comenzar a realizar los estudios de impacto ambiental y el proceso de consulta pública con las comunidades aledañas.</li> <li>3. Los evaluadores del ministerio de Ambiente deben recibir capacitación sobre el uso y funcionamiento de este tipo de tecnologías.</li> </ol>	

### 7.4. Identificación y definición de elementos claves de la ENHIVE

Una vez establecidos y validados la visión, temporalidades y los 5 objetivos principales de la Estrategia que se indicaron anteriormente, se definieron líneas de acción concretas a realizar en marco de esta estrategia.

Estas líneas de acción componen el “músculo” de la Estrategia Nacional, y pueden ser categorizadas en diferentes ejes. Los ejes son la columna vertebral de la ENHIVE, le dan sustento y la sistematizan; y se dejan diferenciar en objetivos específicos – y habilitantes:

- Ejes estratégicos traccionantes: son aquellos aspectos que promueven el desarrollo del mercado de H2V en Panamá (ingl. market drivers); motivos y razones que traccionan, es decir impulsan, su desarrollo, ya que conllevan beneficios y apuntan a las fortalezas y la ventaja competitiva de Panamá en un escenario de desarrollo de este nuevo mercado.
- Ejes estratégicos habilitantes: son aquellos aspectos que apoyan y contribuyen, de forma transversal, a realizar las líneas de acción contempladas bajo los ejes estratégicos traccionantes; agrupan líneas

de acción que son elementales para la realización de todo tipo de líneas de acción bajo los objetivos de la ENHIVE.

Luego de haber identificado los riesgos y brechas para el desarrollo de la industria de H2V en Panamá, y de haber definido los objetivos estratégicos, se formularon líneas de acción concisas para la mitigación de estas brechas y el cumplimiento de las metas y objetivos propuestos.

### 7.5. Taller estratégico y táctico con actores clave

Parte clave metodológica del desarrollo de la Estrategia Nacional propuesta fue la realización de un taller virtual participativo, el cual se realizó con los actores claves del ecosistema del H2V y derivados en Panamá previamente definidos.

El objetivo principal de dicho taller fue validar, complementar y priorizar las líneas de acción planteadas para cada núcleo estratégico de la Estrategia Nacional, y desarrollar planes de acción específicos para aquellas líneas de acción priorizadas por los actores.

Durante la instancia participativa, los actores se agruparon en 4 mesas de trabajo (en diferentes salas virtuales), de acuerdo a su especialidad asociándola a los objetivos estratégicos más relacionados con ésta.

La participación activa de los actores se facilitó mediante el uso de la herramienta virtual MURAL, una pizarra digital y colaborativa que permite que múltiples participantes editen sobre contenidos y compartan así sus ideas en tiempo real y visible para los asistentes. De esta manera, cada actor tuvo la oportunidad de escribir, agrupar y votar por las líneas de acción que más le interesaran.

El taller fue estructurado en 4 fases:

- 1. Contextualización e introducción:** Se realizó una introducción de contexto a los participantes, indicando avances y logros a la fecha, incluidos los principales elementos de la ENHIVE.
- 2. Complementación y validación de las líneas de acción y sus plazos de implementación:** Los actores fueron divididos en mesas de trabajo y cada una de estas se conectó a una sesión de MURAL independiente, donde se discutieron las respectivas líneas de acción propuestas por el equipo consultor. Los actores pudieron complementar o modificar las líneas de acción mediante el uso de post-its, modificar las temporalidades propuestas o proponer líneas de acción nuevas, adicionales, donde se lo consideraron necesario.
- 3. Priorización de líneas de acción:** Una vez validadas y complementadas las líneas de acción y sus temporalidades, estas fueron sometidas a una votación para lograr su priorización, donde cada actor contaba con dos votos para elegir las dos líneas de acción que considerara más relevantes para el respectivo núcleo estratégico contemplado. El objetivo detrás de esta actividad era seleccionar aquellas 2 líneas de acción por cada tema priorizado (3 líneas de acción en el caso del tema estratégico de Regulación) con mayor peso o importancia por tema, con la intención de luego profundizar sobre ellas.
- 4. Plan de acción de las líneas de acción:** Por último, se trabajó sobre aquellas líneas de acción priorizadas para determinar su respectivo plan de acción con mayor detalle, compuesto por: Actividades concretas para realizar la iniciativa como hitos y plazos; actores y roles; recursos (económicos y no económicos); indicadores; y retos.



La figura 12 resume el proceso realizado durante el taller participativo.

Después del taller, se llevó a cabo la sistematización de los comentarios recibidos por parte de los participantes, se atendieron los puntos de relevancia para los participantes y se agregaron las líneas de acción adicionales levantadas en las mesas de trabajo.

## 7.6. Socialización de resultados

Los resultados se difundieron y validaron a través de un proceso de socialización con el objetivo de complementar los resultados obtenidos con insumos adicionales sobre las líneas de acción priorizadas y sus planes de acción.

Para llevar a cabo este proceso de socialización, se diseñó una encuesta digital de Google Forms que fue compartida con aquellos actores mapeados como relevantes para el desarrollo de la Estrategia. En total se compartió la encuesta con 22 actores, y esta fue respondida por 6 de estos (27%). La estructura de la encuesta es la que se muestra en la Figura 13.

La encuesta fue diseñada de tal manera que los actores mapeados pudieran informarse de los resultados trabajados y complementados durante el taller de co-creación, a través de un resumen inicial donde se presentaron todos los elementos clave de la Estrategia: la visión, objetivos y temporalidades; y los objetivos de trabajo y sus respectivas líneas de acción priorizadas.

Junto con esto, se brindó la oportunidad y el espacio para formular aspectos de mejora y comunicar sus comentarios y opiniones finales sobre los resultados del taller, y en específico sobre los planes de acción, en temas como: actividades; entes responsables; entes ejecutores, recursos necesarios y posibles participantes, para todas las líneas de acción priorizadas.

Parte de la encuesta fue la solicitud de manifestación de interés en participar activamente en la implementación de un determinado núcleo estratégico y de sus líneas de acción, para lo cual se levantaron los datos personales que se consultarían de forma opcional al inicio de la encuesta.

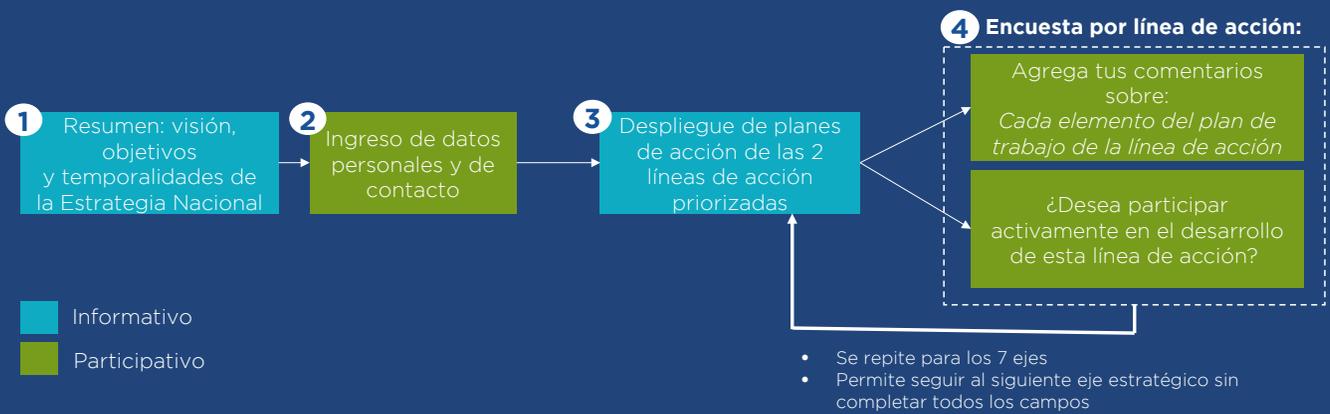
La encuesta se dirigió a los participantes del taller y otros actores relevantes que fueron levantados en el mapeo de actores, y permitió afinar las líneas de acción propuestas para esta Estrategia Nacional de H2V de Panamá.



Figura 12: Dinámica del taller participativo para la co-creación de la Estrategia Nacional de H2V de Panamá.



Figura 13: Estructura de la Encuesta de Socialización



## 8. Principales desafíos para la implementación de la ENHIVE

Los análisis del potencial de producción y comercialización de H<sub>2</sub>V y sus derivados, así como las oportunidades asociadas a la cadena de suministro, junto a los riesgos que se han identificado, permiten determinar cuáles son los principales desafíos en el corto, mediano y largo plazo, a los que se podría enfrentar Panamá para lograr la visión, metas y los objetivos de la ENHIVE.

El reconocimiento y entendimiento de estos desafíos es un aspecto importante en la formulación de las iniciativas y las actividades que conforman esta Estrategia Nacional, ya que su comprensión y dimensionamiento, son insumos clave para que las líneas de acción respondan adecuadamente a los principales retos, al mismo tiempo que complementan las ventajas competitivas de Panamá y fortalecen su posición estratégica frente al emergente mercado global del H<sub>2</sub>V y derivados.

Teniendo en cuenta la oportunidad que tiene Panamá de convertirse en uno de los principales Hubs globales de suministro de combustibles limpios, el principal desafío al que se enfrenta el país en el corto y mediano plazo es facilitar la atracción de los niveles de inversión requeridos para la construcción de la infraestructura necesaria que habilite la consolidación de Hub Transformación de H<sub>2</sub>V y derivados.



En este sentido, el análisis de riesgos realizado trazó una serie de medidas de mitigación, incluyendo acciones concretas que buscan sentar las bases requeridas para dar respuesta a este desafío.

De manera similar, con el objetivo de lograr que Panamá sea un participante relevante en la futura dinámica del mercado del H<sub>2</sub>V, y goce de un papel predominante en la Región LAC, es necesario potencializar el mercado regional de H<sub>2</sub>V y derivados y fomentar la demanda interna de los mismos. En este contexto, uno de los desafíos que se presentan para Panamá en el corto plazo es consolidar alianzas y fomentar la colaboración regional, especialmente con países que se perfilen como grandes productores y consumidores de H<sub>2</sub>V y derivados, pero también con actores internacionales (públicos y privados) relevantes dentro de la cadena de suministro de este energético

A mediano y a largo plazo, el desafío será mantener activas las alianzas, fortalecerlas y transformarlas en oportunidades concretas de contribuyan a establecer el mercado del H<sub>2</sub>V y

derivados como un sector próspero y rentable para el país. La mutua colaboración entre economías de la región y el relacionamiento constructivo con actores estratégicos, serán claves tanto para Panamá como para sus posibles aliados, y a su vez contribuirá a posicionar a la región LAC en el mercado internacional del hidrógeno donde Panamá aspira a tomar un rol clave.

Finalmente, vale la pena resaltar otro gran desafío para el país, relacionado con el mercado doméstico del H<sub>2</sub>V. A pesar de que las metas de descarbonización de Panamá impulsan la necesidad de reducción de emisiones y se prevé que el H<sub>2</sub>V y sus derivados sean actores importantes, existe la necesidad de promover la demanda del hidrógeno en el país, con énfasis en aquellas industrias y usos finales en los que éste sea competitivo frente a otras tecnologías de bajas emisiones, así como de contar con una mano de obra local capacitada para la gerencia de esta nueva industria.

“El principal desafío al que se enfrenta el país en el corto y mediano plazo es facilitar la atracción de los niveles de inversión requeridos para la construcción de la infraestructura necesaria que habilite la [consolidación de Hub Transformación de H<sub>2</sub>V y derivados](#)”.



## 9. Ejes y Líneas de Acción de la ENHIVE

La Estrategia Nacional de H2V de Panamá - ENHIVE se guía por la visión y objetivos principales que representan la “sombriilla” o la idea general de esta. Una vez definidos estos conceptos y su temporalidad, se identificaron los ejes estratégicos, estos corresponden a la columna vertebral, base de la Estrategia. En cada eje estratégico se enmarcan las distintas líneas de acción que buscan materializar las oportunidades que la cadena de suministros del H2V y sus derivados junto a la posición geográfica preferencial de Panamá. Estas iniciativas cuentan con sus respectivas actividades para ser concretizadas.

- i. Convertir a Panamá en el Hub Transformacional de H2V.
- ii. Promover un mercado regional integrado de H2V y derivados.
- iii. Fomentar el mercado doméstico de H2V y derivados.
- iv. Desarrollar el capital humano y la aceptación social que habilite la economía del H2V y derivados.
- v. Desarrollar la legislación, regulación y financiamiento para el fomento de H2V y derivados.
- vi. Fomentar la creación de la infraestructura de la cadena de H2V y sus derivados.
- vii. Fomentar la gobernanza y el diálogo triangular para el desarrollo del H2V y derivados.

Los 7 ejes estratégicos traccionantes y estratégicos habilitantes que le dan sustento a la ENHIVE de Panamá son los que se muestran en la figura 14.

Cada eje estratégico está compuesto por iniciativas concretas, las cuales se validaron, complementaron y priorizaron a través del taller participativo y el proceso de socialización según descrito en la sección de metodología.



A continuación, se describen de 30 líneas de acción levantadas según su temporalidad prevista diferenciando en corto, mediano y largo plazo, donde se indica en cada una de ellas el nivel de prioridad en su preparación, diseño e implementación para fomentar la consecución de las metas y objetivos de esta estrategia.

Cabe destacar mas del 50% de las líneas de acción identificadas se prevén para el corto plazo, es decir se estima importante que éstas se materialicen dentro de los próximos 7 años.

Para cada línea de acción de definieron sub actividades e hitos clave para su puesta en marcha, quienes son los diversos responsables de su implementación y apoyo a su desarrollo, así como indica los hitos clave y la temporalidad de la gestión de dicha línea de acción.

A continuación, se describen las líneas de acción por eje estratégico:

### 9.1. Primer Eje Estratégico: Convertir a Panamá en el Hub Transformacional de H2V.

El proceso de llevar a cabo la puesta en marcha del Hub Transformacional de H2V de Panamá se apoya en el fomento de inversiones necesarias desde sector privado, reconociendo los pros y los contras de todas las alternativas para sincronizar las inversiones en oferta, demanda e infraestructura.

Figura 14: Ejes Estratégicos de la ENHIVE



El Hub debe estar conformado por una infraestructura habilitadora de negocios para la producción y transformación de H2V, debe contar con mecanismos de transporte de hidrógeno ya sea por tuberías o transporte móvil, que conecte los puntos de producción de hidrógeno y derivados a las estaciones de despacho de hidrógeno y derivados para una comercialización exitosa de tecnología al sector marítimo, aéreo y terrestre, por medio de un proceso de planificación optimizado.

Este eje estratégico traccionante aspira a desarrollar y fomentar la producción, importación, exportación, así como el despacho de H2V y derivados como energéticos limpios para el sector marítimo y aéreo, considerando los elementos de la cadena de suministro de estos energéticos.

**Línea de Acción 1: Diseñar un plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector marítimo, con énfasis en green bunkering de amoníaco verde y e-metanol.**

La Agencia Internacional de Energías Renovables ha enfatizado la importancia del papel del transporte marítimo en la transición verde global. Para 2050, se espera que la industria naviera transporte al menos el 50% de todos los energéticos limpios que se comercialicen a nivel mundial, incluido el uso de estos combustibles directamente para el transporte marítimo.

Para contribuir a solventar las barreras que conlleva la transición energética para el transporte marítimo, Panamá plantea soluciones multisectoriales de amplio alcance por medio de la creación de un plan maestro para la producción, exportación y despacho de amoníaco verde y e-metanol, lo cual será facilitado a

través de plataforma público-privada entre las comunidades energética, marítima y financiera.

Para el desarrollo de este plan maestro se requiere contar con un recurso humano especializado en estudios de oferta y demanda del combustibles del sector marítimo, así como personal experto en H2V y derivados.

**Las subactividades para desarrollar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Establecer un Grupo de Trabajo Especial del Estado para el desarrollo del plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector marítimo.
- b. Elaborar un estudio detallado de la demanda potencial de amoníaco verde, e-metanol e H2V para buques que transitan el Canal de Panamá y sus proyecciones de crecimiento al 2030, 2040 y 2050.
- c. Realizar un estudio de referencia de la oferta internacional de amoníaco verde y e-metanol para *Green bunkering* con mapeo de actores involucrados y sus objetivos a mediano y largo plazo.
- d. Hacer un análisis de nicho de mercado para la oferta de servicios de transporte marítimo descarbonizado, considerando los usuarios del Canal de Panamá.
- e. Hacer estudios de impactos socioeconómicos y ambientales por la reducción de emisiones, con foco en sus beneficios sociales y su impulso en la economía panameña.
- f. Definir escenarios y proyecciones detalladas para delimitar el alcance del Plan (definiendo las fuentes y datos requeridos).

- g. Crear acuerdos comerciales con navieras para el uso de H2V y derivados.
- h. Realizar un estudio de viabilidad técnico-económica de la producción y uso de amoníaco verde y del e-metanol frente a otras opciones de combustibles que permita definir rutas efectivas de implementación.
- i. Evaluar la infraestructura existente y requerida para el despacho de combustible limpio marítimo (amoníaco o metanol) mediante *green bunkering*, y las concesiones de almacenamiento de combustibles existentes, considerando la posibilidad de reconversión de infraestructura de almacenamiento y transporte de GLP.
- j. Identificar los países desde los cuales es más conveniente importar H2V, amoníaco y/o metanol verde y asegurar un precio competitivo.
- k. Realizar un estudio socioeconómico del costo y del nivel de inversión asociado a la realización de esta iniciativa.
- l. Realizar estudios para evaluar la viabilidad técnica-económica de producción de H2V y su transformación a sus principales derivados en Panamá para el sector marítimo.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables y de apoyo:** SNE, AMP, MEF, Autoridad de Planificación, Pro Panamá, MiAmbiente, Instituto de Planificación para el Desarrollo.

**Hitos:**

- 1. Establecimiento de un Grupo de Trabajo Especial del Estado para el desarrollo de plan maestro de despliegue del hub de

producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector marítimo (Q4 - 2023).

- 2. Publicación del plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector marítimo diseñado, con énfasis en bunkering de amoníaco verde y e-metanol (Q4 - 2024).

**Línea de Acción 2: Analizar las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, metanol verde y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación, para fomentar y promocionar el uso de hidrógeno de menor huella de carbono (versus productos importados) e identificación de posibles clientes de los sectores marítimos y aéreos.**

El informe lanzado por PNUMA en Junio 2022 “Brecha de emisiones 2022: La ventana se cierra - Un llamado de la crisis climática a la transformación de las sociedades” indica que para que la temperatura no aumente más de 2 °C tenemos que disminuir anualmente 2030 al menos en 15 GtCO<sub>2</sub>e anuales, y si aspiramos a un aumento no mayor de 1.5°C, debemos reducir 23 GtCO<sub>2</sub>e. Esto supone esfuerzos importantes adicionales para alcanzar un clima en equilibrio. Con esto presente, la ENHIVE desea ofertar energéticos bajos en carbono, derivados del H2V, no tan solo producidos en el territorio nacional, sino también a lo largo de toda la región Latinoamérica y el Caribe.

Para que Panamá pueda alcanzar la meta de producir 2 millones de toneladas de H2V al año, requiere la utilización de 33.5 GWh de electricidad al 2040, lo que significa acelerar exponencialmente la inversión en proyectos de generación renovable a nivel nacional. Buscando

habilitar el tener acceso a mayores fuentes de energías renovables, contar con interconexiones eléctricas robustas es un paso que nos acerca hacia nuevos mercados energéticos que pasan de exportar e importar electrones, a exportar e importar moléculas.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Definir la metodología de cálculo de las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, metanol verde y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación.
- b. Seleccionar los posibles países de donde se importará el amoníaco verde u e-metanol para el desarrollo del análisis de reducción de emisiones comparativo entre el producto nacional y el importado.
- c. Identificar de nichos de mercado para la variedad de "denominaciones de origen" de los derivados de H2V que se tendrán a disposición en el Hub Transformacional de H2V para los sectores doméstico, marítimo y aéreo.
- d. Coordinar con MiAmbiente en el marco del Programa Nacional "Reduce tu Huella" en el para fomentar y promocionar el uso de hidrógeno de menor huella de carbono.
- e. Desarrollar el documento de análisis de las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, metanol verde y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación.

1. Metodología de cálculo de las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, metanol verde y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación definida. (Q3 - 2023)
2. Documento de análisis de las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, metanol verde y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación desarrollada. (Q4 - 2024)

**Línea de Acción 3: Diseñar y fomentar la implementación de un proyecto piloto de green bunkering con derivados de H2V**

Para llevar a cabo la implementación de ENHIVE, es preponderante el activo rol del sector privado en esta naciente industria; por lo que para desplegar un sector privado próspero, empoderado y dispuesto a invertir en el despacho de energéticos limpios para el sector marítimo, se diseñará un proyecto piloto de producción y despacho de amoníaco verde y e-metanol, que será puesto a disposición del sector privado para impulsar su desarrollo.

Con esto se espera generar y promover un entorno empresarial que despunte la inversión en infraestructuras de la mano de la asistencia técnica para el desarrollo.

Es aquí donde identificar diversos actores interesados en detonar este mercado, así como facultar espacios de sensibilización y formación sobre los requerimientos para el desarrollo de una iniciativa de este tipo son primordiales. Además, la identificación y consecución de financiamiento público y privado junto a espacios de innovación nacionales, regionales o de multilaterales son parte del caldo de cultivo para que surjan los pioneros del H2V y sus derivados en suelo panameño.

**Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, MiAmbiente, AMP

**Hitos:**

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Generar un mapa detallado del sector, para que el piloto reúna la mayor cantidad de actores posibles.
- b. Crear una base de datos de todos los proyectos de producción de H2V de Panamá y derivados.
- c. Desarrollar un estudio para establecer las barreras, costos y recursos necesarios para producción a escala.
- d. Realizar un análisis de riesgo ambiental del piloto.
- e. Elaborar un estudio que identifique las mejores prácticas internacionales referente a los contratos de producción de energéticos basados en H2V.
- f. Hacer un estudio que evalúe los costos y beneficios del proyecto piloto comparando su efectividad e impactos positivos en relación al uso de combustibles fósiles en el corto, mediano y largo plazo.
- g. Participar en pilotos de aplicaciones similares a nivel internacional realizados por empresas especializadas en la cadena de valor del hidrógeno.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, ProPanama, AMP, UTP, actores del sector privado y academia.

**Hitos:**

1. Estudio que incluya la evaluación de los costos y beneficios del proyecto piloto comparando su efectividad e impactos positivos en relación al uso de combustibles fósiles en el corto, mediano y largo plazo. (Q4 - 2024)

**Línea de Acción 4: Diseñar un plan general de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de combustible limpio para el sector aviación con énfasis en despacho de H2V y derivados**

La aviación es responsable de alrededor del 2,5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, y la mayoría de los aviones funcionan con gasolina para aviones. La Comisión Europea predice que para mediados del siglo XXI, la demanda de vuelos podría aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero de la aviación en más de un 300% con respecto a los niveles de 2005 si no se toman medidas drásticas para reducirlos.

En el medio de este escenario la industria de la aviación mundial ha acordado tratar de lograr emisiones netas cero para 2050. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) indica que el uso de energéticos sostenibles junto a la compensación de carbono contribuirán con más del 80% de la reducción de emisiones; mientras que actualmente los principales actores de la aviación también están desarrollando otras tecnologías de bajas emisiones, como aviones que funcionan con H2V y derivados.

Para lograr la descarbonización de este sector se requiere un aumento masivo en la producción para satisfacer la demanda; así como, contribuir a solventar las barreras que conlleva la transición energética para el transporte aéreo; y, considerando que se espera la mayor aceleración en la década de 2030 a medida que el apoyo político se vuelva global, Panamá plantea soluciones multisectoriales de amplio alcance por medio de la creación de un plan maestro para la producción, exportación y despacho de H2V, e-keroseno y SAF, lo cual será facilitado a través de plataforma público-privada entre las comunidades energética, aeronáutica y financiera.

**Las subactividades para desarrollar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Establecer una Grupo de Trabajo Especial del Estado para el desarrollo de plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector aviación.
- b. Elaborar un estudio detallado de la demanda potencial de a H2V, e- keroseno y SAF de la demanda doméstica e internacional del sector aviación y sus proyecciones de crecimiento al 2030, 2040 y 2050.
- c. Realizar un estudio de referencia de la oferta internacional de H2V, e-keroseno y SAF para despacho de energéticos al sector aviación con mapeo de actores involucrados y sus objetivos a mediano y largo plazo.
- d. Hacer un análisis de nicho de mercado para la oferta de servicios de transporte aéreo descarbonizado, considerando los usuarios del Hub de las Américas.
- e. Hacer estudios de impactos socioeconómicos y ambientales por la reducción de emisiones debido a esta actividad, con foco en sus beneficios sociales y su impulso en la economía panameña.
- f. Definir escenarios y proyecciones detalladas para delimitar el alcance del Plan (definiendo las fuentes y datos requeridos).
- g. Crear acuerdos comerciales con aerolíneas para el uso de H2V y derivados.
- h. Realizar un estudio de viabilidad técnico-económica de la producción y uso de H2V, e-keroseno y SAF frente a otras opciones

de combustibles que permita definir rutas efectivas de implementación.

- i. Evaluar la infraestructura existente y requerida para despacho de e-keroseno desde aeropuertos panameños para el sector de la aviación.
- j. Identificar los países desde los cuales es más conveniente importar H2V, e-keroseno y SAF y asegurar un precio competitivo.
- k. Realizar un estudio socioeconómico del costo y del nivel de inversión asociado a la realización de esta iniciativa.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables y de apoyo:** SNE, Autoridad Aeronáutica Civil, MEF, Autoridad de Planificación, Pro Panamá, MiAmbiente.

**Hitos:**

1. Grupo de Trabajo Especial del Estado para el desarrollo de plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector aviación establecido (Q4 - 2024).
2. Plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector aviación diseñado, con énfasis en H2V, e keroseno y SAF desarrollado (Q4 - 2026).

**Línea de acción 5: Diseñar y fomentar la implementación de un piloto de abastecimiento de e-keroseno para el sector aéreo**

El e-keroseno es uno de los energéticos limpios que forma parte de los combustibles sintéticos, así como también forma parte de los llamados SAF, el cual forma parte de los derivados de H2V priorizados en esta estrategia.

El e-keroseno, también llamado Power-to-liquids (PtL) contribuirá a las metas de descarbonización del sector aviación, ya que según la Agencia de Energía Alemana (DENA) se espera su crecimiento acelerado a partir de 2030, alcanzando 821 TWh a 904 TWh en 2050 para vuelos con origen en Europa, y 519 TWh a 568 TWh para reemplazar completamente el queroseno de origen fósil en vuelos hacia a los Estados Unidos.

Cada día incrementa la competitividad en costos del e-keroseno y su posibilidad de ser utilizado para vuelos de larga distancia.

Por ello, Panamá prevé el desarrollo de un diseño de proyecto piloto para su producción, almacenamiento y comercialización en territorio nacional, con el fin de atraer inversiones en nueva infraestructura, como parte de la política pública que genere algunas condiciones que pueden permitir la expansión del e-keroseno para abastecer en las cantidades necesarias en el mix energético del futuro.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Generar un mapa detallado del sector futuro, para que el piloto reúna la mayor cantidad de actores posibles.
- b. Desarrollar un estudio para establecer las barreras, costos y recursos necesarios para producción a escala de e-keroseno.
- c. Realizar un análisis de riesgo ambiental del piloto de e-keroseno.
- d. Elaborar un estudio que identifique las mejores prácticas internacionales referente a los contratos de producción de e-keroseno.
- e. Hacer un estudio que evalúe los costos y beneficios del proyecto piloto para la producción, almacenamiento y despacho

de e-keroseno comparando su efectividad e impactos positivos en relación al uso de combustibles fósiles en el corto, mediano y largo plazo.

- f. Participar en pilotos de aplicaciones similares a nivel internacional realizados por empresas especializadas en la cadena de valor del e-keroseno.

**Prioridad: Media**

**Actores Responsables:** SNE, ProPanama, Autoridad Aeronáutica Civil, UTP, actores del sector privado y academia.

**Hitos:**

1. Estudio que incluya la evaluación de los costos y beneficios del proyecto piloto comparando su efectividad e impactos positivos en relación al uso de combustibles fósiles en el corto, mediano y largo plazo desarrollado (Q4 - 2025).

**Línea de acción 6: Incluir en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCYT), un subprograma de innovación que promueva la competitividad de Panamá como Hub de despacho de H2V y derivados para el sector marítimo, aéreo, y transporte de carga pesada que aporte a la consolidación del hub energético sostenible.**

La transición energética al ser un proceso asociado al cambio hacia nuevas tecnologías menos contaminantes, éste debe estar concatenado con los esfuerzos nacionales para asegurar que la ciencia e innovación sean activos pilares en su implementación.

Siendo el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCYT) un documento dinámico que responde a los desafíos del país

derivados de la revolución del conocimiento, la globalización y las brechas económicas y sociales internas; y, reconociendo que para la implementación de la ENHIVE es fundamental construir ese conocimiento de la mano curiosa de la innovación tecnológica, esta línea de acción pretende incluir la H2V y sus derivados como una de las aristas de innovación nacional.

El PENCYT tiene entre sus objetivos favorecer la implementación de la política energética de largo plazo, la evaluación, monitoreo y mitigación del cambio climático, y la implementación de una estrategia de desarrollo urbano sostenible, por lo cual se ve como un aliado natural para apoyar el desarrollo de un espacio de competitividad e innovación para el H2V y sus derivados.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Instituir un focal en SENACYT para el desarrollo de iniciativas en el marco de ENHIVE.
- b. Incluir en el PENCYT espacios de un diálogo permanente sobre los desafíos asociados a la cadena de suministro de H2V y derivados y su contribución al desarrollo sostenible.
- c. Desarrollar un estudio que evalúe las necesidades de innovación para promover la competitividad de Panamá como Hub de despacho de H2V y derivados para el sector marítimo, aéreo, y transporte de carga y su transversalidad en el diseño e implementación del PENCYT.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SENACYT, SNE, AIG, AMP, MICI, ProPanama, sector privado

**Hitos:**

1. Estudio desarrollado que evalúe las necesidades de innovación para promover la competitividad de Panamá como Hub de despacho de H2V y derivados para el sector marítimo, aéreo, y transporte de carga y su transversalidad en el diseño e implementación del PENCYT. (Q4 - 2024).

**Línea de Acción 7: Llevar a cabo una vigilancia tecnológica continua con respecto al desarrollo mundial del mercado de los combustibles bajos en CO2 derivados del H2V (amoníaco verde, e-metanol y e-keroseno) para los sectores marítimo, aéreo y transporte de carga pesada.**

La política pública se ha convertido en un componente disruptor importante en el desarrollo del H2V y sus derivados como un energético global.

Aunque actualmente la nueva economía del H2V tiene significativos costos iniciales de capital para su fabricación, los desafíos logísticos de entregarlo donde se necesita y crear la base de clientes para consumirlo; esperan importantes reducciones de costos a escala debido a la curva de aprendizaje tecnológico.

Se espera que los costos de capital del electrolizador podrían reducirse desde un 50% a incluso un 80% al 2030. En paralelo los tamaños de las unidades de electrolizadores están creciendo de 0.2MW a 5MW. Mientras tanto BNEF estima la capacidad del electrolizador a nivel mundial en 15 GW para 2024.

Para aprovechar estos acelerados cambios tecnológicos es transcendental realizar actividades de Vigilancia Tecnológica entorno al mercado, la competencia, y demás actores de la cadena de valor del H2V, lo que permitirá que puedan facilitar información fundamental para el desarrollo e implementación de la ENHIVE.

La norma española UNE 166000 define la vigilancia tecnológica como un “Proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios”.

La Vigilancia Tecnológica como parte de la implementación de la ENHIVE será uno de los elementos de I+D+i, que facilite la identificación de las mejores oportunidades tecnológicas en el momento adecuado.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Crear una subcomisión de Inteligencia Competitiva en el marco del Comité Interinstitucional de H2V y Derivados, el cual será responsable de asistir la toma de decisiones asociadas a la implementación de la ENHIVE y tendrá la responsabilidad de proveer reportes trimestrales de vigilancia tecnológica asociada a la cadena de valor del H2V y derivados.
- b. Identificar fuentes de información confiables y esenciales para hacer frente a las decisiones tecnológicas asociadas a la cadena de valor de H2V y derivados.
- c. Identificar información selecta sobre tendencias tecnológicas, aplicaciones tecnológicas emergentes, novedades, potenciales socios o competidores, asociados a la cadena de valor de H2V y derivados.
- d. Identificar y compartir información de procesos regulatorios y de mercado que pueden condicionar el éxito de una innovación tecnológica.
- e. Trazabilidad de planes y formulación de estrategias tecnológicas una vez analizada y codificada la información obtenida.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, SENACYT, AMP, AIG

**Hito:**

1. Subcomisión de Inteligencia Competitiva creada en el marco Comité de H2V y Derivados, el cual será responsable por que son los encargados de dar asistir la toma de decisiones asociadas a la implementación de la ENHIVE al proveer reportes trimestrales de vigilancia tecnológica asociada a la cadena de valor del H2V y derivados (Q3 - 2023).
2. Reportes trimestrales de vigilancia tecnológica sobre H2V y derivados presentados en las reuniones del Comité Interinstitucional de H2V y Derivados publicados.

**Línea de acción 8: Diseñar e implementar una campaña de comunicación nacional e internacional para posicionar el Hub Transformacional de H2V y Derivados para los sectores marítimo, aéreo y transporte de carga pesada.**

Según Markets and Markets, el mercado de H2V tuvo un valor de 676 millones de dólares en el 2022 y tiene una proyección al 2027 de incrementar su valor a 7,314 millones de dólares, con una expectativa de crecimiento de 61% en 5 años.

Siendo un mercado tan atractivo y, donde más de 38 países ya han publicado sus hojas de ruta y/o estrategias de H2V, el desarrollo de una campaña de comunicación nacional e internacional que facilite el posicionamiento de Panamá como un

Hub Transformacional de H2V y Derivados es crítico para capturar parte del naciente nicho de mercado mundial.

La campaña de comunicación para el fomento del H2V y derivados formará parte activa de la Estrategia de Comunicación de la Agenda de Transición Energética “Comunic-ATE”.

La campaña de comunicación tendrá la finalidad de hacer de conocimiento global la oferta de energéticos limpios y servicios descarbonizados para el sector marítimo, aéreo y de transporte de carga como parte de la “**internacionalización y nacionalización**” de la ENHIVE, incluyendo aquellas interacciones entre Estados, empresas, instituciones y personas en un mundo cada vez más globalizado e integrado por medio de redes sociales y de los medios de comunicación convencionales.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Desarrollar un diagnóstico previo sobre los países y posibles actores del sector privado interesados en el mercado del H2V y derivados, considerando cuales son los mercados más apropiados y la inversión mínima necesaria para posicionar el hub transformacional de H2V.
- b. Identificar las características del público meta en los países y actores del sector privado identificados como prioritarios.
- c. Desarrollar un plan de mercadeo operativo adaptado al público meta.
- d. Desarrollar un estudio del mercado que provea la información sobre el público meta.
- e. Diseñar e implementar la campaña de comunicación nacional e internacional para posicionar el hub transformacional de H2V y derivados.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, ProPanamá, MIRE, MiAmbiente, MICI, Autoridad de Turismo

**Hitos:**

1. Estudio del mercado que provea la información sobre el público meta desarrollado. (Q4 - 2023).
2. Implementación de la campaña de comunicación nacional e internacional para posicionar el hub transformacional de H2V y derivados. (Q2 - 2024).

## 9.2. Segundo Eje Estratégico: Promover un mercado regional integrado de H2V y derivados.

Latinoamérica y el Caribe destacan por ser una región unida por la robustez de sus recursos naturales renovables y por tener uno de los sectores eléctricos más limpios del mundo. Las energías renovables, según el informe Carbono Cero de PNUMA, ya representan el 58% de la capacidad instalada total, con la energía hidroeléctrica como la fuente más importante (46%). Las energías renovables no convencionales han duplicado su capacidad instalada desde el 2012, representando el 12% del total en el 2018. El informe indica que el aumento en la participación de las energías renovables ha reducido la intensidad de carbono del sector en un 15% en los últimos 3 años de un valor ya bajo de 285 tCO<sub>2</sub> / GWh en 2015 a 243 tCO<sub>2</sub> / GWh en ese mismo año.

El desarrollo completo del potencial del H2V y derivados a nivel global no depende únicamente del diferencial de costos.

IRENA en su reporte, Comercio Global de Hidrógeno para alcanzar la meta climática de 1.5°C afirma que las exportaciones e importaciones de H2V y derivados pueden ofrecer una oportunidad

para que las economías basadas en el petróleo se diversifiquen, los países con vastos recursos renovables adquieran un papel más destacado en el panorama energético mundial y los países con conocimientos tecnológicos brinden la experiencia para desarrollar nuevas instalaciones, y que este mercado de igual forma brinde oportunidades para que los países importadores diversifiquen los proveedores y reduzcan los costos de la transición a emisiones más bajas.

La alta demanda de H2V y derivados, especialmente en Europa, y teniendo en cuenta la rápida evolución de las aspiraciones del sector marítimo y aviación es una gran oportunidad para los países de América Latina y el Caribe, que tienen una gran cantidad de fuentes de energía renovables y electricidad de bajo costo para producción de H2V y sus derivados a costos competitivos. Es en este punto del desarrollo de la nueva geopolítica energética donde las asociaciones y alianzas existentes, las relaciones bilaterales y el estado de desarrollo de la industria del hidrógeno y su cadena de suministro debe consolidarse y fortalecerse para, a nivel regional, maximizar las ventajas competitivas de cada país de la región que ha dispuesto en su política energética un rol para el prometedor mercado de energéticos limpios.

En este entorno nace el concepto del Hub Transformacional de H2V, basado en el potencial y planes de los países de América Latina y el Caribe para producir y exportar H2V y sus derivados a gran escala a Europa y Asia, además de ser punto de acopio para provisión de H2V y sus derivados al sector marítimo y aviación.

### **Línea de Acción 9: Crear alianzas estratégicas con los países de LAC para incentivar y consolidar la cooperación regional en materias de H2V y derivados, creando mecanismos que permitan el intercambiando sistemático de conocimientos y personal capacitado.**

El Hub Transformacional de H2V de Panamá se alimentará de los energéticos limpios que se produzcan en territorio nacional y de los que importemos de la región LAC para ser despachados al sector marítimo, aviación y transporte terrestre. No obstante, un elemento clave de este proceso es contar con expertos profesionales para desempeñar satisfactoriamente esta iniciativa.

El Hub Transformacional también representará una gran ventaja competitiva para los países pequeños que no cuentan con la infraestructura necesaria para implementar toda la cadena de valor del H2V, por lo cual esta línea de acción pretende priorizar el desarrollo de una relación de colaboraciones binacionales Gobierno a Gobierno (G2G), Gobierno a Negocios (G2B), así como fomentar el desarrollo de Negocio a Negocio (B2B) entre las empresas del sector privado de las compañías relacionadas a la cadena de suministro de H2V y derivados.

#### **Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Efectuar un mapeo de los niveles de producción esperados de H2V y derivados de los países LAC al 2030, 2040, 2050 e identificar posibles países interesados en ofertar y/o adquirir H2V y derivados a/de Panamá.

- b. Desarrollar, firmar e implementar Memorandos de Entendimiento entre los países de LAC que han indicado estar interesados en el fortalecimiento de las colaboraciones para la creación de espacios y rondas de negocio, así como para el fortalecimiento de capacidades y desarrollo de iniciativas conjuntas en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados;
- c. Fomentar la firma de acuerdos comerciales para la importación y exportación de H2V y derivados con B2B entre empresas de la región LAC que han indicado estar interesados en exportar e importar H2V y derivados.
- d. Fomentar el intercambio de información y experiencias entre las Asociaciones de H2V y Derivados de la Región.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, ProPanamá, MIRE, MICI.

**Hitos:**

1. Memorandos de entendimiento y acuerdos comerciales desarrollados, firmados e implementados quinquenalmente (Q4 - 2023)

**Línea de Acción 10: Diseñar un modelo de negocio para la implementación del Hub Transformacional de H2V y derivados en el cual Panamá sirva como centro de acopio y despacho/redistribución de equipos e insumos y bienes de su cadena de valor para la región LAC**

Alcanzar la puesta en marcha y funcionalidad del Hub Transformacional de H2V y derivados depende de que su diseño, instalación y operación se fundamente en las bondades del recurso natural (agua, sol, viento) junto a las ventajas

competitivas del ecosistema local que ofrece Panamá desde el hub marítimo, hub aéreo, hub financiero; con el enfoque de construir la nueva comunidad de negocio regional, que organizase oportunidades para colaborar con países, empresas, organizaciones, instituciones de ideas afines, dentro de un espacio físico y virtual.

Panamá busca crear un Hub donde los innovadores, los empresarios, los profesionales, inversionistas, creadores de tecnologías, academia junto a visionarios de toda índole puedan poner a disposición su talento, desarrollar sus ideas y generar un impacto en la aceleración de la disponibilidad de H2V y derivados para eliminar la huella de carbono de los sectores más complejos de la economía nacional y contribuir a la descarbonización global.

Con esto en mente, la ENHIVE propone llevar a cabo el diseño de un modelo de negocio que encienda el fuego de la innovación para el HUB considerando la integración desde un entorno más amplio al de LAC, donde LAC se consolide, y desde del HUB panameño se fomenten las conexiones y la cooperación con otros actores que pueden apoyar y enriquecer el funcionamiento de este espacio de comercialización de hidrógeno y derivados.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Llevar a cabo un estudio de mercado de equipos e insumos de la cadena de valor de hidrógeno y sus derivados para la implementación del Hub transformacional de H2V, con énfasis en la transformación y uso de amoniaco verde, e-metanol y e-keroseno.
- b. Elaborar un análisis de opciones de diversos modelos de negocios que fomenten la inversión en el despacho de H2V y derivados para el sector marítimo, aéreo y transporte terrestre de carga pesada.

- Diseñar y desarrollar los elementos para operativizar el Hub Transformacional de H2V y Derivados.
- Considerar las zonas que serían estratégicas para centros de producción, almacenamiento, traslado y despacho de H2V y derivados.
- Analizar y ponderar la infraestructura requerida al 2030, 2040 y 2050 para la operatividad del HUB.
- Considerar la demanda internacional y local de los equipos necesarios para el mercado de H2V desde Panamá.
- Evaluar el impacto de posibles licitaciones públicas, contratación directa, incentivos, fondos públicos / fondos privados que puedan beneficiar el desarrollo del Hub transformacional de H2V y derivados en Panamá.
- Diseñar un modelo comercial identificando el flujos de ingresos e incluyendo la realización de análisis Costo-Beneficio del modelo más óptimo para la implementación del Hub Transformacional de H2V.

**Prioridad: Alta**

**Actores Responsables:** SNE, ProPanamá, MIRE, Academia, MICI, Sector privado.

**Hito:**

1. Estudio de mercado de equipos e insumos de la cadena de valor de hidrógeno y sus derivados para la implementación del Hub transformacional de H2V realizado (Q2 - 2024).
2. Modelo comercial que incluya el flujo de ingresos y egresos, así como un

análisis Costo-Beneficio del modelo más óptimo para la implementación del Hub Transformacional de H2V desarrollado (Q3 - 2024).

**Línea de Acción 11: Posicionar a Panamá como un Hub financiero de fomento de las transacciones financieras regionales asociadas a la cadena de valor del H2V y derivados**

El desarrollo de la infraestructura de hidrógeno para el comercio requerirá el comprometido flujo de importantes cantidades de capital. Si bien es cierto que la inversión en H2V para aplicaciones de transporte por carretera necesita un desarrollo progresivo del SIN y una menor inversión para las estaciones de despacho, la infraestructura comercial solo es económicamente factible cuando se utilizan grandes escalas y se obtiene todo el beneficio de las economías de escala.

La infraestructura para H2V y derivados debe generarse acoplada a la oferta y la demanda lo que precisa que la inversión total sea aún más grande, incrementando el nivel de complejidad de los proyectos, aumenta el riesgo, y disminuye el número de empresas e instituciones financieras que pueden asumir este tipo de proyectos.

Según el estudio del Consejo de Hidrógeno (2021) la cartera actual hasta 2030 para proyectos en toda la cadena de valor suma USD 160,000.00 millones de Euros (169,728.00 millones de dólares) producir más de 18 Mt/año de hidrógeno limpio, pero solo se dedican USD 20 mil millones de Euros (21,216 millones de dólares) a la infraestructura (Hydrogen Council, 2021). Varios países han asignado algunos fondos al hidrógeno que suman alrededor de 12 mil millones de euros (12,729.60 millones de dólares) se dedican exclusivamente al H2V y sus derivados.

Dado que los proyectos de infraestructura deben construirse teniendo en cuenta los flujos de ingresos futuros, puede haber un período en el que los flujos no sean suficientes para pagar la financiación correspondiente.

Por ello, para abordar esta barrera la ENHIVE plantea poner a disposición del mercado de H2V y derivados las bondades de nuestro hub financiero y otras medidas que permitirán facilitar el acceso a financiamiento para iniciativas en el marco del hub transformacional de H2V y derivados.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Diseñar e implementar la ventana de financiamiento para H2V y derivados en el marco del Fondo de Transición Energética de Panamá (FONTE).
- b. Realizar el análisis para la estructuración de subvenciones para reducir la inversión inicial o la capacidad pagos para cubrir la diferencia entre la capacidad prevista y la capacidad real Individual de H2V.
- c. Crear un mecanismo financiero para la evaluación de proyectos “cluster” donde se financien tanto las iniciativas de H2V y derivados como las operaciones de conglomerados de proveedores fijos en el marco de la implementación del hub transformacional de H2V y derivados.
- d. Crear una plataforma virtual para transacciones de compra y venta de H2V.
  - Aplicar tecnologías DLT para establecer un comercio público-privado;
  - Diseñar la plataforma para portadores de energía por “*Smart Contracts*”;
  - Desarrollar *Tokens* para inversiones verdes;

- Monitorear la huella de carbono para la generación de créditos de carbono,
- Habilitar a Panamá como centro comercial basado en *blockchain* para portadores de energía neutros en carbono y de esta manera generar oportunidades de negocio.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, MEF, Banco Nacional, Caja de Ahorros, MiAmbiente

**Hito:**

1. Diseño e Implementación de la ventana de financiamiento para H2V y derivados en el marco del Fondo Nacional de Transición Energética (FONTE) (Q2 - 2024).

**Línea de Acción 12: Desarrollar un estudio sobre el impacto de la interconexión eléctrica regional para intercambios de electricidad renovable entre países de LAC, en la producción de H2V y sus derivados.**

Uno de los factores para asegurar el éxito del desarrollo del hub transformacional de H2V y derivados es contar con electricidad renovable para que esa energía eléctrica se transfiera al hidrógeno por electrólisis del agua. Para producir 1 kg de hidrógeno se necesitan unos 9 litros de agua y unos 50 kWh de electricidad.

Y además, la energía eléctrica renovable se utiliza no solo para producir hidrógeno, sino también para comprimir, licuar, transportar, transferir o almacenar el H2V y sus derivados.

Para que Panamá pueda alcanzar su potencial teórico de producir 4 millones de toneladas de H2V al año, requiere la utilización de 67 GWh de electricidad al 2040, lo que significa acelerar exponencialmente la inversión en proyectos de generación renovable a nivel nacional.

Panamá forma parte del Mercado Eléctrico Regional confirmado por, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá y que conceptualiza al MER como un séptimo mercado, superpuesto con los seis mercados o sistemas nacionales existentes, con regulación regional.

Igualmente, se avanza a paso firme el proyecto de Interconexión Colombia-Panamá, el cual es complemento imprescindible para el fortalecimiento de la visión de integración regional.

Siendo LAC un activo generador de electricidad con energías renovables, la consolidación de la interconexión norte-sur se puede convertir en un detonador disruptivo del aprovechamiento de la cadena de suministro del H2V y derivados en Panamá y en el resto de Latinoamérica, por lo cual es necesario identificar la disponibilidad de electricidad adicional que podría ser comercializada regionalmente con uso final actividades de la cadena de suministro de estos energéticos, lo que también impulsaría la descarbonización de la matriz eléctrica regional.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Coordinar con los países miembros del MER el desarrollo de un estudio con las proyecciones del impacto del H2V y derivados en los miembros del MER, a corto, mediano y largo plazo.
- b. Coordinar con la República de Colombia el desarrollo de estudio con las proyecciones del impacto del H2V y derivados en ambos países a corto, mediano y largo plazo.
- c. Desarrollar un análisis sobre el impacto de la implementación de las metas de producción y oferta de servicios asociados a la cadena de suministro de H2V desde Colombia a Guatemala.

- d. Promover licitaciones regionales de energía renovable para la producción de H2V y Derivados.

**Prioridad Media**

**Actores Responsables:** SNE, ASEP, ETESA, MIRE

**Hito:**

1. Análisis sobre el impacto de la implementación de las metas de producción y oferta de servicios asociados a la cadena de suministro de H2V desde Colombia a Guatemala desarrollado. (Q2 - 2026).

**Línea de Acción 13: Consolidar un mercado de H2V a nivel regional en torno al uso de amoníaco verde para fertilizantes a través de la colaboración entre actores del sector agrícola de los distintos países**

La industria de los fertilizantes consume hidrógeno en forma de amoníaco, principalmente para producir urea, fosfato diamónico (DAP) y otros fertilizantes complejos. Según el World Resource Institute (WRI,2021) cada tonelada de producción de amoníaco requiere aproximadamente 178 kg de hidrógeno.

La incorporación de H2V en la fabricación de fertilizantes es crucial para eliminar por completo las emisiones mediante la modificación de la infraestructura de producción.

El hidrógeno puro no está presente en el reactor durante la síntesis de amoníaco. En cambio, se alimenta al reactor como una mezcla con nitrógeno, después del proceso de reformado de metano con vapor (SMR). El reformado de hidrocarburos para hidrógeno supone dos tercios de las emisiones totales en la planta de síntesis de amoníaco mientras que el resto procede de la combustión para requerimiento energético.

Considerando el alto grado de importancia del sector agrícola a nivel nacional, y que este sector tiene un importante potencial de contribuir a la reducción de emisiones del país, y para incrementar la escala y rentabilidad de las iniciativas asociadas a la producción de amoníaco verde es necesario dimensionar el tamaño del mercado y fomentar la creación de alianzas público privadas entorno a las nuevas oportunidades que el amoníaco verde puede ofrecer.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Desarrollar un análisis de mercado nacional y región LAC sobre la demanda de fertilizantes a base de amoníaco verde.
- b. Firmar el MoU de países interesados en la producción y utilización de amoníaco verde para fertilizantes
- c. Desarrollar jornadas de sensibilización para el sector agrícola a nivel nacional sobre las oportunidades que puede ofertar fertilizantes a base de amoníaco verde en la producción agrícola local
- d. Divulgar los resultados del análisis de mercado nacional y región LAC sobre la demanda de fertilizantes a base de amoníaco verde.

**Prioridad: Media**

**Actores Responsables:** SNE, MIDA, MIRE, Academia

**Hito:**

1. Análisis de mercado nacional y región LAC sobre la demanda de fertilizantes a base de amoníaco verde desarrollado (Q1 - 2026).

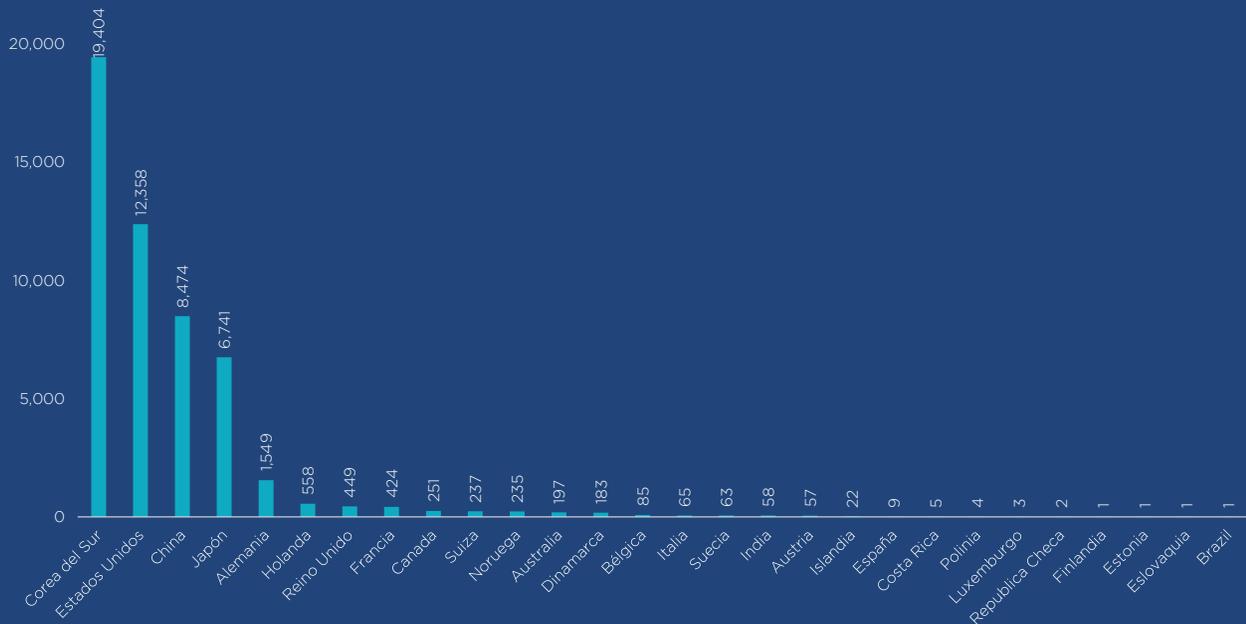
**Línea de Acción 14: Desarrollar un análisis de mercado para el transporte de carga pesada de la región centroamericana con camiones de celdas de H2V.**

La adquisición anual global de vehículos que funcionen por medio de celdas de combustible a base de hidrógeno ha incrementado. Actualmente alrededor de 20 kton H2 al año, un 0.02% de la demanda total, son utilizados para vehículos de hidrógeno (PNUMA, 2023).

El programa de la IEA *Advance Fuel Cells Technology Collaboration* indicó que para finales del 2021 existen un total de 52,437 vehículos terrestres FCEV, con un 90% concentradas en Corea del Sur, Estados Unidos, China, y Japón, donde los países europeos poseen 7.7% del total, mientras que en LAC Brasil y Costa Rica tienen vehículos impulsados por hidrógeno (ver Figura 15). Cabe resaltar que hace un año China publicó una estrategia con metas de producir al menos 50,000 FCEVs para el 2025. Actualmente circulan 4,738 buses FCEV, de los cuales el 88% está en China; y, 3,606 vehículos de carga mediana FCEV, y 852 vehículos de carga pesada FCEV.

Siendo Panamá un punto clave en el proceso de recibimiento de carga en los puertos del país que luego es transportada hacia Centroamérica; y reconociendo que las emisiones del sector de transporte de carga pesada a nivel nacional representan una oportunidad clave para incrementar la ambición climática del país, esta línea de acción tiene el objetivo de desarrollar un análisis de mercado y propuesta de iniciativa piloto para el uso del H2V en el transporte de carga centroamericano.

Figura 15: Vehículos de transporte terrestre FCEV en el mundo



**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Llevar a cabo un diagnóstico del sector transporte panameño de carga pesada junto a una descripción del mercado de transporte de carga centroamericano y las proyecciones de este sector al 2030, 2040 y 2050.
- b. Identificar necesidades de recambio de la flota de camiones de carga pesada de Panamá y Centroamérica.
- c. Analizar precios y previsión de servicios asociados al transporte de carga en el público objetivo.
- d. Incentivar el acercamiento con fabricantes Chinos de camiones y buses FCEV por medio de promotoras de comercio internacional, el MIRE, o empresas

importadoras de vehículos que tengan contacto con el mercado de fabricante de camiones que funcionen con H2V.

- e. Identificar oportunidades de incluir esta colaboración en el Marco de Memorandos de Entendimiento
- f. Diseñar de un proyecto piloto de servicios de transporte de carga pesada con camiones que funcionen con H2V.
- g. Identificar recursos para la implementación de proyecto piloto.
- h. Implementar un proyecto piloto de servicios de transporte de carga pesada con camiones que funcionen con H2V.

**Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, ATTT, sector privado

**Hitos:**

1. Llevar a cabo un diagnóstico del sector transporte panameño de carga pesada junto a una descripción del mercado de transporte de carga centroamericano y las proyecciones de este sector al 2030, 2040 y 2050 (Q2 - 2025).
2. Diseñar de un proyecto piloto de servicios de transporte de carga pesada con camiones que funcionen con H2V (Q2 - 2026).
3. Implementar un proyecto piloto de servicios de transporte de carga pesada con camiones que funcionen con H2V (Q2 - 2027).

### 9.3 Tercer Eje Estratégico: Fomentar el mercado doméstico de H2V y derivados.

Más de 38 países que han indicado su intención de aprovechar sus recursos naturales para la producción de H2V y sus derivados se encuentran incluyendo la variable del liderazgo tecnológico en sus modelos de desarrollo nacional con impacto global, y Panamá es uno de ellos.

IRENA en su informe World Energy Transitions Outlook prevé que el H2V cubrirá el 12% de la demanda mundial de energía y reduzca el 10% de las emisiones de CO2 para 2050. Sin embargo, el hidrógeno solo puede ser una solución climática viable si la electricidad necesaria para producirlo se suma a la electrificación del sistema energético, colocando un consumo aún mayor de energía renovable en el centro de la transición, punto fundamental de la Agenda de Transición Energética de Panamá.

Para proporcionar los lineamientos de política que harán crecer el Hub Transformacional de H2V de Panamá, la estructuración de un mercado doméstico de H2V que sea

producido y consumido en el país, es lo que dará la sostenibilidad financiera al proceso de innovación en la aplicación del H2V en diversos sectores económicos, mientras que aumenta la probabilidad de disminuir costos disminuyan drásticamente con el aprendizaje y la ampliación de la infraestructura necesaria.

El comercio de H2V localmente apunta a convertirse en una alternativa de bajo costo que diversifica las importaciones de energía y mejora la seguridad energética, mientras que maximiza la creación de nuevos y adicionales empleos mientras reactiva la economía a pasos agigantados.

La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2022) afirmó que el comercio de hidrógeno contribuye significativamente a un sistema energético más diversificado y resistente y resilientes al impacto del cambio climático.

El desarrollo de un mercado de H2V y derivados contribuirá a llevar a cabo una transición justa e inclusiva de forma progresiva, donde, los actores relacionados al uso de hidrocarburos a nivel nacional encontrarán un abanico de oportunidades y alternativas para ser partícipes de nuevos modelos de negocio que les permitan preparar sus políticas empresariales y su recurso humano para que, en equidad y de forma progresiva las metas climáticas nacionales sean implementadas sin dejar a nadie atrás.

#### Línea de Acción 15: Caracterizar la demanda doméstica teórica de Panamá de H2V y derivados, con un desglose sectorial (portuaria, movilidad terrestre, aviación, agropecuario, industrial y ferroviario.)

Esta línea de acción de la ENHIVE tiene como finalidad incrementar los esfuerzos de dimensionamiento del tamaño del mercado doméstico del H2V y derivados que puedan

ser utilizados como parte de las actividades económicas que tienen lugar dentro del territorio nacional.

Para este caso en particular se requiere la identificación de los posibles consumos de H2V en actividades portuarias no relacionadas a las actividades de *green bunkering* de barcos que transitan por el Canal de Panamá, si no de utilización de este energético en los servicios de tránsito marítimo dentro de la plataforma continental panameña, así como en ríos navegables del país en la operación de barcos y/o barcasas. Además, pretende dimensionar la posible demanda de H2V y derivados en la operación de vehículos para el movimiento de carga en puertos y bodegas junto a otras actividades que puedan requerir el uso de este vector energético.

De la misma forma, se requería hacer una evaluación exhaustiva del posible uso de derivados del H2V para la aviación doméstica y del transporte de carga pesada a nivel nacional, considerando el transporte de carga ferroviaria y las necesidades del sector agropecuario, no tan solo en la producción de fertilizantes si no también el transporte de los productos agropecuarios y su demanda energética de mantenimiento de la cadena de frío.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Coordinar el desarrollo de la caracterización de la demanda doméstica teórica de Panamá, en el marco del Comité Interinstitucional de Hidrógeno Verde.
- b. Preparar un proceso de sensibilización automatizado en una plataforma virtual para todos los profesionales, tanto del sector público como privado que participarán y/o contribuirán al proceso de caracterización de la demanda doméstica teórica del H2V y derivados de

Panamá, con miras a clarificar conceptos y conocimiento sobre el rol de cada actor de la ENHIVE.

- c. Analizar y cuantificar los requerimientos de transformación de equipos de movilidad en puertos (incluyendo barcos/barcasas, vehículos de logística/transporte) para habilitar el uso de H2V y derivados en ellos.
- d. Analizar y cuantificar los requerimientos de la demanda potencial de H2V y derivados por actividades portuarias nacionales junto al desarrollo de un análisis de pre-factibilidad de su implementación.
- e. Analizar y cuantificar los requerimientos de la demanda potencial de H2V y derivados por actividades transporte de carga pesada nacionales junto al desarrollo de un análisis de pre-factibilidad de su implementación.
- f. Analizar y cuantificar los requerimientos de la demanda potencial de H2V y derivados por actividades del sector aviación nacionales junto al desarrollo de un análisis de pre-factibilidad de su implementación.
- g. Analizar y cuantificar los requerimientos de la demanda potencial de H2V y derivados por actividades ferroviarias nacionales junto al desarrollo de un análisis de pre-factibilidad de su implementación.
- h. Caracterizar la demanda potencial de H2V y derivados por actividades agropecuarias nacionales junto al desarrollo de un análisis de pre-factibilidad de su implementación.

**Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, MIPRE, MICI, AMP, MIDA, MIRE.

**Hitos:**

1. Proceso del desarrollo de la caracterización de la demanda doméstica teórica de Panamá coordinado por el Comité Interinstitucional de H2V (Q2, 2024)
2. Plataforma virtual sensibilización automatizado en H2V operando para todos por profesionales, tanto del sector público como privado que participarán y/o contribuirán al proceso de caracterización de la demanda doméstica teórica del H2V y derivados de Panamá, con miras a clarificar conceptos y conocimiento sobre el rol de cada actor de la ENHIVE (Q4, 2024)
3. Requerimientos de transformación de equipos de movilidad en puertos (incluyendo barcos/barcazas, vehículos de logística/transporte) para habilitar el uso de H2V y derivados en ellos identificados (Q4, 2025)

**Línea de Acción 16: Fomentar el retrofit de vehículos por medio de la adquisición de conocimiento técnico relacionado e incentivos para la importación de repuestos y materiales.**

Con miras a facilitar el proceso de utilización de transporte terrestre de carga pesada que funcione con H2V en su celda de combustible, y de esta forma incrementar las CDN de Panamá, el clave que el proceso de sustitución de la flota vehicular se lleve a cabo apoyado por una oferta de empresarios, usuarios y proveedores de servicios de mantenimiento de los FCEV que conozcan las bondades de la tecnología.

Si bien es cierto que el parque vehicular de camiones y mulas en Panamá ronda más de 10 años, y que el 40% de los camiones de reparto

y buses, tiene más de 13 años, nos confirma que este es el momento oportuno para crear el interés y los mecanismos que apoyen que la siguiente adquisición de estos vehículos se dé con una tecnología baja en carbono como los FCEV.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Diseñar e implementar cursos de formación técnica especializada en la operación y mantenimiento de FCEV.
- b. Desarrollar un acelerador de empresas que ofrezcan servicio de retrofit de vehículos de combustión a FCEV.
- c. Desarrollar un programa de fomento de investigación y desarrollo para la transformación de vehículos de combustión interna a FCEV.
- d. Desarrollar un programa de incentivos no monetarios asociados a la importación de equipo original, componentes como celdas de combustibles, baterías, tanques, y kits de conversión.

**Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, ATTT, INADEH, ITSE, SENACYT

**Hitos:**

1. Cursos de formación técnica especializada en la operación y mantenimiento de FCEV diseñados e implementados (Q2, 2026).
2. Programa de incentivos no monetarios asociados a la importación de equipo original, componentes como celdas de combustibles, baterías, tanques, y kits de conversión desarrollado (Q4, 2026).

### **Línea de Acción 17: Diseñar e implementar un piloto para promover el H2V como energético en el transporte público nacional y en la flota vehicular del Estado.**

El transporte público en el distrito de Panamá es operado por Transporte Masivo de Panamá S.A. (TMPSA) con una concesión obtenida desde el año 2010 que se extiende hasta el año 2025. Esta empresa fue adquirida por el estado en 2015 a través de la ATTT. Por medio de MiBus, brinda servicio con el uso de una flota de 1,436 buses.

Para cumplir con las metas de descarbonización del transporte público, se espera fomentar la diversificación tecnológica donde se electrifique gradualmente su ruta con buses eléctricos de baterías, o utilizar buses FCEV alimentados con H2V para rutas que lo ameriten y así ofrecer un servicio de transporte público cero emisiones.

#### **Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Diseñar el esquema operativo del piloto de FCEV para una ruta de MiBus y/o cooperativas de transporte.
- b. Diseñar e implementar la reconversión de un camiones de carga pesada de entidades gubernamentales para que utilicen celdas de combustible con H2V o derivados.
- c. Desarrollar el análisis costo - beneficio del esquema operativo del piloto, e identificar y ponderar opciones de disponibilidad de hidrógeno constante a precios competitivos.
- d. Desarrollar un arenero regulatorio para la puesta en marcha del piloto de FCEV que considere normativas de regulación de FCEVs referente a importación, registro, y revisión técnica de los FCEV.

- e. Diseñar, desarrollar e implementar un programa de formación en el mantenimiento preventivo y correctivo de este tipo de vehículos para los colaboradores de MiBus y/o cooperativas de transporte.
- f. Evaluar el posible impacto de la operación con H2V en el monto del subsidio brindado por el Estado a la tarifa del transporte público.

#### **Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE y MiBus y/o (cooperativas de transporte), Sector privado, Academia

#### **Hitos:**

1. Esquema operativo del piloto de FCEV para una ruta de MIBUS y/o cooperativas de transporte diseñado (Q4, 2024).
2. Análisis costo - beneficio del esquema operativo del piloto, opciones de disponibilidad de hidrógeno constante a precios competitivos desarrolladas (Q2, 2025).

### **Línea de Acción 18: Conformar el Centro de Energía Sostenible para la Transición Energética de Panamá, con I+D+i de H2V y derivados como parte de sus enfoques prioritarios.**

Para dar respuesta a los retos de la transición hacia las energías limpias y cumplir los ambiciosos objetivos de la ATE, será creado un Centro multidisciplinario como un Tanque de pensamiento e investigación ("Think Tank") y tanque de implementación ("to do Tank"). Su objetivo principal es analizar los impactos de las tecnologías y las innovaciones en la transición energética, proporcionar recomendaciones para las respuestas políticas que guían la transición

energética y su impacto e interacción con otros sectores y con otras áreas políticas, mientras monitorea y analiza las tendencias en tecnologías e innovaciones que son relevantes, en el sector energético, transporte y la movilidad, la industria, el sector digital y las ciudades, viviendas y edificios.

El Centro implementará sus áreas de acción por medio de fases, donde la investigación, desarrollo e innovación será uno de sus enfoques primordiales.

Se espera que científicos nacionales e internacionales colaboren para aportar nuevo conocimiento sobre el uso de la tecnología para el desarrollo sostenible, desde el sector energético a través de la descarbonización, descentralización, digitalización y democratización del mismo y su aporte a los bloques constructivos del desarrollo sostenible según lo establece el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas creando los siguientes nexos:

- Energía y transporte marítimo, aéreo y terrestre,
- Energía y seguridad alimenticia y nutrición,
- Energía y manejo de recursos naturales,
- Energía y erradicación de la pobreza,
- Energía y urbanización sostenible y agua.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Formalizar de un equipo multidisciplinario público-privado.
- b. Elaborar una Agenda de Trabajo anual que incluya el desarrollo programas y ejecución proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que incluya las siguientes actividades junto a la Universidad Técnica de Munich:

- Desarrollar gemelos digitales asociados a la operación del Hub Transformacional de H2V y su futura operación logística.
  - i. Investigar los impactos energéticos y económicos de la producción, almacenamiento y despacho de H2V y sus derivados.
  - ii. Analizar el impacto de la utilización de H2V y derivados para uso doméstico.
  - iii. Evaluar consideraciones para la optimización de infraestructura nueva y existente junto a opciones logísticas para el aprovechamiento de las oportunidades de negocio del hub transformacional de H2V.
- Desarrollar y proporcionar soluciones técnicas adecuadas a las necesidades locales y condiciones regionales en cooperación con universidades y empresas, tanto locales como internacionales.
- Fomentar el establecer una nueva Zona Nacional Especial de Innovación para la Transición Energética (no limitada a un sitio físico).
- c. Desarrollar una Propuesta del Portafolio con las actividades iniciales del Centro incluyendo el mapeo de donantes y la consecución de los recursos para su desarrollo.
- d. Elaborar los procedimientos internos del funcionamiento del Centro, identificando los procesos claves y sistemas integrados de gestión.
- e. Difundir del Plan de Trabajo al público.

- f. Colaborar con otros centros de I+D+i nacionales, regionales e internacionales con fines de compartir conocimientos y aprovechar sinergias entre iniciativas.
- g. Gestionar fondos de investigación asociados a los nexos descritos anteriormente.
- h. Integrar miembros institucionales, corporativos, que sean líderes en el desarrollo y uso de tecnologías para el desarrollo sostenible a nivel nacional y regional.
- i. Incentivar la cooperación en proyectos de investigación entre sus miembros.
- j. Crear una plataforma de nuevos conocimientos asociados a los nexos descritos previamente.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, Academia, Sector Privado, Organizaciones No Gubernamentales, Fundaciones de Interés Público.

**Hitos:**

1. Agenda de Trabajo anual elaborada, incluyendo el desarrollo programas y ejecución proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (Q1 - 2024);
2. Plataforma de nuevos conocimientos asociados a los nexos descritos previamente creada (Q4 - 2024);

**Línea de Acción 19: Fortalecer los procedimientos de evaluación ambiental de proyectos que se impulsarán en Panamá en el desarrollo de la economía del H2V.**

El decreto ejecutivo 123 del 14 de septiembre de 2009, por el cual se reglamenta la Ley

General de Ambiente indica que los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) deben describir las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos significativos y que posterior a su revisión, deberá preparar un informe de evaluación correspondiente al proyecto presentado, y que este deberá ser analizado por las Unidades Ambientales Sectoriales y Municipales junto a las administraciones regionales del Ministerio de Ambiente.

Considerando que la producción, almacenamiento, trasiego y despacho de H2V y sus derivados como un energético es una actividad naciente, es fundamental preparar tanto al personal de MiAmbiente que lleva a cabo las actividades de evaluación de los estudios de impacto ambiental, como a los representantes de la Unidades Ambientales Sectoriales y Municipales para que se familiaricen con la tecnología y puedan fortalecer sus capacidades y llevar a cabo análisis y recomendaciones técnicas claras a los EIAs, así como asegurar el cumplimiento de los periodos de análisis como establecido en los procedimientos de dicha Institución.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Diseñar un curso de capacitación en proyectos de H2V y derivados en las diferentes fases de la cadena de suministro, dirigido a evaluadores ambientales de MiAmbiente, Unidades Sectoriales y Unidades Municipales en coordinación con entidades educativas a nivel nacional.
- b. Desarrollar una plataforma para la implementación del curso en formato virtual, donde, cada funcionario del Estado relacionado al proceso de evaluación de EIAs deba periódicamente fortalecer sus capacidades y recibir un comprobante de

que ha pasado el curso satisfactoriamente, y monitorear el vencimiento del periodo de validez de dichas capacitaciones.

- c. Establecer un proceso de verificación de competencias para evaluación de este tipo de proyectos en MiAmbiente y demás instituciones relacionadas al tema.
- d. Llevar a cabo las primeras capacitaciones al personal del Ministerio de Ambiente, Unidades Sectoriales y Unidades Municipales sobre los procesos de producción y operación de la cadena de suministro de H2V y derivados para fortalecer las capacidades técnicas de los equipos profesionales encargados de hacer evaluaciones ambientales de proyectos, en materias de H2V y derivados.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, MiAmbiente, UTP, INADEH

**Hitos:**

1. Curso de capacitación diseñado en proyectos de H2V y derivados en las diferentes fases de la cadena de suministro, dirigido a evaluadores ambientales de MiAmbiente, Unidades Sectoriales y Unidades Municipales en coordinación con entidades educativas a nivel nacional (Q1, 2024)
2. 50% de los profesionales que llevan a cabo evaluaciones de estudios de impacto ambiental a nivel nacional capacitados en los procesos de producción y operación de la cadena de suministro de H2V y derivados (Q3, 2024)

## 9.4. Cuarto Eje Estratégico: Desarrollar el capital humano y la aceptación social que habilite la economía del H2V y derivados.

La transición energética es uno de los más pujantes reactivadores de la economía, que expande de forma duradera la creación de empleos dignos basados en un enfoque integral compuesto por políticas de implementación, integración y habilitación, así como políticas industriales, educación y capacitación, medidas del mercado laboral, estrategias de diversidad e inclusión, y medidas de revitalización regional y protección social (IRENA, 2021).

Tanto la Agenda de Transición Energética de Panamá como la ENHIVE son habilitadores de empleos dignos que generan lugares de trabajo seguros, sostenibles, con buenos salarios y condiciones laborales atractivas y justas donde hombres y mujeres, jóvenes y adultos mayores tienen una amplia oportunidad de participar en esta industria.

La economía del H2V está en crecimiento, por lo cual se requiere de hacer crecer las capacidades y habilidades relacionadas con el despliegue de este mercado nacional, regional y global para las próximas décadas.

IRENA en su reporte de Empleos de la Transición Energética afirma que la inversión en electrolizadores y demás infraestructura de H2V podría crear unos 2 millones de puestos de trabajo en todo el mundo entre 2030 y 2050.

Esto incluye la producción de hidrógeno, su distribución e infraestructura, y la fabricación de equipos, componentes y materiales necesarios, así como aplicaciones de uso final en el sector energético, el transporte, los edificios y la industria. Ese mismo reporte también indica que, en el 2021, sólo 105 mujeres a nivel global trabajan en temas de H2V.

Al mismo tiempo, la implementación de la ENHIVE requiere que la población en general, así como los sectores productivos de la economía, conozcan y comprendan las aplicaciones clave de la tecnología del H2V y sus derivados, y que, al conocer sus beneficios y opciones de uso, puedan también incidir activamente en la apropiación de la tecnología.

Este eje estratégico pretende, no solo facilitar el proceso de levantamiento de capacidades para la operatividad del hub transformacional de H2V y del mercado relativo a este, si no también, fomentar la introducción de los conceptos asociados a la Transición Energética y a las diferentes tecnologías de descarbonización relacionados con estos vectores energéticos, ajustado a la idiosincrasia y multiculturalidad de la República de Panamá.

**Línea de Acción 20: Definir e implementar un programa de difusión de información para compartir a nivel nacional mejores prácticas y crear conocimiento tecnológico a nivel nacional acerca del H2V y sus derivados.**

La comunicación en la administración pública debe responder a la necesidad de cumplir y satisfacer el derecho de los ciudadanos a ser informados, tanto de los resultados operativos como sobre su gestión.

La comunicación tiene una dimensión estratégica fundamental, vinculada a la entidad con su entorno y facilita la ejecución de sus operaciones involucrando a la población.

Para asegurar la alta penetración del uso de las tecnologías de H2V a nivel nacional, tanto los tomadores de decisiones, como los empresarios y el panameño de “a pie” debe manejar un conocimiento básico sobre lo que es este nuevo energético y su amplia contribución a la lucha climática.

La Secretaria Nacional de Energía busca crear un ambiente favorable en las redes y en medios masivos sobre la producción y consumo responsable, el ahorro y eficiencia energética, energías renovables, movilidad eléctrica, H2V, junto a la importancia del involucramiento de mujeres y jóvenes en la transición energética, mientras que fortalece la capacidad de Panamá para hacer frente a los impactos del cambio climático a través de las oportunidades que la ENHIVE genera.

Esta línea de acción pretende crear mecanismos y espacios diferenciados de interacción con los actores clave de la ENHIVE, así como con el ciudadano en general, para facilitar el entendimiento de esta tecnología en desarrollo, en el marco de la implementación de la Estrategia de Comunicación de la Agenda de Transición Energética (Comunic-ATE).

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Diseñar, desarrollar, guiar, coordinar, monitorear la implementación de las acciones de comunicación para divulgar las líneas de acción de la ENHIVE, en el marco del de la Agenda de Transición Energética por medio de un sub comité especial del Comité Interinstitucional de H2V, midiendo el impacto de su accionar.
- b. Crear un ambiente favorable en las redes y en medios masivos de comunicación sobre ¿qué es el H2V y sus derivados?; ¿para qué sirve?; ¿cómo se genera? y ¿cuál es el beneficio para Panamá de participar en este mercado?
- c. Seleccionar “Campeones” nacionales e internacionales en iniciativas de H2V y derivados y designarlos como voceros del impacto de la ENHIVE a nivel nacional.

- d. Crear una sección interactiva en la página web de la SNE, que quincenalmente genere trivias sobre información básica asociada al H2V y derivados.
- e. Realizar un abordaje/concientización social a la población de Panamá sobre el uso y beneficios del H2V.
- f. Articular alianzas estratégicas con los programas ambientales de radio y televisión, permitiendo la difusión de información completa y verídica acerca del H2V y sus tecnologías.
- g. Fomentar el desarrollo de alianzas con entidades públicas y privadas para promover intercambios profesionales en materia de Hidrógeno Verde y derivados.

**Prioridad: Media**

**Actores Responsables:** SNE, Mi Cultura, MICI, ATTT, medios de comunicación del Estado.

**Hitos:**

1. Programa de implementación de las acciones de comunicación para divulgar las líneas de acción de la ENHIVE diseñado y desarrollado (Q2, 2024).
2. Redes y medios masivos de comunicación con información sobre ¿qué es el H2V y sus derivados?; ¿para qué sirve?; ¿cómo se genera? y ¿cuál es el beneficio para Panamá de participar en este mercado? (Q4, 2023).
3. Alianzas estratégicas con los programas ambientales de radio y televisión consolidadas, permitiendo la difusión de información completa y verídica acerca del H2V y sus tecnologías. (Q2, 2025)

**Línea de Acción 21: Realizar un análisis de capacidades, con enfoque de género, para el desarrollo de cada eslabón de la cadena de valor de H2V y derivados.**

El desarrollo de capacidades es una intervención que fortalece las habilidades del actual o futuro recurso humano para cumplir su objetivo mediante la promoción de una gestión sólida, una gobernabilidad sólida y una nueva dedicación persistente para lograr un resultado de manera efectiva, mientras se asegura que se cuenta con los recursos necesarios para tener éxito.

Para la implementación de la ENHIVE se requiere una diversificación de talentos a lo largo de toda la cadena de suministro de H2V y sus derivados, lo cual no solo está relacionado a conocimientos sobre la tecnología, si no también al desarrollo de recursos, diversificación de fuentes de financiamiento para iniciativas, aprendizaje organizacional, desarrollo de liderazgo y otras actividades que permitan materializar las metas y objetivos en este documento.

Esta línea de acción se basa en la planificación del desarrollo de capacidades considerando, el levantamiento de una línea base sobre la capacidad existente a nivel nacional, teniendo claridad en que lo que se busca es el desarrollo de proyectos e iniciativas que sean implementadas, lideradas y gestionadas por hombres y mujeres con las habilidades, talentos, conocimientos, actitudes y aptitudes necesarias para interactuar en el marco de una disrupción tecnológica, camino hacia a descarbonización de la economía. Las capacidades tienen que ir ligadas a ponerlas en práctica en un entorno cambiante.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Identificar actores claves y partes interesadas a lo largo de la cadena de suministro de H2V y sus derivados, y definir

el posible rol de cada uno de ellos, analizar y evaluar la interacción interrelacionada entre cada uno de ellos.

- b.** Llevar a cabo la descripción del alcance del análisis de capacidades donde se indica:
- La definición de las capacidades a aplicar en la evaluación
  - El propósito esperado de la capacidad a desarrollar / fortalecer
  - El mandato / rol del actor a evaluar
  - Preparación para el cambio y acuerdo de las partes interesadas sobre la necesidad de la evaluación.
- c.** Estructurar la metodología de evaluación de capacidades, esto es, decidir qué evaluar y cómo se analizarán los datos considerando como mínimo
- Niveles de capacidad;
  - Tipos de capacidad;
  - Temas de aplicación.
- d.** Incluir análisis con enfoque de género y otros temas transversales que aporten integralidad al análisis.
- e.** Llevar el análisis de lo general a lo específico consternado un enfoque incremental, junto a un análisis de brechas en las capacidades actuales versus las esperadas.
- f.** Desarrollar el análisis de capacidades para el desarrollo de cada eslabón de la cadena de valor de H2V y derivados.
- g.** Estimación de la mano de obra requerida para la implementación de la ENHIVE, junto a la estimación del número de profesores y formadores de formadores requeridos anualmente para la implementación de la estrategia.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, MICI, UTP, UP, INADEH, ITSE

**Hito:**

1. Documento de análisis de capacidades para el desarrollo de cada eslabón de cadena de valor de H2V y derivados realizado (Q1, 2025).

**Línea de Acción 22: Implementar programas de formación de capital humano en los diferentes niveles de especialización: desde el nivel técnico hasta el nivel de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), asegurando la formación de los perfiles solicitados para apoyar a lo largo de toda la cadena de suministro.**

Habiendo llevado a cabo el análisis de las capacidades necesarias para la implementación de la ENHIVE de Panamá, conociendo las fortalezas y debilidades tanto del recurso humano a fortalecer, como de las entidades educativas a llevar a cabo el proceso de formación del capital humano, esta línea de acción contribuirá a la creación de diversos programas de formación para las habilidades y capacidades que requieran una mayor celeridad en su puesta en marcha.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a.** Crear la “Metaversidad panameña” enlazada a Clústeres Tecnológicos del H2V y sus derivados
  - Diseñar programas de formación profesional ingenieril en relación a la cadena de suministro de H2V y derivados, en alianza con universidades internacionales y demás entidades educativas nacionales en el marco de la plataforma del meta verso.

- Diseñar “Laboratorios de trabajo” para la creación de perfiles profesionales específicos en cada punto de la cadena de suministro de H2V y derivados para proporcionar una educación más personalizada.
- b. Diseñar el perfil curricular para la construcción de infraestructura de producción, almacenamiento y despacho de H2V y derivados en los institutos técnicos superior.
- c. Diseñar el perfil curricular de diplomados y maestrías en H2V y derivados en formato presencial.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, MICI, UTP, UP, INADEH, ITSE, demás instituciones educativas

**Hito:**

1. Perfil curricular diseñado de diplomados y maestrías en H2V y derivados en formato presencial (Q2, 2026)

**Línea de Acción 23: Establecer un programa de becas para diplomado en H2V y derivados para profesionales del sector energético panameño**

Una transición justa e inclusiva es aquella centrada en el bienestar de los individuos, que habilita espacios para que todos puedan ser partícipes de los beneficios y oportunidades que generan las energías limpias.

Una transición energética justa e inclusiva ofrece una oportunidad importante para catalizar transformaciones estructurales en la energía y los sectores relevantes, aumentar las sinergias positivas y reducir las brechas de desarrollo.

Siendo el H2V y sus derivados la alternativa por excelencia para descarbonizar los sectores

de mayores emisiones de gases de efecto invernadero, se requiere contar con medidas que permitan facilitar el proceso de transición hacia la energía sostenible, de quienes actualmente laboran en relación a los combustibles fósiles.

Para apremiar el fortalecimiento y creación de nuevas capacidades en el sector energético panameño actual, se prevé la creación de un diplomado en H2V y derivados específico para actuales profesionales que trabajen en el sector energético panameño, de preferencia mujeres del sub sector de hidrocarburos para que de forma pronta y gratuita pueda adquirir las habilidades y conocimientos que les permitirán encontrar una oportunidad laboral dentro o fuera de su actual lugar de trabajo, pero que les permita contribuir activamente tanto a la implementación de la ENHIVE como a la materialización de los lineamientos estratégicos de la Agenda de Transición Energética de Panamá.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Gestionar fondos para la formulación del programa de becas para diplomado en H2V y derivados para profesionales del sector energético panameño.
- b. Analizar y seleccionar posibles actores clave en la formulación de la iniciativa.
- c. Diseñar y aprobar la curricula del diplomado en H2V y derivados para profesionales del sector energético panameño.
- d. Diseñar el proceso de convocatoria de profesionales del sector energético panameño para aplicar al diplomado en H2V y derivados con enfoque de género.
- e. Seleccionar a los participantes en el diplomado en H2V y derivados.
- f. Implementar el diplomado en H2V y derivados.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, MiAmbiente, entidades académicas nacionales e internacionales

**Hito:**

1. Diseñar y aprobar la curricula del diplomado en H2V y derivados para profesionales del sector energético panameño (Q2, 2023).
2. Implementar el diplomado en H2V y derivados (Q4, 2023).

## 9.5. Quinto Eje Estratégico: Desarrollar la legislación, regulación y financiamiento para el fomento de H2V y derivados.

Para llevar a cabo el aprovechamiento de las tecnologías de H2V y derivados y se contribuya en tiempo a alcanzar el punto de inflexión en el patrón de emisiones de gases de efecto invernadero, para aspirar a un clima con un aumento de la temperatura promedio global de no más de 1.5°C, se necesitan marcos legales y regulatorios robustos que le den fuerza y seguridad jurídica al crecimiento del uso de H2V, mientras que simultáneamente fomenta la inversión y la creación de una nueva industria local, con impacto global.

Este eje estratégico tiene el objetivo de habilitar la creación de un marco legal para todas las actividades asociadas a la cadena de suministro de H2V como un energético, tanto en el sector marítimo, aéreo, transporte terrestre, mientras se genera un entorno atractivo para inversionistas, desarrolladores de proyecto, así como entidades financieras que se vean atraídas a ingresar a este sector.

Este eje estratégico va a generar un entorno regulatorio novedoso asociado a las medidas de seguridad para su producción, calidad,

administración, transporte, almacenamiento y también indicará cuales son tecnologías más recomendadas para su implementación en el territorio nacional que respalden los altos niveles de inversión para su desarrollo.

Panamá pretende habilitar oportunidades de financiamiento local para el desarrollo de actividades de la cadena de suministro de H2V y derivados, y está creando el marco legal y regulatorio con visión a corto, mediano y largo plazo.

Esta Estrategia pretender ser una señal estimuladora de la demanda para garantizar que la adopción de tecnologías de H2V y derivados donde los clústeres de H2V y derivados serán el fomentador nato del crecimiento de las energías renovables, contribuyendo a las metas de la Estrategias Nacionales de Generación Distribuida, de Innovación del Sistema Interconectado Nacional, de Movilidad Eléctrica y Acceso Universal a la Energía.

La información científico-técnica analizada, junto a los análisis de pre-factibilidad diseñados y las proyecciones globales y nacionales del comportamiento del mercado de H2V y derivados permitió definir el tipo de aliciente más apropiado para establecer las líneas de acción que fomente un marco regulatorio que impulse una transformación rentable que beneficie a los ciudadanos.

### Línea de acción 24: Desarrollar y actualizar el marco legal, reglamentos y propuesta innovadoras para el fomento de la cadena de valor del H2V y sus derivados.

La situación actual panameña presenta un marco legal que precisa facultar modelos de negocios actualizados para implementar la ATE, de la mano de nuevos tipos de agentes y actividades comerciales para impulsar el desarrollo del

mercado hacia las metas y objetivos establecidos en la ENHIVE.

La creación de un Hub Transformacional del H2V y derivados en Panamá requiere de la elaboración y sistematización de ajustes legales y regulatorios que permitan la modernización del accionar del sector energético considerando las nuevas tecnologías para la producción de energéticos descarbonizado para generar una gradualidad en la implementación de las metas por medio de soluciones balanceadas y viables que disminuyan el riesgo de implementación.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Incluir elementos del marco legal para el H2V y derivados en el anteproyecto de ley de Reforma del Marco Legal del Sector Eléctrico en Materia de Transición Energética.
  - Incluir en la propuesta de ley que la producción de H2V y sus derivados sean reconocidos como un energético sostenible, y se considere el almacenamiento de energía por medio de celdas de combustible de H2V como posible proveedor de servicios auxiliares. Así mismo modificar los artículos 3, 6 y 7 de la ley 43 de 2011.
  - Incluir en la propuesta de ley que la producción de H2V y sus derivados sea considerado como parte de las actividades sujetas a los beneficios a las energías renovables. Así mismo modificar el artículo 2 de la Ley 45 de 2004.
  - Incluir en la propuesta de ley que es potestad de la Secretaria Nacional de Energía la fijación de criterios que guíen la elaboración de las regulaciones técnicas para el H2V y sus derivados.
- b. Modificar el decreto ley de hidrocarburos para habilitar la creación de nuevas “Zonas Libres de H2V y sus derivados”, así como la inclusión de zonas libres de H2V y sus derivados dentro de las zonas libres de combustibles existentes, los cuales cuenten con una temporalidad específica y que tengan como finalidad incentivar el uso de combustibles limpios.
- c. Crear un anteproyecto de ley de H2V que:
  - Otorgue la potestad a la Secretaria Nacional de Energía, la fijación de criterios que guíen la elaboración de estándares y certificación de la cadena de valor del H2V y sus derivados.
  - Desarrolle un sistema de incentivos para la descarbonización de actividades portuarias en Panamá para estimular la demanda hacia H2V y derivados.
  - Dictamine métodos para garantizar y certificar el origen del H2V y derivados junto a la huella de carbono de su producción y transporte.
- d. Coordinar con la AMP el desarrollo de un estudio de mercado del impacto de la puesta en marcha de una propuesta de incentivos/tarifas preferenciales para los barcos que decidan abanderarse panameños y que operen con derivados de hidrógeno.
- e. Coordinar con la Autoridad de Aeronáutica Civil un estudio de mercado del impacto de la puesta en marcha una propuesta de incentivos preferenciales para aquellas aerolíneas que operen con H2V y sus derivados, y que se abastezcan en el aeropuerto de Tocumen (despachado en Panamá), atrayendo demanda hacia estos combustibles.

- f. Presentar ante el comité técnico de H2V las iniciativas legales y regulatorias para el desarrollo de la cadena de suministro de H2V y derivados.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, AMP, AAC, MICI, Asamblea Nacional

**Hito:**

1. Elementos del marco legal para el H2V y derivados reflejados en el anteproyecto de ley de la Reforma del Marco Legal del Sector Eléctrico en Materia de Transición Energética (Q4, 2023).

**Línea de acción 25: Evaluar las opciones de instrumentos más rentables para desarrollar proyectos de H2V en Panamá mediante la participación en mecanismos internacionales de crédito.**

Para desplegar las inversiones en la cadena de suministro de H2V y sus derivados, el entorno económico y financiero del país donde se lleve a cabo la inversión es importante, ya que éstos alimentan las proyecciones y determinan la velocidad con la que precio de H2V podrá aumentar su competitividad en los próximos 10 años.

Durante los últimos años, el H2V se ha destacado como un recurso fundamental para la descarbonización de importantes sectores, como el transporte, la siderurgia y el cemento, entre otros. Éste será un mercado estratégico para una economía carbono negativo como la panameña.

Por lo tanto, la identificación de las opciones de instrumentos más rentables para desarrollar proyectos de H2V en Panamá mediante la participación en mecanismos internacionales de crédito es una de las líneas de acción que la ENHIVE promueve.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Identificar entidades de la cooperación internacional con interés en llevar a cabo evaluaciones sobre el rol de los instrumentos crediticios para el desarrollo del mercado de H2V y derivados.
- b. Llevar a cabo un análisis de las opciones de instrumentos para ampliar las inversiones de H2V y derivados en Panamá, incluida la participación potencial en mecanismos de crédito internacionales.
- c. Seleccionar los mecanismos de créditos internacionales más relevantes para escalar las inversiones de H2V y derivados en Panamá.
- d. Presentar el abanico de mecanismos de créditos internacionales para escalar las inversiones de H2V y derivados en Panamá, priorizados, a los actores de la actual y futura cadena de suministro de estos energéticos asociados al hub, incluyendo la banca privada.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, MEF, MIRE

**Hito:**

1. Análisis de las opciones de instrumentos para ampliar las inversiones de H2V y derivados en Panamá realizado (Q1, 2024).

**Línea de acción 26: Analizar el establecimiento de un esquema de financiamiento de investigación en temas relacionados a la transición energética, con énfasis en la cadena de suministro de H2V y derivados para entidades académicas locales mediante concurso, cuyos fondos surjan del sector de combustibles fósiles.**

La ENHIVE se origina como una herramienta para diversificar oportunidades que tiene el país para transformar nuestro sistema energético y lograr medios de vida sostenibles. Esta línea de acción busca ser ese puente transicional del proceso de descarbonización mayormente de las actividades que actualmente utilizan combustibles líquidos y gaseosos de alto contenido de carbono.

Siendo el H2V fabricado exclusivamente con energía renovable, es una alternativa prometedora a los combustibles fósiles contaminantes ya que cuando este se quema produce agua y así no contribuye al cambio climático. Este representa una opción para la última milla de descarbonización de sectores difíciles de abatir debido a su versatilidad para reemplazar los combustibles fósiles en diferentes partes de nuestra economía.

Por ello, es preponderante apoyar las actividades de investigación y desarrollo que habiliten la creación de nuevos mercados y negocios para que el sector privado que, actualmente se dedica a actividades en alguna parte de la cadena de suministro de combustibles fósiles, pueda ir identificando cómo puede y espera participar de la transición energética. Desde la SNE se vislumbra una evolución natural de las empresas de combustibles fósiles a invertir en oportunidades de crecimiento en relación al billonario mercado del H2V y derivados.

Es aquí donde una combinación de capital público y privado puede hacer que los proyectos de hidrógeno sean financierables y comercialmente viables, y que se dirijan recursos a la innovación y desarrollo de la energía sostenible donde los posibles aportes del sector hidrocarburos serán fundamentales para el éxito del proceso de la transición energética.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Identificar el rol que pueden llevar a cabo los actores del sector de combustibles fósiles en la cadena de suministro de H2V y derivados.
- b. Analizar las ventajas competitivas que poseen los actores de sector de combustibles fósiles para la ejecución de actividades en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados.
- c. Diseñar un esquema de financiamiento de investigación en temas relacionados a la transición energética, con énfasis en la cadena de suministro de H2V y derivados, para entidades académicas locales mediante concurso, cuyos fondos surjan del sector de combustibles fósiles.
- d. Analizar el impacto del esquema de financiamiento de investigación en temas relacionados a la transición energética, con énfasis en la cadena de suministro de H2V y derivados, para entidades académicas locales mediante concurso, cuyos fondos surjan del sector de combustibles fósiles.
- e. Construir el diseño y análisis de la propuesta del esquema con la activa participación de representantes del sector público y privado.
- f. Presentar el diseño del esquema y su análisis ante el Comité Interinstitucional de H2V y derivados de Panamá.

**Prioridad: Media****Actores Responsables:** SNE, AIG, SENACYT, MEF**Hitos:**

1. Esquema de financiamiento de investigación en temas relacionados a la transición energética, con énfasis en la cadena de suministro de H2V y derivados diseñado (Q1, 2026)

## 9.6. Sexto Eje Estratégico: Fomentar la creación de la infraestructura de la cadena de H2V y sus derivados.

La creación de infraestructura para H2V experimenta una tracción sin precedentes a la vez que aumenta la certidumbre en su capacidad para acelerar los esfuerzos de descarbonización en múltiples sectores como el transporte aéreo, marítimo y terrestre, industria, generación de electricidad entre otros.

Uno de los grandes retos del desarrollo de infraestructura para H2V y derivados es intensiva en recursos y debe llevarse a cabo a un ritmo que fomente la oferta y demanda para cumplir con los objetivos nacionales de descarbonización, donde se esperan diversos roles tanto de los sectores público y privado en el despliegue de infraestructura habilitadora a gran escala, mientras se planifica para el futuro de forma sincronizada.

La ENHIVE pretende convertirse en un instrumento sólido de orientación para el despegue, planificación, financiación e implementación de la infraestructura que reducirá la huella de carbono del PIB Panameño.

## Línea de acción 27: Desarrollar un manual de inversión en infraestructura de iniciativas en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados.

El desarrollo de un manual de inversión en infraestructura de iniciativas para la cadena de suministro de H2V y derivados tiene por objetivo estimular la inversión para la implementación de plantas de producción de H2V y derivados, así como infraestructura para el almacenamiento y despacho de este vector energético para el sector marítimo, aéreo y transporte terrestre, de forma tal que sirva de instrumento de orientación del estado actual del mercado H2V y derivados, junto a su marco legal y regulatorio existente. Este instrumento proveerá un resumen de los aspectos técnico-económicos de los elementos del Hub Transformacional de H2V y derivados que requieren el desarrollo de infraestructura para la cadena de suministro.

### **Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Definir un listado del tipo de infraestructura requerida para la implementación del Hub transformacional de H2V y derivados.
- b. Priorizar las inversiones clave y determinar aquellas con más grado de riesgo que requieren más apoyo.
- c. Describir el contexto habilitante para la inversión en infraestructura de la cadena de suministro de H2V y derivados.
- d. Describir las zonas económicas especiales para el establecimiento de infraestructura para H2V y derivados.
- e. Describir los pasos a seguir para el establecimiento de infraestructura para H2V y derivados por tipo de zona económica.

- f. Describir la inversión necesaria para el establecimiento de infraestructura en cada etapa de la cadena de suministro de H2V y derivados.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, AMP, ProPanama, sector privado, UTP

**Hito:**

1. Manual para el establecimiento de infraestructura para H2V y derivados por tipo de zona económica desarrollado (Q1, 2025)

**Línea de Acción 28: Fomentar la colaboración con Centros de I+D para realizar estudios técnico-económicos de reconversión de barcasas para usar derivados del H2V.**

Cambiar los motores de combustible fósil a unos que puedan funcionar con H2V y/o sus derivados representa agregar nueva tecnología a una barcaza existente. Esto, puede significar en muchos casos una reducción significativa del CAPEX de los proyectos, identificado como una de las mayores barreras del sector marítimo para acelerar la descarbonización de sus flotas.

Para esto se requiere de conocimiento técnico especializado que debe adquirirse aún, y conocer experiencias previas en el tema, así como analizar cuáles podrían ser incentivos, monetarios y no monetarios, que se brinden a empresas que puedan ofertar el servicio de retrofit y que se beneficien de las oportunidades de este posible nicho de mercado. De igual manera se debe incentivar la importación de equipo original, componentes como celdas de combustibles, baterías, tanques, y kits de conversión, con los mismos mecanismos.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Identificar experiencias previas llevadas a cabo por centros de investigación y desarrollo en países dentro o fuera de la región LAC.
- b. Identificar y seleccionar aliados estratégicos para el desarrollo de un proyecto de análisis de la reconversión de barcaza a derivados del H2V.
- c. Identificar fuentes de financiamiento multilateral, fondos climáticos y/o inversiones privadas para el desarrollo de las actividades asociadas a esta línea de acción.
- d. Llevar a cabo análisis de productividad, estudio de técnicos y de mercado de la reconversión de barcasas al uso de derivados de H2V.
- e. Realizar análisis de costos y beneficios de la incorporación de estas alternativas versus el uso de combustibles fósiles a largo plazo.
- f. Diseñar e implementar programas de formación de técnicos de barcasas especializados en H2V y derivados.
- g. Diseñar e implementar un programa piloto de reconversión de barcasas a H2V y derivados.
- h. Presentar los resultados del análisis en el marco del Comité Interinstitucional de H2V de Panamá.

**Prioridad: MEDIA**

**Actores Responsables:** MEF, SNE, UTP, CIEMI, SENACYT

**Hitos:**

1. Programa de formación de técnicos de Barcazas especializados en H2V y derivados diseñado e implementado (Q2, 2027)
2. Programa piloto de reconversión de barcazas a H2V y derivados diseñado e implementado. (Q2, 2028)

### 9.7. Séptimo Eje Estratégico: Fomentar la gobernanza y el diálogo triangular para el desarrollo del H2V y derivados.

Como indicado en los antecedentes, hemos identificado más de 300 actores clave en el proceso de establecimiento de una cadena de suministro de H2V y derivados, lo cual nos muestra la importante relevancia de facilitar un proceso de toma de decisiones a nivel político que se retroalimente por los intereses y experiencias aprendidas de la puesta en marcha del hub transformacional de H2V y derivados, mientras que se generan nuevos conocimientos y habilidades para disminuir la percepción del riesgo a la inversión en tecnologías en proceso de disrupción, de una forma justa e inclusiva ordenada y categorizada.

Por ello la representatividad y la creación de alianzas en el marco de una comunicación abierta entre los actores de la implementación de la estrategia, tanto a nivel nacional, regional y global, es lo que determinará la velocidad de implementación de las líneas de acción descritas, y más importante, la creación de valor en el marco de una transición energética centrada en las personas.

### Línea de Acción 29: Establecer el Comité Interinstitucional de H2V de Panamá - CIHVE.

La Estrategia Nacional de H2V de Panamá, como herramienta de política pública pretende armonizar la coordinación y colaboración entre el sector público, sector privado y academia, para el aprovechamiento máximo de las ventajas competitivas y comparativas en torno al desarrollo de una cadena de suministro de H2V y derivados de articulada, para ello esta línea de acción establece la instancia que se encargará de sistematizar la implementación de sus líneas de acción.

Por ello se crea el Comité Interinstitucional de H2V de Panamá - CIHVE, el cual estará conformado por:

- a. Secretaría Nacional de Energía, quien lo coordinará;
- b. Secretaría de Competitividad (SEDCO);
- c. Ministerio de Economía y Finanzas;
- d. Ministerio de Relaciones Exteriores
- e. Ministerio de Comercio e Industrias;
- f. Ministerio de Ambiente;
- g. Ministerio de Desarrollo Agropecuario;
- h. Autoridad Marítima de Panamá;
- i. Universidad Tecnológica de Panamá;
- j. ProPanamá;
- k. Representante del Sector Eléctrico de Energías Renovables;
- l. Rrepresentante de las terminales de almacenamiento;

- m. Representante del Sector Logístico portuario de Panamá;
- n. Representante del Sector Bancario de Panamá;
- o. Representantes del Sector Industrial.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Desarrollar el reglamento de la Comisión Interinstitucional de H2V y derivados que establezca el marco normativo que facilite el desarrollo de las actividades y el funcionamiento de la Comisión Interinstitucional de H2V y derivados (CIHVE), para la adopción e implementación de la Estrategia Nacional de H2V y Derivados (ENHIVE).
- b. Solicitar a los miembros de la CIHVE la designación de un titular y un suplente, que deberán ser designados mediante notificación escrita por el titular de cada institución que lo conforma, dirigida a la SNE.
- c. Realizar reuniones ordinarias y extraordinarias, cuando lo convoque el Presidente, para llevar a cabo las coordinaciones pertinentes para la implementación de la ENHIVE.
- d. Conformar y participar en las Subcomisiones de trabajo y otros grupos que sean establecidos por el CIHVE.
- e. Proponer temas y asuntos relacionados a la implementación de la ENHIVE.
- f. Conocer, analizar y resolver los asuntos y recomendaciones planteadas por las subcomisiones de trabajo y otros grupos de trabajo que sean creados por el CIHVE.

- g. Facilitar la información requerida para realizar el informe anual de avances en la implementación de la ENHIVE.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE y miembros del Comité Interinstitucional de H2V

**Hito:**

- 1. Reglamento de la Comisión Interinstitucional de H2V y derivados (CIHVE) desarrollado y aprobado (Q2, 2023).

**Línea de Acción 30: Promover activamente la creación de alianzas público-privadas y la generación de consorcios, para impulsar la implementación de proyectos piloto de hidrógeno y derivados.**

La República de Panamá es consciente de la basta magnitud del proceso de descarbonización global y de la relevancia de identificar y seleccionar aliados que compartan similares niveles de ambición y que estén comprometidos con el desarrollo de una visión común para convertir líneas de acción e iniciativas palpables que contribuyan a reducir la temperatura del planeta

Para descarbonizar el mundo, la demanda mundial de electricidad aumentará hasta los 60.000 TWh. Considerando que el transporte marítimo representa el 90% del comercio mundial y de este el 36% del comercio marítimo son productos energéticos, esta estrategia prioriza el desarrollo de alianzas a corto, mediano y largo plazo que activen el modo colaborativo de la industria del H2V y derivados.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Desarrollar un análisis sobre la formación de Alianzas Público-Privadas para la inversión en infraestructura de la cadena de suministro de H<sub>2</sub>V y derivados.
- b. Adherir a Panamá a la iniciativa Centros Marinos de Energía Limpia (Clean Energy Marine Hub - CEM-HUBS), plataforma Público-Privada en todos los sectores de la cadena de valor energético-marítimo (puertos, proveedores de energía, transporte marítimo, finanzas y gobiernos) que funge como una plataforma intersectorial global para compartir conocimientos y datos que reduzcan el riesgo de inversiones para establecer HUBS de energéticos limpios a través del sector marítimo.
- c. Fomentar el desarrollo de un Asociación de H<sub>2</sub>V de Panamá.

**Prioridad MEDIA**

**Actores Responsables:** SNE, AMP, ProPanamá, MIRE

**Hitos:**

1. Panamá como miembro de la iniciativa Centros Marinos de Energía Limpia (Clean Energy Marine Hub - CEM-HUBS) (Q1, 2023).
2. Asociación privada de H<sub>2</sub>V y Derivados en Panamá establecida (Q1, 2024).



Tabla 5: Resumen de líneas de acción de la ENHIVE

Líneas de Acción de la Estrategia Nacional de H2V y Derivados de Panamá						
Primer Eje Estratégico: Convertir a Panamá en el Hub Transformacional de H2V.	Segundo Eje Estratégico: Promover un mercado regional integrado de H2V y derivados.	Tercer Eje Estratégico: Fomentar el mercado doméstico de H2V y derivados.	Cuarto Eje Estratégico: Desarrollar el capital humano y la aceptación social que habilite la economía del H2V y derivados.	Quinto Eje Estratégico: Desarrollar la legislación, regulación y financiamiento para el fomento de H2V y derivados.	Sexto Eje Estratégico: Fomentar la creación de la infraestructura de la cadena de H2V y sus derivados.	Séptimo Eje Estratégico: Fomentar la gobernanza y el diálogo triangular para el desarrollo del H2V y derivados.
Diseñar un plan maestro de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de energéticos limpios para el sector marítimo, con énfasis en green bunkering de amoníaco verde y e-metanol.	Crear alianzas estratégicas con los países de América Latina y el Caribe para incentivar y consolidar la cooperación regional en materias de H2V y derivados, creando mecanismos que permitan el intercambio sistemático de conocimientos y personal capacitado.	Caracterizar la demanda doméstica teórica de Panamá de H2V y derivados, con desglose sectorial (portuaria, movilidad terrestre, aviación, agropecuario, industrial y ferroviario).	Definir e implementar un programa de difusión de información para compartir a nivel nacional mejores prácticas y crear conocimiento acerca del H2V y sus derivados.	Desarrollar y actualizar el marco legal reglamentario y propuesta innovadora para el fomento de la cadena de valor del H2V y sus derivados.	Desarrollar un manual de inversión en infraestructura de iniciativas en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados.	Establecer el Comité Interinstitucional de H2V de Panamá - CIHVE.
Analizar las reducciones de emisiones asociadas a la utilización de hidrógeno, e-metanol y amoníaco verde producido en Panamá en comparación con su importación, para fomentar y promocionar el uso de hidrógeno de menor huella de carbono (versus productos importados) e identificación de posibles clientes de los sectores marítimos y aéreos.	Diseñar un modelo de negocio bajo el cual Panamá para la implementación del Hub Transformacional de H2V y derivados sirva como centro de acopio y despacho/redistribución de equipos e insumos y bienes de su cadena de valor para la región LAC.	Fomentar el retrofit de vehículos por medio de la adquisición de conocimiento técnico relacionado a incentivos para la importación de repuestos y materiales.	Realizar un análisis de capacidades, con enfoque de género, para el desarrollo de cada eslabón de la cadena de valor de H2V y derivados, considerando las oportunidades del mercado local identificadas, determinando las principales áreas de fortalecimiento de capacidades.	Evaluar las opciones de instrumentos más rentables para desarrollar proyectos de H2V en Panamá, mediante la participación en mecanismos internacionales de crédito.	Fomentar la colaboración con Centros HD pertinentes en estudios técnico-económicos de reconversión de barcasas para usar derivados del H2V.	Promover activamente la creación de alianzas público-privadas y la generación de consorcios, para impulsar la implementación de proyectos piloto de H2V y derivados.
Diseñar y fomentar la implementación de un proyecto piloto de green bunkering con derivados de H2V.	Posicionarse como Hub financiero de fomento de las transacciones financieras regionales asociadas a la cadena de valor del H2V y derivados.	Diseñar e implementar un piloto para promover el H2V como energético en el transporte público para potencial de demanda local.	Implementar programas de formación de capital humano en los diferentes niveles de especialización: desde el nivel técnico hasta el nivel de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), asegurando la formación de los perfiles solicitados para apoyar a lo largo de toda la cadena de suministro.	Analizar el establecimiento de un esquema de financiamiento de investigación en temas relacionados a la transición energética, con énfasis en la cadena de suministro de H2V y derivados para entidades académicas locales mediante concurso, cuyos fondos surjan del sector de combustibles fósiles.		
Diseñar un plan general de despliegue del hub de producción, importación, exportación y despacho de combustible limpio para el sector aviación con énfasis en despacho de H2V y derivados.	Desarrollar un estudio sobre el impacto de la interconexión eléctrica regional para intercambios de electricidad renovable entre países de LAC, en la producción de H2V y sus derivados.	Conformar el Centro de Energía Sostenible para la Transición Energética de Panamá, enfocado en I+D+i de H2V y derivados.	Establecer programa de becas para diplomado en H2V y derivados para profesionales del sector energético panameño.			
Diseñar y fomentar la implementación de un piloto de abastecimiento de e-keroseno para el sector aéreo.	Consolidar un mercado de H2V a nivel regional en torno al uso de amoníaco verde para fertilizantes a través de la colaboración entre actores del sector agrícola de los distintos países.	Fortalecer los procedimientos de evaluación ambiental de proyectos que se impulsarán en Panamá en el desarrollo de la economía del H2V y derivados.				
Incluir en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCIYT), un sub programa de innovación que promueva la competitividad de Panamá como Hub de despacho de H2V y derivados para el sector marítimo, aéreo, y transporte de carga pesada que aporte a la consolidación del hub energético sostenible.	Desarrollar un análisis de mercado para el transporte de carga pesada de la región centroamericana con camiones de celdas de H2V.					
Llevar a cabo una vigilancia tecnológica continua con respecto al desarrollo mundial del mercado de los combustibles bajos en CO2 derivados del H2V (amoníaco verde, e-metanol y e-keroseno) para los sectores marítimo, aéreo y transporte de carga pesada.						
Diseñar e Implementar una campaña de comunicación nacional e internacional para posicionar el Hub Transformacional de H2V y Derivados de para los sectores marítimo, aéreo y transporte de carga pesada.						

Hidrógeno Verde - Panamá

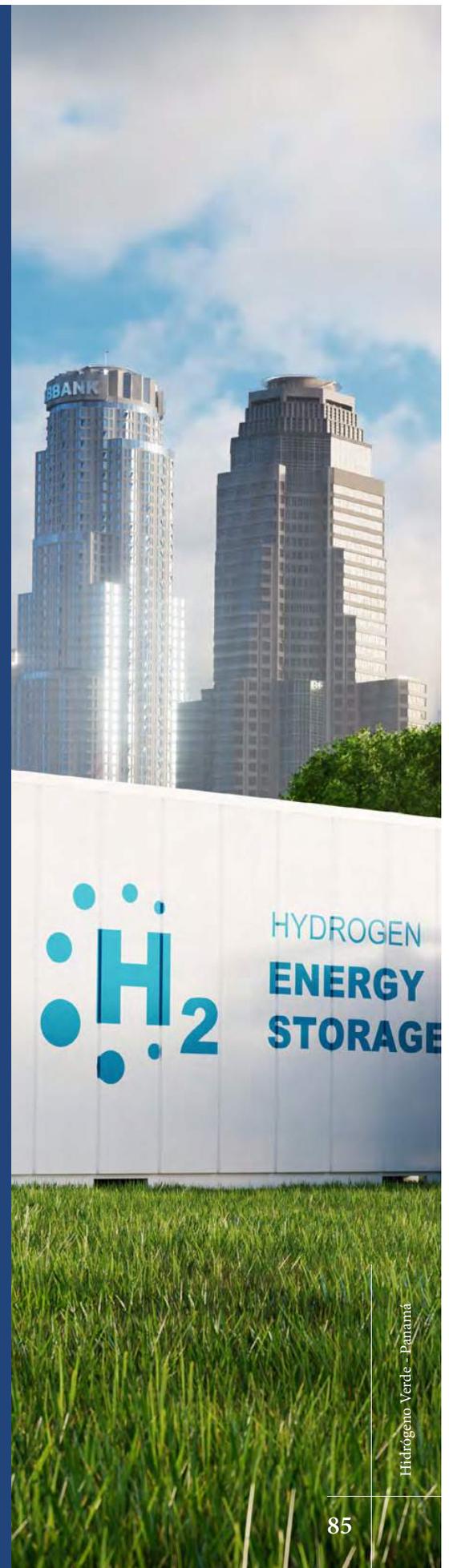


## 10. Articulación entre la ENHIVE y la ENISIN

La coordinación entre la ENHIVE y la Estrategia Nacional de Innovación del Sistema Interconectado Nacional - ENISIN es esencial, dado que la producción de H<sub>2</sub>V y sus derivados va a representar un alto y acelerado crecimiento en la oferta de energía renovables que deberá estar a disposición en el Sistema Interconectado Nacional, siendo el crecimiento de esta nueva industria uno de los vectores determinantes del incremento en la demanda eléctrica al mediano y largo plazo.

Para que la cadena de suministro de H<sub>2</sub>V y derivados logre el alcance planteado en la ENHIVE, el SIN debe ser innovador, moderno, inteligente, y tecnológicamente flexible con altos niveles de almacenamiento, debe contar con inteligencia en las redes de transmisión y distribución; así como un sistema con indicadores de alta calidad de energía; con un mercado eléctrico preparado para abordar estos desafíos; por esto, Panamá se prepara para enmarcar estas estrategias en una legislación robusta con altos grados de institucionalidad.

La innovación tecnológica en el marco del sector energético está habilitando la exportación de la energía renovable “sin requerimiento de líneas de transmisión” para fomentar la descarbonización del sector marítimo, aéreo y terrestre. Sin embargo, hoy más que nunca se hace imperante la consolidación tecnológica a lo largo del SIN para cimentar el cambio geopolítico de la energía hacia la producción substancial de energéticos limpios derivados del H<sub>2</sub>V, donde, su primer insumo es la electricidad renovable.



Es a través del SIN que viajarán los electrones que empujan el progreso hacia las metas del ODS 7 y el Acuerdo de París, donde se precisan importantes innovaciones tecnológicas, políticas, financieras y sociales en todos los aspectos del sistema energético.

La coordinación entre la ENHIVE y la ENISIN se desarrollará por medio del Comité Nacional de Transición Energética (CONTE) con el apoyo del Comité Interinstitucional de H2V y el Comité Interinstitucional de Innovación del SIN (CISIN) para la articulación estratégica entre la ENHIVE y la ENISIN. Estas subcomisiones deberán mantener una comunicación continua de las actividades que desarrollan los comités para aprovechar las sinergias y mejorar la eficiencia de ejecución entre las líneas de acción de cada una de las estrategias nacionales.

De manera similar, la ENHIVE deberá mantener esta comunicación con los comités de las demás estrategias del sector eléctrico establecidas en la ATE.



# 11. Propuesta Especial

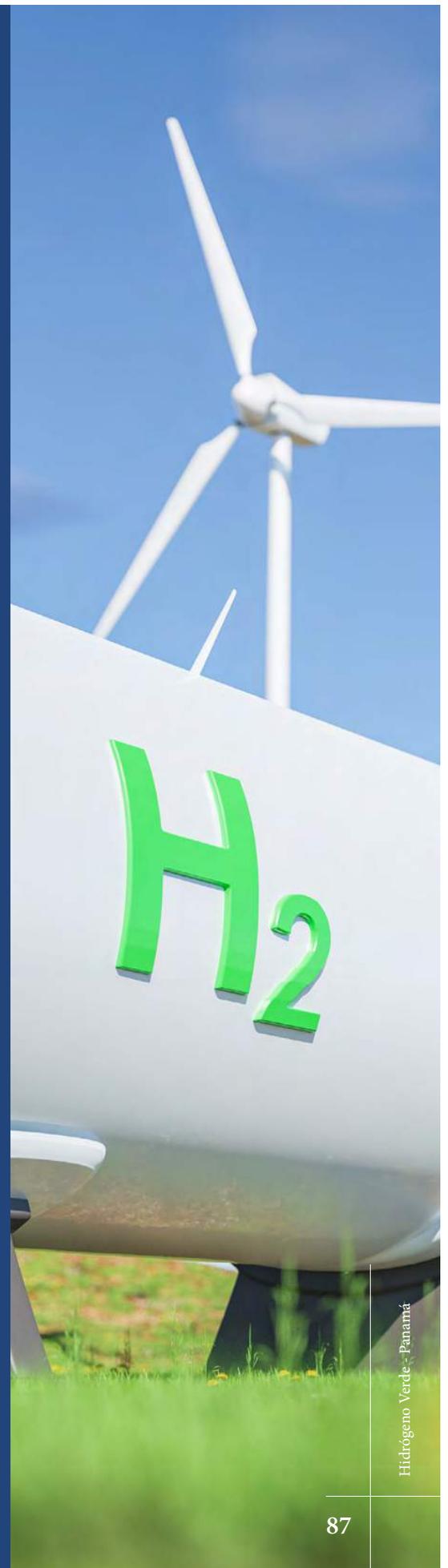
## Organización Internacional para el Comercio de Hidrógeno (HITO)

Tratado Internacional para coordinar el desarrollo del mercado global de Hidrógeno Verde y sus derivados en temas de precios, certificaciones y estándares globales.

El aspirar a un planeta descarbonizado ha acelerado una marcada dualidad en el desarrollo del sector energético de gran escala que se hará significativamente más tangible en los próximos 27 años. Como parte del proceso de facilitar la seguridad energética del proceso de transición energética, la política para el desarrollo junto a las necesidades de mitigación y adaptación al cambio climático incrementarán la rapidez de la disrupción tecnológica para que el mercado del H<sub>2</sub>V y sus derivados disminuyan el consumo de combustibles fósiles substancialmente.

El proceso de descarbonización en el sector energético global con energías alternativas traerá consigo importantes cambios políticos asociados al impulso para incrementar la innovación y flexibilidad de los mercados eléctricos a todos los niveles, así como la producción masiva de H<sub>2</sub>V y demás energéticos limpios, incrementará la posibilidad de alcanzar el equilibrio climático en el tiempo esperado.

La Geopolítica de la Energía necesita un actor adicional que mejore nuestra comprensión de cómo la oferta y la demanda de H<sub>2</sub>V y sus derivados darán forma a la política internacional, y viceversa, proponiendo nuevas formas de pensar y abordar estos desafíos.



Siendo conscientes que el acceso a energéticos exportables/importables es la condición que ha moldeado países potencias y alianzas, Panamá plantea el surgimiento de un nuevo esquema de colaboración, donde, en coordinación con todos los países y regiones del Mundo, surja la Organización Internacional de Comercio de Hidrógeno - HITO, con el objetivo de coordinar y unificar las políticas de los países Hidrogeneros, con el fin de garantizar unos precios justos y estables, junto a estándares y certificaciones, que garanticen un suministro eficiente, económico y regular de hidrógeno y sus derivados, a los consumidores y un rendimiento justo para los inversionistas en la industria del H2V y derivados, de forma justa e inclusiva.

Esto con la intención de facilitar el establecimiento de estrategias comunes y cohesionadas de producción del H2V y sus derivados, que permita acortar las curvas de aprendizaje en la implementación de iniciativas asociadas al hidrógeno verde y sus derivados, analizando y expandiendo el conocimiento para los países miembros sobre el mercado mundial del H2V y derivados.

**Las subactividades para implementar esta línea de acción son las siguientes:**

- a. Desarrollar el tratado de fundación de HITO.
- b. Aprobar por Consejo de Gabinete el Tratado de fundación de HITO.

- c. Presentar y circular el documento del tratado a nivel global.
- d. Identificar y realizar las gestiones para la aceptación y adhesión a HITO por parte de al menos 3 países.
- e. Seleccionar el país sede de HITO, establecer su Secretariado y Junta de Gobernadores
- f. Desarrollar y aprobar el reglamento operativo de HITO.

**Prioridad: ALTA**

**Actores Responsables:** SNE, MIPRE, MIRE

**Hito:**

- 1. Presentación y circulación del documento del tratado a nivel global (Q3 - 2023).
- 2. Aceptación y Adhesión a HITO por parte de al menos 3 países (Q2 - 2024).

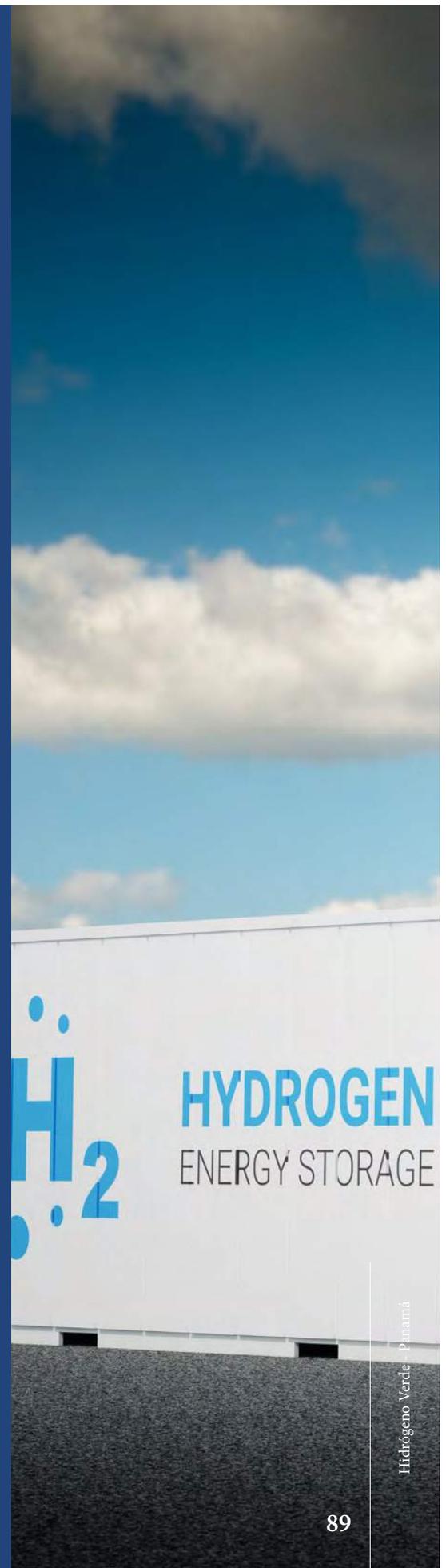


## 12. Estudios de Pre-factibilidad de H2V y Derivados

Para entender los costos de producción del H2V y sus derivados, así como su competitividad en términos de producción se requiere del desarrollo de Estudios de Pre-factibilidad. La ENHIVE tiene la intención de fomentar la inversión en iniciativas asociadas al H2V y derivados en Panamá, y contiene diversos análisis de pre-factibilidad para el desarrollo de proyectos de este tipo, los cuales fueron calculados sin considerar el impacto de la puesta en marcha de los instrumentos mencionados en esta Estrategia, lo que convierte estos datos en la línea base, o punto de partida para medir y monitorear cómo la puesta en marcha de las líneas de acción de ENHIVE, incidirán en el costo beneficio de desarrollar iniciativas en el marco del H2V de Panamá.

Este espacio incluye la información compendiada de 4 Estudios de Pre-factibilidad donde se proporciona información fundamental para analizar la viabilidad tecno-económica:

1. **Proyectos para el sector marítimo y aéreo:**
  - a. Proyecto de producción de H2V en Panamá, conversión a amoníaco e instalación de una estación de despacho de amoníaco como combustible limpio marítimo, con una porción de producción de H2V adicional para proveer combustible limpio para el transporte doméstico terrestre.
  - b. Proyecto de producción de hidrógeno en Panamá y conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo.
2. **Proyectos para el Sector Transporte**
  - a. Proyecto de Flota de Vehículos de Carga.
  - b. Proyecto Estación de despacho de H2V para el transporte.



La viabilidad de los 4 proyectos se analizó identificando y evaluando distintas alternativas viables para los proyectos. Los estudios entregaron información acerca del dimensionamiento principal de la cadena de valor, características operativas, OPEX y modos de operación de los sistemas de producción, estimaciones de CAPEX, costo total de inversión, cronograma de los proyectos, y análisis de costos nivelados.

Los 2 primeros análisis de pre-factibilidad representan potenciales modelos de negocios para el sector marítimo y aviación. Estos análisis fueron desarrollados en el marco de una cooperación técnica con el BID quien contrató a la empresa HINICIO para esta tarea, finalizando en enero de 2023.

### **Proyecto: “Producción de H2V en Panamá y transformación a Amoníaco verde”**

Con el fin de poder potenciar el desarrollo industrial en la provincia de Colón, el proyecto ubicará en esta zona las plantas de generación de energía renovable, planta de producción de H2V y planta de producción de amoníaco verde. El proyecto consiste en una nueva planta de producción de amoníaco verde para abastecer la futura demanda de amoníaco para *green bunkering* en Panamá, con una producción de 65 ktpa. Además, el proyecto considera como demanda complementaria suministrar 0,7 ktpa H2V para la demanda de movilidad de carga pesada de las provincias de Panamá Oeste, Colón y Panamá. El proyecto contempla el inicio del diseño y permisología requerida en la actualidad, bajo el marco legal existente, y la fecha de entrada en operación del proyecto considera el crecimiento de la demanda de combustibles limpios para *Green bunkering* al 2030.

Se realizó un estudio exhaustivo de toda la cadena de suministro, teniendo como principales resultados una arquitectura y dimensionamiento

del sistema que consiste en una planta de generación solar fotovoltaica, complementada con energía eléctrica de la red, una planta de electrólisis para producción de H2V, un sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno gaseoso, una unidad de separación de aire (planta de generación de nitrógeno), una planta de síntesis de amoníaco verde, un almacenamiento de amoníaco verde y una estación de recarga de H2V. La arquitectura y dimensionamiento del sistema se presentan en la figura 16.

La planta producirá 12 ktpa de amoníaco verde, con una potencial reducción de emisiones de 67 kt CO<sub>2</sub>/año<sup>1</sup>. También producirá 0,7 ktpa de hidrógeno para suministrar la demanda complementaria de H2V asociada a la movilidad terrestre de camiones de carga pesada.

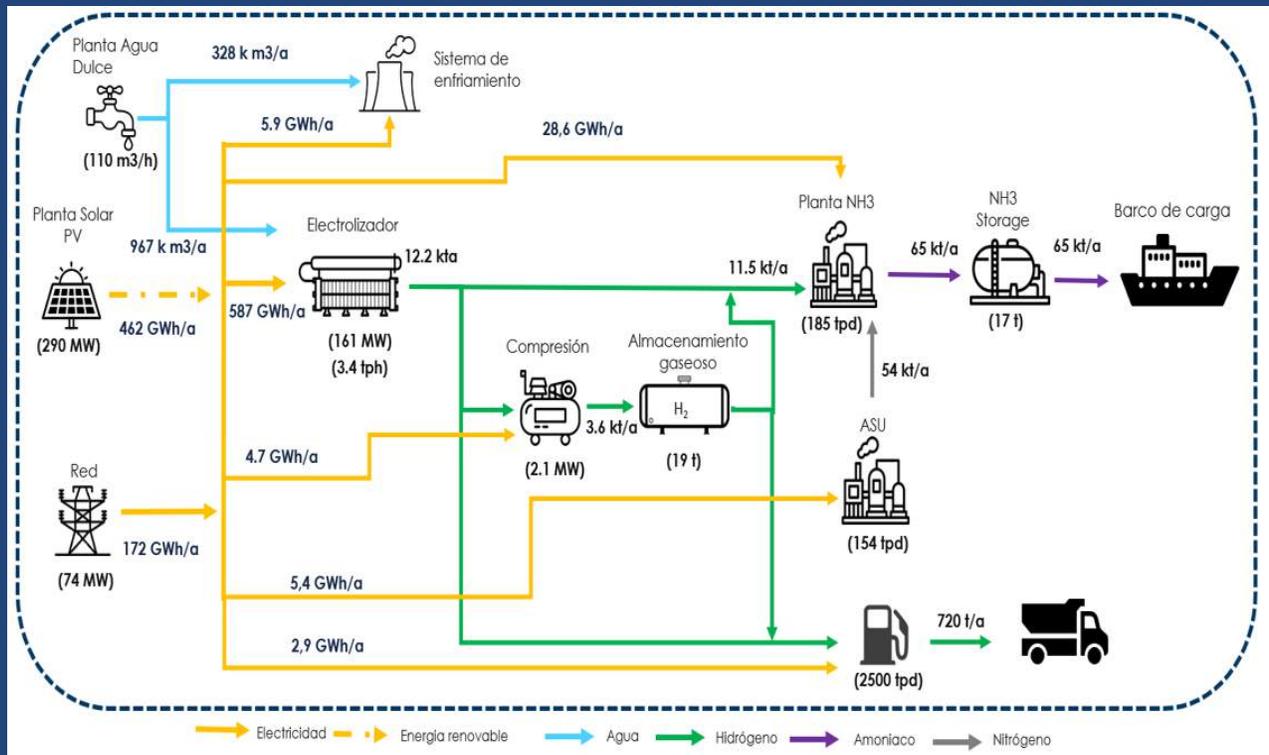
La infraestructura de almacenamiento y operación de bunkering en terminales de amoníaco es similar a la de otros gases licuados como el LPG, con la diferencia de que el amoníaco es tóxico y menos explosivo.

La principal forma para almacenar amoníaco a gran escala es en estanques refrigerados a temperaturas de -33°C. Debido a que, para almacenar el GLP se requiere una temperatura menor que la necesaria para almacenar amoníaco, existe una complementariedad de materiales entre los estanques de GLP que permiten reutilizarlos para almacenar amoníaco, con modificaciones menores.

También es posible reutilizar la infraestructura (con modificaciones menores) de los sistemas de carga y descarga, ductos flexibles, brazos de carga y sistemas de bombeo de GLP para manejar amoníaco, sin embargo, es necesario verificar las capacidades de los sistemas de refrigeración de los estanques para que sean compatibles con los flujos requeridos.

<sup>1</sup> El Factor de reducción de emisiones corresponde a 0,44 t CO<sub>2</sub>/ t NH<sub>3</sub>

Figura 16: Balance de materia y energía de producción de H2V en Panamá y transformación a Amoniaco verde.



La infraestructura y activos existentes permitirían una reducción de costos en la implementación del proyecto, y adicionalmente, se requieren inversiones importantes para el desarrollo de esta iniciativa. La mayoría de la infraestructura existente de bunkering está diseñada para operar con *fuel oil*, que presenta características físico-químicas muy diferentes al GLP o al amoníaco líquido, siendo esta una característica restrictiva para la reutilización en mayor medida de infraestructura utilizada actualmente en las operaciones de bunkering en las zonas destinadas para esta actividad.

Este proyecto tiene un Costo Total de Inversión estimado de **500 MMUSD**, incluidas las contingencias y todos los requerimientos de la cadena de valor hasta el almacenamiento de amoníaco verde. El cálculo del Costo Total de Inversión se basó en una estrategia de contrato tipo Multi-EPC con estimación de CAPEX Clase 5 (Rango de Precisión Esperada: -30% a +50%). En la Figura 17 se presenta el desglose del Costo Total de Inversión.

Como se muestra en la figura 18, el costo nivelado de amoníaco verde obtenido del proyecto para un caso con las condiciones previas mencionadas es de 1.106 USD/t NH<sub>3</sub>, que incluye toda la cadena de valor hasta el almacenamiento de amoníaco verde. La planta solar es el costo con mayor impacto en el LCOA (31%), seguido del consumo eléctrico del mercado "spot" de la red (20%) y la planta de electrólisis (18%). Debido a la degradación del *stack* de la planta de electrólisis y de los paneles de la planta solar, se espera un aumento en el consumo eléctrico de la red cada año, disminuyendo este consumo en los años de reinversión en el *stack* de la planta de electrólisis (año 10 y año 20 de operación). El proyecto tiene una distribución CAPEX/OPEX del 67% y 33% respectivamente en el LCOA final. El suministro de agua (0,2%), las líneas de transmisión y subestación (1,7%), el sistema de enfriamiento

(0,2%) y el almacenamiento de amoníaco verde (2,0%) tienen un bajo impacto en el LCOA.

La figura 19 presenta el desglose del LCOH en un gráfico cascada. El costo nivelado de H<sub>2</sub>V obtenido para la demanda complementaria de movilidad de carga pesada puesto en el vehículo es de **5,8 USD/kg H<sub>2</sub>**. El suministro eléctrico es el costo con mayor impacto en el LCOH (53%), seguido de la planta de electrólisis (19%) y la estación de recarga de hidrógeno (17%). El suministro de agua (0,2%), las líneas de transmisión y subestación (1,7%) y el sistema de enfriamiento (0,2%) tienen un bajo impacto en el LCOH.

Se realizó un análisis de sensibilidad mono-paramétrica en donde se identificó que los parámetros que más influyen en el LCOA son la tasa de descuento del proyecto, el Costo Total de Inversión, el CAPEX de la planta de la planta solar y el CAPEX de la planta de electrólisis. También se realizó una sensibilidad multi-paramétrica utilizando hipótesis optimistas (menor tasa de descuento del proyecto, menor CAPEX de la planta solar, menor costo marginal de energía de la red, menor CAPEX de la planta de amoníaco y unidad separadora de aire, menor CAPEX de la planta de electrólisis y menores costos sistémicos por uso de la red) y se obtuvo que este proyecto podría alcanzar un costo nivelado de amoníaco almacenado total de 766 USD/t NH<sub>3</sub>. Las hipótesis optimistas de disminución de costos de CAPEX de los equipos consideran aumentar la escala del proyecto (alrededor de 350 ktpa de producción de amoníaco) y una disminución de los costos de equipos a nivel global. En la Figura 20 se presenta el desglose de la disminución del LCOA desde el escenario base (proyecto consolidado) hasta el escenario optimista.

Figura 17: Desglose del Costo Total de Inversión del proyecto de producción de H2V en Panamá y transformación a Amoniaco verde.

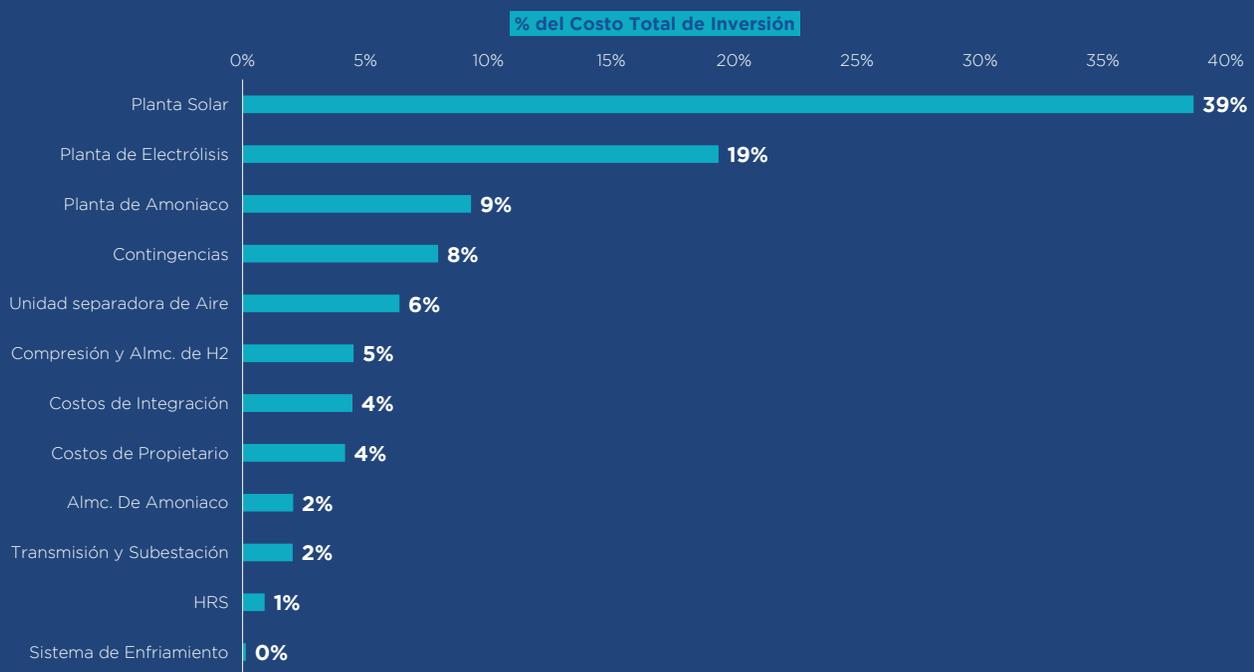


Figura 18: Cascada del costo nivelado de amoniaco verde (LCOA) del proyecto producción de H2V en Panamá y transformación a amoniaco verde [USD/t NH3].

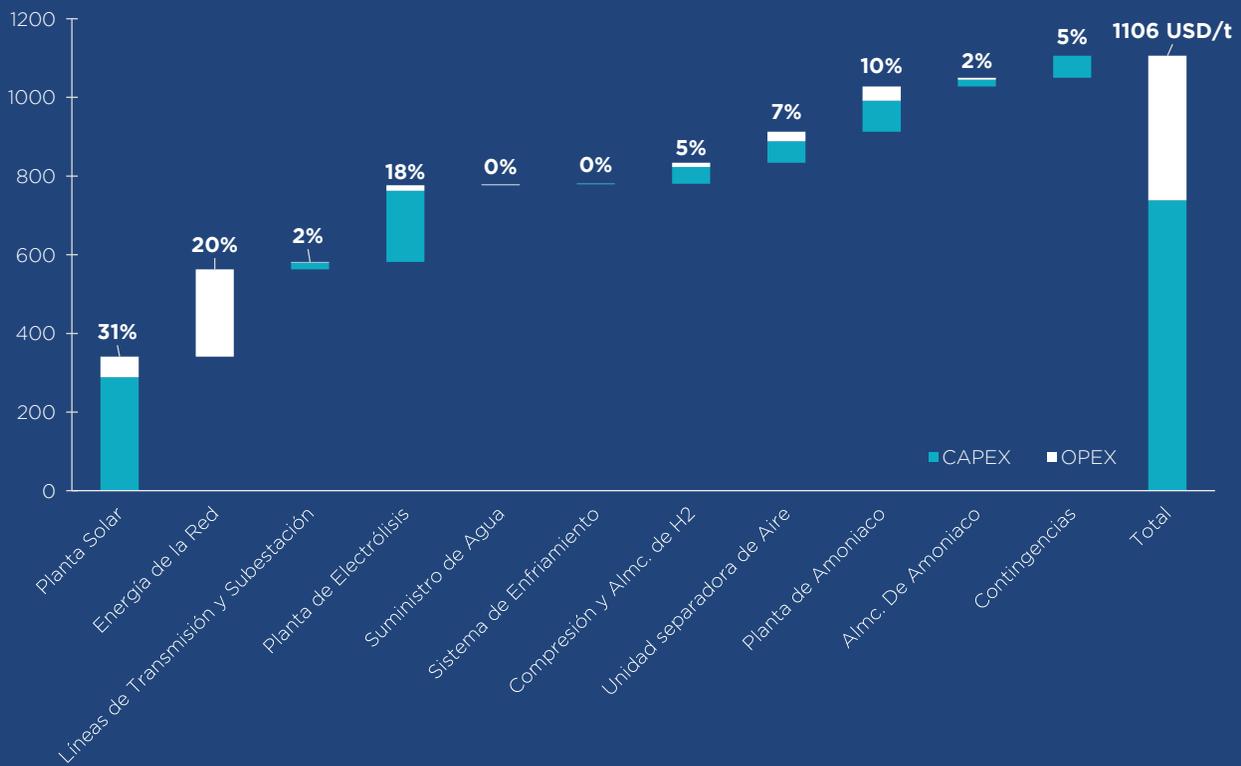


Figura 19: Cascada del costo nivelado de hidrógeno (LCOH) para movilidad del proyecto: producción de H<sub>2</sub>V en Panamá y transformación a amoníaco verde, [USD/kg H<sub>2</sub>]

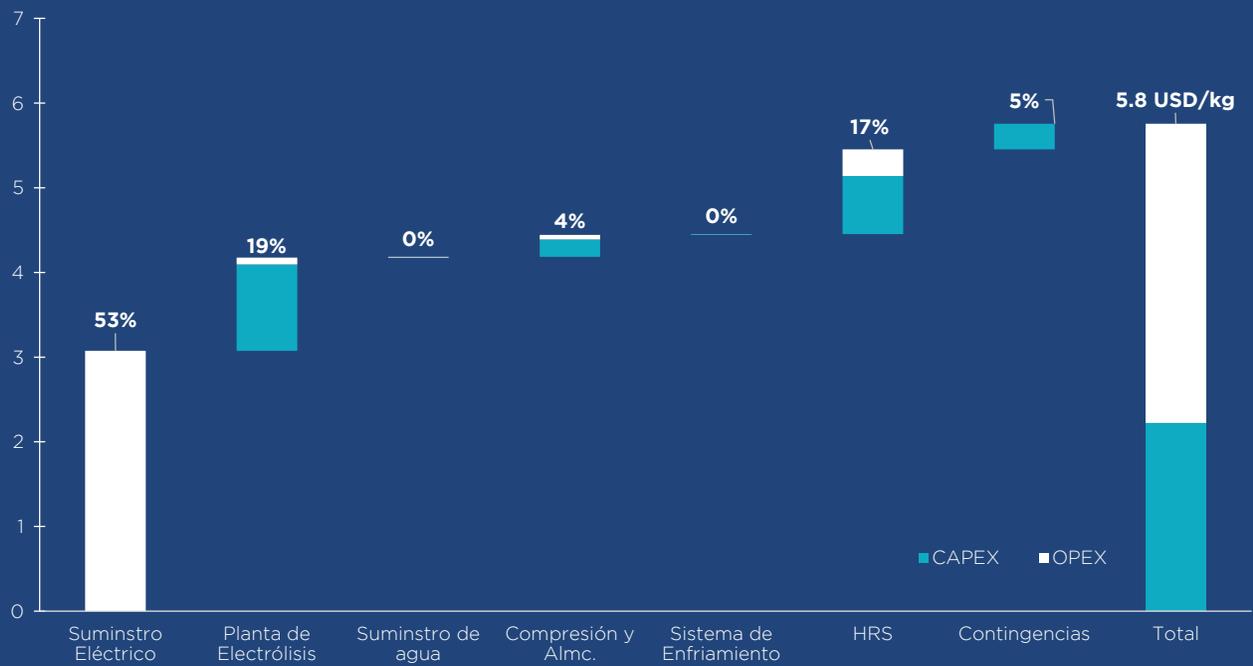
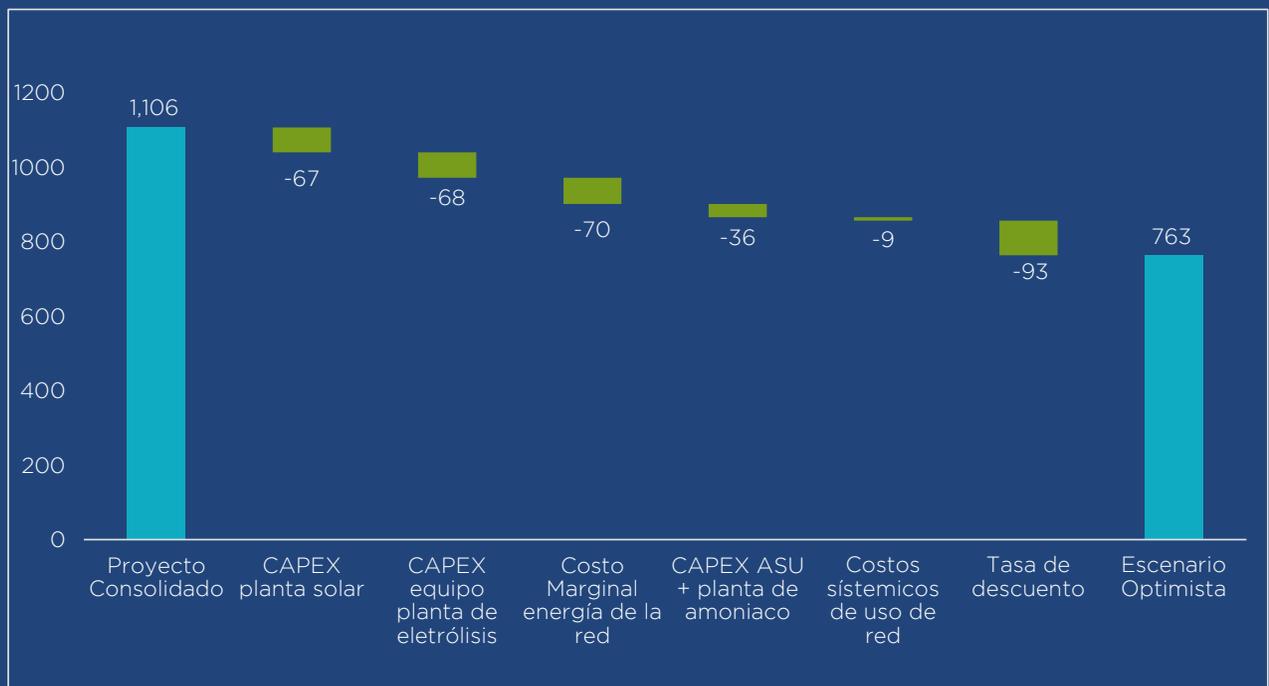


Figura 20: Disminución del LCOA para el escenario optimista, [USD/t NH<sub>3</sub>].



Con los resultados obtenidos se concluye que el amoníaco verde producido en Panamá (310 USD/t NH<sub>3</sub> equivalente) tiene diferencia de precios de 706 USD/t NH<sub>3</sub> respecto al LCOA obtenido de la consolidación del proyecto, y de 456 USD/t NH<sub>3</sub> respecto al LCOA del escenario optimista de la sensibilidad multi-paramétrica con respecto al *fuel oil* proyectado al 2030, lo que indica la implementación de los beneficios asociados a los ajustes al marco legal planteados en la ENHIVE pueden facilitar el escenario de inversión de esta actividad.

Además, este proyecto cuenta con una demanda complementaria de H<sub>2</sub>V para camiones de carga pesada de 0,7 kt/año. Debido a que esta demanda complementaria aprovecha las economías de escala de la cadena de valor para producir amoníaco verde, el proyecto obtuvo un LCOH para movilidad puesto en los camiones de 5,8 USD/kg H<sub>2</sub>. Con este resultado se concluye que el hidrógeno producido está cercano a competir con el costo del diésel proyectado a 2030<sup>2</sup> (4,6 USD/kg H<sub>2</sub> equivalente) con una brecha de competitividad de 1,2 USD/kg H<sub>2</sub>.

### Proyecto: “producción de hidrógeno en Panamá y conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo”

El proyecto consiste en una nueva planta de producción de e-keroseno para abastecer la futura demanda de combustibles limpios para el sector de aviación en Panamá. El proyecto ubicará las plantas de generación de energía renovable en la zona de Arco Seco, y la planta de producción de H<sub>2</sub>V y planta de producción de e-keroseno en la zona en donde se emplaza el Aeropuerto Internacional de Tocumen. Se estima que esta demanda sea de 12 ktpa al 2040 y el proyecto considera producir los 12 ktpa en su totalidad.

<sup>2</sup> Valor del escenario de demanda media

Se realizó un estudio exhaustivo de toda la cadena de suministro teniendo como principales resultados una arquitectura y dimensionamiento del sistema que consiste en una planta de generación solar fotovoltaica, complementada con una planta de energía eólica y energía eléctrica de la red, una planta de electrólisis para producción de H<sub>2</sub>V, un sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno gaseoso, una unidad de captura de CO<sub>2</sub> y una planta Fischer-Tropsch (planta de producción de e-keroseno). La arquitectura y dimensionamiento del sistema se presentan en la Figura 21.

Al producir 12 ktpa de e-keroseno, se esperaría un potencial de reducción de 31 kt CO<sub>2</sub>/año<sup>3</sup>.

Debido a que en este proyecto se producirá el combustible que es utilizado actualmente, pero de forma amigable con el ambiente, se podría reutilizar la infraestructura existente de logística de suministro, almacenamiento y carga de combustible en el Aeropuerto Internacional de Tocumen, lo que permite no considerar costos adicionales de almacenamiento en la evaluación del proyecto.

Este proyecto tiene un Costo Total de Inversión estimado de **208 MMUSD**, cumpliendo con el marco legal vigente, incluidas todas las inversiones necesarias que se detallan en la Figura 22, además de contingencias debido al nivel de madurez del proyecto. El cálculo del Costo Total de Inversión se basó en una estrategia de contrato tipo Multi-EPC con estimación de CAPEX Clase 5 (Rango de Precisión Esperada: -30% a +50%).

Como se muestra en la figura 23, el proyecto obtuvo un costo nivelado de e-keroseno de **2.851 USD/t e-k**. La planta solar es el costo con mayor impacto en el LCOK (36%), seguido del consumo eléctrico de la red (20%) y la planta de electrólisis

<sup>3</sup> El factor de reducción de emisiones corresponde a 1.09 tCO<sub>2</sub>/t e-keroseno

Figura 21: Balance de materia y energía del proyecto producción de H2V en Panamá y conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo

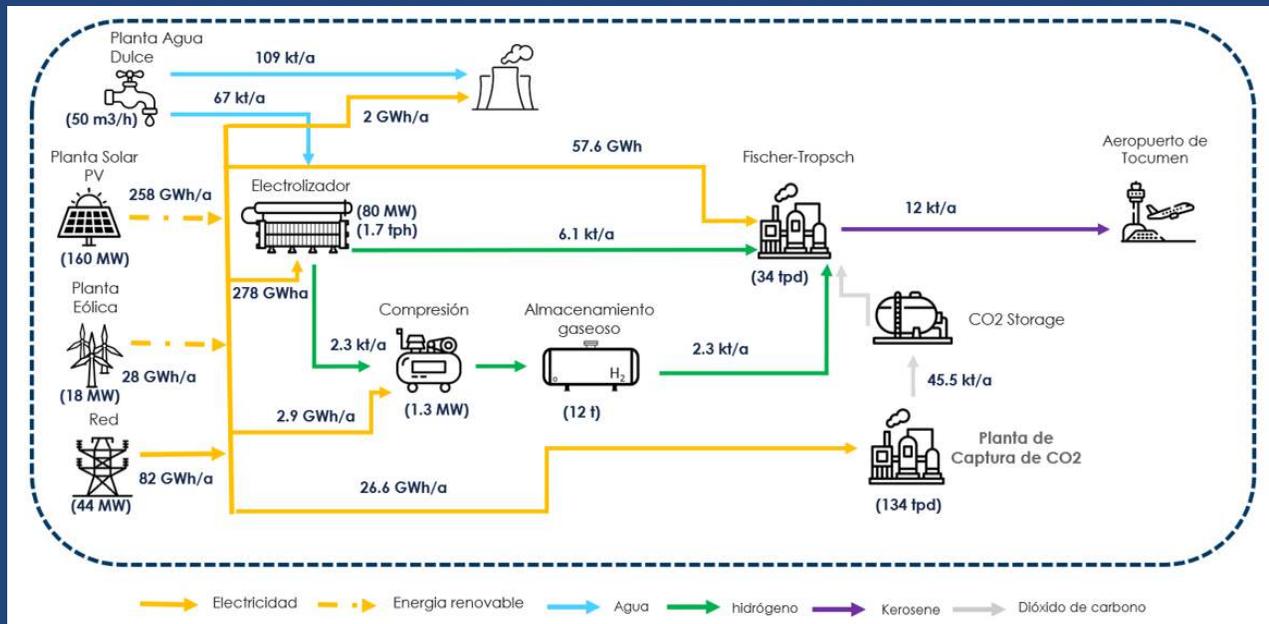
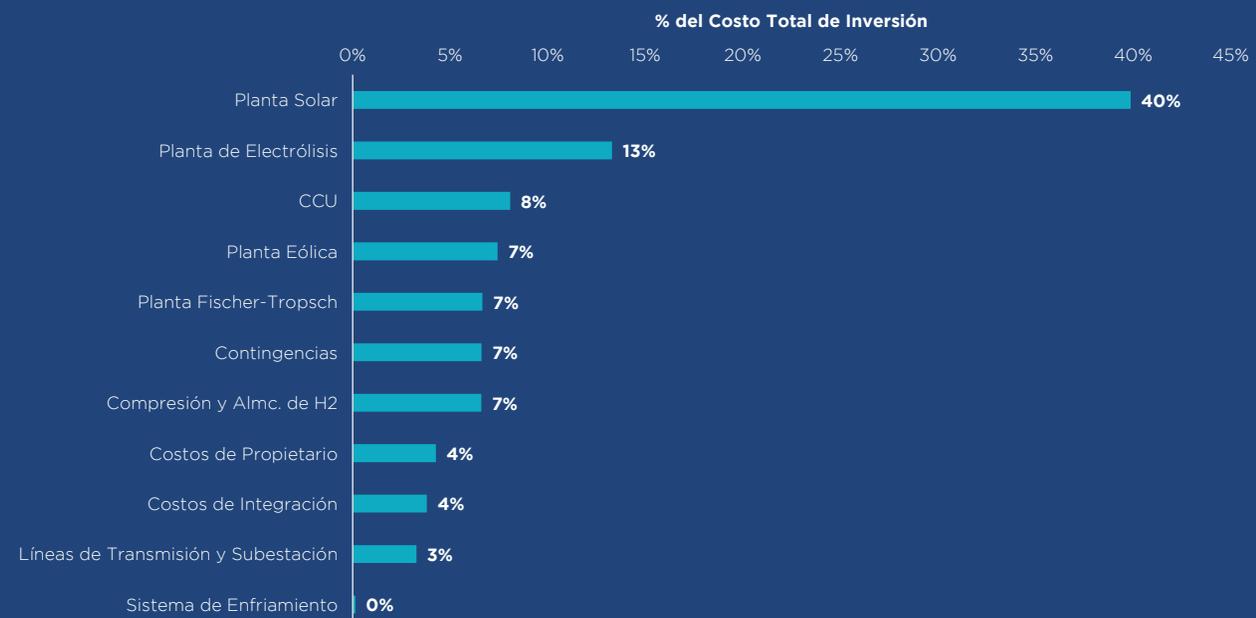


Figura 22: Desglose del Costo Total de Inversión del proyecto conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo.



(11%). Debido a la degradación del *stack* de la planta de electrólisis y de los paneles de la planta solar, se espera un aumento en el consumo eléctrico de la red cada año, disminuyendo este consumo en los años de reinversión en el *stack* de la planta de electrólisis (año 10 y año 20 de operación). El proyecto es intensivo en CAPEX, con una distribución CAPEX/OPEX del 61% y 39% respectivamente en el LCOK final. El suministro de agua (0,1%), las líneas de transmisión y subestación (2,4%) y el sistema de enfriamiento (0,2%) tienen un bajo impacto en el LCOK.

Se realizó un análisis de sensibilidad mono-paramétrica en el que se identificó que los parámetros que más influyen en el LCOK son la tasa de descuento del proyecto junto con el Costo Total de Inversión. También se realizó una sensibilidad multi-paramétrica utilizando hipótesis optimistas (menor tasa de descuento del proyecto, menor CAPEX de la planta solar, menor costo marginal de energía de la red, menor costo de suministro de CO<sub>2</sub>, menor CAPEX del equipo de la planta de electrólisis y menores costos sistémicos por uso de la red), con lo que este proyecto podría alcanzar un costo nivelado de e-keroseno de **2.086 USD/t e-k**. La Figura 24 presenta el desglose de la disminución del LCOK desde el escenario base (proyecto consolidado) hasta el escenario optimista.

Con los resultados obtenidos se concluye que el e-keroseno producido al 2040 existiría una diferencia de precio entre el jet fuel y e keroseno 1.480 USD/t e-k respecto al LCOK obtenido de la consolidación del proyecto, y de 606 USD/t e-k respecto al LCOK del escenario optimista de la sensibilidad multi-paramétrica, la cual podrá ser abordada por las medidas identificadas en el marco de la ENHIVE la cual aspira a fomentar la reducción de costos de producción de este energético.

## Comparativa de los proyectos para el sector marítimo y aéreo

A pesar de que el LCOE del sistema obtenido fue similar en ambos proyectos, cercano a los 60 USD/MWh, el costo nivelado de hidrógeno fue significativamente menor en el proyecto de producción de e-keroseno. Esto se debe principalmente a que se consideró una reducción de los costos de las tecnologías de producción de hidrógeno en un periodo más amplio, y que el recurso renovable en la zona de Arco Seco presenta un mayor factor de planta lo que permite una mayor utilización de los activos.

En términos de inversión, el proyecto de producción de amoniaco verde, al ser un proyecto de mayor escala, obtuvo un costo total de inversión (500 MMUSD) significativamente mayor al de conversión de e-keroseno (208 MMUSD). Por lo que, de igual forma los costos operacionales anuales obtenidos son mayores para el proyecto de producción de amoniaco verde que el de e-keroseno debido a su escala.

Respecto a los energéticos que estarán desplazando cada uno de los proyectos en el BaU, el de producción de amoniaco verde presentó un mayor costo con respecto al *fuel oil* en su BaU para transporte marítimo sin considerar las externalidades del uso del *fuel oil*, mientras que el proyecto 2 alcanzó un costo de combustible limpio (e-keroseno) un 49% mayor al costo de combustible BaU (jet fuel) sin considerar en el análisis las externalidades del uso del jet fuel. Para que el proyecto de amoniaco verde sea competitivo versus el escenario actual, se requeriría el precio del *fuel oil* internalice el costo del carbono, lo que podría ser equivalente a un aporte anual de 52 MMUSD o de 4,5 USD/kg H<sub>2</sub>. En el proyecto de producción de e-keroseno, se requerirían de 16,5 MMUSD anuales en internalización del costo del carbono en el jet fuel, lo que equivale a 2,7 USD/kg H<sub>2</sub>.

Figura 23: Cascada del costo nivelado de e-keroseno (LCOK) del proyecto conversión a e-keroseno de aviación para despacho de combustible limpio aéreo, [USD/e-k].

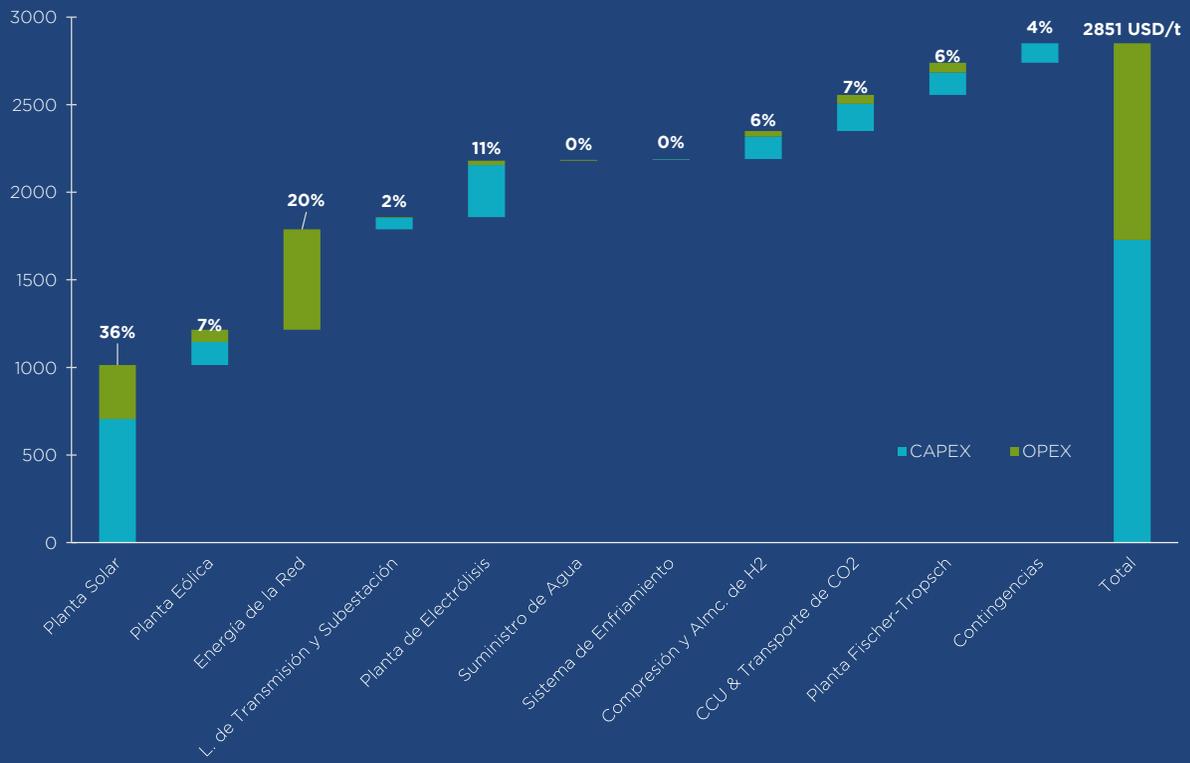
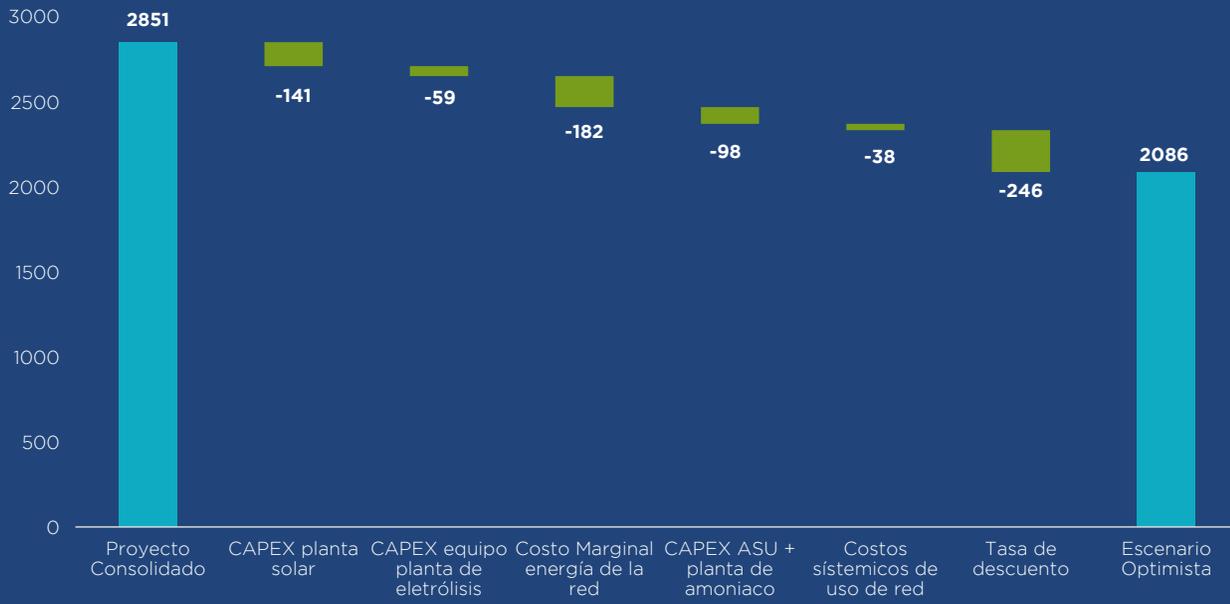


Figura 24: Disminución del LCOK para el escenario optimista, [USD/e-k].



Otra forma de comparar los proyectos es a través del costo de abatimiento. El proyecto de producción de amoníaco verde obtuvo un costo de abatimiento de 773 USD/t CO<sub>2</sub>, mientras que el proyecto de producción de e-keroseno obtuvo un costo de abatimiento de 539 USD/t CO<sub>2</sub>. Esto indica que para abatir una tonelada de CO<sub>2</sub> en el proyecto de amoníaco costaría 234 USD más que cada tonelada de CO<sub>2</sub> abatida en el proyecto de e-keroseno.

En la tabla 6 se puede observar un resumen de los principales resultados de los de los dos primeros análisis de pre-factibilidad.

Los análisis de pre-factibilidad a continuación representan potenciales modelos de negocios que pueden contribuir al desarrollo del mercado del H<sub>2</sub>V en el sector transporte. Estos fueron desarrollados en el marco de una colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con recursos de Euroclima, finalizado en enero de 2023.

### **Proyecto: “Producción de H<sub>2</sub>V para el sector transporte en Panamá”**

En el marco del estudio “Aplicaciones del H<sub>2</sub>V para el sector transporte en Panamá”, se analizaron diferentes modelos de negocios, donde se definieron las partes interesadas, considerando el operador del negocio, el cliente o la clientela, los proveedores, y cualquier otra parte interesada. Así mismo, se identificaron propuestas de valor, los ingresos, costos, recursos requeridos, y actividades que optimasen el desempeño de los casos de negocio evaluados; así como también se evaluaron las barreras a solventar.

En general, todo proyecto de hidrógeno para el sector transporte estará compuesto, pero no limitado<sup>4</sup>, a los procesos mostrados en la figura 25.

- 1. Generación de electricidad:** Para la producción de hidrógeno a partir de electrólisis del agua se consideraron aproximadamente 55kWh de electricidad por kg de hidrógeno generado, el cual es variable dependiendo de la tecnología del electrolizador. La potencia de generación de electricidad de la planta a utilizar está intrínsecamente relacionada al H<sub>2</sub>V que se puede producir.
- 2. Trasiego de electricidad:** Una interconexión eléctrica es requerida para que la electricidad generada para transformar las propiedades de voltaje y frecuencia de la electricidad generada a las requeridas por el equipo de producción de hidrógeno. Si la planta de producción de hidrógeno y la planta de generación de electricidad estén en el mismo lugar, la interconexión eléctrica se definirá como el acoplamiento directo entre estas; mientras que si la planta de producción de hidrógeno esté en una localización distinta a la de la generación eléctrica, la interconexión eléctrica será definida como la red eléctrica existente del país.
- 3. Producción y almacenamiento de hidrógeno:** se requiere de electrolizador, compresor, y tanques de almacenamiento, entre otros equipos auxiliares para llevar a cabo el proceso utilización de energía eléctrica y agua para la producción de hidrógeno por electrólisis, y comprimirlo a

---

<sup>4</sup> Se consideró que el proceso de producción de hidrógeno por electrólisis podría utilizar de 10 a 40 litros de agua por kg H<sub>2</sub>, y se asumió que existe disponibilidad del recurso agua en las cercanías de las instalaciones donde se producirá el H<sub>2</sub>V.

Tabla 6: Comparativa de principales resultados de los proyectos de amoniaco verde y e-keroseno.

Parámetro	Unidad	Amoniaco Verde	E - Keroseno
COD	año	2030	2040
LCOE planta solar	USD/MWh	43	31
LCOE planta eólica	USD/MWh	N/A	51
LCOE del sistema	USD/MWh	61	60
LCOH a la salida del Electrolizador	USD/kg H2	4,3	3,6
Costo Total de Inversión	MMUSD	499,7	208,2
Costos operativos 1 <sup>er</sup> año de operación	kUSD/año	22,5	12,6
Producción anual de H2V	ktpa	12	6
Producción de combustible limpio para movilidad terrestre	ktpa H2	0,7	N/A
Producción de combustible limpio para bunkering	ktpa NH3	65	N/A
Producción de combustible limpio para aviación	ktpa e-keroseno	N/A	12
LCOX -Proyecto consolidado	-	1.106 USD/t NH3	2.852 USD/t e-k
LCOX - Escenario optimista	-	763 USD/t NH3	2.086 USD/t e-k
Competitividad			
Gap competitivo versus BaU	%	72	49
Subvención anual para igualar competitividad	MMUSD/año	52	16,5
Subvencion a nivel de LCOH para igualar competitividad	USD/kg H <sub>2</sub>	4,5	2,7
Costo de abatimiento	UDS/t CO2	773	539

Figura 25: Esquemático general de cadena de suministro para producción de hidrógeno por electrólisis para el sector transporte.

Fuente: PNUMA 2023



la presión apropiada para ser transportado al punto de consumo. Cabe resaltar existen varios tipos de electrolizadores, donde los más avanzados son los de tecnología alcalina y PEM.

El compresor de hidrógeno, es el encargado de elevar la presión del hidrógeno generado a una adecuada para su uso o transporte y la tecnología de compresión de hidrógeno más utilizada es compresión de diafragma.

Para el almacenamiento de hidrógeno, se consideraron tanques especializados, de distintos tipos dependiendo la presión a la que se debe almacenar el hidrógeno:

- **Tipo I:** recipiente a presión de metal, usualmente aceros al carbono aprobadas por las normas de diseño
- **Tipo II:** recipiente a presión hecho de un aro de revestimiento metálico grueso envuelto con un compuesto de fibra-resina
- **Tipo III:** recipiente a presión hecho de un revestimiento metálico completamente envuelto con un compuesto de fibra-resina
- **Tipo IV:** recipiente a presión hecho de revestimiento polimérico completamente envuelto con un compuesto de fibra-resina.

Los tanques tipo I y tipo II son significativamente más pesados que los tanques tipo III y tipo IV. Por esta razón, los últimos dos son los utilizados para aplicaciones de FCEVs. Adicionalmente, los tanques tipo I y tipo II son menos costosos, ya que son comercial y tecnológicamente más maduros.

4. **Trasiego de hidrógeno:** El equipo necesario para dispensar hidrógeno a vehículos, o la hidrolinera, puede estar o no acoplada directamente a la planta de producción de hidrógeno, necesitando

así un proceso intermedio de trasiego del hidrógeno si no se produce en el lugar de consumo. Para este análisis se consideran tanques móviles de almacenamiento gaseoso a presión, impulsados por un camión. Se descartó la consideración de tuberías de trasiego de largas distancias, por ser intensiva en términos de costos iniciales, ya que son costo eficiente a partir de 1,500 km de longitud.

5. **Almacenamiento y dispensado de hidrógeno:**

El dispensado de hidrógeno se lleva a cabo por diferencial de presión, donde el hidrógeno fluye de un tanque de almacenamiento a una presión mayor que la presión en el vehículo, hasta ser llenado completamente, por lo cual se debe contar con un tanque de almacenamiento de hidrógeno a alta presión, una tubería flexible, con un mecanismo de acoplado y desacoplado seguro y práctico, así como un intercambiador de calor, conectado a un ciclo cerrado de refrigeración.

6. **Dispensado de hidrógeno al vehículo:**

El diseño de los dispensadores de hidrógeno, así como su comunicación con el vehículo a dispensar y el diseño del acople, es regido por las normas y estándares de la Sociedad de ingenieros automotrices. Existen estándares para tres tipos de vehículos: Vehículos de carga liviana (SAE J2601), vehículos de carga pesada (SAE J2601-2), y vehículos de tipo montacargas (SAE J2601-3).

7. **Consumo de hidrógeno:** Este proceso lo rige el tipo de vehículos o la flota a ser utilizada. Distintos tipos de vehículos de hidrógeno utilizan distintas presiones de almacenamiento en sus tanques, y pueden tener distintos tipos de receptores, que tendrá que ser tomado en cuenta cuando en el diseño de las estaciones de llenado.

### **Proyecto: “Flota de Vehículos de Carga con celdas de combustible de H2V”**

Este análisis de pre factibilidad conlleva la operación de una flota de vehículos de hidrógeno, considerando la figura 26.

El proyecto plantea el uso de una flota de camiones FCEV para ofrecer un servicio de transporte de productos cero emisiones. Para ello, se asumió que sería llevado a cabo por una empresa privada, y regulado por la Dirección de Transporte de Carga adscrita a la ATTT.

Para llevar a cabo este modelo de negocio, se requiere, una flota de camiones FCEV que se alimenta de H2V, transporta y distribuye producto por medio de una operación logística establecida. El cliente no requiere la adquisición de los camiones, ni su mantenimiento u operación, su rol será el pago del costo por el servicio de transporte, a precios estables y el beneficio para el cliente es que su producto será transportado con una baja o nula huella de carbono.

El negocio recibirá ingresos debido a una cuota mensual por el servicio de transporte de mercancía a cada cliente, calculado considerando cantidades de material transportado y distancias.

Además, deberá contar con una flota de camiones, repuestos, e infraestructura y equipo para el mantenimiento y almacenaje de los camiones y su operación estará asociada a la gestión de los camiones, el almacenaje y desalmacenaje del que se traslade, así como el mantenimiento y llenado de los camiones con H2V.

Los costos de inversión inicial incluyen la adquisición de los camiones, así como repuestos y equipo de operación y mantenimiento. Junto a un espacio para estacionar los camiones que no estén en circulación. Sus costos operativos estarán relacionado al H2V, consumibles para el mantenimiento de los camiones, repuestos, y seguros.

Para el rentable funcionamiento de este proyecto es necesario contar con H2V constante, a precios competitivos, donde la oferta a nivel de la tecnología de camiones FCEV sea variada y disponible en el territorio nacional, y contar con un marco legal y regulatorio de FCEVs referente a importación, registro, y revisión técnica; así como incrementar el conocimiento técnico para el mantenimiento preventivo y correctivo de este tipo de vehículos.

Para las dos propuestas de utilización de H2V en el sector transporte se consideraron los parámetros mostrados en la tabla 7.

El proyecto poseerá una flota de 5 camiones que llevará a cabo un recorrido de 200 km diarios, sumado a los parámetros generales descritos en la tabla 8.

De llevar a cabo el proyecto, se estarían desplazando la totalidad de emisiones ocasionadas por camiones de combustión interna, que utilizan diésel como combustible, lo cual, en un periodo de 15 años, estaría desplazando un total de 3,088.8 ton CO2 eq.

Los análisis de flujos de caja muestran un valor de inversión inicial de U\$2,113,500, y para generar un TIR de 12%, se requiere un ingreso de US\$8,294/vehículo/mes. Si el cliente operario de los vehículos cobra un 20% de recargo, el precio al cliente final de transporte es US\$0.20/ton/km de recargo, asumiendo 50% de periodo de trabajo. Siendo un precio alto y poco competitivo con el mercado actual, esto significa que el proyecto requeriría de fondos concesionales, o incentivos adicionales para mejorar su competitividad en el mercado y asegurar su sostenibilidad con el tiempo, además de identificar el tipo de cliente más apropiado para este servicio descarbonizado, considerando su posible vinculación directa al programa establecido por el Ministerio de Ambiente “Reduce tu Huella” en el marco de la implementación progresiva de un mercado doméstico de carbono.

Figura 26: Esquemático general de cadena de suministro para producción de hidrógeno por electrólisis y dispensado para el transporte.

Fuente: PNUMA 2023



Figura 27: Modelo de negocios para servicios de transporte con camiones FCEV.

Fuente: PNUMA 2023

### Reguladores de negocio de operador

Dirección de transporte de carga terrestre de la ATTT  
Autoridad Nacional de Aduanas



Tabla 7: Parámetros fijos, utilizados en todos los proyectos de transporte con H2V.

Fuente: PNUMA 2023

S&H [%]	5.6
Trámites legales y permisos [%]	1
Impuesto ITBMS [%]	7
Impuesto ISC [%]	10
Impuesto de circulación [US\$/año]	250
Impuesto de propiedad de terreno [%/año]	1
Seguro [%/año]	1
Precio del hidrógeno [US\$/kg]	5
Porcentaje de inflación [%]	4

Tabla 8: Parámetros variables, utilizados en el proyecto de transporte de carga con H2V.

Parámetros Generales	
Cantidad de camiones	5
Terreno para mantenimiento [m2]	150
Kilómetros diarios recorridos por vehículos [km/día]	200
Días de operación [día/mes]	20
Costo recurso humano técnico [US\$/mes]	500
Cantidad de colaboradores técnicos	2
Costo recurso humano administrativo [US\$/mes]	1,500
Cantidad de colaboradores administrativos	1
Impuesto sobre renta [%]	25



## Proyecto: “Estación de producción y dispensado de H2V para el transporte”

Este proyecto considera la operación de una planta de producción de H2V y una planta de dispensado de H2V (hidrolinera).

En este caso, la planta de producción de H2V y la hidrolinera están situadas en el mismo predio, y se considera el trasiego del H2V por medio de tubería en sitio que conecta ambos procesos. La ubicación es un entorno urbano, donde la conexión de la planta de producción y almacenamiento de H2V a la fuente de generación de electricidad es la red eléctrica.

La figura 28 esquematiza una estación de llenado de vehículos de H2V para ofrecer un servicio de dispensado de hidrógeno para flotas vehiculares y, a continuación, se observa la figura 29 que describe el modelo de negocio planteado para este caso.

Este proyecto ofrece un servicio de dispensado de H2V para flotas vehiculares de H2V que garantice operación óptima de los vehículos, y donde el negocio recibirá un ingreso por medio del precio de venta por kg de H2V, en donde, de contar un contrato de demanda fija con una flota vehicular, se puede mensualizar el pago.

El equipo considerado en el proceso incluye un electrolizador, el equipo de acondicionamiento eléctrico de la red al electrolizador, un compresor, almacenamiento de media o alta presión, el dispensador o dispensadores, y equipo de enfriamiento de hidrógeno para el adecuado dispensado.

Aparte del despacho de H2V, el proyecto considera la operación y mantenimiento de la planta de producción, almacenamiento y dispensado de hidrógeno; donde los costos de inversión inicial envuelven la adquisición la planta de producción y almacenamiento de H2V, así como la hidrolinera, repuestos y equipo de operación

y mantenimiento. Los costos de operación están representados en seguros, electricidad, agua, consumibles para el mantenimiento de la planta y repuestos

La implementación de este tipo de iniciativa confronta la barrera de una posible ausencia de demanda suficiente para hacer financieramente sostenible la operación, o indisponibilidad para adquirir flotas de FCEVs, así como posibles variaciones en la tarifa de la electricidad, junto a la necesidad conocimiento técnico para el mantenimiento preventivo y correctivo de este tipo de tecnologías.

Los parámetros utilizados para las consideraciones de la iniciativa de dispensado de H2V se encuentran en la tabla 9.

Si este proyecto se convirtiese en la primera estación de generación y dispensado de hidrógeno en el país, existirá un riesgo de falta de redundancia para poder abastecer a la clientela en el caso de imprevistos.

Esta iniciativa estaría desplazando el transporte de bienes utilizando camiones a diésel, lo cual haría que el hidrógeno transportado tenga un componente de emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que la reducción de emisiones sería de alrededor de 1,308.45 ton CO<sub>2</sub> eq al transporte diario de 100 km.

El requerimiento de inversión inicial es de U\$2,830,200.00, y, para adquirir un valor de TIR de 12%, se requiere un ingreso de US\$13.56/kg. Donde se utilizó como referencia el costo de la tarifa de mediana tensión de EDEMET a un monto de US\$0.17/kWh para energía y US\$12.94/kW para potencia máxima.

Nota: Si desea mayor información sobre los análisis de pre-factibilidad puede enviar un correo electrónico y solicitarla a [infoenergia@energia.gob.pa](mailto:infoenergia@energia.gob.pa)

Figura 28: Esquemático general de cadena de suministro para producción de H2V y su despacho al sector transporte.

Fuente: PNUMA 2023

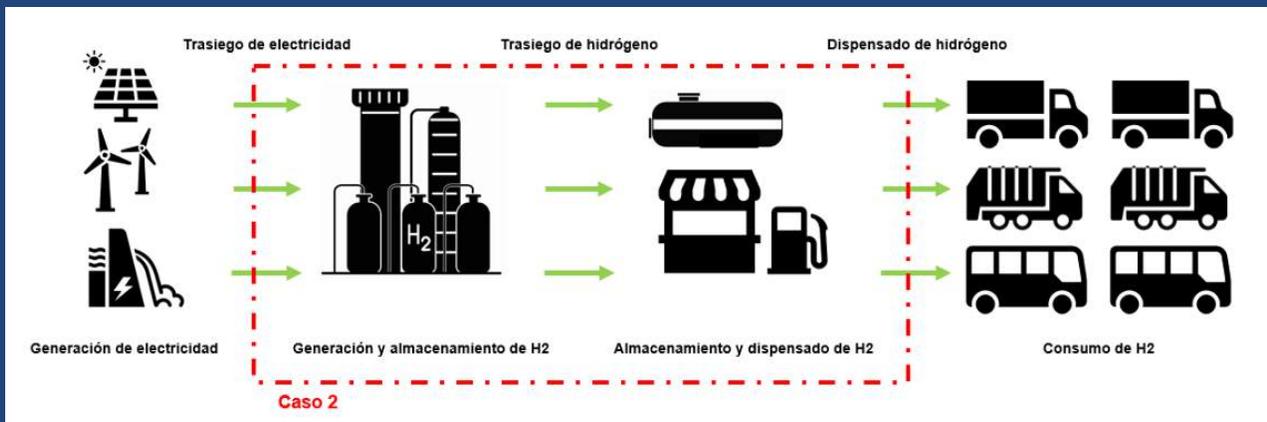


Figura 29: Modelo de negocios para de H2V y su despacho al sector transporte

Fuente: PNUMA 2023

### Reguladores de negocio de operador

Entidad que regule y otorgue permisos para producción, manejo y uso de gases explosivos  
 Autoridad Nacional de Aduanas

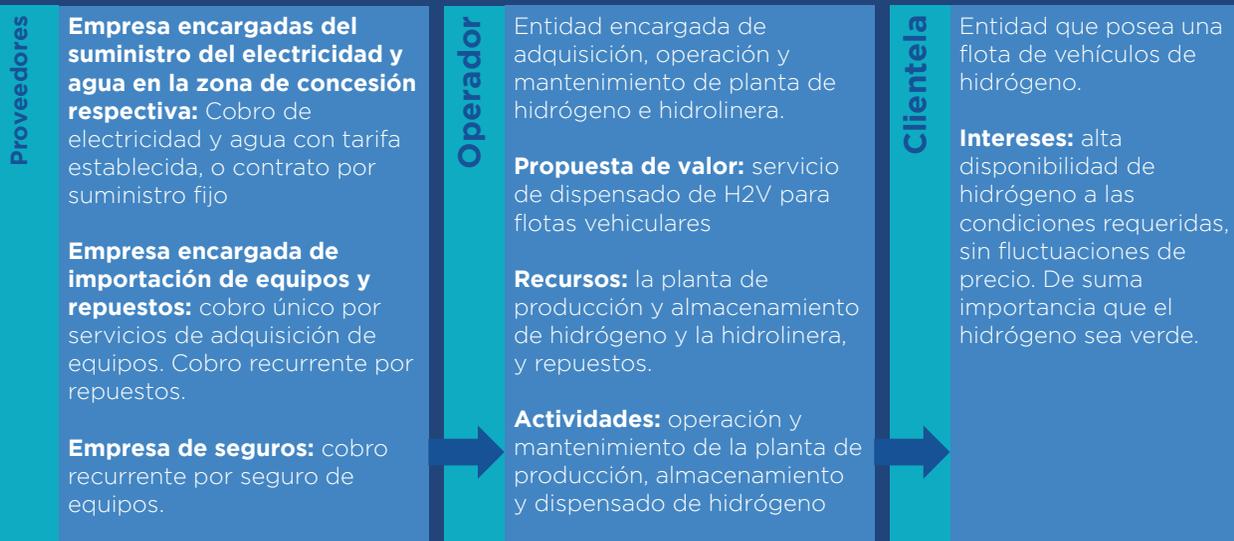


Tabla 9: Parámetros fijos para proyecto de producción y dispensado de H2V

S&H [%]	5.6
Trámites legales y permisos [%]	1
Impuesto ITBMS [%]	10
Impuesto ISC [%]	10
Impuesto de propiedad de terreno [%/año]	1
Seguro [%/año]	1
Costo de agua [US\$/m <sup>3</sup> ]	5
Costo de combustible [US\$/lt]	1.22
Tasa de incremento de costo de combustible [%]	4
Impuesto sobre renta [%]	25
Porcentaje de inflación [%]	4





## 13. Referencias Bibliográficas

1. ABS. (2020). Pathways to sustainable Shipping. Spring, TX: American Bureau of Shipping.
2. Argus Media. (2021). The market for green ammonia: future potential and hurdles. Argus Media.
3. Autoridad Canal de Panamá. (2021). Informe Anual.
4. Bloomberg NEF. (2021). New Energy Outlook .
5. Carlier, M. (2022). Global hydrogen fuel cell road vehicles 2020, by type. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/1291480/hydrogen-fueled-road-vehicles-worldwide/>
6. Commonwealth of Australia. (2019). Australia's National Hydrogen Strategy. Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf>
7. Consejo de la Unión Europea. (2022). Cómo ha afectado a los mercados la invasión rusa de Ucrania: respuesta de la UE. Obtenido de <https://www.consilium.europa.eu/es/politicas/ceu-response-ukraine-invasion/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/#:~:text=Desde%20el%20inicio%20de%20la,como%20en%20todo%20el%20mundo.>
8. DENA (2022). E-keroseno for Commercial Aviation. From Green Hydrogen and CO2 from Direct Air Capture – Volumes, Cost, Area Demand and Renewable Energy Competition in the United States and Europe from 2030 to 2050. [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/STUDY\\_E-keroseno\\_for\\_Commercial\\_Aviation.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/STUDY_E-keroseno_for_Commercial_Aviation.pdf)
9. Department of Health - New York State. (2020). The Facts About Ammonia. Obtenido de [https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical\\_terrorism/ammonia\\_tech.htm#:~:text=About%2080%25%20of%20the%20ammonia,pesticides%2C%20dyes%20and%20other%20chemicals.](https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical_terrorism/ammonia_tech.htm#:~:text=About%2080%25%20of%20the%20ammonia,pesticides%2C%20dyes%20and%20other%20chemicals.)
10. EERE. (s.f.). Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-pipelines>
11. EIA. (2022). SHORT-TERM ENERGY OUTLOOK. Obtenido de Prices.

12. Element Energy. (2019). Hy4Heat Industrial Hydrogen Equipment. Cambridge: Department for Business, Energy and Industrial Strategy.
13. Emissions Gap Report (EGR) 2022: The Closing Window – Climate crisis calls for rapid transformation of societies (2022). UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>
14. Energy Transitions Commission. (2021). Making the Hydrogen Economy Possible. Obtenido de <https://energy-transitions.org/wp-content/uploads/2021/04/ETC-Global-Hydrogen-Report.pdf>
15. Engie. (2021). HyEx - The green ammonia in Chile. Obtenido de [https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/11/Showcase-HyEx\\_Engie-Enaex.pdf](https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/11/Showcase-HyEx_Engie-Enaex.pdf)
16. EPM. (2022). Tarifas Gas Natural en el valle de Aburrá. Obtenido de EPM: [https://cu.epm.com.co/Portals/clientes\\_y\\_usuarios/GAS/Tarifas%202022/Tarifa/Tarifa%20Agosto.pdf?ver=4VMX5okyf0LUY1rP9\\_VeJg%3d%3d](https://cu.epm.com.co/Portals/clientes_y_usuarios/GAS/Tarifas%202022/Tarifa/Tarifa%20Agosto.pdf?ver=4VMX5okyf0LUY1rP9_VeJg%3d%3d)
17. ESMAP. (2020). Global Photovoltaic Power Potential by Country.
18. ESMAP. (2022). Global Wind Atlas. Obtenido de <https://globalwindatlas.info/>
19. ETESA. (2019). Plan Indicativo de Generación, Tomo II.
20. European Commission. (2022). REPowerEU. Obtenido de REPowerEU: A plan to rapidly reduce dependence on Russian fossil fuels and fast forward the green transition.
21. FCHEA. (2020). Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/53ab1feee4b0bef0179a1563/t/5e7ca9d6c8fb3629d399fe0c/1585228263363/>
22. GIZ. (2021). Green Hydrogen in Mexico: towards a decarbonization of the economy.
23. Goldman Sachs. (2022). Carbonomics: The Clean Hydrogen Revolution. Obtenido de <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/carbonomics-the-clean-hydrogen-revolution/carbonomics-the-clean-hydrogen-revolution.pdf>
24. GWEC. (2021). Offshore Wind Technical Potential in Panama.
25. Hincio. (2021). Análisis del mercado global de hidrógeno verde: el potencial de participación de Costa Rica en dicho mercado y estimaciones asociadas a su impacto macroeconómico.
26. Hincio. (2021). Study on the possibilities to produce, use and export “green” hydrogen in Costa Rica. Obtenido de [https://ptx-hub.org/wp-content/uploads/2021/06/HINICIO\\_H2-production-use-and-export-in-Costa-Rica\\_study.pdf](https://ptx-hub.org/wp-content/uploads/2021/06/HINICIO_H2-production-use-and-export-in-Costa-Rica_study.pdf)
27. Hincio. (2022). Pre-feasibility and Feasibility study for a Green Hydrogen Production Plant in Brazil.
28. Hydrogen Council & McKinsey. (2021). Hydrogen Insights: A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness. Obtenido de <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021-Report.pdf>

- 29.** Hydrogen Council. (2021). Hydrogen for Net-Zero. Obtenido de [https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-for-Net-Zero\\_Full-Report.pdf](https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/11/Hydrogen-for-Net-Zero_Full-Report.pdf)
- 30.** Hystra. (2020). Hydrogen Energy Supply Chain Pilot Project between Australia and Japan. Obtenido de <https://www.hystra.or.jp/en/project/>
- 31.** IEA. (2019). The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities. Obtenido de [https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The\\_Future\\_of\\_Hydrogen.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf)
- 32.** IEA. (2021). Ammonia Technology Roadmap. Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ee41bb9-8e81-4b64-8701-2acc064ff6e4/AmmoniaTechnologyRoadmap.pdf>
- 33.** IEA. (2021). Global Hydrogen Review 2021. Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>
- 34.** IEA. (2021). Hydrogen in Latin America: From near-term opportunities to large-scale deployment. Obtenido de [https://iea.blob.core.windows.net/assets/65d4d887-c04d-4a1b-8d4c-2bec908a1737/IEA\\_HydrogeninLatinAmerica\\_Fullreport.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/65d4d887-c04d-4a1b-8d4c-2bec908a1737/IEA_HydrogeninLatinAmerica_Fullreport.pdf)
- 35.** IEA. (2021). Net Zero by 2050.
- 36.** IEF. (2022). Hydrogen Markets pathways, Scaling-up the hydrogen market.
- 37.** IMO. (2018). International Maritime Organization Website. Obtenido de Initial IMO GHG Strategy: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>
- 38.** IRENA & Methanol Institute. (2021). Innovation Outlook: Renewable Methanol. Obtenido de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA\\_Innovation\\_Renewable\\_Methanol\\_2021.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jan/IRENA_Innovation_Renewable_Methanol_2021.pdf)
- 39.** IRENA. (2018). Evaluación del Estado de Preparación de las Energías Renovables Panamá.
- 40.** IRENA. (2020). Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal.
- 41.** IRENA (2021). Renewable Energy and Jobs. [wcms\\_823807.pdf](https://www.ilo.org/publications/2021/Jan/IRENA_Global_Hydrogen_Trade_Costs_2022.pdf) (ilo.org)
- 42.** IRENA. (2021). A pathway to decarbonise the shipping sector by 2050. Abu Dhabi: IRENA.
- 43.** IRENA. (2022). Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>
- 44.** IRENA. (2022). Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal. Obtenido de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/May/IRENA\\_Global\\_Hydrogen\\_Trade\\_Costs\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/May/IRENA_Global_Hydrogen_Trade_Costs_2022.pdf)
- 45.** IRENA. (2022). RENEWABLE ENERGY ROADMAP FOR CENTRAL AMERICA: TOWARDS A REGIONAL ENERGY TRANSITION.

- 46.** IRENA. (2022). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway.
- 47.** Legiscomex. (2012). Principales países por flujo de carga a través del canal.
- 48.** Matich, B. (2022). Invasion of Ukraine: an inadvertent boost for green hydrogen. Obtenido de <https://www.pv-magazine.com/2022/03/21/invasion-of-ukraine-an-inadvertent-boost-for-green-hydrogen/#:~:text=According%20to%20the%20analysts%2C%20the,hydrogen%20now%20looking%20remarkably%20competitive.>
- 49.** McKinsey. (2021). Green Hydrogen: an opportunity to create sustainable wealth in Brazil and the world. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/br/en/our-insights/hidrogenio-verde-uma-oportunidade-de-geracao-de-riqueza-com-sustentabilidade-para-o-brasil-e-o-mundo>
- 50.** Methanex Corporation. (2022). About Methanol. Obtenido de <https://www.methanex.com/about-methanol/how-methanol-made#:~:text=On%20an%20industrial%20scale%2C%20methanol,water%20soluble%20and%20readily%20biodegradable.>
- 51.** Methanol Institute. (2022). About Methanol. Obtenido de <https://www.methanol.org/about-methanol/>
- 52.** Ministerio de Energía. (2021). Planificación Energética de Largo Plazo 2023 - 2027.
- 53.** Ministerio de Energía de Chile. (2020). Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Obtenido de [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_verde\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf)
- 54.** Ministerio de Energía de Colombia. (2021). Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia. Obtenido de <https://cyted.org/sites/default/files/hoja-de-ruta-del-hidrogeno-colombia.pdf>
- 55.** NationMaster. (2022). NationMaster. Obtenido de NationMaster: <https://www.nationmaster.com/>
- 56.** OEC. (2022). Amoníaco anhidro. Obtenido de <https://oec.world/es/profile/hs/anhydrous-ammonia>
- 57.** OEC. (2022). Metanol (“alcohol metílico”). Obtenido de <https://oec.world/es/profile/hs/methyl-alcohol>
- 58.** PR Newswire. (2019). Worldwide Methanol Market Study (2019-2024): Increasing Demand for Methanol-based Fuel from the Marine Industry Gives Rise to Major Opportunities. Obtenido de <https://www.prnewswire.com/news-releases/worldwide-methanol-market-study-2019-2024-increasing-demand-for-methanol-based-fuel-from-the-marine-industry-gives-rise-to-major-opportunities-300890368.html>
- 59.** Ruf, Y., Baum, M., Zorn, T., Menzel, A., & Rehberger, J. (2020). Fuel Cells Hydrogen Trucks-Heavy-duty’s High Performance Green Solution. Roland Berger Study Repor.
- 60.** SENACYT. (2016). PENCYT. [https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2017/03/PENCYT-2015\\_2019.pdf](https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2017/03/PENCYT-2015_2019.pdf)
- 61.** SNE. (2016). Plan Energético Nacional 2015 - 2050.
- 62.** SNE. (2019). Balance Energético Nacional. Obtenido de Secretaría Nacional de Energía: <https://www.energia.gob.pa/archivos/?mdocs-cat=mdocs-cat-60>

63. SNE. (2022). Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde de Panamá. SNE.
64. SNE. (2022). Precios de paridad vigentes. Obtenido de Secretaría Nacional de Energía: <https://www.energia.gob.pa/archivos/>
65. WEC. (2022). Regional Insights into Low-Carbon Hydrogen scale up.
66. World Bank . (2022). The Impact of the war in Ukraine on Commodity Markets.
67. World Bank. (2019). World Integrated Trade Solution (WITS). Obtenido de World Integrated Trade Solution (WITS): <https://wits.worldbank.org/Default.aspx?lang=en>
68. Zhang, X., Chan, S., Ho, H. K., & Tan, S.-C. (2015). Towards a smart energy network: The roles of fuel/electrolysis cells and technological perspectives. International Journal of Hydrogen Energy.
69. <https://amp.gob.pa/> AUTORIDAD MARITIMA DE PANAMA.
70. Plan Estratégico de Gobierno 2019-2024 [https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28931\\_A/GacetaNo\\_28931a\\_20191231.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28931_A/GacetaNo_28931a_20191231.pdf)
71. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/resources/spm-headline-statements/>
72. <https://pancanal.com/wp-content/uploads/2022/10/09-TraficoSegmentoMercado.pdf>



## 14. Anexos

### 14.1. Riesgos y medidas de mitigación por línea de acción de la ENHIVE

Tabla 10: Riesgos categorizados según su probabilidad e impacto.

Item	Categoría	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Calificación del riesgo
1	Tecnológicos	Planificación: coordinación de las acciones necesarias para el desarrollo de un mercado operacional de <i>green bunkering</i>	Nivel 4	Alta	16
2	Económicos	Precio: disponibilidad a un precio competitivo del amoniaco verde a importar y/o producir localmente	Nivel 4	Media alta	12
3	Económicos	Precio: disponibilidad a un precio competitivo del amoniaco verde despachar al sector marítimo, aviación	Nivel 4	Media alta	12
4	Tecnológicos	Altos costos de inversión (asociados a recambio/reacondicionamiento de equipos)	Nivel 3	Media alta	12
5	Ambientales	Demora en los permisos ambientales	Nivel 3	Media alta	12
6	Sociales	Riesgo de aceptación por las comunidades locales	Nivel 3	Media baja	9
7	Económicos	Demanda: Desarrollo de mercado mundial de H2V y derivados sea más lento de lo proyectado	Nivel 3	Media baja	9
8	Económicos	Demanda: Desarrollo de mercado mundial de H2V y derivados sea de menor tamaño de lo esperado	Nivel 3	Media baja	9
9	Tecnológicos	Riesgo de construcción: sobrecostos en el desarrollo de la infraestructura necesaria	Nivel 3	Media baja	9
10	Ambientales	Riesgo ambiental causado por H2V y derivados	Nivel 4	Media baja	8
11	Económicos	Otros países de la regional se establecen como las fuentes principales de servicios a la cadena de suministro de H2V y derivados antes que Panamá	Nivel 4	Media baja	8
12	Políticos	Larga duración de procesos de regulación	Nivel 2	Media Baja	8
13	Económicos	Mercado: Baja competitividad de Panamá en el mercado global de H2V y derivados	Nivel 4	Media baja	8

Continuación tabla 10: Riesgos categorizados según su probabilidad e impacto.

Item	Categoría	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Calificación del riesgo
14	Tecnológicos	Riesgo de operación: seguridad en la operación de la infraestructura de H2V y derivados	Nivel 3	Media baja	6
15	Sociales	Escasez de capital humano capacitado/preparado para el desarrollo del mercado local de H2V y derivados	Nivel 3	Media baja	6
16	Tecnológicos	Riesgo de operación: sobrecostos en la operación de la infraestructura asociada a la cadena de suministro de H2V y derivados	Nivel 3	Media baja	6
17	Tecnológicos	Obsolencia de la tecnología y los sistemas adaptados de H2V y derivados	Nivel 2	Media baja	6
18	Tecnológicos	Planificación: coordinación de las acciones necesarias para implementar el hub transformacional de H2V y derivados	Nivel 2	Media baja	6
19	Económicos	Macroeconómicos: inflación, tasa de interés	Nivel 2	Media baja	6
20	Tecnológicos	Riesgo de operación: baja eficiencia en la operación de la infraestructura en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados	Nivel 2	Media baja	6
21	Económicos	Mercado: Existencia de inversiones y empresas interesadas en desarrollar proyectos de H2V y derivados en Panamá	Nivel 2	Media baja	6
22	Tecnológicos	Riesgo de construcción: demoras en la construcción de iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Nivel 2	Media baja	6
23	Ambientales	Riesgos ambientales externos (tormentas, aumento en nivel del mar.)	Nivel 4	Baja	4
24	Ambientales	Cumplir con las regulaciones dispuestas en los permisos otorgados para iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Nivel 2	Baja	4
25	Económicos	Financiamiento: obtener el cierre financiero para construir la infraestructura necesaria	Nivel 2	Baja	4
26	Tecnológicos	Desalineación con el mercado mundial	Nivel 2	Baja	4
27	Tecnológicos	Riesgo de construcción: calidad de la infraestructura construida en iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Nivel 2	Baja	4
28	Políticos	Cambios en leyes y regulación asociada a la implementación de la ENHIVE	Nivel 1	Baja	3

Tabla 11: Medidas de mitigación de cada riesgo

Item	Categoría	Riesgo	Mitigación
1	Tecnológicos	Planificación: coordinación de las acciones necesarias para el desarrollo de un mercado operacional de <i>green bunkering</i>	Diseñar un plan detallado de despliegue del hub transformacional de H2V y derivados que incluya el <i>green bunkering</i> de amoníaco verde.
			Implementar campaña de sensibilización sobre esta iniciativa.
2	Económicos	Precio: disponibilidad a un precio competitivo del amoníaco verde a importar y/o producir localmente	Realizar jornadas de capacitación y sensibilización sobre los avances de la implementación del eje estratégico 1 de la ENHIVE.
			Firmar memorando de entendimiento y de comercialización con países y empresas que tengan hojas de ruta o estrategias de H2V y derivados con perspectivas de producción y exportación de amoníaco verde alineados a la temporalidad de las metas de la ENHIVE.
3	Tecnológicos	Precio: disponibilidad de un precio competitivo del amoníaco verde para despachar a diversos sectores	Realizar estudios de diseño para dimensionar con mayor detalle el costo de la infraestructura local.
			Facilitar un entorno de mercado competitivo asociado a H2V y derivados que incentive la sana competencia entre los actores de la cadena de suministro que se forme.
4	Ambientales	Altos costos de inversión (asociados a recambio/recondicionamiento de equipos)	Llevar a cabo, en el marco del comité de H2V, reuniones de coordinación y colaboración entre el sector público y privado asociado al sector industrial marítimo, transporte terrestre y aviación, para facilitar las compras y producción de estos energéticos a una escala que permita reducir su precio unitario de importación y/o fabricación.
			Implementar las modificaciones legales y regulatorias para que las actividades asociadas al H2V y sus derivados reciban incentivos fiscales y no fiscales similares a los de la producción de energías renovables a nivel nacional.
5	Económicos	Demora en los permisos ambientales	Capacitar al personal del Ministerio de Ambiente encargado de las evaluaciones de los estudios de impacto ambiental en los procesos de producción y operación de la cadena de suministro de H2V y derivados para que tengan un conocimiento claro sobre el desarrollo de esta actividad y puedan ponderar apropiadamente los Estudios de Impacto Ambiental asociados a esta nueva industria.
6	Económicos	Riesgo de aceptación por las comunidades locales	Llevar a cabo la implementación de la campaña de comunicación sobre H2V y derivados, resaltando especial atención como público meta las comunidades ubicadas en zonas con alto potencial del desarrollo de actividades asociadas a la cadena de suministro del H2V y derivados.
7	Tecnológicos	Demanda: Desarrollo de mercado mundial de H2V y derivados sea más lento de lo proyectado	Llevar a cabo capacitaciones, tanto al sector privado como público, asociadas al desarrollo e implementación de iniciativas para detonar el mercado de H2V y derivados con los actores nacionales que les permitan fortalecer sus capacidades en procesos de licitación llave en mano o licitaciones en el marco de la construcción y operación de este tipo de tecnologías.
8	Económicos	Demanda: Desarrollo de mercado mundial de H2V y derivados sea de menor tamaño de lo esperado	Crear alianzas público-privadas para el desarrollo de la infraestructura asociada al hub transformacional de H2V y derivados.
			Fomentar que el sector privado, al planificar sus inversiones, tenga la facilidad de invertir en infraestructura modular que vaya creciendo a medida que va incrementando el mercado de los energéticos derivados del H2V.
9	Sociales	Riesgo de construcción: sobrecostos en el desarrollo de la infraestructura necesaria	Llevar a cabo actividades de sensibilización, capacitación y formación de los profesionales de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos (SPIA) en los temas asociados a la infraestructura de la cadena de suministro de H2V y derivados, para que Panamá cuente con mano de obra local calificada que permita el uso de profesionales locales en los procesos de construcción de las edificaciones requeridas.
10	Políticos	Riesgo ambiental causado por H2V y derivados	Definir junto con el Ministerio de Ambiente la reglamentación necesaria para que las operaciones asociadas a la cadena de suministro de H2V cumplan con las medidas de mitigación y prevención esperadas.
11	Ambientales	Otros países de la regional se establecen como las fuentes principales de servicios a la cadena de suministro de H2V y derivados antes que Panamá	Firmar memorando de entendimiento y de comercialización con países y empresas que tengan hojas de ruta o estrategias de H2V y derivados con perspectivas de producción y exportación de amoníaco verde, alineados a la temporalidad de las metas de la ENHIVE.
12	Ambientales	Larga duración de procesos de regulación	Implementar las modificaciones legales y regulatorias para que las actividades asociadas al H2V y sus derivados en el marco de los plazos de tiempo definidos en la ENHIVE.
13	Económicos	Mercado: Baja competitividad de Panamá en el mercado global de H2V y derivados	Firmar memorando de entendimiento y de comercialización con países y empresas que tengan hojas de ruta o estrategias de H2V y derivados con perspectivas de producción y exportación de amoníaco verde alineados a la temporalidad de las metas de la ENHIVE.
14	Sociales	Riesgo de operación: seguridad en la operación de la infraestructura de H2V y derivados	Llevar a cabo actividades de sensibilización, capacitación y formación de los profesionales de la SPIA en los temas asociados a la infraestructura de la cadena de suministro de H2V y derivados, para que Panamá cuente con mano de obra local calificada que permita el uso de profesionales locales en los procesos de construcción de las edificaciones requeridas.
			Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de joint ventures en el marco de la implementación de la ENHIVE.

Continuación tabla 11: Medidas de mitigación de cada riesgo

Item	Categoría	Riesgo	Mitigación
15	Económicos	Escasez de capital humano capacitado/preparado para el desarrollo del mercado local de H2V y derivados	Llevar a cabo actividades de sensibilización, capacitación y formación de los profesionales de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos en los temas asociados a la infraestructura de la cadena de suministro de H2V y derivados, para que Panamá cuente con mano de obra local calificada que permita el uso de profesionales locales en los procesos de construcción de las edificaciones requeridas.
			Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de <i>joint ventures</i> en el marco de la implementación de la ENHIVE.
16	Económicos	Riesgo de operación: sobrecostos en la operación de la infraestructura asociada a la cadena de suministro de H2V y derivados	Diseñar la malla curricular de materias y diplomados técnicos y operativos en las instituciones educativas del país, asociados a la cadena de suministro de H2V y derivados, para fortalecer las capacidades de los nuevos profesionales en formación.
17	Tecnológicos	Obsolescencia de la tecnología y los sistemas adaptados de H2V y derivados	Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de <i>joint ventures</i> en el marco de la implementación de la ENHIVE.
18	Tecnológicos	Planificación: coordinación de las acciones necesarias para implementar el hub transformacional de H2V y derivados	Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de <i>joint ventures</i> en el marco de la implementación de la ENHIVE.
19	Económicos	Macroeconómicos: inflación, tasa de interés	Operativizar la ventana de financiamiento a H2V y derivados del Fondo Nacional de Transición Energética, como indicado en la ENHIVE.
20	Tecnológicos	Riesgo de operación: baja eficiencia en la operación de la infraestructura en el marco de la cadena de suministro de H2V y derivados	Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de <i>joint ventures</i> en el marco de la implementación de la ENHIVE.
21	Tecnológicos	Mercado: Existencia de inversiones y empresas interesadas en desarrollar proyectos de H2V y derivados en Panamá	Firmar memorando de entendimiento y de comercialización con países y empresas que tengan hojas de ruta o estrategias de H2V y derivados con perspectivas de producción y exportación de amoniaco verde alineados a la temporalidad de las metas de la ENHIVE.
22	Tecnológicos	Riesgo de construcción: demoras en la construcción de iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Firmar memorando de entendimiento y de comercialización con países y empresas que tengan hojas de ruta o estrategias de H2V y derivados con perspectivas de producción y exportación de amoniaco verde alineados a la temporalidad de las metas de la ENHIVE.
23	Económicos	Riesgos ambientales externos (tormentas, aumento en nivel del mar.)	Fomentar el uso de los mapas de riesgo climático en el desarrollo de las iniciativas asociadas a la implementación del hub transformacional de H2V y derivados de Panamá.
24	Ambientales	Cumplir con las regulaciones dispuestas en los permisos otorgados para iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Fomentar el fortalecimiento de capacidades de las compañías aseguradoras locales para que puedan conocer el desarrollo de la cadena de suministro de H2V y derivados y, de esta forma, ellos puedan llevar a cabo una mejor ponderación del riesgo de este tipo de iniciativas.
25	Tecnológicos	Financiamiento: obtener el cierre financiero para construir la infraestructura necesaria	Operativizar la ventana de financiamiento a H2V y derivados del Fondo Nacional de Transición Energética, como indicado en la ENHIVE.
26	Ambientales	Desalineación con el mercado mundial	Divulgar los resultados de los informes de vigilancia tecnológica que llevara a cabo el comité interinstitucional de H2V a nivel nacional, en el marco de esta estrategia.
27	Tecnológicos	Riesgo de construcción: calidad de la infraestructura construida en iniciativas asociadas a la cadena de suministro de H2V y derivados	Llevar a cabo reuniones de fomento de la inversión y colaboración entre expertos internacionales y expertos locales para fomentar el desarrollo de <i>joint ventures</i> en el marco de la implementación de la ENHIVE.
28	Políticos	Cambios en leyes y regulación asociada a la implementación de la ENHIVE	Los ajustes al marco legal y regulatorio deberán ser analizados en el marco del Comité Interinstitucional de H2V, para luego presentarse en el Consejo de Gabinete y ser presentados en la Asamblea Nacional, de esta manera se asegura llevar a cabo las coordinaciones pertinentes para que los ajustes consideren las necesidades de los actores involucrados en el proceso de materialización de la ENHIVE.

# Mesa 1 – NT1: Convertirse en un Hub de producción, importación, exportación y despacho de combustible limpio marítimo y aéreo

**Ficha Iniciativa priorizada 1**

**NT 1. Convertirse en un hub de producción, importación y despacho de combustible limpio marítimo y aéreo**

**Iniciativa 1.1: Diseñar un plan detallado de despliegue del hub de producción, importación y despacho de combustible limpio marítimo con énfasis en bunkering de amoníaco verde**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<p>Estudio detallado de la demanda potencial de amoníaco, metano e hidrógeno verde por buques que transiten el Canal de Panamá y sus proyecciones de crecimiento.</p> <p>Definir tiempos, costos requeridos para evaluar cantidad y proyecciones.</p> <p>Estudio de estimaciones de capacidad de energía renovable.</p> <p>Desarrollar mapas de identificación de las áreas privadas que pueden participar en esta tema.</p>	<p><b>Promueve</b></p> <p>Autoridad Marítima de Panamá</p> <p>Universidad Nacional</p> <p>Ministerio de Economía</p> <p><b>Ejecuta / Apoya</b></p> <p>Autoridad del Canal de Panamá</p> <p>Secretaría de Energía</p> <p>Universidad Tecnológica de Panamá / Secretaría Nacional de Energía</p> <p>Autoridad del Canal de Panamá</p>	<p>Fondo de la Organización Marítima Internacional OMI para la mitigación del cambio climático</p> <p>Bonos de BDO y BDO de Activos de Plus H2</p> <p>Inversiones privadas</p> <p>Sector de energía, empresas energéticas</p> <p>Fondos propios de infraestructura</p>
<p>Equipo humano especializado en estudios de demanda / BDD sobre buques que transitan el canal de Panamá.</p> <p>Formación de personal en el manejo de H2 Verde</p>	<p>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad)</p> <p>X estudios de demanda realizados al año 2025</p> <p>Monitorear el % de crecimiento de buques usuarios de H2 Verde</p> <p>Monitorear el % de crecimiento de buques de H2 Verde a Combustible Convencional</p>	

**Ficha Iniciativa priorizada 2**

**NT 1. Convertirse en un hub de producción, importación y despacho de combustible limpio marítimo y aéreo**

**Iniciativa 1.6: Diseñar e Implementar un proyecto piloto de bunkering con derivados de H2V**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<p>Planificación de un piloto para el buque piloto que se utilizará en el despliegue de combustibles de H2V.</p> <p>Identificar los riesgos prácticos involucrados para la operación de combustibles derivados de H2V.</p> <p>Realizar un mapeo más detallado de las áreas privadas que pueden participar en esta tema.</p> <p>Identificación de zonas privadas que pueden participar en esta tema.</p>	<p><b>Promueve</b></p> <p>Secretaría de Energía</p> <p>Autoridad Marítima de Panamá</p> <p>MAIMBENTE</p> <p><b>Ejecuta / Apoya</b></p> <p>Secretaría de Energía</p> <p>Autoridad del Canal de Panamá</p> <p>Bombas</p> <p>ATT</p>	<p>Atraer inversiones privadas nacionales e internacionales</p>
<p>Consortio entre universidades y empresas</p>	<p>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad)</p> <p>2024 iniciar comercial con capacidad de estiba superior a 100 Mt</p> <p>Iniciar el piloto en 2024</p>	

Mesa 1 – NH6: Infraestructura existente y requerida

**NH 6. Infraestructura existente y requerida: consolidada y planificada para cadena de valor H2V y derivados**

**Iniciativa 6.1 Evaluar la infraestructura existente y requerida para despacho de combustible limpio marítimo (amoníaco o metano) mediante bunkering considerando la posibilidad de reconversión de infraestructura de almacenamiento y transporte existente**

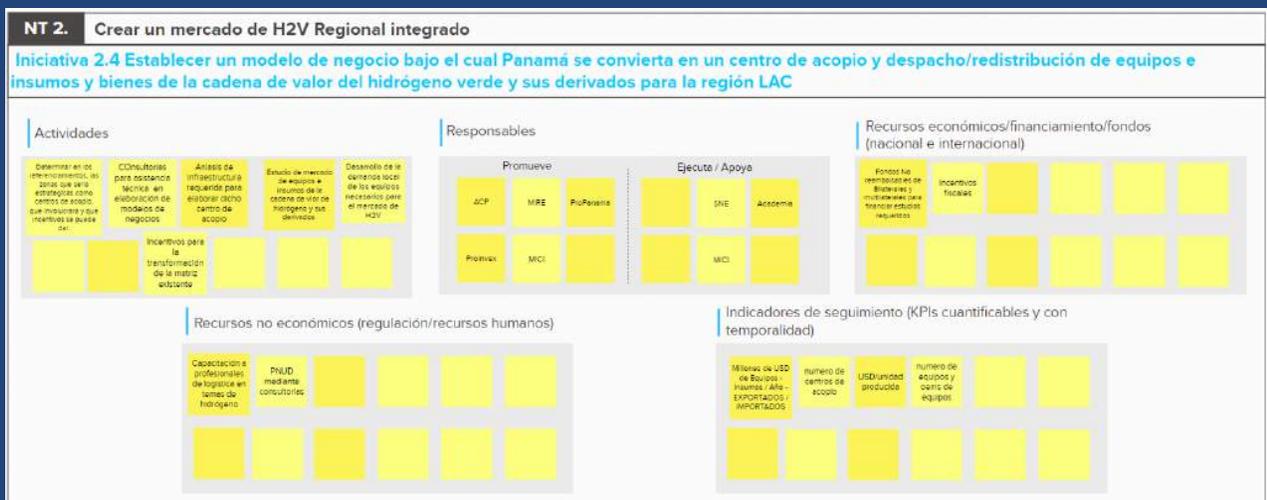
Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio para determinar y cuantificar la necesidad en infraestructura de inversión en corto, mediano y largo plazo</li> <li>Incluir querosene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Promueve:</b> Ministerio de Obras Públicas, SNE</li> <li><b>Ejecuta / Apoya:</b> Universidad Tecnológica de Panamá / Secretaría Nacional de Energía, Colegio de Ingenieros y Químicos Local, Autoridad Marítima de Panamá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>X Fondo de MOP</li> <li>otras inversiones privadas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Benchmark de Tecnologías de H2 para Bunkering</li> <li>Evaluar mediante estudio el impacto socioeconómico y ambiental de la implementación de esta iniciativa.</li> <li>Evaluar las conexiones actuales que hay</li> <li>Evaluar como utilizar las instalaciones de bio-refinaria</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo humano especializado en estudios estructurales / Benchmark status-quo infraestructura</li> <li>Universidad Nacional Estudiantes</li> <li>Capacitación de personal para despacho por medio de camión con suidzer</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>X estudios de reconversión de infraestructura realizados al año 20XX</li> <li>% de Derivados como combustible por tonelada de estuques de 2000</li> <li>Número de instalaciones de Despacho de Combustible, noviembre a 2020, 2021 y 2022</li> </ul>

**NH 6. Infraestructura existente y requerida: consolidada y planificada para cadena de valor H2V y derivados**

**Iniciativa 6.3 Elaborar o colaborar con Centros I+D pertinentes en estudios técnico-económicos de reconversión de barcaza de bunkering para usar amoníaco o metanol (estudio de mercado, técnicos, potencial e impactos)**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de Potencial de Reconversión</li> <li>Identificar experiencias previas llevadas a cabo en países de la región</li> <li>Realizar intercambio de conocimientos y experiencia con otros países</li> <li>Evaluar posibilidad de estudios con universidades internacionales</li> <li>Incluir querosene</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Promueve:</b> Industria y Ministerio de Economía, Secretaría Nacional de Energía</li> <li><b>Ejecuta / Apoya:</b> UTP, OEM de Barcazas, CIEMI, SENACYT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BID y GEF</li> <li>Inversiones privadas de empresas nacionales e internacionales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicos de Barcazas que se convertirán en Técnicos de H2 Verde</li> <li>Generar un repertorio que permita conocer con mayor detalle los recursos para el desarrollo de investigaciones</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>% de Conversiones</li> <li>Corto Plazo de Conversion</li> <li>Cantidad de técnicos especializados en H2 Verde al 2030</li> </ul>

Mesa 2 – NT2: Crear un Mercado de H2V regional integrado



Mesa 2 – NH7: Gobernanza y diálogo triangular: academia y agencias gubernamentales

**NT 7. Gobernanza y diálogo triangular: Industria, academia y agencias gubernamentales**

**Iniciativa 7.3: Promover activamente la creación de alianzas público-privadas y la generación de consorcios, para impulsar la implementación de proyectos piloto de hidrógeno y derivados.**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<p><b>Crear mecanismos para coordinación interministerial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crear mecanismo regulatorio de inversión para la innovación en producción de hidrógeno verde y derivados.</li> <li>Estudio de alianza para atraer inversión de empresas privadas.</li> <li>Organización de H2 Panamá.</li> <li>Posicionar objetivos de cooperación e inversión público-privada en sectores gubernamentales, energéticos y zonas privadas (zonas económicas especiales).</li> </ul>	<p><b>Promueve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SNE</li> <li>MIRE (Inversión extranjera)</li> </ul> <p><b>Ejecuta / Apoya</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ProPanamá</li> </ul>	<p><b>Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> <li>Bilaterales y multilaterales: BID, WB, SICE, PN/UMA, etc.</li> <li>CF, GEF, GCF para inversión en proyectos piloto.</li> </ul>
<p><b>Recursos no económicos (regulación/recursos humanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamiento legal que favorezca la creación de comité interministerial.</li> <li>Formación de talento para promover la producción de hidrógeno y derivados para capacitar a la mano de obra nacional.</li> </ul>	<p><b>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X instancias de coordinación interministerial al año.</li> <li>Inversiones Pilotos.</li> <li>kton H2 o derivados importados, producidos y exportados.</li> </ul>	

**NT 7. Gobernanza y diálogo triangular: Industria, academia y agencias gubernamentales**

**Iniciativa 7.5: Diseñar e implementar mecanismos de atracción de capital extranjero a través de alianzas y/o acuerdos entre diferentes países que estén interesados tanto en el uso como en la producción de H2V y derivados (foco en Amoníaco verde para Bunkering en el corto plazo e Hidrógeno verde y e-kerosene en el mediano/largo plazo).**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<p><b>MOUs con empresas extranjeras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentar modelos de negocio.</li> <li>Presentar potenciales de producción y/o consumo.</li> <li>Preparar un protocolo de inversión o contrato de suministro de hidrógeno verde y derivados.</li> <li>Acuerdo con países terceros para garantizar importación de hidrógeno verde y derivados para impulsar el desarrollo de ciudades como el mercado azul.</li> </ul> <p><b>Sensibilizar a empresas privadas que puedan hacer uso de los derivados como el e-kerosene</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Involucrar actores del sector energía.</li> </ul>	<p><b>Promueve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>MIRE</li> <li>Comités de Comercio Bilaterales</li> </ul> <p><b>Ejecuta / Apoya</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AMP</li> <li>SNE</li> <li>ACP</li> </ul>	<p><b>Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Multilaterales, Bilaterales.</li> <li>Fondos no reembolsables.</li> <li>CF, GCF, JCM, GEF.</li> </ul>
<p><b>Recursos no económicos (regulación/recursos humanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas libres fiscales.</li> <li>Consumos finales verdes.</li> </ul>	<p><b>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad)</b></p>	

Mesa 3 – NT3: Fomentar el mercado doméstico de hidrógeno

**NT 3. Fomentar el mercado doméstico de H2V.**

**Iniciativa 3.3: Mejorar las estimaciones del potencial técnico de generación renovable en Panamá**

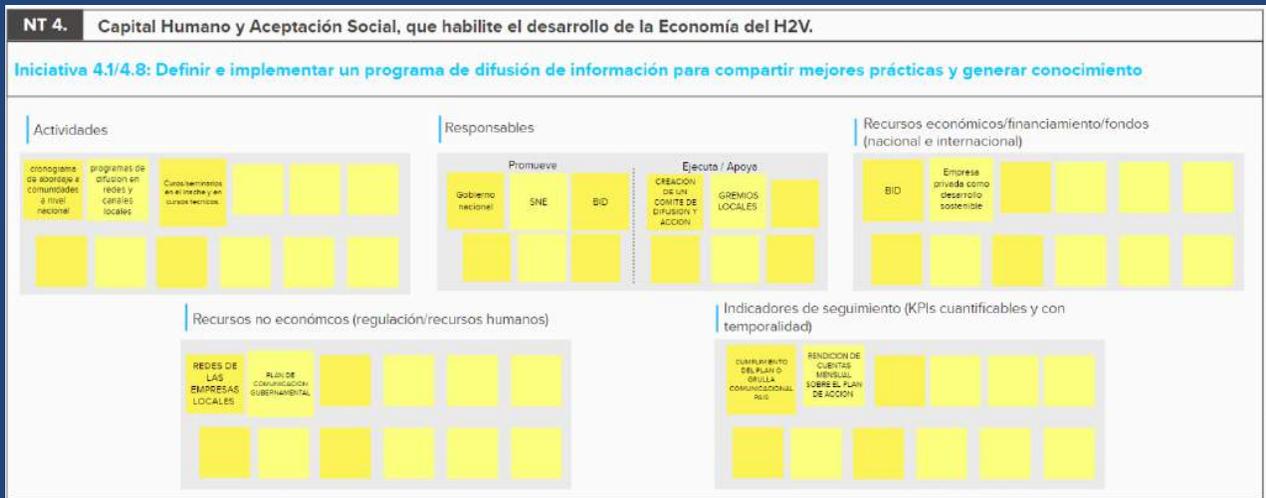
Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>estudio de potencial de renovables</li> <li>generar estudio de casos GIS para ver qué terrenos con infraestructura de poder de tener buen recurso</li> <li>documentar las acciones locales en este tema</li> <li>referenciar casos de uso internacionales</li> </ul>	<p><b>Promueve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ASEP</li> <li>SNE</li> <li>Cambo Nacional de Despacho</li> </ul> <p><b>Ejecuta / Apoyo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ASEP</li> <li>SNE</li> <li>Anpag</li> <li>Cambo Solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cooperación técnica</li> <li>Presupuesto ASEP</li> </ul>
<p>Recursos no económicos (regulación/recursos humanos)</p>		<p>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad)</p>

**NT 3. Fomentar el mercado doméstico de H2V.**

**Iniciativa 3.6: Diseñar e implementar dos pilotos para promover el H2V como energético en sectores con mayor potencial de demanda local: Movilidad y/o Calor industrial**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio potencial solar y eólico Nacional</li> <li>DESARROLLAR estudios sobre cómo DESARROLLAR Y CENTRALIZAR EL CONOCIMIENTO</li> <li>DESARROLLAR CASOS DE USO PARA SU FACTIBILIDAD</li> <li>alineación con los demás planes hacia la transición</li> <li>Desarrollar un estudio de generación de hidrógeno verde</li> <li>Hidrógeno en la minería en el transporte de equipo pesado</li> </ul>	<p><b>Promueve</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asociación Panameña de Ganadores ANPAG</li> <li>Sindicato de Industriales</li> <li>gobierno central / SNE</li> <li>ETESA</li> <li>Cámara minera (a largo plazo)</li> </ul> <p><b>Ejecuta / Apoyo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Universidad Tecnológica de Panamá</li> <li>M.Bu Cooperativas de transporte</li> <li>ACP (transportes)</li> <li>grupos industriales</li> <li>UTP</li> <li>SNE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fondo X</li> <li>FORTE</li> <li>BID</li> <li>SENACYT</li> <li>Empresas Privadas</li> <li>MEP</li> <li>Financiamiento extranjero (fondos mixtos)</li> </ul>
<p>RRH-H destinados a crear licitación para estudios</p> <p>ARTICULACION CON LAS EMPRESAS PRIVADAS PARTICIPANTES</p>		<p>BBDO de potencial solar y eólica con alcance nacional al 2024</p> <p>Hitos trimestrales</p> <p>COMPROMISOS SMART de las empresas públicas y privadas</p> <p>Costo</p>

Mesa 3 – NT4: Capital Humano y Aceptación Social



Mesa 4 – NT5: Legislación, Regulación y financiamiento

**NT 5. Legislación, Regulación y Financiamiento: marco legal y regulatorio favorable para actividades de H2V y que fomente la inversión**

**Iniciativa 5.1: Actualizar y crear la legislación y reglamentos necesarios para contar con un marco regulatorio claro para toda la cadena de valor del H2V y sus derivados, incluyendo reglamentación de seguridad.**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disenar e implementar un plan de fomento a la inversión en servicios logísticos bajo un esquema de fomento de la cadena de suministro del hidrógeno y amoníaco verde.</li> <li>Crear reglamentación técnica para H2V y sus derivados.</li> <li>Definir el diseño de la entidad rectora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Promueve:</b> Ministerio de Comercio/Industria, Industria sinérgica, Grupos privados y profesionales, SNE.</li> <li><b>Ejecute / Apoya:</b> ProPanamá, SAE, Banco de Panamá y a través de Bancos Internacionales de Panamá, Banco de la Nación, Banco de la Ciudad de Panamá.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> <li>La OEA le otorga recursos económicos de inversión de acuerdo al proyecto. Se otorgan recursos que se utilizan de manera estratégica para apoyar el desarrollo de proyectos.</li> <li>El SAE y el FOMCI otorgan recursos de inversión de acuerdo al momento del proyecto de financiamiento por concurso para el desarrollo de proyectos.</li> <li>Identificar fondos para el desarrollo de proyectos de inversión de acuerdo al momento del proyecto de financiamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapeo y BBDD de servicios logísticos.</li> <li>Academia Empresas Grupos y profesionales.</li> <li>Cooperativas, talleres, foros para divulgación.</li> <li>Centro Nacional de Competitividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad):</li> <li>Plen implementado al año 20XX / Primeras inversiones adquiridas al año 2025.</li> <li>Productos implementados (H2V, amoníaco, metano etc.).</li> <li>Cantidad de inversiones.</li> </ul>	

**NT 5. Legislación, Regulación y Financiamiento: marco legal y regulatorio favorable para actividades de H2V y que fomente la inversión**

**Iniciativa 5.5: Diseñar e implementar un plan de fomento a la inversión en infraestructura de la cadena de suministro de los proyectos de H2V y derivados**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Seleccionar Ciudad de Fomento de Infraestructura para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Constituir un fondo de inversión para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Proponer las prioridades de inversión.</li> <li>Identificar la ciudad o territorio que será el foco de inversión.</li> <li>Identificar acciones estratégicas que permitan el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Determinar cuáles son las inversiones que se priorizan en el territorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Promueve:</b> ACP, ASAMBLEA NACIONAL, SNE, CENTRO NACIONAL DE COMPETITIVIDAD, Ciudad del Saber.</li> <li><b>Ejecute / Apoya:</b> ACP, SNE, Sector privado (empresas mercantes), CENTRO NACIONAL DE COMPETITIVIDAD, UTP, EMPRESAS MARITIMAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destinar recursos de ACP para el desarrollo de la infraestructura.</li> <li>CAF</li> <li>IRENA</li> <li>BID</li> <li>Recursos que provienen de la ejecución del plan maestro ACP.</li> <li>La Dirección General de Infraestructura y Transporte (DGI).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Profesionales de acuerdo con el sistema rectoral.</li> <li>UTP</li> <li>ASEP</li> <li>SENACYT</li> <li>Ciudad del Saber</li> <li>Academia Nacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad):</li> <li>Metros cuadrados de infraestructura para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Número de acciones adelantadas por el sector privado.</li> <li>Número de empresas participantes de inversión de infraestructura y desarrollo.</li> <li>Número de acciones adelantadas como resultado de la ejecución de proyectos.</li> </ul>	

**NT 5. Legislación, Regulación y Financiamiento: marco legal y regulatorio favorable para actividades de H2V y que fomente la inversión**

**Iniciativa 5.7: Estimar las inversiones requeridas para desarrollar el mercado local del H2V**

Actividades	Responsables	Recursos económicos/financiamiento/fondos (nacional e internacional)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar un plan de desarrollo de la infraestructura para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Realizar un estudio de factibilidad de la infraestructura para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> <li>Identificar la ciudad o territorio que será el foco de inversión.</li> <li>Invitar a la academia para formar parte de los equipos de trabajo.</li> <li>Invitar a organizaciones de la ciudad del saber.</li> <li>Invitar a expertos internacionales para el desarrollo de proyectos de inversión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Promueve:</b> ASEP, SENACYT, UTP, CENTRO NACIONAL DE COMPETITIVIDAD, UTP, Ciudad del Saber.</li> <li><b>Ejecute / Apoya:</b> ASEP, SNE, ACP, Puertos, Centros rectoral, ASOCIACION SOCIAL.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GCF</li> <li>CAF</li> <li>PROFONO</li> <li>IRENA</li> <li>BID</li> <li>La Dirección General de Infraestructura y Transporte (DGI).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyo técnico.</li> <li>SENACYT</li> <li>Ciudad del saber</li> <li>UTP</li> <li>La Dirección General de Infraestructura y Transporte (DGI).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores de seguimiento (KPIs cuantificables y con temporalidad):</li> <li>Número de instituciones locales, académicas que participan.</li> <li>Número de instituciones organizacionales que participan.</li> <li>Número de acciones adelantadas.</li> </ul>	



# Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y Derivados de Panamá

Junio

20  
23

Hidrógeno Verde - Panamá