

**RESOLUCIÓN N.º MIPRE-2022-0002354**  
**De 24 de enero de 2022**

Que adopta las bases de la Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en la República de Panamá, y crea los Comités al Servicio del Hidrógeno Verde de Panamá.

**EL SECRETARIO NACIONAL DE ENERGÍA**  
en uso de sus facultades legales,

**CONSIDERANDO:**

Que el artículo 1 de la Ley 43 de 25 de abril 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, 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 el artículo 3 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011, establece que la conducción del sector energía le corresponde a la Secretaría Nacional de Energía;

Que el artículo 5 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011, señala que 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. La Secretaría Nacional de Energía realizará estas funciones bajo la subordinación del Órgano Ejecutivo y con la participación y debida coordinación con los agentes públicos y privados que participan en el sector;

Que en atención al numeral 5 del artículo 17 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011, el Secretario Nacional de Energía tiene entre sus funciones y facultades, someter al Órgano Ejecutivo por conducto del Ministerio de la Presidencia, las políticas, planes, programas y propuestas normativas del sector energía;

Que la Secretaría Nacional de Energía presentó a consideración del Órgano Ejecutivo, los Lineamientos Estratégicos de la Agenda de Transición Energética, que fueron aprobados por el Consejo de Gabinete mediante Resolución de Gabinete N.º 93 de 24 de noviembre de 2020, que incluye 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 la capacidad y oportunidades del país para consolidarse como un distribuidor y suministrador de hidrocarburos a nivel regional, lo que representa una oportunidad importante para la entrada del hidrógeno verde que es un elemento clave para completar la descarbonización de la economía mundial. Son más de treinta países a la fecha que están incorporando en sus políticas públicas el desarrollo del hidrógeno verde, por lo que en ese sentido, se deben establecer los elementos de la hoja de ruta del hidrógeno verde en Panamá para crear las condiciones para su implementación, tomando en cuenta sus derivados, las necesidades de



Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: <https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=p20flzLITUy9F0BcJ0g%2FLoaq6lvHIWD6Lqwxhj45Abc%3D>

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
SECRETARÍA NACIONAL DE ENERGÍA

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 la posición geográfica del país nos brinda esa oportunidad de posicionarnos como esa ruta global del hidrógeno verde que facilite el fomento de la inversión 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;

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 de la estrategia de innovación del Sistema Interconectado Nacional (ENISIN) se 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 hidrogeno verde, que nos permitirá asegurar que el sistema eléctrico panameño continúe siendo seguro y confiable;

Que adoptar las bases de la Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde, 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 Ley 40 del 12 de septiembre 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 para dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 43 de 25 de abril de 2011, y los Lineamientos Estratégicos de la Agenda de Transición Energética aprobados mediante Resolución de Gabinete N.º93 de 24 de noviembre de 2020, y en atención a la importancia que reviste para el país establecer la Fase 1 de la Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde, se hace necesario contar con Comités al Servicio del Hidrógeno Verde en Panamá, como el Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde (CANHV) que se constituirá en un espacio de reporte, seguimiento estratégico para fomentar la cooperación y la coordinación de las líneas de acción a desarrollar en la hoja de ruta del hidrógeno verde en Panamá; y el Comité Técnico de Hidrógeno Verde (CTHV) que se constituirá con la finalidad de impulsar activamente el establecimiento de la hoja de ruta de hidrógeno verde de Panamá y fungirá como el brazo implementador del Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde, en consecuencia,

**RESUELVE:**



Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: <https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=p20flzLITUy9F0BcJ0g%2FLoaq6lvHIWD6Lqwxhj45Abc%3D>

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
SECRETARÍA NACIONAL DE ENERGÍA

**PRIMERO: ADOPTAR** las bases de la Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en la República de Panamá, la cual forma parte de la presente resolución como Anexo A.

**SEGUNDO: CREAR** los Comités al Servicio del Hidrógeno Verde en Panamá que son:

1. El Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde (CANHV), que se constituirá en un espacio de reporte, seguimiento estratégico para fomentar la cooperación y la coordinación de las líneas de acción a desarrollar en la hoja de ruta del hidrógeno verde en Panamá; y
2. El Comité Técnico de Hidrógeno Verde (CTHV), que se constituirá con la finalidad de impulsar activamente el establecimiento de la hoja de ruta de hidrógeno verde de Panamá y fungirá como el brazo implementador del Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde.

**TERCERO:** El Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde (CANHV) estará conformado por un representante de las siguientes instituciones y sectores:

1. Secretaría Nacional de Energía;
2. Ministerio de Economía y Finanzas;
3. Ministerio de Relaciones Exteriores;
4. Ministerio de Comercio e Industrias;
5. Ministerio de Ambiente;
6. Autoridad Marítima de Panamá;
7. Autoridad del Canal de Panamá;
8. Universidad Tecnológica de Panamá;
9. Ciudad del Saber;
10. Autoridad para la Atracción de Inversiones y la Promoción de Exportaciones (PROPANAMÁ);
11. Secretaría Estratégica para el Desarrollo y Competitividad (SEDCO);
12. Sector Eléctrico de Energías Renovables;
13. Sector de las Terminales de Almacenamiento;
14. Sector Logístico Portuario de Panamá;
15. Sector Bancario de Panamá; y
16. Sindicato de Industriales.

**CUARTO:** El Comité Técnico de Hidrógeno Verde (CTHV) estará compuesto por representantes de mandos medios de las siguientes instituciones y sectores:

1. Secretaría Nacional de Energía;
2. Ministerio de Economía y Finanzas;
3. Ministerio de Relaciones Exteriores;
4. Ministerio de Comercio e Industrias;
5. Ministerio de Ambiente;
6. Autoridad Marítima de Panamá;
7. Autoridad del Canal de Panamá;
8. Universidad Tecnológica de Panamá;
9. Ciudad del Saber;
10. Autoridad para la Atracción de Inversiones y la Promoción de Exportaciones (PROPANAMÁ);
11. Secretaría Estratégica para el Desarrollo y Competitividad (SEDCO);
12. Sector Eléctrico de Energías Renovables;
13. Sector de las Terminales de Almacenamiento;
14. Sector Logístico Portuario de Panamá;
15. Sector Bancario de Panamá; y



Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: <https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=p20flzLITUy9F0BcJ0g%2FLoaq6lvHIWD6Lqwxhj45Abc%3D>

16. Sindicato de Industriales.

**QUINTO: SOLICITAR** que cada institución designe un representante para cada uno de los Comités, y por parte del sector privado los representantes serán escogidos de una terna que presente el gremio o sector a la Secretaría Nacional de Energía.

**SEXTO:** La presente resolución comenzará a regir a partir de su promulgación.

**FUNDAMENTO DE DERECHO.** Ley 43 de 25 de abril de 2011, Resolución de Gabinete N.º93 de 24 de noviembre de 2020.

**COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.**

**JORGE RIVERA STAFF**  
Secretario Nacional de Energía



Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: <https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=p20flzLITUy9F0BcJ0g%2FLoaq6lvHIWD6Lqwxhj45Abc%3D>



# Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde de Panamá



# Hub Transformacional de Hidrógeno Verde de Panamá



MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA





# Contenido

<b>1. Palabras del Secretario de Energía</b>	<b>6</b>
<b>2. Agradecimientos</b>	<b>8</b>
<b>3. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>4. Contexto para el aprovechamiento del Hidrógeno Verde</b>	<b>12</b>
De lo global a lo nacional.....	12
Hidrógeno Verde y la Agenda de Transición Energética de Panamá.....	15
Energía Renovable.....	16
Recurso Hídrico.....	20
Canal de Panamá – Plan de Descarbonización.....	22
Industria.....	23
Hub Marítimo, Portuario, Logístico y Aéreo.....	24
Hub Financiero .....	26
<b>5. Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde – Primera Fase</b>	<b>27</b>
5.1 Meta: .....	27
5.2 Objetivos: .....	27
5.3 Comités al servicio del Hidrógeno Verde en Panamá.....	28
5.3.1 Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde (CANHV).....	28
5.3.2 Comité Técnico de Hidrógeno Verde (CTHV).....	29





5.4 Hub Transformacional de Hidrógeno Verde .....	29
5.4.1 Producción de Hidrógeno Verde y demás energéticos a base de Hidrógeno verde .....	35
5.4.2 Instrumentos de Política y Marco Regulatorio .....	36
5.4.3 Estándares y Certificaciones .....	38
5.4.4 “Bunkering”de Hidrógeno Verde.....	39
5.4.5 Nueva Infraestructura y adecuaciones.....	41
5.4.6 Sensibilización, Educación, Investigación, desarrollo en Hidrógeno Verde.....	41
5.4.7 Proyectos piloto y Alianzas Público-Privadas.....	42
5.4.8 Producción local y futuro consumo doméstico de Hidrógeno verde y sus carriers .....	43
<b>6. Pasos siguientes</b> .....	<b>46</b>
<b>7. Bibliografía</b> .....	<b>48</b>



## Lista de figuras

Figura 1. Lineamientos de la Agenda de Transición Energética de Panamá..... 16

Figura 2. Generación Eléctrica por Tecnología en Panamá para los años 2015, 2019 y 2021 ..... 17

Figura 3. Capacidad Instalada por Tecnología en Panamá 2021 ..... 18

Figura 4. Oferta de Agua Dulce y Usos de Agua..... 21

Figura 5. Panamá Hub de las Américas..... 24

Figura 6. Panamá H<sub>2</sub>UB ..... 31

Figura 7. Cargo por el Canal de Panamá ..... 34

Figura 8. Venta de combustible Marino en Panamá ..... 40

Figura 9. Naves atendidas para el despacho de combustible marino en Panamá. .... 40

Figura 10. Importación Neta (kg) ..... 44

## Lista de tablas

Tabla 1. Equivalente en Hidrógeno del combustible que transita por el Canal de Panamá ..... 32

Tabla 2. Proyecciones de cargamentos de hidrógeno que podrían transitar por el Canal de Panamá ..... 33



# 1. Palabras del Secretario de Energía



**Dr. Jorge Rivera Staff**  
Secretario Nacional de Energía

“

**En el proceso de descarbonización de los sectores intensivos en uso de energía, surge con fuerza el hidrógeno verde como un vector energético**

”

La agenda de transición energética que estamos desarrollando en Panamá, y cuyos lineamientos estratégicos fueron aprobados por el Consejo de Gabinete en noviembre de 2020, establece 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.

Dentro de los ejes de esta transición limpia y justa que estamos impulsando, junto a los de Digitalización y Democratización del sector energético, está el de Descarbonización, que se logra principalmente aumentando la penetración de renovables en la matriz de generación eléctrica y en el cambio de los medios de transporte hacia fuentes más sostenibles y de bajas emisiones, principalmente por medio de la electrificación del transporte terrestre.

En este proceso de descarbonización de los sectores intensivos en uso de energía, surge con fuerza sobre todo en los últimos 2 años el hidrógeno verde como un vector energético, como alternativa de mediano plazo para aquellas actividades difíciles de electrificar como industrias pesadas y transporte de muy grandes distancias o transporte pesado.

En este sentido, a medida que vamos avanzando con la consolidación de nuestra matriz eléctrica renovable en Panamá y que avanza la maduración/innovación tecnológica de los equipos electrolizadores a nivel mundial, que nos permitirá gradualmente incorporarnos en el mediano y largo plazo a la producción competitiva de hidrógeno verde y al uso del mismo en nuestro país, hemos identificado una gran oportunidad de corto plazo para que Panamá agregue valor al mercado regional y global de hidrógeno verde que se está desarrollando en estos momentos como un hub de almacenamiento y transformación del mismo.

Alineados con 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 hidrógeno verde que complemente las iniciativas de producción de dicho vector energético en América Latina y el Caribe con vocación de exportación hacia otras regiones que ya se vislumbran como grandes polos industriales de consumo del mismo.

Es por eso que, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), hemos hecho este análisis que nos permite presentar una hoja de ruta para la creación de este hub de hidrógeno verde en Panamá, que no solo se apalanca en las condiciones actuales de nuestro centro logístico, sino que apunta a la consolidación de actividades de servicios, conocimiento e innovación asociadas a la nueva economía del hidrógeno verde.

Esto nos permitirá conectar los más avanzados conocimientos, modelos de negocios, tecnologías a nivel global, con la capacidad local para que se convierta en un pilar de la inversión sostenible para la recuperación económica y el desarrollo de Panamá.





## 2. Agradecimientos

La Secretaría Nacional de Energía agradece al Banco Interamericano de Desarrollo por su colaboración en el desarrollo de análisis estratégicos para la estructuración de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde en especial a Arturo Alarcón, Especialista Senior del BID, Ricardo Espino, consultor técnico del BID, quienes junto a Mónica Saraiva Panik, consultora asesora para Hidrógeno Verde, han aportado su dedicación y conocimientos para facilitar el desarrollo de este documento.

Se agradece a la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y al World Economic Forum, quienes por medio de sus constantes análisis de las tendencias y crecimiento del hidrógeno verde a nivel global nos han permitido identificar una oportunidad estratégica para estructurar un rol diferenciado de Panamá con respecto a la cadena de servicios necesarios para contribuir a la descarbonización del sector energético a nivel nacional y a nivel global, y de esta forma acelerar el cumplimiento del objetivo último de la Convención de Cambio Climático y del acuerdo de París.

Igualmente, extendemos nuestro cordial agradecimiento a todos los profesionales del sector público y privado quienes nos han compartido sus conocimientos y perspectivas sobre el desarrollo de la hoja de ruta de hidrógeno verde.

Además, se resalta y agradece la colaboración del equipo de la Secretaría Nacional de Energía, en especial de la Ing. Rosilena Lindo, quien estuvo a cargo del desarrollo de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde.

### 3. Introducción



**El éxito de la disrupción tecnológica para promover la transición energética depende de cómo fortalezcamos las habilidades de los innovadores de hoy, donde los desarrolladores de tecnología deben ser innovadores, así como de cada uno de los formuladores de políticas, desarrolladores de mecanismos financieros, incluidas las empresas de la cadena de suministro, junto con la diversidad de partes interesadas dentro y fuera del sector energético.**

La innovación es el vínculo directo para aumentar el límite de velocidad en la carretera por la que todos se dirigen hacia el equilibrio entre desarrollo y clima. El hidrógeno verde y las energías renovables forman parte de los vehículos idóneos para recorrer ese camino.

Contar con una Primera Fase de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde le permite al país definir medidas habilitantes que fomenten y aceleren la aplicabilidad de las tecnologías asociadas Hidrógeno Verde junto a los servicios requeridos para asegurar la reducción máxima de emisiones de gases de efecto invernadero, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Panamá desea poner a disposición de la lucha climática global su posición estratégica para apoyar a todos los países del Globo a utilizar la ruta más corta para el transporte y transformación de este sector energético limpio, y al mismo tiempo ofertar servicios de almacenamiento y logística portuaria con cero huellas de carbono, permitiéndole a los actuales y futuros productores de Hidrógeno Verde Latinoamericanos y del Caribe acceso a nuevos mercados de hidrógeno verde en Europa y Asia.

Como parte de las iniciativas de esta hoja de ruta, Panamá prevé convertirse en un Hub Transformacional de Hidrógeno Verde, el cual



será el nuevo Valle de Hidrógeno Verde regional constituido por la posición geográfica de Panamá, la infraestructura del Canal de Panamá, nuestros hubs marítimos, logísticos, de comunicaciones, financieros y aéreos, los cuales agregarán valor para el desarrollo de un mercado comercial regional y global ungiendo como un mecanismo de enlace donde la producción satisface la demanda de hidrógeno verde de la manera más eficaz, eficiente y sostenible posible.

Buscamos consolidarnos como el “Hub de Hubs” de hidrógeno Verde Regional, donde el Canal de Panamá pasará de ser la Ruta Verde, a convertirse en la Ruta del Hidrógeno Verde por excelencia, sumando mayores reducciones de gases de efecto invernadero, adicionales a las más de 13 millones de toneladas por año por año que el Canal de Panamá Reduce anualmente al acortar las rutas del transporte marítimo, fomentando no solo la descarbonización de las operaciones del canal, la descarbonización de las operaciones portuarias, la descarbonización de la economía Panamá, sino también la descarbonización del comercio de bienes y servicios alrededor del planeta.

Dado que los países de América Latina y el Caribe son un importante actor en la producción y exportación de hidrógeno verde a mediana y gran escala, de los cuales varios son actuales usuarios del Canal de Panamá, y ya han firmado acuerdos de cooperación

para la producción y exportación de hidrógeno a otra región, se confirma la creación del nicho de mercado que el Hub Transformacional de Hidrógeno Verde el cual abrirá espacios para fomentar las economías de escala asociadas a este energético de origen renovable.

Para ello, la hoja de ruta plantea el desarrollo de regulaciones innovadoras, ajustando el marco legal de hidrocarburos partiendo de las actuales “Zonas Libres de Combustibles”, para dar la bienvenida a los incentivos asociados a “Zonas Libres de Hidrógeno Verde” para almacenar e invertir en infraestructura que habilite el almacenamiento y exportación del hidrógeno verde y sus carriers, junto a tener a disposición de las embarcaciones que usan el canal de Panamá un nuevo esquema de “abastecimiento de combustible limpio”.

El Hub de hidrógeno verde pondrá a disposición infraestructura de transformación a gran escala capaz de recibir hidrógeno verde líquido y convertirlo en portadores de hidrógeno verde como E-Amoníaco, E-Queroseno y E-Metanol para ser exportados a consumidores finales, en otras regiones, y/o alimentar directamente al sector marítimo y de la aviación con una opción de energía más limpia, así como proveer a la agro industria de un energético sostenible, y al sector agropecuario con amoníaco verde como fertilizante de origen renovable.

“

Buscamos consolidarnos como el “Hub de Hubs” de hidrógeno Verde Regional, donde el Canal de Panamá pasará de ser la Ruta Verde, a convertirse en la Ruta del Hidrógeno Verde por excelencia

”



Panamá está en camino de adaptar las políticas industriales y energéticas para promover cambios de combustible a nivel nacional y apoyar los esfuerzos internacionales para hacerlo, al tiempo que mejora la escala de oportunidades comerciales.

Cada tonelada de CO<sub>2</sub> cuenta cuando se habla de hidrógeno verde. Panamá se convertirá en el eslabón de mercado del hidrógeno verde al ser la ruta más corta para a más de 1780 destinos en 170 países.

Esta hoja de ruta busca consolidar el enfoque regional para los países latinoamericanos que lideran las iniciativas de hidrógeno verde, contribuyendo al desarrollo de una hoja de ruta regional para América Latina.

Para fomentar la investigación, desarrollo y crecimiento de las habilidades y conocimientos de los profesionales en Panamá, estableceremos el Centro de Transición Energética con énfasis en Hidrógeno Verde, el cual servirá como un acelerador del despliegue de hidrógeno verde para Panamá y América Latina.

Además, la hoja de ruta busca facilitar las condiciones para el desarrollo de alianzas público-privadas que permitan la implementación de proyecto pilotos de hidrógeno verde y sus derivados como amoníaco verde y aplicaciones en celdas de combustible, en el sector marítimo, transporte y agroindustrial.

Esto es parte del concepto de desarrollar una transición energética justa e inclusiva que no deje a nadie atrás y que, a su vez, fortalezca los mecanismos de planificación, regulación y coordinación interinstitucional, junto al sector privado y sociedad civil, facilitando la inversión nacional y extranjera para el desarrollo.

Esta hoja de ruta considera los aspectos tecnológicos de los retos y oportunidades para el aprovechamiento del hidrógeno verde, incluyendo los elementos sociales, económicos y políticos de su implementación, siendo los ciudadanos el centro de la política pública.



“Cada tonelada de CO<sub>2</sub> cuenta cuando se habla de hidrógeno verde.”

## 4. Contexto para el aprovechamiento del Hidrógeno Verde

### De lo global a lo nacional

El actual crecimiento y el desarrollo económico promovido por la transición energética visibiliza con mayor claridad el papel fundamental que desempeña el sector de la energía en la estabilización del clima y en la mejora en la calidad de vida de la población. Para fomentar un crecimiento sostenible y sostenido se requiere confiar en la disponibilidad de fuentes de energía abundantes, seguros, asequibles, que protejan los recursos naturales del entorno.

Sin embargo, según el reporte de IRENA, **Hidrógeno proveniente de fuentes renovables (IRENA, 2019) en el 2018 el 81% de la energía mundial provino de combustibles fósiles, las emisiones globales aumentaron de manera constante hasta 2019 y más de 770 millones de personas en todo el mundo aún carecen de acceso a la electricidad.**

De cara a acelerar el proceso de descarbonización de del desarrollo, el hidrógeno verde se ha convertido en una oportunidad crítica para alcanzar los objetivos climáticos mientras simultáneamente se generan fuentes de reactivación y crecimiento económico a corto, mediano y largo plazo; oportunidad que ha impulsado a decenas de tomadores de decisiones a ajustar sus estrategias para atraer inversiones y facilitar el despliegue de tecnologías de mientras se crea una demanda de hidrógeno verde y energéticos basados en hidrógeno verde.

La Agencia Internacional de Energía enfatiza en que, si mundo puede tener la posibilidad de alcanzar cero emisiones netas para 2050, los gobiernos deben tomar medidas rápidas para reducir las barreras que impiden un crecimiento más rápido del hidrógeno bajo en carbono, y que para que el hidrógeno bajo en carbono alcance el 10 % del uso final de la energía al 2050 los niveles de su utilización actual deben multiplicarse por 6 para así alcanzar las cero emisiones netas globalmente.



La revolución del hidrógeno verde ha aumentado substancialmente durante los últimos dos años. El Reporte Global de Hidrógeno (IEA, 2021) afirma que en el año 2020 ya se tenían en funcionamiento 81 proyectos piloto o demostrativos, de los cuales 59 son de conversión hidrógeno proveniente de la electrólisis en metano sintético, 7 son directamente de metanol sintético, 7 son de diésel sintético o queroseno y 8 son para producir amoniaco, los cuales mayormente se encuentran ubicados en Europa

Sin embargo, América Latina avanza con paso firme en la producción de hidrógeno bajo en carbono. Según el reporte Hidrógeno en América Latina de la IEA, en el 2021 Latinoamérica contaba con una cartera de proyectos de más de 25 proyectos, incluidos varios proyectos a escala de gigavatios para exportación fuera de región.

Panamá, por medio de la conformación de su hoja de ruta de hidrógeno verde, pretende convertirse en un país facilitador de la transición energética global al proveer eslabones sostenibles en la cadena de suministro de hidrógeno verde y demás energéticos basados en hidrógeno, considerando el potencial de producción y exportación de Latinoamérica y el Caribe, junto a las expectativas de importación de Europa y Asia.

Panamá pretende aprovechar las bondades del hidrógeno verde domésticamente para descarbonizar diversos sectores de la economía, considerando su aplicabilidad en el transporte asociado a vehículos pesados, a la agroindustria y sector agrícola.

Desde el 2008 a la fecha (IEA, 2021), el costo de las pilas de combustible para automóviles se ha reducido en un 70% debido al progreso tecnológico y las crecientes ventas de vehículos eléctricos de pila de combustible (FCEV), así como también el número de FCEV en la carretera se multiplicó por más de

seis, pasando de 7000 en 2017 a más de 43 000 a mediados de 2021, de los cuales el 20 % son autobuses y camiones.

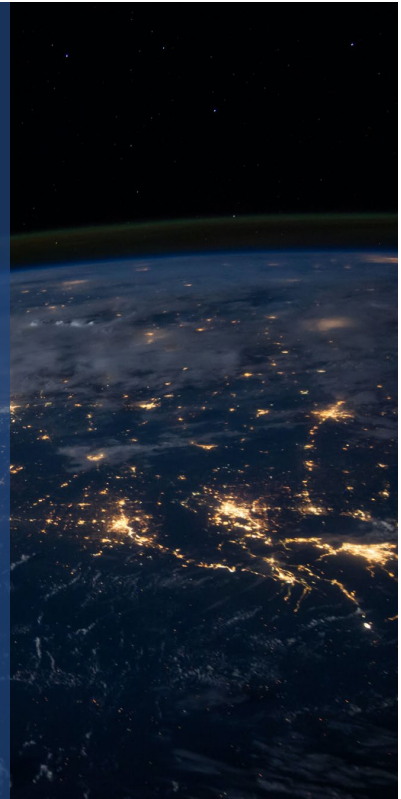
Panamá está efectuando una apuesta hacia la innovación en sus esquemas de negocios e innovación en su industria. Teniendo en consideración que actualmente, según datos de la IEA, el costo nivelado de la producción de hidrógeno a partir del gas natural oscila entre USD 0,5 y USD 1,7 por kilogramo (kg), y que el uso de tecnologías Captura y Almacenamiento de Carbono (CCUS) para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de hidrógeno aumenta el costo nivelado de producción a alrededor de USD 1 a USD 2 por kg; y que el uso de electricidad proveniente de fuentes renovables para producir hidrógeno verde genera un costo promedio entre USD 3 y USD 8 por kg, Panamá busca poner a disposición el potencial de generación de electricidad por medio de fuentes renovables como la energía solar, la energía eólica, la energía hídrica y la biomasa para impulsar no solo la competitiva de la producción de hidrógeno verde en el país sino también a disposición de los servicios asociados a su transformación, almacenamiento y transporte, con la finalidad de fomentar el incremento de la industria de producción de energía renovable a nivel nacional.

Esta hoja de ruta busca facilitar el establecimiento regímenes adecuados de certificación, normalización y regulación para la adopción del hidrógeno verde y la creación de nuevas cadenas de valor. Esto requerirá modificar los marcos regulatorios actuales y definir nuevos estándares y esquemas de certificación para eliminar las barreras que impiden una adopción generalizada. El acuerdo internacional sobre metodología para calcular la huella de carbono de la producción de hidrógeno es particularmente importante para garantizar que la producción de hidrógeno sea realmente baja en carbono.



**A la fecha los siguientes 37 países han publicado o están elaborando documentos de política pública para el desarrollo de hidrógeno, junto con la Comisión Europea:**

Alemania, Australia, Austria, Arabia Saudita, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, República Checa, Corea, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Escocia, España, Estados Unidos, Francia, Filipinas, Hungría, India, Italia, Japón, Kazakstán, del Sur, Marruecos, Países Bajos, Pakistán, Panamá, Portugal, Noruega, Nueva Zelandia, Reino Unido, Rusia, Sudáfrica, Túnez, Turquía ; junto a muchos más que se encuentran preparando sus estrategias y hojas de ruta en este momento, por lo cual Panamá busca convertirse en un cohesionador del mercado Global de Hidrógeno verde.



Adicionalmente, se pretende a corto y mediano plazo de cooperar para compartir conocimientos, mejores prácticas en desarrollo logísticos y tecnológicos para reducir costos en la cadena de suministro de hidrógeno verde, así como, a largo plazo, sentar las bases de las futuras cadenas internacionales de suministro de hidrógeno para garantizar el avance del comercio de hidrógeno y combustibles derivados del hidrógeno, además de convertirse en una de las oportunidades de incrementar la ambición de las Contribución Nacionalmente Determinada de Panamá.

El informe lanzado por el Consejo de Hidrógeno, llamado “Camino hacia la Competitividad del Hidrógeno: Una perspectiva de Costos”, muestra que, al aumentar masivamente la producción y distribución de hidrógeno, fabricación de equipos y componentes, su costo puede disminuir hasta en un 50% para 2030 para diversas aplicaciones, equipará la competitividad del hidrógeno con otras alternativas bajas en carbono y, en algunos casos, hasta con respecto a opciones convencionales.

Según el Foro Económico Mundial, el gasto global anual en energía asciende a 1,85 USD billones; lo que en comparación con los alrededor de 70 USD mil millones que se requieren de inversión en diversas fuentes durante la próxima década para escalar y lograr la competitividad en costos del hidrógeno (que representa menos del 5% del gasto mundial anual en energía) muestra que no se debe escatimar esfuerzos para facilitar que las tecnologías asociadas al uso del hidrógeno verde sean de aplicabilidad común en los diversos sectores del desarrollo.

Es importante destacar que la primera fase de la hoja de ruta del hidrógeno verde pretende concentrarse en apoyar el crecimiento de un sector marítimo de bajas emisiones ofertando servicios descarbonizados para el transporte, almacenamiento y transformación del hidrógeno verde en territorio panameño.

Según el estudio de Hidrógeno Europa denominado “Cómo el hidrógeno puede ayudar a descarbonizar el sector marítimo”, los puertos marítimos tendrán

un papel clave en la transición hacia la economía del hidrógeno, donde los puertos se convertirán en “Hubs de Hidrógeno” o “Valles de Hidrógeno” para producir o importar, almacenar y distribuir hidrógeno para su uso en diferentes aplicaciones como fertilizantes, acero, pulpa y papel, vidrio, industrias químicas entre otras, y en el transporte, sectores minero y energético.

Además, dicho estudio indica que antes de 2030 para barcos de corta distancia, como embarcaciones interiores, embarcaciones portuarias, transbordadores urbanos, remolcadores y pequeños barcos de dragado, el hidrógeno es la opción más conveniente y económica. Estos barcos facilitarán la transición hacia el hidrógeno.

Por ello, Panamá, a mediano y largo plazo estima convertirse en un gran centro de demanda de hidrógeno verde para despachar a los barcos que funcionen con este energético, así como para las instalaciones de los puertos que apoyarán el desarrollo una cadena de suministro de hidrógeno para el transporte marítimo.

La utilización y transformación del hidrógeno verde a keroseno sintético para el sector aviación también forma parte, a mediano plazo, de la oferta de Panamá explorará para utilizar como combustible en la aviación doméstica, así como tenerlo a disposición para el mercado internacional.

El uso del hidrógeno verde ha llegado también a la industria ferroviaria. Oportunidades de descarbonizar esta actividad por medio de la modernización de locomotora diésel y transformarla con el uso de batería y celda de combustible de hidrógeno para alimentar los motores de tracción eléctrica ya está siendo una realidad, permitiendo disminuir la huella de carbono del de transporte de larga distancia.. Pilotos de este tipo también se espera formen parte de la hoja de ruta de Hidrógeno Verde de Panamá.

## Hidrógeno Verde y la Agenda de Transición Energética de Panamá

La Secretaría Nacional de Energía, en consulta con el sector privado, formuló la Agenda de Transición Energética del país, la cual fue aprobada en noviembre de 2020 por el Consejo de Gabinete, como parte del paquete de Políticas Públicas para implementar los cambios que el mundo y Panamá requieren para transitar hacia una economía baja en carbono y resiliente. Tiene como ejes fundamentales los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el concepto de las cuatro D: Digitalización, Descarbonización, Democratización y Descentralización.

La Agenda de Transición Energética considera el crecimiento del papel del hidrógeno verde como el energética del siglo XXI en aquellas actividades en las que la electrificación no es competitiva, no solo a nivel nacional, sino también destacando lo que esto significa en este nuevo contexto geopolítico global.

La agenda de transición apunta a consolidar a Panamá como un Hub Regional de energías verdes, primera estrategia del sector hidrocarburos, que busca posicionar a Panamá como el Hub Energético de las Américas, donde la hoja de ruta del Hidrógeno Verde, como uno de los hitos clave de esta estrategia pondrá a disposición las ventajas competitivas de los nuevos hubs logísticos y del Canal de Panamá, junto con su infraestructura y servicios, en conjunto con la generación de conocimiento, sinérgicamente asociada a la posición geográfica del país como principal recurso natural..

Figura 1. Lineamientos de la Agenda de Transición Energética de Panamá



## Energía Renovable

La generación de electricidad en Panamá está basada fundamentalmente en la producción de energía hídrica, y ha diversificado sus fuentes de manera importante como se observa en las 3 gráficas a continuación. A diciembre de 2021, de las 5 tecnologías más utilizadas para generación de electricidad en Panamá, cuatro (4) utilizan fuentes renovables. La generación de electricidad por medio de hidroeléctricas de pasada y de hidroeléctricas con embalse ocupan el primer y segundo lugar respectivamente. El tercer lugar lo ocupa la generación con gas natural, mientras que el cuarto y quinto lugar lo ocupan la generación de electricidad con energía solar fotovoltaica y energía eólica.

Es clave resaltar que la generación por medio de sistemas fotovoltaicos y eólicos ha incrementado la resiliencia del sector generación a los impactos del cambio climático y refleja claramente la evolución de la capacidad instalada por tecnología tal como se muestra más adelante, lo cual se verá fortalecido por la importación, producción, almacenamiento y utilización del hidrógeno verde en el país.

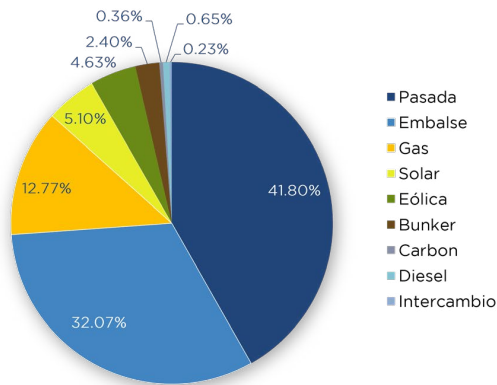
De igual manera, la Figura 3 nos indica que la capacidad instalada de 3545 MW a diciembre de 2021 de las cuales el 70 % es renovable, y mayormente reposa en la capacidad hídrica y en la energía solar fotovoltaica.

Figura 2. Generación Eléctrica por Tecnología en Panamá para los años 2015, 2019 y 2021

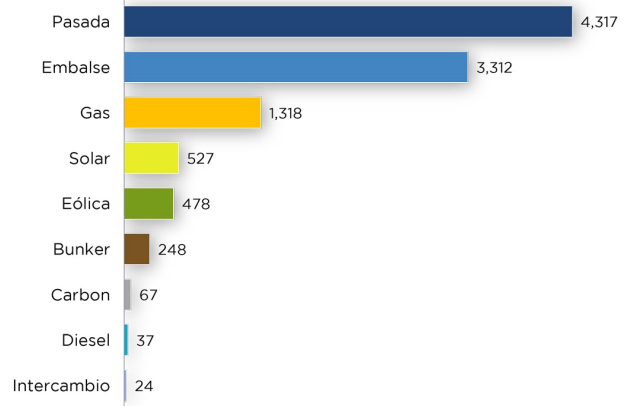
Fuente: <https://public.flourish.studio/visualisation/8262294/>

### Matriz de Generación de Electricidad en Panamá al 2021

Generación Eléctrica por Tipo (%)

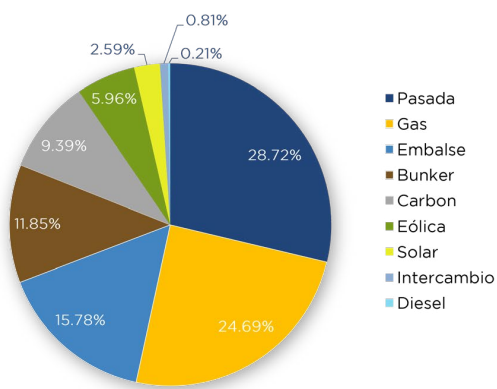


Generación Eléctrica por Tipo (GWh)

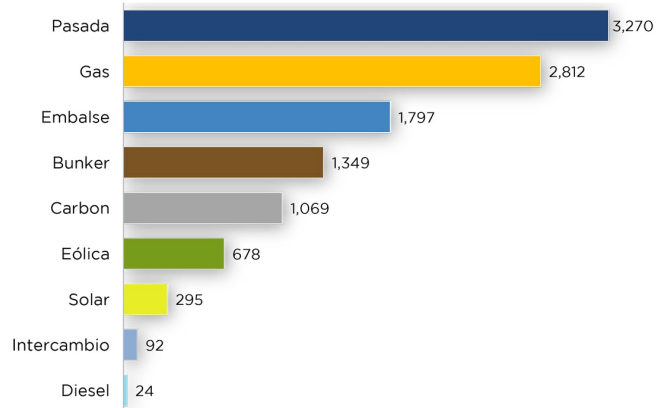


### Matriz de Generación de Electricidad en Panamá al 2019

Generación Eléctrica por Tipo (%)



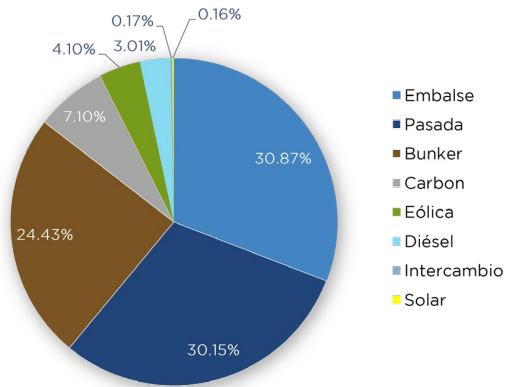
Generación Eléctrica por Tipo (GWh)





### Matriz de Generación de Electricidad en Panamá al 2015

Generación Eléctrica por Tipo (%)



Generación Eléctrica por Tipo (GWh)

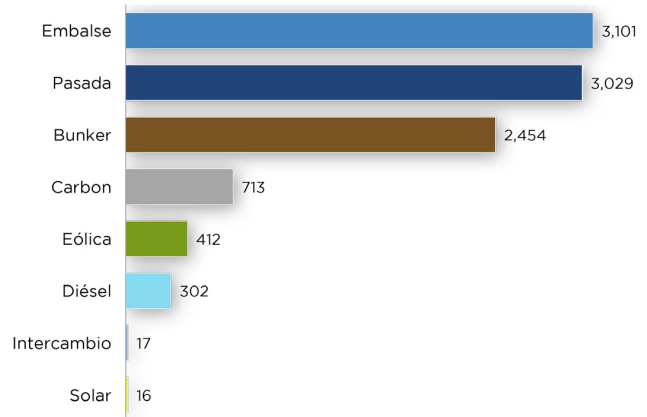
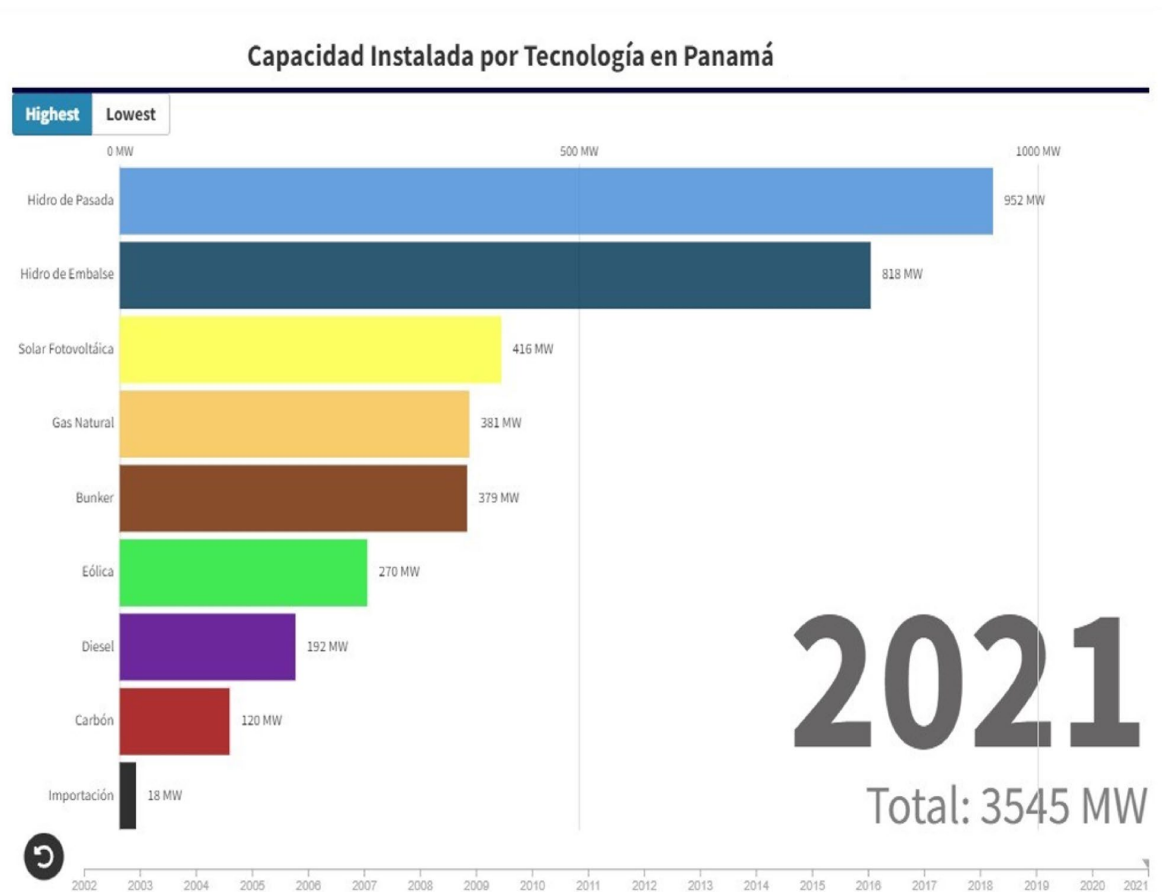


Figura 3. Capacidad Instalada por Tecnología en Panamá 2021

Fuente: <https://public.flourish.studio/visualisation/8262294/>



De acuerdo con el Plan Nacional de Energía 2015-2050 (PEN 2015-2050), Panamá apunta incrementar el uso de energías renovables al 2050, en comparación con un escenario de referencia (SNE, 2015). Estos esfuerzos también se reflejan en la Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC1) del país, que establece una meta de un aumento del 15% en la capacidad de energía renovable no hidroeléctrica para 2030 y del 30% para 2050, así como reducir las emisiones del sector energético en 11 millones de toneladas al 2030 y 60 millones de toneladas al 2022.

Considerando que el hidrógeno verde depende de la disponibilidad de energías renovables locales, y que el 70% del costo del hidrógeno verde corresponde al costo de la electricidad renovable, Panamá puede ofrecer precios competitivos para la generación renovable ya que cuenta con un marco legal y regulatorio favorable para su desarrollo.

El mercado eléctrico de Panamá se rige por el Texto Único de la Ley N° 6 de 1997, el cual dicta el marco regulatorio e institucional que sirve como base para la reglamentación y ordenamiento del sector público de electricidad fomentando un sector competitivo, estable, creciente y eficiente. Además, establece criterios de compra específicos para adjudicar contratos de suministro para el abastecimiento de la demanda con base en tecnología de generación (existente o futura) asociada a contrataciones requeridas por criterios de política energética.

Además, Panamá cuenta con la Ley N° 45 del 4 de agosto de 2004 donde se establece el régimen de los Incentivos para el Fomento de Sistemas de Generación Hidroeléctricas y otras fuentes Nuevas, Renovables y Limpias. Este se reglamentó en 2009, mediante el Decreto Ejecutivo N° 45 del 10 de junio de 2009 y brinda incentivos para la construcción y desarrollo de centrales de tecnologías limpias (mini-hidroeléctricas, hidroeléctricas, geotérmica, solares, eólicas, entre otras) así como también promueve la inversión, generación de fuentes de trabajo, desarrollo de áreas rurales, protección del medio ambiente y optimización del uso de recursos naturales.

La ley 45 permite que las pequeñas centrales de otras fuentes nuevas, renovables y limpias (centrales de menos de 500 kW de potencia con fines de consumo particular) no requieren concesiones y licencias de participación en el mercado eléctrico; Además, prevé un tope de 15% del consumo total para la contratación de energía de este tipo de fuentes (contratos menores de 10 MW) por parte de las distribuidoras, estableciendo que éstas no pagarán ningún cargo por distribución o transmisión; así como también establece beneficios fiscales, como exoneraciones de impuestos y gravámenes a la importación de equipos, créditos fiscales en base a las emisiones de GEI que reduzcan los proyectos y un crédito fiscal por un monto del 5% del total de inversiones (obras) aplicables al Impuesto sobre la renta.

Los biocombustibles, del mismo modo, forman parte de las renovables con incentivos por medio de la Ley N° 42 de 20 de abril de 2011 junto a la Ley N° 47 de 2015 que establecen los lineamientos para la política nacional sobre biocombustibles y energía eléctrica a partir de biomasa en el territorio nacional.

Adicionalmente la energía eólica forma parte de este paquete de leyes que promueve las energías renovables por medio de Ley N° 44 del 25 de abril de 2011 que establece el régimen de incentivos para las inversiones en generación eólica, que posteriormente se modifica mediante la Ley N° 18 de 2013 y adiciona varios artículos de la Ley N° 44 de 2011, relativos a las centrales eólicas destinadas a la prestación del servicio público de electricidad, con referencia a los procedimientos, límites máximos y características para la contratación de generación de fuente eólica, establecimiento de beneficios impositivos (exoneraciones de impuestos, crédito fiscal) para los promotores, inversores e instaladores de centrales de generación eólica independientemente del tamaño de la inversión.

Para fomentar la energía solar se aprobó la Ley N° 37 del 10 de junio de 2013 la que establece el régimen de incentivos para las inversiones en generación fotovoltaica, y fomenta la construcción, operación y mantenimiento de centrales e instalaciones solares.

Ésta es modificada en el 2016 por medio de la Ley N° 38 y es en el marco de estos dos instrumentos donde se indican los procedimientos, límites máximos y características para la contratación de generación de fuente solar fotovoltaica, estableciendo diversos beneficios impositivos como exoneraciones de impuestos, créditos fiscales para los promotores, inversores e instaladores de centrales de generación solar, con beneficios diferenciados entre las instalaciones de menos de 500 kW de capacidad instalada y las conectadas al Sistema Interconectado Nacional. Esta ley fue reglamentada por la Resolución N° 1647 de 2013 y actualizada mediante la Resolución N° 3498 de 2017, donde se acoge el procedimiento para obtener certificación que reconoce el uso de los incentivos fiscales establecidos para centrales solares que realicen actividades distintas a la prestación del servicio público de electricidad.

Con miras a continuar fomentando el crecimiento de las energías renovables en el territorio nacional y contribuir a reducir la huella de carbono de la economía nacional, el Presidente de la República, su excelencia Laurentino Cortizo, anunció en junio del 2021, como parte del plan estratégico del sector eléctrico, que Panamá dejará de producir electricidad por medio de carbón y otros combustibles de alto grado de contaminación al 2023, y así facilitar que Panamá continúe siendo uno de los tres países del mundo carbono negativo.

## Recurso Hídrico

La producción de hidrógeno verde, así como requiere energía renovable a precios competitivos, igualmente requerirá acceso seguro, confiable al agua durante largos plazos. Contar con suficientes recursos hídricos localmente y la infraestructura necesaria para efectuar producción y transformación del hidrógeno verde forma parte de las bondades con las que cuenta Panamá.

Según el Plan Nacional de Seguridad Hídrica (MiAmbiente, 2016) Panamá cuenta con un patrimonio hidrológico abundante, que representa el 0.1% de agua dulce superficial a nivel mundial, abastecido

por una precipitación media anual de 2,924 litros l/m<sup>2</sup> (mínimo de 1,000 l/m<sup>2</sup> y un máximo de 7,000 l/m<sup>2</sup>), que representa un volumen de precipitación total en el país de 233.8 mil millones de m<sup>3</sup>/año. El territorio nacional posee 52 cuencas hidrográficas compuestas por más de 500 ríos (existen 18 cuencas hidrográficas con 150 ríos en la Vertiente Atlántica y 34 cuencas hidrográficas y 350 ríos se encuentran en la vertiente Pacífica) que ponen a disposición 119 mil millones de metros cúbicos de agua dulce, los cuales son equivalentes 29,000 metros cúbicos per cápita.

Panamá es un país con su economía construida e inducida por el agua, siendo esta un elemento estratégico para la actividad logística, portuaria, base del funcionamiento óptimo y eficiente del Canal de Panamá, pilar del comercio internacional y eje crítico del crecimiento socioeconómico nacional.

Según la Agencia de Energía Renovable Australiana (ARENA, 2019) el proceso de electrólisis requiere alrededor de 9 litros de agua por cada kilogramo de hidrógeno verde producido.

Panamá cuenta con ventajas competitivas y potenciales para asegurar el acceso al agua dulce, construida en el marco del desarrollo e implementación del Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015 - 2050: Agua para Todos, siendo este la hoja de ruta inclusiva con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes mientas, respalda el crecimiento socioeconómico y asegure la integridad del ambiente y se avanza en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados al recurso agua.

Siendo la gestión sostenible del agua un motor esencial para el crecimiento verde y el desarrollo sostenible (UNESCO, 2016), la hoja de ruta del Hidrógeno verde en Panamá velará por el uso apropiado de este recurso, en beneficio de todos los panameños.

Panamá se encuentra en la posición número 25 de 147 con respecto al Índice de Pobreza de Agua (IPA), el cual facilita comprensión de la relación en la disponibilidad de agua y el nivel de bienestar de la comunidad.

Es importante destacar que tiene un precio promedio del servicio de agua potable y saneamiento de 0.25 balboas/dólares americanos por metro cúbico según el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN).

Como lo muestra la Figura 4 a continuación, de los 119.5 mil millones de metros cúbicos disponibles de agua dulce, sólo se utiliza el 25.8% aproximadamente, y se prevé que al 2050 del incremento de la demanda de agua genere un excedente superior al 50% de esa disponibilidad (MiAmbiente, 2016).

El Decreto Ley 35 de 22 de septiembre de 1966 establece los usos de agua en Panamá y define entre sus objetivos que la explotación de las aguas es de interés social y debe garantizar “el máximo bienestar público en la utilización, conservación y administración de las mismas”.

Por ello, dependiendo de la actividad y/o tipo de proyecto de hidrógeno verde a desarrollar el uso de agua podría ser definido como para energía o uso industrial.

Además, Panamá cuenta con El Consejo Nacional del Agua (CONAGUA), el cual a través de la resolución No. 001 -2020 del 13 de Febrero de 2020 Aprueba los lineamientos para avanzar en el ordenamiento de la gobernanza integral del Sector Hídrico En Panamá, el cual prioriza, entre otros temas, la Gestión de la Oferta de Agua, Abastecimiento del Área Metropolitana de Panamá y del Canal, así como la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento de las áreas rurales y de las comarcas indígenas

Figura 4. Oferta de Agua Dulce y Usos de Agua





## Canal de Panamá – Plan de Descarbonización

Siendo el Canal de Panamá Líder en conectividad global e impulsor del progreso de Panamá, y contribuyente de forma sostenible a la prosperidad de Panamá, a través de su equipo humano, y al conectar la producción con los mercados globales es consciente de la importancia del bienestar ambiental, que provee el agua para las operaciones canaleras; el bienestar de las comunidades, que cuidan y protegen las fuentes de agua; claves para la sostenibilidad (ACP, 2011) y de los retos que se afrontan global y localmente para disminuir el impacto del cambio climático en todos los ámbitos del desarrollo.

Durante el 2021, La ACP informó que la actividad del Canal de Panamá en 2020 evitó que se emitieran alrededor de 13 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, por ser la ruta más corta para los usuarios del canal en comparación con otras rutas posibles e inicia el proceso para convertirse en una Empresa Carbono neutral al 2030 por medio de su estrategia medioambiental.

La Autoridad del Canal de Panamá ha elaborado un Plan de Descarbonización enfocado en medidas para desarrollar su actividad sosteniblemente a largo plazo, apostándole a la sustitución de su flota vehicular por

otros que no utilicen combustibles fósiles, así como en la sustitución de fuentes de energía tradicionales por energías renovables junto a la conservación de agua y optimización del tránsito buscando generar mayores eficiencias en su operación, midiendo y gestionando su huella de carbono.

La ACP forma parte de la Declaratoria de ‘Las Primeras 50 Organizaciones Carbono-Neutro’, programa llevado adelante por el Ministerio de Ambiente como para facilitar la implementación de acciones que dirijan al canal a desempeñar sus acciones absorbiendo la misma cantidad de carbono que generen para el año 2050.

Actualmente el Canal de Panamá es reconocido como “La ruta verde” ya que adicionalmente implementa el Programa de Reconocimiento Ambiental, con el cual se los clientes que implementan medidas para cuidar el medioambiente se les otorga cupos prioritarios. Esto representa una clave oportunidad para fomentar el uso de hidrógeno verde y sus derivados, para así hacer propicio la migración acelerada a barcos que puedan utilizar este tipo de tecnologías.

Actualmente la ACP estará finalizando el desarrollo de su Estrategia de Desarrollo Sostenible y Descarbonización (EDSD) contribuyendo a otorgarle características al Canal para que también sea llamado “La Ruta del Hidrógeno Verde”.



**Canal de Panamá**

“

En 2020 evitó que se emitieran alrededor de **13 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>** a la atmósfera, por ser la ruta más corta para los usuarios del canal.

”

## Industria

Panamá fomenta la inversión en la industria a través de la Ley 25 de 2017 la cual tiene por objetivo crear un nuevo marco institucional y normativo que propicie el desarrollo competitivo del sector industrial y agroindustrial nacional, por medio de políticas y programas de estímulo a la renovación y la innovación industrial para incrementar la generación de empleos junto al desarrollo económico y social del país.

Algunos de los incentivos fiscales con los que cuenta esta ley son mencionados a continuación:

### 1. Reducción del Impuesto de importación

a un 3% para materias primas, productos semielaborados o intermedios, maquinarias, equipos y repuestos, envases y empaques y demás insumos que entren en la composición o el proceso de elaboración de sus productos, con excepción de materiales de construcción, vehículos, mobiliarios, útiles de oficina y cualquier otro insumo que no se utilice en el proceso de producción, así como materias primas, productos semielaborados o intermedios y demás insumos considerados como sensitivos para la economía nacional establecidos en artículo 25 de Ley 28 de 1995, artículo 1 de Decreto de Gabinete 25 de 2003 y Tratados de Libre Comercio suscritos por Panamá.

### 2. Creación del Certificado de Fomento Industrial.

La ley estipula que las industrias de manufactura que realicen inversiones en la producción de productos nuevos podrán solicitar un Certificado de Fomento Industrial (CFI) que les reconozca el 40% de dichas inversiones. Desde el año en que la empresa realice la inversión hasta tres años posteriores se puede solicitar dicho certificado. Se debe estar inscrito en el Registro de la Industria Nacional y completar un formulario proporcionado por la Dirección General de Industrias del MICI. En un plazo máximo de 3 meses la empresa obtendrá una resolución que otorga o rechaza dicho Certificado. El certificado tiene una validez de 8 años. La empresa puede usar este certificado para el pago de todos sus impuestos nacionales, tasas y contribuciones propias.

### 3. Régimen de arrastre de pérdidas.

Las pérdidas tributarias que sufren las empresas que se acojan al régimen establecido en la ley 25 en un periodo fiscal serán deducibles en los cinco periodos fiscales siguientes, a razón del 20% por año.

Con este marco favorecedor de la inversión industrial en Panamá, el Hub Transformación de Hidrógeno verde y sus derivados contará con los atractivos iniciales para acelerar su conformación.

## Ley 25 del 2017

Tiene por objetivo crear un nuevo marco institucional y normativo que propicie el desarrollo competitivo del sector industrial y agroindustrial nacional,



## Hub Marítimo, Portuario, Logístico y Aéreo

Panamá es un centro logístico por naturaleza, debido a su ubicación geográfica cercana entre el Atlántico y el Pacífico, y por las cuatro vías de conectividad y servicios multimodales que convergen en el país: el Canal, la conectividad aérea, el ferrocarril interoceánico y las terrestres.

El sector logístico de Panamá es uno de los principales ejes del desarrollo económico nacional, gracias a la actividad que se genera a través del Canal de Panamá, por el cual transita el 6% del comercio mundial; y junto con los puertos del Atlántico y el Pacífico logran

una conectividad con 1920 puertos en 180 países alrededor del mundo, a través de las rutas marítimas, con más de 70 destinos en 31 países por medio de su hub aéreo.

El sector marítimo-logístico-portuario genera más de 200 mil empleos directos e indirectos convirtiéndose en un sector fundamental para impulsar la reactivación económica, apoyado en la inversión nacional y extranjera.

Panamá cuenta con dos principales complejos portuarios, el complejo portuario de Colón, ubicado en la entrada del Canal de Panamá en el Caribe, y el puerto de Balboa, situado en la entrada al Canal de Panamá en el océano Pacífico.

Figura 5. Panamá Hub de las Américas



El Plan Estratégico de Gobierno 2019-2024 ha priorizado acciones con miras a continuar fortaleciendo el crecimiento de la actividad económica asociada al sector portuario y logístico que, se vinculan a la construcción e implementación de la hoja de ruta del Hidrógeno Verde de Panamá como lo son:

- **Implementar**  
la Estrategia Logística Nacional 20-30.
- **Crear**  
una Unidad de Inteligencia de Negocios que analice tendencias de mercado y comportamiento de la flota, y cuyos resultados sean utilizados en la mejora continua de los procesos de la Autoridad Marítima.
- **Promover y facilitar**  
una mayor participación de los jóvenes en carreras vinculadas al sector marítimo, la industria offshore y la industria marítima auxiliar.
- **Atraer empresas**  
navieras, administradoras y operadoras de buques para que instauren operaciones y centros de entrenamiento en Panamá.
- **Trabajar,**  
de la mano con la industria, en la formación de personal altamente calificado y en la incorporación de tecnologías que le permitan mejorar su competitividad.
- **Promover**  
la generación de conocimiento científico mediante el impulso de la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico (I+D) en el sector marítimo.
- **Impulsar**  
el desarrollo competitivo de la Industria Marítima Auxiliar.

- **Incentivar y apoyar**  
el emprendimiento y la generación de nuevas empresas en el sector marítimo.
- **Incentivar,**  
desde la Autoridad Marítima de Panamá, un plan de desarrollo portuario a nivel nacional para el desarrollo logístico nacional.
- **Ejecución**  
de un Plan Maestro para el desarrollo logístico.
- **Desarrollar**  
proyectos de infraestructura nacional, que coadyuven a la inclusión e integración del resto del país, para poner la plataforma logística al servicio de los sectores productivos nacionales.
- **Priorizar**  
proyectos de infraestructura entre puertos y zonas logísticas.
- **Impulsar**  
industrias marítimas auxiliares en las provincias centrales y en el occidente del país.
- **Promoción**  
para el desarrollo de puertos multipropósito.
- **Contar**  
con un sistema integrado de logística, interconectando puertos, Zona Libre, entidades financieras, transporte y empresa privada.

Como centro de conexión aéreo Panamá es un punto de transferencia estratégico, siendo el Aeropuerto de Tocumen centro neurálgico de las operaciones logísticas aéreas del país, que espera llegar a los 25 millones de pasajeros anuales.



## Hub Financiero

Panamá cuenta con un sistema bancario bien desarrollado y se ha convertido en un importante centro bancario internacional durante años, ahora el centro cuenta con 62 bancos en el Centro Bancario.

En 1970, se comenzó a promover la banca offshore otorgando el estatus de exención de impuestos a las transacciones internacionales lo que atrajo capital extranjero, y en década de 1980 se posicionó como el centro financiero más grande de América Latina. Los principales bancos latinoamericanos, norteamericanos y europeos tienen sucursales en la ciudad de Panamá. Esta condición se convierte en un atractivo para fomentar la inversión privada que maximice el desarrollo del país, y permite explorar el desarrollo de mecanismos financieros diferenciados para crear una cadena de valor asociada al hidrógeno verde en el territorio nacional.



“Panamá cuenta con un centro bancario internacional con más de con 62 bancos.”



## 5. Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde – Primera Fase

---

### 5.1 Meta:

Posicionar a Panamá como la Ruta Global del Hidrógeno Verde 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 hidrógeno verde y sus derivados, junto a una oferta de servicios logísticos bajos en emisiones de Gases de Efecto Invernado.

### 5.2 Objetivos:

#### 1. Iniciar

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

#### 2. Definir

las instancias de coordinación para la implementación de la hoja de Ruta del Hidrógeno Verde en Panamá.

#### 3. Promover

el diálogo con los actores de la industria, la academia y las agencias gubernamentales para identificar las medidas necesarias para la consolidación de Panamá como un hub de hidrógeno verde, 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 hidrógeno verde, incorporando los ajustes regulatorios y de infraestructura necesarios.

#### 5. Establecer

los elementos estratégicos de la hoja de ruta del Hidrógeno Verde de Panamá y crear las condiciones habilitantes para su implementación.



## **6. Evaluar**

las necesidades de infraestructura hidrógeno verde y sus derivados, de la cadena de suministro.

## **7. Establecer**

las actividades para el fomento de la educación, investigación y desarrollo de tecnología para la producción y transformación del Hidrógeno Verde y sus derivados.

## **8. Analizar**

la evolución del mercado de hidrógeno verde, 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 de al hidrógeno verde y sus derivados.

## **5.3 Comités al servicio del Hidrógeno Verde en Panamá**

El naciente mercado asociado al hidrógeno verde y demás energéticos basados en hidrógeno entrelaza oportunidades de crecimiento y reactivación económica que van más allá del sector energía.

Para facilitar la coordinación de las actividades de planificación de la política pública, el rol del sector privado y academia, que generen de forma cohesionada análisis proactivos por medio de mecanismos orientados a lograr la coherencia y articulación políticas para favorecer el posicionamiento de Panamá como la Ruta Global de Hidrógeno Verde por excelencia, esta primera fase, en el primer semestre del 2022 se crearán dos instancias que se encargarán de fomentar las oportunidades asociadas a este mercado, y son las siguientes:

**1) Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde;**

**2) Comité Técnico de Hidrógeno Verde**

### **5.3.1 Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde (CANHV)**

El Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde - CANHV fungirá como un espacio de reporte, seguimiento estratégico para fomentar la cooperación y la coordinación de las líneas de acción a desarrollar en la hoja de Ruta del Hidrógeno Verde de Panamá.

Igualmente, servirá como foro para el pensamiento estratégico colectivo, el diálogo multi-actoras, consulta, la coordinación y el intercambio de conocimientos sobre desarrollo y programación de políticas sobre asuntos asociados al hidrógeno verde y demás energéticos basados en hidrógeno.

Esté comité estará conformado por las siguientes entidades:

- Secretaría Nacional de Energía;
- Secretaría de Competitividad (SEDCO);
- Ministerio de Economía y Finanzas;
- Ministerio de Relaciones Exteriores
- Ministerio de Comercio e Industrias;
- Ministerio de Ambiente;
- Autoridad Marítima de Panamá;
- Autoridad del Canal de Panamá;
- Universidad Tecnológica de Panamá;
- Ciudad del Saber;
- ProPanamá;
- Representante del Sector Eléctrico de Energías Renovables;
- Representante de las terminas de almacenamiento;
- Representante del Sector Logístico portuario de Panamá;
- Representante del Sector Bancario de Panamá;
- Representante del Sindicato de Industriales.

La Secretaría Nacional de Energía ejercerá la presidencia CANHV de forma permanente y un vicepresidente elegido por los miembros del Comité, por un periodo de dos años, para apoyar la ejecución de las responsabilidades.

El CANHV estará compuesto por personal superior de las entidades por un representante de alto nivel, Ministro o Viceministro, Presidente, vicepresidente o gerente general con la autorización para tomar decisiones, por un periodo de 2 años.

El CANHV se reunirá dos veces al año en sesión ordinaria y de ser requerido, realizará otras reuniones, incluso a través de medios virtuales, según sea necesario.

### 5.3.2 Comité Técnico de Hidrógeno Verde (CTHV)

El Comité Técnico de Hidrógeno Verde - CTHV se constituirá con la finalidad de impulsar activamente el establecimiento de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde de Panamá y fungirá como el brazo implementador del Comité de Alto Nivel de Hidrógeno Verde.

Este comité será coordinado por la Secretaría Nacional de Energía CTHV de forma permanente seleccionará un secretario elegido por los miembros del Comité, por un periodo de dos años, para facilitar la ejecución de las acciones asociada a la hoja de ruta del hidrógeno verde.

El CTHV estará compuesto por representantes de mandos medios de las siguientes entidades:

- Secretaría Nacional de Energía;
- Secretaría de Competitividad (SEDCO);
- Ministerio de Economía y Finanzas;
- Ministerio de Relaciones Exteriores
- Ministerio de Comercio e Industrias;
- Ministerio de Ambiente;
- Autoridad Marítima de Panamá;
- Autoridad del Canal de Panamá;

- Universidad Tecnológica de Panamá;
- Ciudad del Saber;
- ProPanamá;
- Representante del Sector Eléctrico de Energías Renovables;
- Representante de las terminas de almacenamiento;
- Representante del Sector Logístico portuario de Panamá;
- Representante del Sector Bancario de Panamá;
- Representante del Sindicato de Industriales.

El CTHV se reunirá mensualmente en sesión ordinaria desde su establecimiento oficial y desarrollará un reporte anual del avance de la implementación de las líneas de acción de la hoja de ruta de Hidrógeno Verde de Panamá.

Además, deberá organizar cada año el Foro Nacional de Hidrógeno Verde de Panamá, como mecanismo de reporte nacional e internacional sobre los avances de la hoja de ruta de Hidrógeno Verde de Panamá.

### 5.4 Hub Transformacional de Hidrógeno Verde

Panamá se prepara para dar servicios a un planeta en transición hacia cero emisiones de CO2 al 2050, incluyendo al sector marítimo, donde se prevé una evolución en la tecnología que impulsan las flotas de barcos mundialmente, muchos de ellos totalmente autónomos, funcionarán con combustibles alternativos como el hidrógeno y los combustibles a base de hidrógeno.

Al planeta apostarle a la descarbonización de todos los sectores de la economía, se prevé una variación en las rutas marítimas para el transporte de combustibles fósiles que pasan por el Canal de Panamá. El 29 % del total de la carga que cruza el Canal de Panamá anualmente son combustibles fósiles.



Siendo el hidrógeno verde y sus derivados, una de las opciones tecnológicas que contribuirá a hacer tangible el equilibrio climático mundial, su comercialización, y uso como energético para el sector marítimo, aviación, transporte terrestre en equipos pesados, industria y actividades agrícolas, las Rutas Marítimas que pasan por el Canal de Panamá servirán como elemento vinculante de productores y consumidores de hidrógeno verde, abriendo oportunidades para quienes esperan que su economía circular tenga una reducida huella de carbono.

Las rutas marítimas que pasan por el Canal de Panamá cambiarán porque algunos países se convertirán en productores exportadores de hidrógeno verde y otros serán importadores de hidrógeno verde y sus derivados y exportarán tecnología o equipos a los países productores:

- **En Asia,**  
Japón y Corea del Sur serán importadores de hidrógeno verde a partir de 2025.
- **Australia y Nueva Zelanda**  
serán productores y exportadores de hidrógeno verde, comenzando con Australia a partir de 2023-2025. Brunei también está explorando sus ambiciones de ser un exportador de hidrógeno, habiendo efectuado un envío inaugural de hidrógeno a Japón.
- **En África,**  
principalmente los países del Oeste y del Norte serán productores y exportadores de hidrógeno verde principalmente a Europa a partir de 2025.
- **China y Estados Unidos**  
tienen la capacidad de autoabastecer sus necesidades de hidrógeno principalmente, sin embargo, podrían eventualmente, importar o exportar hidrógeno verde a partir de 2030.
- **India**  
cuenta con el potencial de convertirse en productor y exportador a partir de 2027-2030, así como también tienen la capacidad de autoabastecerse.

- **Arabia Saudita y Omán**

han expresado que serán productores y exportadores de hidrógeno verde a partir de 2025.

- **Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Perú, Paraguay, Uruguay y México**

serán productores y exportadores de hidrógeno verde. Mientras que Brasil y Chile comenzarán a partir de 2025, seguidos potencialmente por los demás, especialmente por Argentina, Colombia y Uruguay.

- **Trinidad & Tobago**

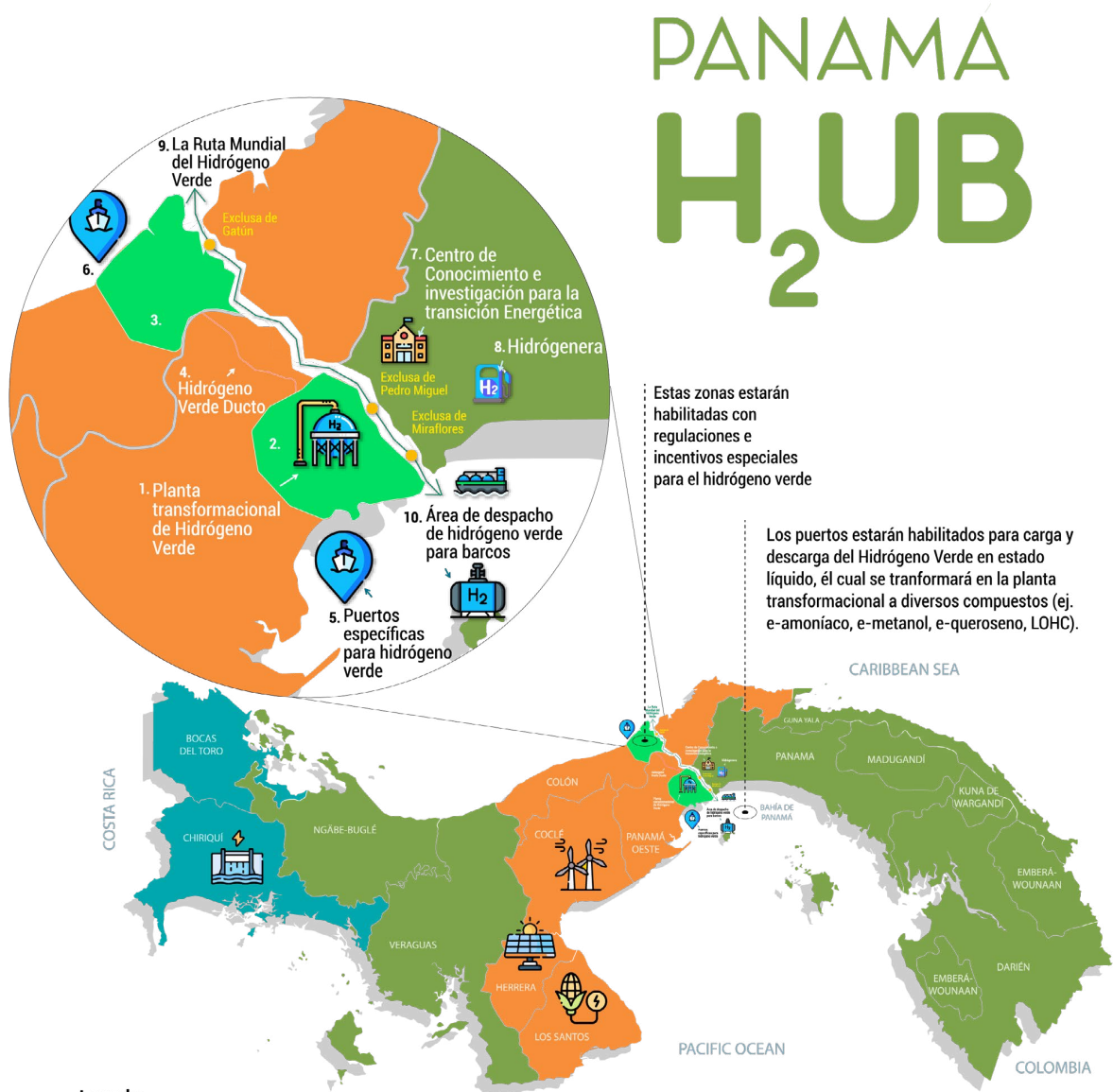
tiene el potencial de capturar, almacenar y exportar CO<sub>2</sub> a los productores de Hidrógeno verde y demás energéticos basados en él.

La alta demanda de hidrógeno verde, especialmente en Europa 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 hidrógeno verde y sus derivados a costos competitivos. El informe Bloomberg, Hydrogen Economy Outlook, muestra que el hidrógeno verde podría producirse a US \$ 0,8 - US \$ 1,6 / kg en varios países antes de 2050. Brasil, Chile y Argentina son los 3 más competitivos, seguidos de México.

Sin embargo, es necesario considerar los avances en la producción europea de hidrógeno verde; la competencia con otros países exportadores potenciales como el norte de África, Arabia Saudita y Australia, geográficamente más cercanos; los costos de logística para largas distancias y los planes para construir tuberías dedicadas de hidrógeno que conecten mercados más cercanos.

En este entorno nace el concepto del **Hub Transformacional de Hidrógeno Verde**, basado en el potencial y planes de los países de América Latina y el Caribe para producir y exportar Hidrógeno Verde y sus derivados a gran escala a Europa y Asia.

Figura 6. Panamá H<sub>2</sub>UB



# PANAMA H<sub>2</sub>UB

Estas zonas estarán habilitadas con regulaciones e incentivos especiales para el hidrógeno verde

Los puertos estarán habilitados para carga y descarga del Hidrógeno Verde en estado líquido, el cual se transformará en la planta transformacional a diversos compuestos (ej. e-amoniaco, e-metanol, e-queroseno, LOHC).

**Leyenda:**

1. Planta Transformacional de Hidrógeno Verde
2. Zona Libre de almacenamiento y distribución de hidrógeno verde en la costa pacífica.
3. Zona Libre de almacenamiento y distribución de hidrógeno verde en la costa atlántica.
4. Ducto de hidrógeno verde
5. Puerto específicas para hidrogeno verde en la costa pacífica.
6. Puerto específicas para hidrogeno verde en la costa atlántica.
7. Centro de Conocimiento e investigación para la transición Energética ubicado en la Ciudad del Saber, administrado por la Universidad Tecnológica de Munich (TUM).
8. Hidrogenera ubicada en la Ciudad del Saber para programa piloto de buses de hidrógeno
9. Canal de Panamá, Ruta global del hidrógeno verde.
10. Área de despacho de hidrógeno verde para barcos.

- Zonas libres de almacenamiento y distribución de hidrógeno verde
- Zonas de producción de energías renovables no convencionales (Solar, Eólica, Biomasa)
- Zonas de hidroeléctricas

Para fomentar las economías de escala y facilitar el transporte a corto y/o mediano plazo, los productores de Hidrógeno verde de Latinoamérica pueden transportar Hidrógeno Verde en forma comprimida hasta el Canal de Panamá, lo que sería menos costoso y utilizaría tecnologías ya disponibles.

En zonas aledañas al área del Canal de Panamá, se prevé instalar plantas centralizadas a gran escala para transformar el Hidrógeno Verde en diferentes "Carriers" como por ejemplo Amoniaco verde , hidrógeno líquido, queroseno verde, metanol verde, entre otros, y posteriormente continuar su tránsito hacia los puntos finales de uso en mayor más cantidades de energía para rutas de larga distancia a Europa y Asia, así como posible despacho de hidrógeno verde para barcos en las áreas aledañas al Canal de Panamá.

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 hidrógeno verde.

El Hub Transformacional de Hidrógeno Verde contará con zonas apropiadas para el almacenamiento y reexportación tanto del hidrógeno verde líquido comprimido, equipos utilizados funcionarán 100% con Energía Renovable, cercano al área del Canal de Panamá, así como también para ser utilizado en procesos de despacho de hidrógeno verde a los barcos que lo requieran y su paso por el Canal de Panamá.

Aunado a esto se pretende estudiar la posibilidad de implementar de un gasoducto de hidrógeno verde entre el Océano Pacífico y el Océano Atlántico. dedicado fortalecería la cooperación entre la región y reduciría los costos de flete.

Para construir el concepto del Hub transformacional de Hidrógeno verde se proyectaron los cargamentos de hidrógeno que podrían transitar por el Canal de Panamá [basado en el contenido energético de los envíos de GNL y otros hidrocarburos que han transitados el Canal de Panamá.](#)

Para este abordaje se consideró que la combinación de las cantidades de combustible transportadas en la actualidad, que consisten en petróleo crudo, gas natural, GLP y carbón (ACP, 2021), se reemplazan por hidrógeno como vector de energía y así en lugar de los 89,5 millones de toneladas largas de combustibles fósiles que pasaron por el canal, hubiesen transitado 28 millones de toneladas largas en 2020 como hidrógeno verde.

Como el hidrógeno tiene una densidad energética, equivalente a 3 veces el contenido energético de un combustible tradicional, el hidrógeno reduce considerablemente la cantidad volumétrica. Se asume que cantidad volumétrica de hidrógeno verde a transportar probablemente aumentará dependiendo del portador de energía utilizado (hidrógeno líquido, amoníaco, metanol, etc.).

**Tabla 1. Equivalente en Hidrógeno del combustible que transita por el Canal de Panamá**

Combustible	Cantidad I (Millones de toneladas largas)	Valor Calorífico Total en Trillones de MJ/kg	Cantidad Equivalente en hidrógeno (millones de toneladas largas)
Diesel/Heating Oil	7.89	358	2.53
LPG	61.5	2 829	19.97
Gas Natural /GNL	8.2	366,6 (Promedio)	2.33
Coke	11.9	288	2.45
<b>Total</b>	<b>89.49</b>		<b>27.28</b>

## Hidrógeno

El hidrógeno tiene la densidad de energía gravimétrica más alta de todas las sustancias conocidas. La densidad de energía gravimétrica es la cantidad de energía que contiene un sistema en comparación con su masa; normalmente se expresa en vatios-hora por kilogramo (Wh/kg) o megajulios por kilogramo (MJ/kg) y volumétrica del hidrógeno depende del tipo de portador de hidrógeno.



También es importante destacar que el envío de hidrocarburos continuará a lo largo de los años, pero las cantidades se reducirán a medida que incremente el nivel de descarbonización junto al uso de tecnologías más limpias. La siguiente figura da un ejemplo de lo que podría suceder en relación con los combustibles para el transporte.

Teniendo en cuenta la cantidad equivalente de hidrógeno en millones de toneladas largas de todos los productos básicos y el hecho de que se estima que la demanda de hidrógeno verde crecerá en un factor 3 (estimación más baja de la Agencia Internacional de IEA) hasta un factor 7 (estimación más alta de BNF) para 2050, en comparación con 2018 (115 Mt - IEA 2019), las proyecciones de cargamentos de hidrógeno que podrían transitar por el Canal de Panamá serían las siguientes:

**Tabla 2. Proyecciones de cargamentos de hidrógeno que podrían transitar por el Canal de Panamá**

Nota: El hidrógeno podría ser transportado a través de diferentes portadores de H2 (no detallados en este ítem).

	Posible cantidad de hidrógeno que pasará por el canal de Panamá al 2030 (Millones de Toneladas largas)	Posible cantidad de hidrógeno que pasará por el canal de Panamá al 2050 (Millones de Toneladas largas)
<b>Hidrógeno</b>	<b>81.84</b>	<b>190.96</b>



Adicionalmente, se consideró la importancia de la capacidad y/o potencial de generación de energía renovable en los países de América Latina y el Caribe, como un clave aspecto que incrementará el pasó del hidrógeno verde por el Canal de Panamá.

Los países de América Latina y el Caribe tienen grandes posibilidades de volverse competitivos en comparación con otras, principalmente debido a su potencial para producir hidrógeno verde a costos más bajos. El informe Bloomberg NEF "Hydrogen Economy Outlook" muestra que el hidrógeno verde podría producirse a US\$ 0,8 - US\$ 1,6/kg en varios países antes de 2050.

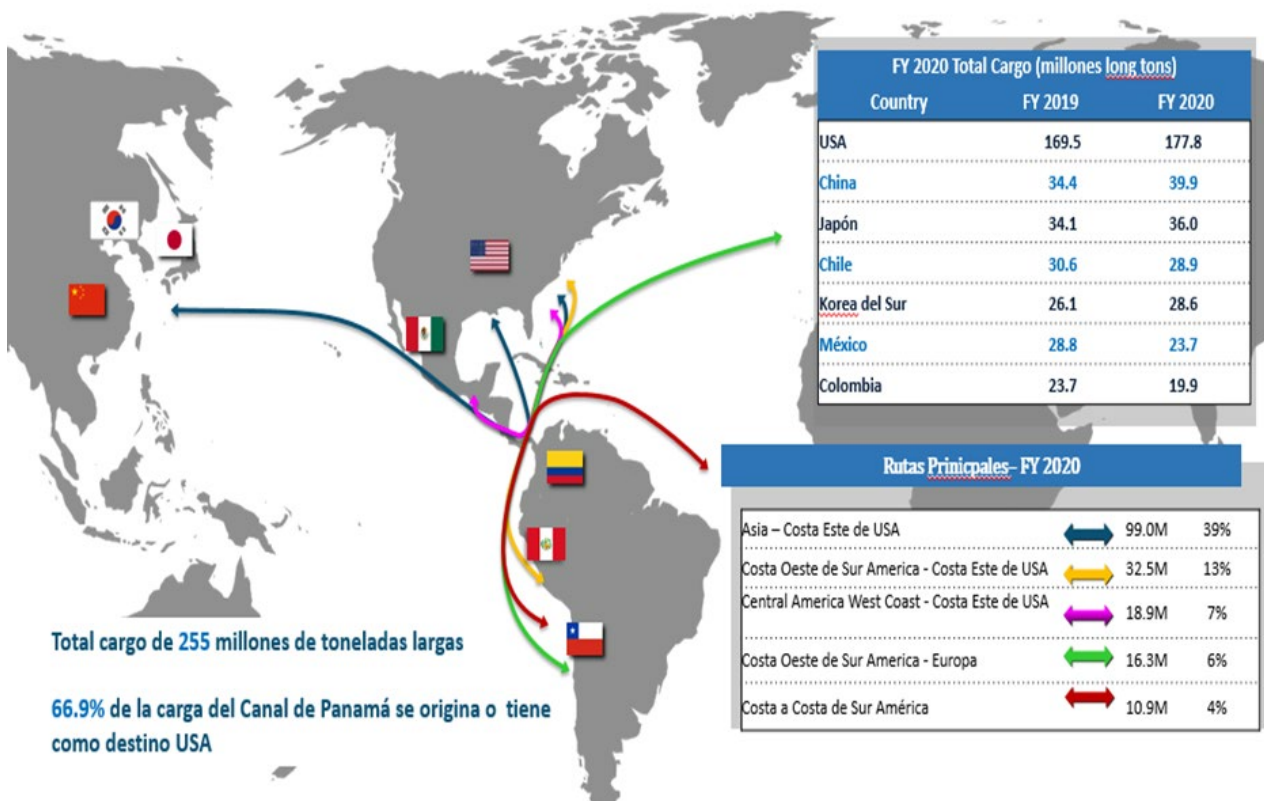
Teniendo en cuenta que las proyecciones de demanda de UE junto Reino Unido serían de aprox. 16,9 Mt en 2030 y 57 Mt en 2050 y que los países de América Latina y el Caribe suplirán las necesidades de hidrógeno verde dividiéndose la demanda de

Europa junto a la del Reino Unido con la producción nacional y con otras regiones como el norte de África, Ucrania y Oriente Medio, la participación estimada de los países LAC podría ser 1/3 de la demanda total, lo que resultaría en un potencial de exportación de apropiadamente 5,6 Mt en el 2030 y aproximadamente de 19 Mt en el 2050.

Es importante resaltar que los países de América Latina y el Caribe dividirían la demanda asiática (demanda total de Japón y Corea del Sur aprox. 4 Mt en 2030 y 27 Mt en 2050) con Australia, y la participación estimada de ALC podría ser de 2 Mt en 2030 y 13,5 Mt en 2050.

Considerando que muchos de los productores de hidrógeno verde ya son usuarios del Canal de Panamá, se espera que un alto porcentaje de Hidrógeno verde o sus portadores producidos en Latinoamérica pasen por el país.

Figura 7. Cargo por el Canal de Panamá



### 5.4.1 Producción de Hidrógeno Verde y demás energéticos a base de Hidrógeno verde

El hidrógeno verde producido a través de electrólisis se puede utilizar para la producción de combustibles líquidos sintéticos, los llamados combustibles sintéticos. El hidrógeno y el CO2 se someten a una serie de procesos involucrados en la producción del crudo sintético y su posterior refinado en combustibles como el diésel sintético, la gasolina sintética, el queroseno sintético de aviación, el combustible para aviones y el metanol.

Al utilizarse el hidrógeno verde para producir amoníaco verde se cuenta con la significativa ventaja de éste es un vector energético de bajo costo de almacenamiento y transporte. A la fecha el amoníaco verde o E-Armonia se acerca a la competitividad con el amoníaco gris en regiones con factores de alta capacidad y fuentes de energía renovable de bajo costo.

Con una demanda global de 46 Mt H2 en 2020, la producción de amoníaco y metanol junto con otros procesos químicos a menor escala representan la gran mayoría del uso industrial del hidrógeno.

El amoníaco, que se utiliza principalmente para producir fertilizantes nitrogenados, representa el 2% de la demanda energética final mundial y alrededor del 1% de las emisiones de CO2 relacionadas con la energía y de proceso del sector energético.

Además de las aplicaciones de fertilizantes (70% de la demanda total), el amoníaco se utiliza para aplicaciones industriales en explosivos, fibras sintéticas y otros materiales especiales. Dado que la producción de 1 tonelada de amoníaco requiere 180 kg de hidrógeno, la producción total de 185 Mt en 2020 requirió 33 Mt H2 como materia prima, es decir, el 65% de la demanda total de hidrógeno de la industria.

Al tener una planta de amoníaco verde a gran escala en el Canal de Panamá, se puede usar localmente y exportar a países de América Latina y el Caribe para la producción de fertilizantes, que es una industria antigua en la región. La producción de amoníaco verde en América Latina y el Caribe es una oportunidad para que la región participe nuevamente en la producción mundial de fertilizantes.

El metanol sintético se puede producir a partir de H2 verde y CO2. El hidrógeno verde y el CO2 se transforman en metanol mediante procesos de síntesis de alcohol combinado con una tecnología de catalizador nueva e innovadora. Para esto el dióxido de carbono se puede capturar de la biomasa vegetal o de fuentes de emisiones como la producción de cemento que, de otro modo, se liberarían a la atmósfera. Esta "reutilización" o reciclaje de moléculas de dióxido de carbono da como resultado un ahorro neto de alrededor del 50 por ciento de las emisiones.

<p><b>Producción de Hidrógeno Verde y demás energéticos</b></p>	<p>Durante el 2022 y 2023 Panamá desarrollará análisis de factibilidad para el establecimiento de plantas de producción de <b>Hidrógeno Verde, Amoníaco sintético, metanol sintético y keroseno sintético</b>, y buscará aliados estratégicos del sector privado nacional e internacional para su construcción.</p>	
-----------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

La producción de metanol es el segundo mayor consumidor de hidrógeno en la industria, y requiere 130 kg H<sub>2</sub> / t producidos comercialmente a partir de combustibles fósiles. Su derivado de mayor volumen es el formaldehído. Los 100 Mt de metanol producidos a nivel mundial representan el 28% de la demanda de hidrógeno en el subsector químico y una cuarta parte de la demanda total de hidrógeno de la industria.

Ya se puede producir metanol verde hoy por alrededor de 0,6 euros el litro, gasolina verde (derivada de este metanol) por menos de 1,5 euros el litro. Con la disminución de los precios de la electricidad y los costos de electrólisis, además de mejores procesos y tecnología, el precio igualaría los combustibles a base de hidrocarburos.

El queroseno sintético o e-queroseno, tiene el potencial de reducir sustancialmente el impacto climático de la aviación, uno de los sectores de la economía con mayor intensidad de carbono. Puede introducirse en el sector como una mezcla con combustible fósil para aviones y, por lo tanto, no requiere una revisión importante de la infraestructura.

El queroseno Sintético se genera combinando hidrógeno (H<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Considerando que se espera que las aeronaves propulsadas por hidrógeno estén en funcionamiento en cantidades significativas hasta finales de la década de 2030 o 2040, paulatinamente existirá una demanda significativa de combustible líquido posterior al 2030. En el aire, es probable que el queroseno sintético reduzca la formación de estelas mientras que puede contribuir a mejorar la calidad del aire local, especialmente alrededor de los aeropuertos, debido a sus emisiones significativamente más bajas de materia particulada (PM) y azufre (SOX) en comparación con los combustibles fósiles.

Durante el 2022 y 2023 Panamá desarrollará análisis de factibilidad para el establecimiento de plantas de producción de Hidrógeno Verde, Amoniaco sintético, metanol sintético y keroseno sintético, y buscará aliados estratégicos del sector privado nacional e internacional para su construcción.

## 5.4.2 Instrumentos de Política y Marco Regulatorio

La Estructuración de la Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde de Panamá pretende determinar la forma más eficiente de apoyar los esfuerzos de descarbonización nacionales e internacionales apoyado en el establecimiento de una política que envíe señales al sector privado a corto, mediano y largo plazo para aumentar la confianza de los actores clave, interesados en el desarrollo de un mercado para el hidrógeno verde y tecnologías relacionadas. Las acciones integradas pueden orientar las expectativas, desbloquear inversiones y facilitar la cooperación entre empresas y países.

Para que el hidrógeno verde facilite el acoplamiento sectorial a través de esta nueva tecnología se requiere una regulación específica que lo ampare.

Dentro de fase 1 de la hoja de ruta de hidrógeno verde [como actividad prioritaria para el año 2022 está lanzar la estrategia de hidrógeno verde en el cuarto trimestre del 2022](#) como elemento de política energética pública como guía para el despliegue de oportunidades en la activación del Hub Transformacional de Hidrógeno Verde.

Como parte de los elementos de fomento de la Ruta Global del Hidrógeno Verde se incluirá en [la modificación del marco legal de hidrocarburos de Panamá, la habilitación de Zonas libres para comercio y almacenamiento de Hidrógeno Verde y los energéticos a base de este](#), para que toda actividad asociada al desarrollo del Hub Transformacional de Hidrógeno Verde esté libre de barreras comerciales tales como cuotas y aranceles así como desarrollo de líneas de atención “fast track” que fomenten la inversión acelerada nacional.

Varias propiedades del hidrógeno hacen que su manejo y uso sea más seguro que los combustibles convencionales, ya que este no es tóxico. Y se disipa rápidamente al ser más liviano que el aire, se disipa rápidamente cuando se libera, lo que permite una dispersión relativamente rápida del combustible en caso de fuga.

Igualmente, algunas de las propiedades del hidrógeno requieren controles de ingeniería adicionales para permitir su uso seguro ya que el hidrógeno tiene una amplia gama de concentraciones inflamables en el aire y una energía de ignición más baja que la gasolina o el gas natural, lo que significa que puede encenderse más fácilmente.

En consecuencia, la ventilación adecuada y la detección de fugas son elementos importantes en el diseño de sistemas de hidrógeno seguros. Debido a que el hidrógeno se quema con una llama casi invisible, se requieren detectores de llama especiales. Por ello se espera efectuar una [actualización de la reglamentación de seguridad para su aplicabilidad y la de los energéticos, durante el primer semestre del 2023 a base de éste en entornos industriales, así como para su despacho para transporte marítimo y aéreo, así como su uso en celdas de combustibles en el transporte terrestre.](#)

El hidrógeno pasa de ser el elemento más ligero que existe a ser considerado un portador de energía. Esto convierte al hidrógeno ahora en un activo energético de libre comercio y su transporte podría estar sujeto a requisitos menos estrictos que para las sustancias peligrosas. [En el marco de inicio de la estructuración de un marco legal para la innovación](#)

[del sistema interconectado nacional, así como parte de la modernización del marco regulatorio del sector hidrocarburos se incluirá en la legislación el concepto de hidrógeno verde y los energéticos a base de este como parte de las actividades objeto de incentivos para apoyar el desarrollo de energías renovables.](#)

Cada gramo de emisiones de gases de efecto invernadero evitado, nos acerca a un futuro climático más sostenible. Pensando en la importancia de que la economía del hidrógeno sea circular, fomentando su producción, traslado y transporte de forma competitiva baja en carbono se fomentará el funcionamiento e implantación de actividades portuarias que funcionen 100 % con Energías Renovables.

[Por ello durante el segundo semestre del 2022 y primer semestre del 2023, liderado por el Comité Técnico de Hidrógeno Verde de Panamá se desarrollará una propuesta de incentivos para las actividades portuarias \(construcción, operación y administración de puertos, terminales portuarias, dragados y obras de ingeniería oceánica, entre otros\) que utilicen vehículos eléctricos, implementen generación distribuida renovable, tomen ambiciosas medidas de eficiencia energética y efectúen procesos de generación de calor por medio de energía solar térmica.](#)

## Instrumentos de Política y Marco Regulatorio

1. Lanzamiento de la estrategia de hidrógeno verde.
2. Habilitación de Zonas libres para comercio y almacenamiento de Hidrógeno Verde y derivados.
3. Actualización de la reglamentación de seguridad para su aplicabilidad y la sus derivados.
4. Inclusión en la legislación el concepto de hidrógeno verde y sus derivados como parte de las actividades objeto de incentivos para apoyar el desarrollo de energías renovables.
5. Desarrollar una propuesta de incentivos para que las actividades portuarias utilicen vehículos eléctricos, implementen generación distribuida renovable, tomen medidas de eficiencia energética y efectúen procesos de generación de calor por medio de energía solar térmica.





### 5.4.3 Estándares y Certificaciones

La economía del hidrógeno se basa en la aspiración a reducir masivamente las emisiones de Gases de Efecto invernadero y su integración con las actividades económicas. Para esto se requiere garantizar una estandarización basada en normas nacionales o internacionales que se aplique al uso adecuado al uso del hidrógeno verde y sus portadores.

Con este fin, Panamá busca establecer normas y protocolos que sean transparentes y que faciliten el comercio internacional eficiente de hidrógeno. Esto requerirá estándares internacionales desarrollados a través de los organismos de desarrollo de estándares internacionales relevantes, facilitando la apertura de nuevos nichos de mercado.

Durante el Segundo trimestre del 2022 arrancaremos la revisión de los estándares que ya están siendo utilizados o en desarrollo. Algunas de las Normativas a evaluar y considerar su futura adaptación e inclusión a la normativa nacional son las normas Internacionales ISO / TC 197- Tecnologías de hidrógeno para la estandarización en el campo de los sistemas y dispositivos para la producción, almacenamiento, transporte, medición y uso de hidrógeno:

- **ISO / TC 197 / AHG 1**  
Comité de redacción permanente;
- **ISO / TC 197 / JWG 30**  
Conjunto
- **ISO / TC 197 - ISO / TC 22 / SC 41 WG**  
Componentes del sistema de combustible de vehículos terrestres de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / TAB 1**  
Junta Asesora Técnica
- **ISO / TC 197 / WG 5**  
Dispositivos de conexión de reabastecimiento de combustible de vehículos terrestres de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 15**  
Cilindros y tubos para almacenamiento estacionario
- **ISO / TC 197 / WG 18**  
Tanques de combustible de vehículos terrestres de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 19**  
Surtidores de estaciones de abastecimiento de combustible de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 21**  
Compresores de estaciones de servicio de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 22**  
Mangueras de estaciones de servicio de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 23**  
Accesorios para estaciones de abastecimiento de combustible de hidrógeno gaseoso
- **ISO / TC 197 / WG 24**  
Hidrógeno gaseoso: Protocolos de abastecimiento de combustible para vehículos impulsados por hidrógeno
- **ISO / TC 197 / WG 27**  
Calidad del combustible de hidrógeno
- **ISO / TC 197 / WG 28**  
Control de calidad del hidrógeno
- **ISO / TC 197 / WG 29**  
Consideraciones básicas para la seguridad de los sistemas de hidrógeno
- **ISO / TC 197 / WG 31**  
Juntas
- **ISO / TC 197 / WG 32**  
Generadores de hidrógeno que utilizan electrólisis de agua
- **ISO / TC 197 / WG 33**  
Muestreo para el análisis de la calidad del combustible
- **ISO / TC 197 / WG 34**  
Generadores de hidrógeno que utilizan protocolos de prueba de electrólisis de agua y requisitos de seguridad

- **ISO / TC 22 / SC 41 / JWG 5 - Conjunto ISO / TC 22 / SC 41 - ISO / TC 197 WG**  
Componentes del sistema de combustible y conector de repostaje para vehículos propulsados por mezclas de gas natural e hidrógeno
- **SAE International J2719\_201109 Revisado 2011-09-20.**
- Calidad del combustible de hidrógeno para vehículos de pila de combustible

Las certificaciones de origen destino fomentan un mercado robusto y sostenible de tecnologías de hidrógeno, con cadenas de suministro limpias, asequibles, seguras y fiables que apoyen el desarrollo de mercados de comercio de hidrógeno eficaces.

Este tipo de certificaciones evitará etiquetar incorrectamente o contabilizar dos veces las reducciones de emisiones al basarse en principios de inclusión al considerar la energía primaria utilizada, con grados de flexibilidad al reflejar circunstancias a lo largo de su ciclo de vida, de forma transparente, comparable y práctica, facilitando la adopción por parte de la industria y su uso en el mercado.

Panamá desea poder aportar valor a la Garantía de Origen e iniciará durante el primer semestre del 2023 el diseño de un sistema de seguimiento que garantice la calidad de un producto como el hidrógeno o la electricidad desacoplando el flujo de producto físico abriendo oportunidades de negocio que agreguen valor a la distribución, transparencia y empoderamiento del consumidor de hidrógeno verde.

#### 5.4.4 “Bunkering” de Hidrógeno Verde

El transporte marítimo se convertirá en el segundo mayor consumidor de hidrógeno y energéticos a base de hidrógeno entre los modos de transporte en 2030 (IEA, 2021) al considerar que se cumplan los compromisos anunciados para mitigar el cambio climático.

Panamá se preparará para facilitar el uso de combustible de hidrógeno verde y amoníaco verde en el transporte marítimo, fomentar que los puertos cuenten con la infraestructura para de abastecimiento dicho energético y convertirse en unos de los pioneros en poner a disposición el despacho de hidrógeno verde y amoníaco verde para el sector marítimo antes del 2030.

Durante los últimos 10 años Panamá a despachado combustible a más de 44,400.00 naves 44,892,604.00 TM de combustible marino (AMP, 2021), Donde usualmente la mayoría del combustible despachado se da en el Litoral Pacífico.

**[La primera fase de la hoja de Ruta de Hidrógeno Verde corresponde al desarrollo de un análisis de actividad de una estación de despacho de hidrógeno verde y demás energéticos para atender la futura demanda de barcos movidos por este combustible durante el segundo semestre del 2022.](#)**

Figura 8. Venta de combustible Marino en Panamá. Fuente: Elaboración SNE con datos de AMP.

Nota: Los datos del 2021 están contabilizados hasta Octubre 2021.

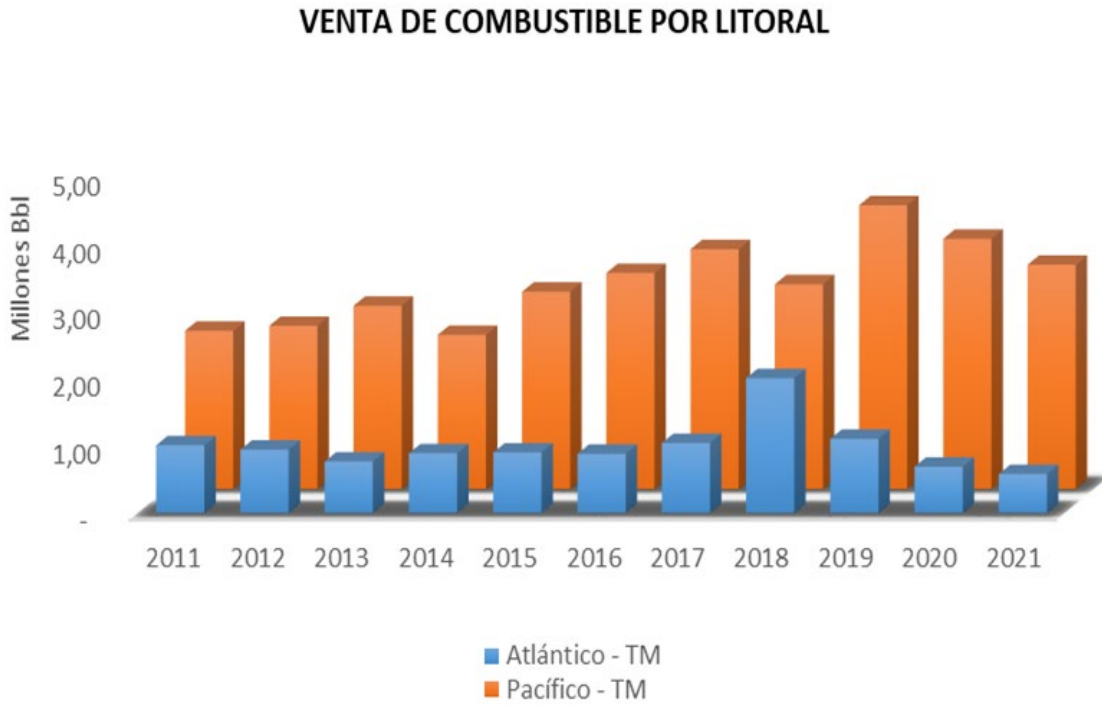
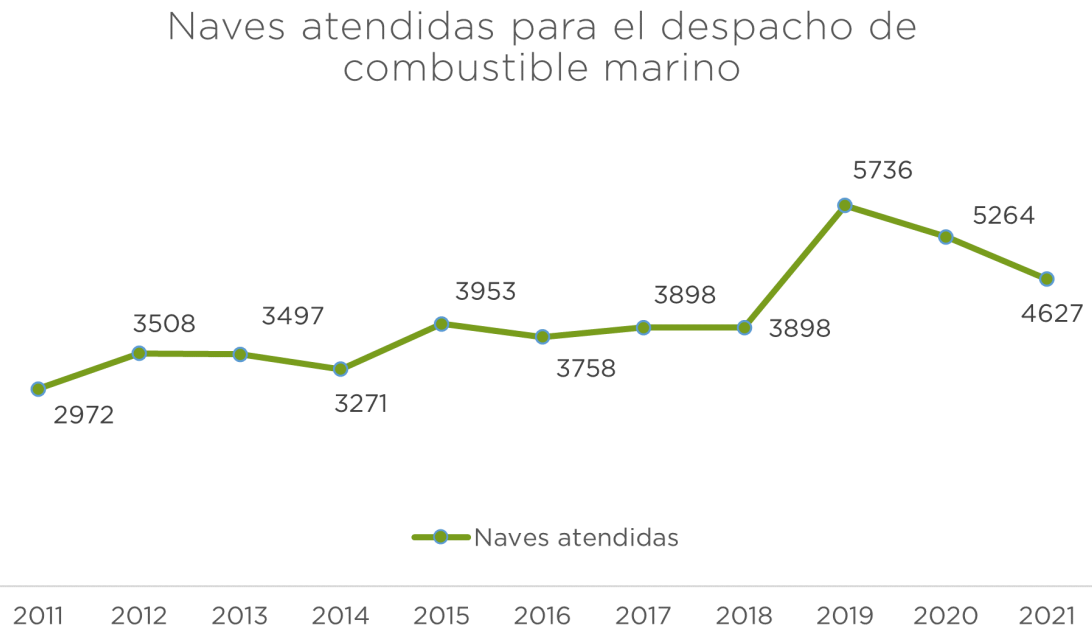


Figura 9. Naves atendidas para el despacho de combustible marino en Panamá.

Fuente: Elaboración SNE con datos de AMP.

Nota: Los datos del 2021 están contabilizados hasta octubre 2021



### 5.4.5 Nueva Infraestructura y adecuaciones

Las tuberías de hidrógeno dedicadas han estado en funcionamiento durante décadas. Actualmente se está estudiando el transporte de hidrógeno a través de gasoductos existentes y renovados. Esto puede reducir las necesidades de inversión en nueva infraestructura y ayudar a acelerar una transición. Sin embargo, es necesario ajustar los estándares de los equipos, lo que puede llevar tiempo. Aún no está claro si el camino a seguir implica el reemplazo del gas natural o el cambio gradual de mezclas de gas natural e hidrógeno verde (Irena, 2019).

Como elemento importante del Hub transformación del Hidrógeno Verde de Panamá se requiere la adecuación y/o construcción de infraestructura de almacenamiento de Hidrógeno Verde en las zonas priorizadas cercanas al área del Canal de Panamá, considerando que se busca que el funcionamiento de estas zonas también se lleve a cabo con energía 100 % renovable.

Con esto presente durante en el segundo semestre del 2022 se iniciará un estudio de prefactibilidad para las siguientes iniciativas:

- **Construcción de sistema de Almacenamiento y distribución** de Hidrógeno verde y sus portadores en zonas libres de hidrocarburos
- **Hidrógeno-verde-ducto** entre el Océano Atlántico y Océano pacífico.
- **Desarrollo de proyectos de energía renovable** de gran escala y generación distribuida en zonas aledañas a los puertos principales de Panamá.

### 5.4.6 Sensibilización, Educación, Investigación, desarrollo en Hidrógeno Verde

El uso de la tecnología del Hidrógeno Verde y demás energéticos a base de este debe venir acompañado de un proceso de sensibilización para que la población en general comprenda hacia donde se mueve el sector energético y las oportunidades de desarrollo que ofrece; debe contar con oportunidades educativas que favorezcan la implementación de proyectos al contar con mano de obra calificada local; y debe fomentar la investigación y desarrollo para aportar al crecimiento de esta nueva industria de la mano del sector privado.

La primera fase de la hoja de ruta contempla la estructuración de las siguientes iniciativas durante el año el primer y segundo semestre del 2022 y el primer trimestre del 2023:

- **Conformación del Centro de Energía Sostenible y Transición Energética de Panamá** enfocado en investigación y desarrollo de hidrógeno verde.
- **Diseño del Programa de formación de investigadores** con la Universidad Tecnológica de Panamá y La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.
- **Desarrollo e implementación Campaña de sensibilización** sobre las oportunidades del hidrógeno verde para el sector privado y público.



### 5.4.7 Proyectos piloto y Alianzas Público-Privadas

En particular, la demostración temprana y el uso ampliado de hidrógeno en buses y camiones de servicio pesado, para operaciones en las que el hidrógeno puede tener ventajas sobre los sistemas de propulsión eléctricos de batería (por ejemplo, para ciertas operaciones de larga distancia), y la instalación de alto rendimiento y alta presión es clave para fomentar el uso del hidrógeno verde en el país.

Por ello por medio de la identificación de aliados estratégicos con el interés de crear alianzas público-privadas junto a asociaciones internacionales se gestionará la instalación de los siguientes proyectos piloto en el primer trimestre del 2023:

- **Hidrogena & bus**  
de hidrógeno verde para la Ciudad del Saber.
- **Estación de prueba**  
para Bunkering de Hidrógeno verde.



“La demostración temprana y el uso ampliado de hidrógeno en buses y camiones es clave para fomentar el uso del hidrógeno verde en el país.”

### 5.4.8 Producción local y futuro consumo doméstico de Hidrógeno verde y sus carriers

El uso del Hidrógeno verde tiene varias oportunidades que podrían ser aprovechadas a nivel local como lo son:

#### **1. Hidrógeno verde en la industria alimentaria**

El hidrógeno verde se puede utilizar en la industria alimentaria como agente hidrogenante, particularmente para aumentar el nivel de saturación de grasas y aceites insaturados (como la margarina) y en la producción de metanol. El hidrógeno verde, incluso como materia prima para varios sistemas de producción de alimentos, es esencial para reducir el CO<sub>2</sub>.

#### **2. Hidrógeno verde en la industria del cemento**

El CO<sub>2</sub> se puede capturar y procesar con hidrógeno en combustibles sintéticos, plásticos u otros productos químicos. Además, el hidrógeno verde se puede utilizar como un sustituto parcial del gas natural en el sistema de combustión del horno.

#### **3. Hidrógeno verde en la industria de la pulpa y el papel**

Controlando los procesos que demandan energía e introduciendo nuevos procesos de electrocombustible y, por ejemplo, electrólisis, los beneficios de la capacidad de producción disponible en las plantas se pueden maximizar simultáneamente a medida que las energías renovables se producen integradas en una economía circular.

#### **4. El hidrógeno verde y el sector minero**

El enfoque del uso de hidrógeno verde en la minería en todo el mundo es reducir los costos de transporte y consumo de diésel, que pueden ser considerables en ubicaciones remotas. Un vehículo minero tiene un promedio de 800 a 1000 kW de potencia. Otra aplicación son los generadores de pila de combustible estacionarios para energía de respaldo.

#### **5. Hidrógeno verde en el sector de la refrigeración**

Debido a su alta conductividad térmica y térmica específica, el hidrógeno se utiliza como medio de refrigeración en centrales eléctricas y plantas industriales. En particular, se utiliza donde la refrigeración líquida puede ser problemática o donde el gas no puede circular o puede circular solo lentamente. Una aplicación muy común es la refrigeración de turbinas termoeléctricas. Además, el hidrógeno se puede mezclar con gas natural y muchas turbinas de gas ya son capaces de quemar un cierto porcentaje de hidrógeno.

#### **6. Hidrógeno verde en la industria del vidrio**

El hidrógeno se utiliza como gas absorbente para evitar la oxidación sobre los baños de estaño utilizados en el proceso de fabricación de vidrio flotado y así, el vidrio formado se realiza sin defectos. Se puede utilizar también en las necesidades de formación y procesamiento de vidrio para aumentar el brillo de la superficie del vidrio eliminando costuras y bordes y para curar microgrietas y fallas.

#### **7. Hidrógeno verde en el sector de la construcción y residencial**

El hidrógeno es una opción eficiente y de bajo costo para la descarbonización del sector de generación de calor y electricidad para hogares y oficinas. En regiones con infraestructura de gas natural, el hidrógeno se puede mezclar en el gasoducto hasta en un 20% (dependiendo del uso final del gas); también se puede convertir a gas natural sintético o reemplazar el gas natural 100%. El hidrógeno también puede alimentar generadores de electricidad estacionarios para aplicaciones residenciales.

#### **8. El hidrógeno verde como sistema de almacenamiento de energía en el sector eléctrico**

La intermitencia natural de las energías renovables debido a las condiciones de viento y sol a lo largo del año también provoca excedentes de energía (que no necesitarían ser despachados) y que podrían

ser utilizados en la producción de hidrógeno, vía electrólisis. El almacenamiento a largo plazo para uso posterior es la aplicación más conveniente para el hidrógeno, a diferencia de las baterías de litio, que tienen su mejor aplicación en almacenamiento y uso en períodos cortos. Para la reconversión del hidrógeno en electricidad, se pueden utilizar pilas de combustible, turbinas de gas y generadores de hidrógeno.

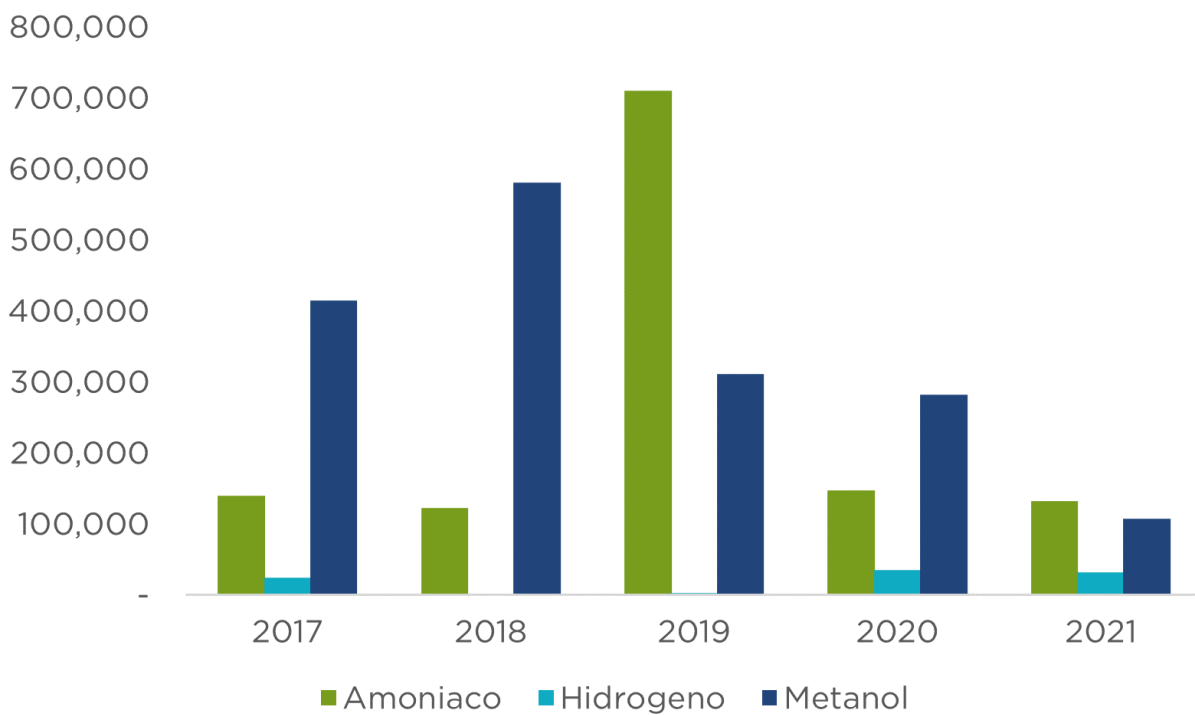
**9. Conversión del tren Panamá-Colón de diésel a celdas de hidrógeno.**

Como parte del proceso de avance de la transición energética y de convertir al País en un modelo de

tecnologías y herramientas de política pública para la transición energética, se explorará la posibilidad contar con un ferrocarril movido por celdas de combustible de hidrógeno, y se espera analizar las ventajas comparativas de construir un ducto para el transporte de Hidrógeno Verde y /o demás energéticos basados en este entre el Atlántico y Pacífico.

Uno de los paradores de hidrógeno de mayor importación por Panamá es el Amoniaco el cual se utiliza mayor mente en el sector agroindustrial, así como también se importa Hidrógeno y Metanol, como lo muestra la gráfica a continuación.

Figura 10. Importación Neta (kg)



En base a lo expuesto anteriormente las primeras oportunidades para el uso doméstico del hidrógeno verde y energéticos basados en este son las siguientes:

### **SECTOR TRANSPORTE:**

Tanto el sector transporte de carga como de pasajeros representan alrededor del 45% del consumo total de energía final de Panamá. El gobierno podría implementar objetivos de cero emisiones para el transporte y dar incentivos para la sustitución de la flota. Los camiones de servicio pesado con cero emisiones que cruzan las fronteras de Panamá podrían tener incentivos sin herramientas, como se ha hecho en Suiza.

### **SECTOR INDUSTRIAL:**

El uso de derivados del petróleo corresponde a más del 80% del consumo energético total del sector industrial. Las industrias de uso intensivo de energía en Panamá incluyen la producción de alimentos, tabaco, cemento y papel.

#### **1. Combustibles sintéticos para buques que cruzan el Canal de Panamá:**

los barcos pueden ser alimentados en el Canal de Panamá con E-Fuels e hidrógeno verde alineados con las regulaciones de la Unión Europea para descarbonización del sector marítimo.

#### **2. Combustibles sintéticos para aeronaves:**

aterrizando y despegando del aeropuerto de Panamá.

#### **3. Sectores residenciales y comerciales / públicos:**

comenzando con una asociación con el Reino Unido para construir una “Casa de Hidrógeno” piloto para demostrar el uso de hidrógeno para cocinar, enfriar y suministrar electricidad.

#### **4. Sector Transporte:**

para reemplazo las flotas públicas de equipos pesados existentes por vehículos de celda de combustible.

#### **5. Sector Industrial:**

inicio de la sustitución del combustible búnker, diésel y carbón por hidrógeno (mezcla uniforme y reposición gradual) para su uso en calderas y hornos para producir calor, y coque de petróleo, por industrias intensivas en energía como: alimentos, tabaco, producción de cemento y papel.

#### **6. Sector Agropecuario:**

Para la producción y aplicación de fertilizantes a base de amoníaco verde a nivel nacional.



## 6. Pasos siguientes

---

### 1. Lanzamiento

de la estrategia de hidrógeno verde en el cuarto trimestre del 2022 como elemento guía de política energética pública para el despliegue de oportunidades en la activación del Hub Transformacional de Hidrógeno Verde.

### 2. Desarrollar

el análisis de factibilidad para el establecimiento de plantas de producción de Hidrógeno Verde, Amoniaco sintético, metanol sintético y keroseno sintético, y buscará aliados estratégicos del sector privado nacional e internacional para su construcción.

### 3. Modificación

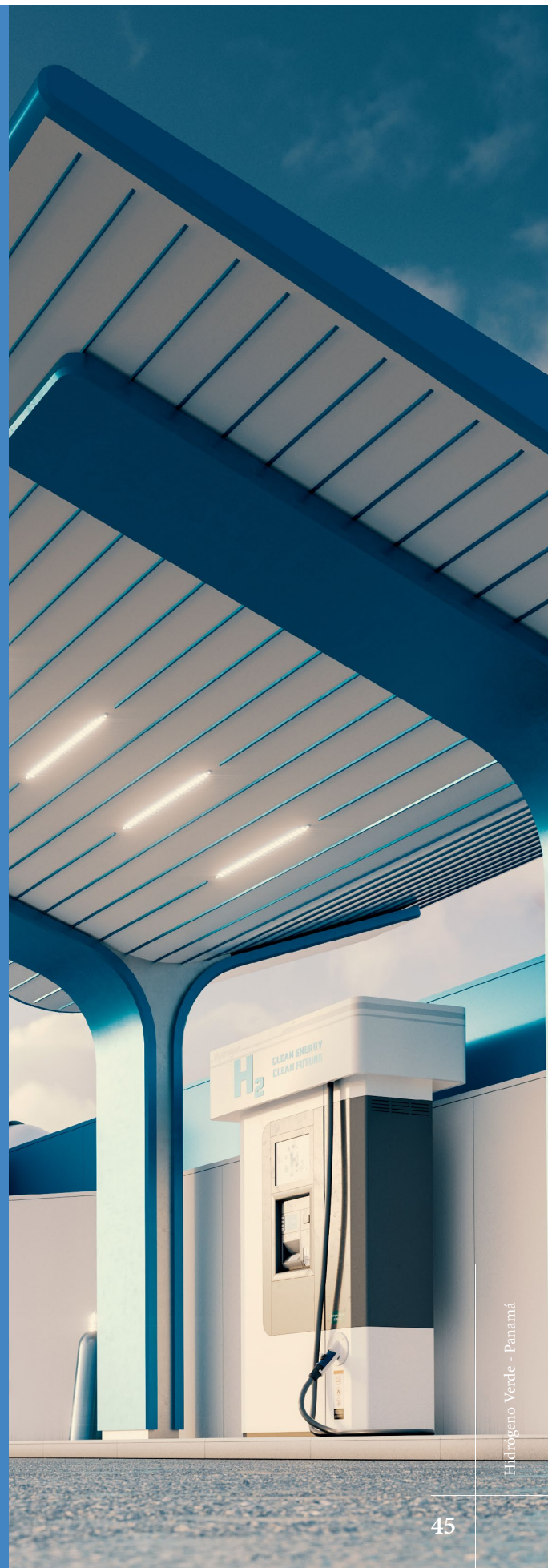
del marco legal de hidrocarburos de Panamá para la habilitación de Zonas libres para comercio y almacenamiento de Hidrógeno Verde y los energéticos a base de este.

### 4. Revisión

de los estándares que ya están siendo utilizados o en desarrollo iniciando por las normas Internacionales ISO / TC 197- Tecnologías de hidrógeno para la estandarización en el campo de los sistemas y dispositivos para la producción, almacenamiento, transporte, medición y uso de hidrógeno.

### 5. Desarrollo

de una propuesta de incentivos para las actividades portuarias (construcción, operación y administración de puertos, terminales portuarias, dragados y obras de ingeniería oceánica, entre otros) que utilicen vehículos eléctricos, implementen generación distribuida renovable, tomen ambiciosas medidas de eficiencia energética y efectúen procesos de generación de calor por medio de energía solar térmica.



## **6. Diseño**

de un sistema de seguimiento que garantice la calidad de un producto como el hidrógeno o la electricidad desacoplando el flujo de producto físico abriendo oportunidades de negocio que agreguen valor a la distribución, transparencia y empoderamiento del consumidor de hidrógeno verde.

## **7. Estudio de prefactibilidad para las siguientes iniciativas:**

- a.** Construcción de sistema de Almacenamiento y distribución de Hidrógeno verde y sus portadores en zonas libres de hidrocarburos
- b.** Hidrógeno-verde-ducto entre el Océano Atlántico y Océano pacífico.
- c.** Desarrollo de proyectos de energía renovable de gran escala y generación distribuida en zonas aledañas a los puertos principales de Panamá.

## **8. Estructuración**

de las siguientes iniciativas durante el año el primer y segundo semestre del 2022 y el primer trimestre del 2023:

- a.** Conformación del Centro de Energía Sostenible y Transición Energética de Panamá enfocado en investigación y desarrollo de hidrógeno verde;
- b.** Diseño del Programa de formación de investigadores con la Universidad Tecnológica de Panamá y La Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología;
- c.** Desarrollo e implementación Campaña de sensibilización sobre las oportunidades del hidrógeno verde para el sector privado y público

## **9. Identificación**

de aliados estratégicos con el interés de crear alianzas público-privadas junto a asociaciones internacionales se gestionará la instalación de los siguientes proyectos piloto en el primer trimestre del 2023:

- a.** Hidrogenera & bus de hidrógeno verde para ciudad del saber
- b.** Estación de prueba para Bunkering de Hidrógeno verde

## 7. Bibliografía

INEC. 2018. Registros de venta de placas en las Tesorerías Municipales de la República. <https://www.inec.gob.pa/archivos/P0579518620200113130355Cuadro%2010.xls>

IEA, 2021. Global Hydrogen Review. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>

IEA, 2021. Hydrogen in Latin America - From Near-term opportunities to large-scale deployment. [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)

SNE. 2021. Libro Blanco del Mercado Eléctrico de Panamá. <https://www.energia.gob.pa/mdocs-posts/libro-blanco-bases-para-la-innovacion-del-sector-electrico-de-panama/>

MiAmbiente 2016. Plan Nacional de Seguridad Hídrica. [https://www.pa.undp.org/content/panama/es/home/library/environment\\_energy/plna\\_seguridad\\_hidrica\\_agua\\_para\\_todos.html](https://www.pa.undp.org/content/panama/es/home/library/environment_energy/plna_seguridad_hidrica_agua_para_todos.html)

WEF. 2021. Fostering Effective Energy Transitions. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_2021.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2021.pdf)

Referencia WEF, (The future's booming demand for batteries forges new global Alliance)

IRENA (2018), Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2018/Sep/Hydrogen-from-renewable-power>

IRENA (2019), Hydrogen: A renewable energy perspective, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Hydrogen-A-renewable-energy-perspective>

Información de importaciones de hidrógeno, amoníaco y metanol obtenida de [www.softtrade.info](http://www.softtrade.info). Software the consultas estadísticas de comercio Exterior.

MiAmbiente. 2020. Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada <https://cdn1.miambiente.gob.pa/informe/>

Australia's National Hydrogen Strategy. 2019 [https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf?utm\\_source=foleon&utm\\_medium=publication&utm\\_campaign=2020\\_09\\_hydrogen](https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf?utm_source=foleon&utm_medium=publication&utm_campaign=2020_09_hydrogen)

ACP (2021). <https://micanaldepanama.com/canal-de-panama-inicia-proceso-con-miras-a-convertirse-en-carbono-neutral-para-el-ano-2030/>

Gobierno Nacional 2020. Plan Estratégico de Gobierno 2019 -2024. <https://www.mef.gob.pa/wp-content/uploads/2020/12/PLAN-ESTRATEGICO-DE-GOBIERNO-2020-2024-web.pdf>

Preguntas frecuentes "el qué y el cómo del e-queroseno" Un informe de Transport and Environment. [https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/FAQ%20e-kerosene%20\\_0.pdf](https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/FAQ%20e-kerosene%20_0.pdf)

[https://ieefa.org/wp-content/uploads/2020/08/Asia\\_Australia\\_Europe-Lead-Green-Hydrogen-Economy\\_August-2020.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2020/08/Asia_Australia_Europe-Lead-Green-Hydrogen-Economy_August-2020.pdf)

EHB - European Hydrogen Backbone "ANALYSING FUTURE DEMAND, SUPPLY, AND TRANSPORT OF HYDROGEN", <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890420311766>

IEEFA. 2020 "Asia, Australia and Europe leading emerging green hydrogen economy". Source: [https://ieefa.org/wp-content/uploads/2020/08/Asia\\_Australia\\_Europe-Lead-Green-Hydrogen-Economy\\_August-2020.pdf](https://ieefa.org/wp-content/uploads/2020/08/Asia_Australia_Europe-Lead-Green-Hydrogen-Economy_August-2020.pdf)



# Fase 1 de la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde de Panamá



# Hub Transformacional de Hidrógeno Verde de Panamá



MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



## Información Relacionada

### **GLOSARIO**

- Ir al Glosario