



## **ENTREGABLE 3**

“Reporte Final de  
Recomendaciones”

**Número de selección: 1277448**

**19 de Abril de 2022**



Documento elaborado por **HINICIO:**



*Carrera 12ª #78 – 40, Bogotá, Colombia*

**Punto de contacto**

**Luis Miguel Diazgranados**  
*Manager Oficina Bogotá*  
+57 310 858 1987  
[luis.diazgranados@hinicio.com](mailto:luis.diazgranados@hinicio.com)

## CONTENIDO

1	Contexto y objetivos .....	1
2	Introducción.....	2
3	Propósitos de una certificación de hidrógeno en Colombia.....	4
4	Certificación para Exportación .....	5
5	Certificación con Fines de Divulgación .....	12
6	Certificación con Fines de Cumplimiento.....	15
7	Conclusiones y recomendaciones.....	22
7.1	Para habilitar exportaciones .....	22
7.2	Para el mercado interno.....	23
8	Bibliografía.....	26

## FIGURAS

Figura 1.	Métodos de producción de hidrógeno .....	2
Figura 2.	Ejemplos de certificaciones de otros productos sostenibles .....	12
Figura 3.	Ejemplo de certificaciones de hidrógeno operando en mercados voluntarios .....	13
Figura 4.	Hoja de ruta para un esquema de certificación con objetivo de exportación .....	23
Figura 5.	Hoja de ruta para la implementación de un esquema de certificación de hidrógeno en el mercado domestico.....	25

## TABLAS

Tabla 1	Implicaciones para el hidrógeno y sus derivados en la Unión Europea .....	8
Tabla 2.	Gobernanza de un esquema certificación existente adoptado en Colombia .....	11
Tabla 3	Gobernanza de un esquema certificación existente adoptado en Colombia.....	17
Tabla 4.	Atributos recomendados para esquema de certificación de origen en Colombia. Fuente: Inicio-LBST, 2021 .....	19
Tabla 5.	Posibles roles del gobierno nacional dentro de un esquema de certificación nacional de hidrógeno con fines de verificación de cumplimiento con regulaciones.....	21

## 1 CONTEXTO Y OBJETIVOS

---

Colombia lanzó su Hoja de Ruta del Hidrógeno en el 2021, con el objetivo de convertirse en un líder regional de la transición energética, apoyado en sus ventajas competitivas relacionadas con su ubicación geográfica y la capacidad de atraer inversiones como consecuencia de un marco regulatorio y político estable.

La Hoja de Ruta apunta a posicionar a Colombia a nivel global en el mercado del hidrógeno a través de acceso a nuevas tecnologías, la financiación de proyectos y la apertura de rutas para exportación. Sobre esto último, además de satisfacer la demanda interna, en el largo plazo Colombia aspira a la creación de un hub logístico de exportación de hidrógeno para servir la demanda de países europeos y asiáticos. Con esto, además de contribuir a la descarbonización de la economía, se pretende transformar la balanza comercial hacia energéticos de menores emisiones comparado con las exportaciones actuales.

Para alcanzar este posicionamiento, la hoja de ruta define como una de las actuaciones a corto plazo el diseño de un sistema de garantías de origen y certificaciones para el hidrógeno, que permita trazar su origen y la reducción de emisiones asociadas. Además de definir el procedimiento, los requisitos y la entidad responsable, plantea desarrollar una herramienta de monitoreo que deberá estar coordinado con los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación de reducciones de CO<sub>2</sub> a nivel país. (Ministerio de Minas y Energía Colombia, 2021).

Este documento tiene como objetivo presentar las recomendaciones para el desarrollo de un esquema de certificación de origen el hidrógeno en Colombia y una hoja de ruta para su implementación. Estas recomendaciones están basadas por un lado en el análisis del contexto internacional en la materia, y por otro lado en los resultados de una serie de entrevistas y talleres que han sido realizados como parte del segundo entregable de esta consultoría.

## 2 INTRODUCCIÓN

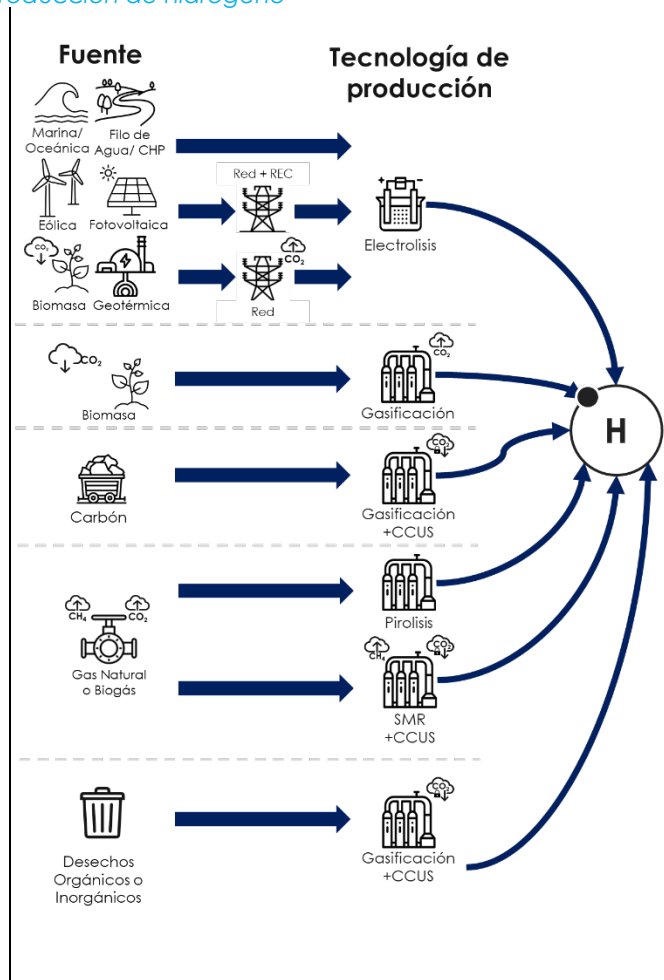
La molécula de hidrógeno ( $H_2$ ) es idéntica indiferente de sus múltiples métodos de producción. Sin embargo, existen importantes diferencias en los costos y emisiones de GEI asociadas a las diferentes tecnologías y materias primas para su producción.

Figura 1. Métodos de producción de hidrógeno

Las moléculas de hidrógeno son idénticas, sin importar cuál sea su método de producción.

Sin embargo, hay gran **diferencia en los costos y las emisiones de GEI asociadas los diferentes métodos de producción**

Por esta razón, se torna imperativo contar con **esquemas de certificación de origen** que permitan **rastrear y certificar dónde y cómo se produce** el hidrógeno, y cuáles son sus **atributos ambientales** asociados.



En la actualidad, los mercados energéticos se encuentran segmentados por algunos consumidores que están dispuestos a pagar un premium por un hidrógeno que contenga el menor impacto ambiental posible; con el fin de dar cumplimiento con sus obligaciones de política verde y objetivos de desarrollo sostenible (IEA, 2021).

Por lo tanto, es necesario contar con esquemas que posibiliten el rastreo y certificación del lugar (dónde) y el proceso (cómo) de la producción del hidrógeno.

Certificar el hidrógeno puede aportar diversos beneficios, tanto al productor como al consumidor. A continuación, se resumen algunos de ellos.

### **Formación de precios:**

- Las certificaciones de hidrógeno permiten construir un indicador suficientemente armonizado y simple que permite la formación de mercados líquidos. De esta forma, las certificaciones habilitan la fijación de precios basada en la segmentación del mercado del hidrógeno según sus diferentes atributos ambientales como, por ejemplo, una prima de precio por la reducción de la huella de carbono.

### **Financieros:**

- Acceso a incentivos tributarios como exenciones, deducciones, bonificaciones o reducciones fiscales.
- Reducción en el número de derechos de emisión que debe comprar una empresa en virtud de un régimen de comercio de derechos de emisión aplicable.
- Acceso a subsidios o programas especiales de financiamiento climático nacional e internacional.

### **Cumplimiento:**

- Contribución con el cumplimiento de obligaciones de comprar, usar o vender un cierto porcentaje de combustibles o energéticos de fuentes renovables o de bajas emisiones de carbono.
- Contribución con el cumplimiento de obligaciones de reducir las emisiones agregadas de GEI por debajo de un umbral especificado.

### **Acceso a mercados:**

- La posibilidad de vender en ciertos y/o nuevos mercados o jurisdicciones sostenibles (en los que no es permitido vender hidrógeno gris o combustibles fósiles).

### **Reputacionales:**

- Contribución con criterios Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ESG, por sus siglas en inglés) y de Responsabilidad Social Corporativa.
- Trazabilidad, transparencia y confianza para el consumidor final

### 3 PROPÓSITOS DE UNA CERTIFICACIÓN DE HIDRÓGENO EN COLOMBIA

Hay tres posibles propósitos que tendría adoptar un esquema de certificación de hidrógeno en Colombia.

1. Para **exportar hidrógeno a consumidores en otros países**. La certificación de origen del hidrógeno es un mecanismo indispensable para verificar que el hidrógeno producido en Colombia para exportación cumpla con los requerimientos y estándares de sostenibilidad que impongan los países importadores.
2. Para **comercializar hidrógeno en el mercado nacional: Esquema voluntario con propósito de divulgación al consumidor**. Los productores o consumidores de hidrógeno verde o de bajo carbono en Colombia podrían buscar contar con verificación por parte de terceros, a través de certificaciones de origen, que les permita garantizar que han producido/consumido una cierta cantidad de hidrógeno con ciertos atributos ambientales. Lo anterior, de manera que les pueda ser contabilizado en sus propias metas de sostenibilidad, con fines de mercadeo y/o Responsabilidad Social Corporativa.
3. Para **comercializar hidrógeno en el mercado nacional: Esquema para verificación de cumplimiento con regulaciones**. Los certificados de hidrógeno se podrían utilizar para demostrar cumplimiento con regulaciones climáticas y objetivos que determine Colombia a través de sus políticas públicas a nivel de energías renovables y/o a la reducción de emisiones de GEI.

Para cada uno de estos propósitos, diferentes configuraciones de esquemas de certificación de origen de hidrógeno serán apropiados. La gobernanza, los requerimientos, y en general sus características, variarán según la necesidad que tenga Colombia de certificar su hidrógeno.

A continuación se detallan los resultados de los análisis realizados y las recomendaciones asociadas, según cada uno de estos tres propósitos para la implementación de una certificación de origen del hidrógeno en Colombia.



## 4 CERTIFICACIÓN PARA EXPORTACIÓN

Para habilitar la exportación de hidrógeno, Colombia NO tiene que desarrollar su propio esquema de certificación de origen, sino adoptar los esquemas de certificación reconocidos por los mercados importadores.

Para habilitar la exportación de su hidrógeno, en lugar de esforzarse por definir qué son realmente los productos verdes/de bajo carbono desde un punto de vista nacional (colombiano), y desarrollar su propio esquema de certificación de origen del hidrógeno, Colombia deberá realizar esfuerzos para comprender las definiciones aplicables en los mercados objetivo (de exportación) y la regulación para cumplir con esas especificaciones del producto. Posteriormente, Colombia deberá implementar los mecanismos que le permitan realizar las verificaciones que sean necesarias para certificar su hidrógeno bajo algún esquema de certificación de origen reconocido por el mercado importador.

A continuación, se presentan las acciones que Colombia debe llevar a cabo para habilitar las exportaciones de hidrógeno mediante un esquema de certificación de origen.

### 1. *Priorizar los mercados de exportación y entender sus requerimientos*

Lo primero que se debe hacer en Colombia es priorizar cuales serán sus mercados de exportación. Esta priorización se debe realizar basada en:

- a) Los requerimientos y regulaciones en los países objetivo en cuanto a los atributos ambientales que debe tener el hidrógeno
- b) La viabilidad de producción de hidrógeno en Colombia según diferentes métodos de producción, rutas de exportación, y competitividad de costos de sus productos

Los requerimientos en cuanto a las características que debe tener el hidrógeno los impondrá el país importador según la regulación aplicable, muchas veces por sector. Este es el caso en la Unión Europea (EU), quien requerirá distintos "tipos de hidrógeno" en diferentes sectores, según diferentes regulaciones que aplican a cada uno de ellos (ver **Error! Reference source not found.**).

Por ejemplo, para 2030, la UE exigirá que el 2.6% de los combustibles usados en el transporte terrestre, y 50% del total del hidrógeno usado en la industria (como energético y como insumo industrial) sean Combustibles Renovables de Origen No Biológico (RFNBO, por sus siglas en inglés). Para cumplir con los criterios de RFNBO, el hidrógeno debe ser producido a partir de electrólisis de energías renovables, cumpliendo con criterios de sostenibilidad, tales como la adicionalidad de las plantas



de energía renovable, y criterios de correlación temporal y geográfica si los electrolizadores se conectan a la red eléctrica, así:

- Electrolizador conectado a la red eléctrica y contrato de suministro de energía (PPA) renovable. La Comisión Europea aún se encuentra en proceso de definición de los requisitos mediante sus Actos Delegados para los criterios de:
  - **Adicionalidad:** Se debe garantizar que la electricidad renovable se haya generado en una nueva planta o instalación de energía renovable. La adicionalidad se establece con el objetivo de evitar que los productores de combustibles, como por ejemplo el hidrógeno, desplacen la energía renovable de otros sectores; aumentando las emisiones de combustibles fósiles, en lugar de incentivar la producción adicional de energía renovable. En otras palabras, se busca que la producción de combustibles renovables no compita con la generación de electricidad para la red, sino que se haga a partir de nuevas plantas nuevas (adicionales).
  - **Correlación temporal:** Se debe asegurar que la energía eléctrica renovable se consuma en la planta de producción de hidrógeno dentro del mismo marco temporal en la que se produjo la electricidad renovable. Estos marcos de tiempo se pueden establecer como días, horas o minutos.
  - **Correlación geográfica:** Se debe asegurar que la electricidad renovable que se utiliza en la producción del hidrógeno se genere en las cercanías de la planta de generación de hidrógeno.
- Conexión directa entre electrolizador y planta de producción de electricidad renovable:
  - Adicionalidad: Planta de Energía Renovable puesta en marcha o repotenciada<sup>1</sup> en el mismo año o después del electrolizador.
  - Si la planta también lleva una conexión a la red, la evidencia de que la electricidad no se ha tomado de la red se demuestra con medición inteligente

Se aprecia que para suplir los sectores de transporte terrestre y de industria en la UE con hidrógeno importado desde Colombia, el hidrógeno tendrá que ser necesariamente renovable y cumplir con los requisitos adicionales que a futuro imponga la UE en cuanto a adicionalidad, así como de correlación geográfica y temporal (en el caso de usar

---

<sup>1</sup> Las plantas de RE repotenciadas se consideran elegibles cuando las inversiones requieren más del 30% de la inversión original

conexión a la red con un contrato de energía renovable tipo PPA). Es decir que otros métodos de producción, tal como el uso de combustibles fósiles acoplados a plantas de captura y secuestro de carbono (CCS) – Hidrógeno Azul<sup>2</sup> - no serán elegibles para suplir estos segmentos de mercado.

---

<sup>2</sup> En Colombia la Ley 2099 de 2021 definió el Hidrógeno Azul como el hidrógeno que se produce a partir de combustibles fósiles, especialmente por la descomposición del metano (CH<sub>4</sub>) y que cuenta con un sistema de Captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), como parte de su proceso de producción y se considera FNCE

Tabla 1 Implicaciones para el hidrógeno y sus derivados en la Unión Europea

Sector	Regulación (en vigor o propuesta)	Descripción	Moléculas aplicables	Procesos Elegibles	
				Energía Renovable	Fósil + CCS
UE – Transporte Terrestre	RED 2 (en revisión)	28% en energías renovables en el sector del transporte en 2030, meta de RFNBO del 2,6% (≈87 TWh)	H2, NH3, MeOH, e-diesel	✓ +	✗
UE – Industria (50%)	RED 2 (en revisión)	50% de RFNBO en total de hidrógeno (energético + insumo) usado en la industria (≈200 TWh - 250 TWh)	H2	✓ +	✗
UE – Transporte aéreo	ReFuelEU Aviation	Volúmenes de combustibles de aviación sostenibles (biocombustibles, biocombustibles avanzados y RFNBO) para las aerolíneas en todos los aeropuertos de la UE: <ul style="list-style-type: none"> <li>•2% a partir del 1 de enero de 2025</li> <li>•5% a partir del 1 de enero de 2030 con 0.7% e-fuels</li> <li>•20% a partir del 1 de enero de 2035 con 5% e-fuels</li> <li>•32% a partir del 1 de enero de 2040 con 8% e-fuels</li> <li>•38% a partir del 1 de enero de 2045 con 11% e-fuels</li> <li>•63% a partir del 1 de enero de 2050 con 28% e-fuels</li> </ul>	e-kerosene	✓ +	✗
UE – Transporte Marítimo	FuelEU Maritime	Reducción de emisiones de GEI respecto a 2020 de: <ul style="list-style-type: none"> <li>•2% a partir del 1 de enero de 2025</li> <li>•6% a partir del 1 de enero de 2030</li> <li>•13% a partir del 1 de enero de 2035</li> <li>•26% a partir del 1 de enero de 2040</li> <li>•59% a partir del 1 de enero de 2045</li> <li>•75% a partir del 1 de enero de 2050</li> </ul>	NH3, MeOH, e-diesel	✓	✓
UE – Industria pesada	Régimen de Comercio de Emisiones (ETS)	Mecanismo Cap & Trade de CO2 para grandes producciones industriales: carbón, coque, refinerías, metales, hierro, acero, aluminio, cemento, vidrio, cerámica, ladrillos. papel y pulpa, química, gases industriales.	Cualquier producto cubierto por ETS	✓	✓

+ Requisitos adicionales para RFNBO

Otros potenciales importadores de hidrógeno como **Japón y Corea de Sur** aún no han definido sus criterios de elegibilidad. En ambos países, las políticas climáticas están orientadas a la reducción de emisiones (y no también a requerir el uso de energías renovables como sí lo hace la UE), por lo tanto, probablemente aceptarán hidrógeno de varias fuentes (renovables, red eléctrica con bajas emisiones, fósil con captura y secuestro de carbono, entre otros).

## ***2. Establecer acuerdos bilaterales con el país importador***

Una vez priorizados los mercados de exportación y bien comprendidos los requerimientos que debe cumplir el hidrógeno para ser elegible en las diferentes jurisdicciones y segmentos en el país de destino, Colombia deberá iniciar diálogo con los gobiernos de los potenciales importadores de hidrógeno para establecer acuerdos bilaterales de reconocimiento mutuo.

Para que el hidrógeno producido en Colombia con ciertos atributos ambientales sea aceptado en los países de destino como un producto elegible, Colombia deberá implementar mecanismos de rastreo y verificación de atributos análogos a aquellos requeridos en los países importadores. Por ejemplo, para el caso de la exportación de hidrógeno clasificado como RFNBO desde Colombia a la UE, Colombia deberá contar con protocolos de medición inteligente que le permitan verificar la correlación temporal entre la planta renovable y el electrolizador. También se deberán definir en Colombia zonas análogas a las definidas en Europa para verificar la correlación geográfica, y se deberá definir los mecanismos bajo los cuales probar la adicionalidad de las plantas.

## ***3. Seleccionar el esquema de certificación apropiado***

Al tiempo que se entablan diálogos con los gobiernos de los potenciales países receptores del hidrógeno, se debe buscar también entablar diálogo con entidades que operan esquemas de certificación que cumplan con los criterios y la regulación de los países objetivo.

La opción más rápida y eficiente para Colombia certificar su hidrógeno de exportación será la adopción de un esquema de certificación existente, reconocido internacionalmente, y que ya se utilice en varios mercados objetivo.

Debido a que los requerimientos de la UE son (y posiblemente serán) los más estrictos para demostrar la sostenibilidad del hidrógeno, la adopción por parte de Colombia de CertifHy® o de algún otro esquema que cumpla con la regulación existente y futura de

la Unión Europea es el enfoque más seguro para garantizar que el esquema adoptado no solo esté preparado para el futuro, sino que también garantice que las exportaciones colombianas cumplirán con los criterios de sostenibilidad en otros mercados más allá de la UE.

#### **4. Asignar responsabilidades a actores públicos y privados en Colombia (establecer gobernanza)**

La adopción de un esquema existente con reconocimiento internacional y el reconocimiento mutuo duradero de los instrumentos de seguimiento entre los gobiernos exportadores e importadores dará lugar a un esquema de gobernanza simple, ya que varios roles dentro de la cadena de custodia serían desempeñados por actores que ya están integrados y reconocidos por los esquemas que se adoptarán.

Así, se deberá definir, junto con el esquema de certificación seleccionado para adopción, aspectos operacionales y de gobernanza. Estas definiciones incluyen el tipo de información que se debe reportar, el o los organismos que la deben reportar, la frecuencia con la cual debe ser reportada, etc.). También se deberá definir cómo se realizan las verificaciones, por ejemplo, si se permitirá que empresas colombianas realicen auditorías a las plantas y los procesos de producción, qué tipo de acreditación deben tener los organismos certificadores, etc.

A continuación se presentan los roles y responsabilidades que se deberán asignar a actores en Colombia para la adopción de un esquema de certificación internacional para la exportación de hidrógeno.

Tabla 2. Gobernanza de un esquema certificación existente adoptado en Colombia

Entidad	Rol	Requerimiento en Colombia
<b>Autoridad nacional competente</b>	Ente debidamente autorizado bajo la ley y regulaciones del país para ejercer o delegar tal función	Autoridad del gobierno colombiano designada para supervisar la certificación
<b>Organismos de Certificación</b>	Entidad autorizada para actuar como un verificador ambiental, u organización de verificación ambiental	Puede no requerirse, ya que cada esquema de certificación designa y aprueba organismos de certificación.  Una empresa colombiana podría solicitar convertirse en un organismo emisor reconocido para auditar a los operadores en función de los criterios específicos del esquema.
<b>Organismo emisor</b>	Entidad responsable de registrar entidades basado en los informes del ente certificador. Responsable también de emitir los certificados.	Una única entidad pública o privada a nivel nacional que puede emitir, transferir y cancelar/redimir certificados a través del Registro, y revisar los informes de auditoría de los Organismos de Certificación.
<b>Administrador del Registro</b>	Entidad designada por la Autoridad Competente y/o Ente Emisor para operar y mantener el registro	No es necesario, ya que los instrumentos se rastrearían y negociarían a través del registro existente utilizado por el esquema adoptado.
<b>Titulares de cuentas</b>	Productores privados de hidrógeno que solicitarán la emisión, transferencia y cancelación/redención de certificados (es decir, usuarios)	Necesitarían crear cuentas en el Registro existente

## 5 CERTIFICACIÓN CON FINES DE DIVULGACIÓN

Los certificados de hidrógeno se utilizan para la divulgación confiable de las características del producto al consumidor final, por ejemplo, para fines de responsabilidad social corporativa. Ejemplos de esquemas de certificación de productos sostenibles incluyen los certificados de productos orgánicos, de comercio justo o de producción sostenible.

*Figura 2. Ejemplos de certificaciones de otros productos sostenibles*



En el primer entregable de esta consultoría se describieron diversos esquemas de certificación de hidrógeno que existen hoy en día en los mercados voluntarios a nivel global. Estos incluyen la certificación de Hidrógeno Verde e Hidrógeno Bajo Carbono de CertifHy®, uno de los primeros esquemas de certificación en el mercado, creado en el 2019 a través de una alianza público privada en Europa. Otras iniciativas se vienen liderando por el sector privado y otorgan otros “sellos” en su certificación de hidrógeno, entre ellas la de TÜV Rheinland, TÜV SÜD, y el Zero Carbon Certification Scheme. Para más información referirse al Entregable 1.

En principio, hoy en día sería posible certificar hidrógeno producido y comercializado en Colombia bajo los esquemas de TÜV SÜD y TÜV Rheinland, así como amoniaco bajo el esquema de ISCC Plus. Sin embargo, aún no se cuenta con experiencias reales para ninguno de esos casos. CertifHy® está trabajando en la internacionalización de su esquema, por lo cual en un futuro próximo se espera que este pueda operar en lugares diferentes a la UE. Y, a futuro, es posible que otras empresas desarrollen otros esquemas de certificación que pudiesen operar en Colombia.



Los certificados de hidrógeno emitidos bajo estos esquemas tienen propósitos únicamente de divulgación, es decir, estos certificados no se pueden usar para demostrar cumplimiento con regulaciones ni acceder a incentivos, a menos que los gobiernos estipulen lo contrario.

Figura 3. Ejemplo de certificaciones de hidrógeno operando en mercados voluntarios



Estos esquemas de certificación generalmente son desarrollados y operados en su totalidad por entidades privadas y funcionan de manera similar a las certificaciones de energías renovables que se comercializan en Colombia como las de I-REC o EcoGox.

El desarrollo de este tipo de sistemas de certificación de hidrógeno generalmente se basa en algún sistema existente de certificación de energías renovables y suelen ser compatibles con alguno de ellos. De esta manera, por ejemplo, si se consume 1MWh de energía eléctrica renovable certificado para la producción de hidrógeno electrolítico, la producción de ese hidrógeno resultante hace uso del certificado de energía renovable (lo cancela o redime), al tiempo que hace elegible el lote de producción de hidrógeno para su certificación bajo el sistema de certificación de hidrógeno.

Estos esquemas de certificación de hidrógeno pueden operar en varios países, ya que no dependen de ninguna regulación en particular. Sin embargo, los gobiernos pueden (y deben) ser proactivos en su implementación para crear un mercado, mediante la emisión de políticas y regulaciones que estimulen el comercio de certificados, tales como obligaciones de divulgación del origen de la producción del hidrógeno, e Implementando metas claras de penetración de hidrógeno verde o de bajo carbono en sectores específicos.

Si existiera más de un sistema de certificación de hidrógeno privado operativo en el país, estos deben conversar entre ellos, diseñando un procedimiento de seguimiento para garantizar que no exista doble conteo (que un mismo kilogramo de hidrógeno no ha sido certificado en más de un esquema).

Por ejemplo, el gobierno de Colombia podría implementar un sistema de información de producción de hidrógeno donde se registre la producción de hidrógeno del país, se recoja información estadística sobre los usos finales a los cuales se destina el hidrógeno, y se registren las certificaciones de origen para el hidrógeno, cuando existan. Dicho sistema de información facilitaría la trazabilidad de las metas climáticas, permitiría dar seguimiento al desarrollo del mercado para mejorar procesos de toma de decisiones a nivel de política pública y regulación, y serviría para evitar el doble conteo si operase más de un esquema de certificación origen del hidrógeno en el país.

En dicho sistema de información los agentes estarían obligados a registrar todo el hidrógeno producido y comercializado en el país. Por defecto ese hidrógeno sería “gris” siempre que no cuente con un certificado de origen. Los agentes que quisieran registrar el hidrógeno como verde, azul, bajo carbono, o cualquier otra “etiqueta”, lo harían proveyendo prueba de contar con la certificación origen de hidrógeno.

En caso de implementarse dicho sistema, sería recomendable que el gobierno de Colombia defina los requisitos mínimos que deberían tener los esquemas de certificación de hidrógeno que se puedan registrar en el sistema de información, y desarrolle algún mecanismo para avalar o acreditar a los entes emisores de estos certificados.

## 6 CERTIFICACIÓN CON FINES DE CUMPLIMIENTO

Las certificaciones de hidrógeno se pueden utilizar como una **herramienta de reporte y verificación** para demostrar el cumplimiento de objetivos de energías renovables y/o reducción de emisiones GEI.

En Colombia, a día de hoy, solo existe un esquema de incentivos que depende de la clasificación (o el método de producción) del hidrógeno: los incentivos tributarios que otorga la UPME a los proyectos de FNCER y FNCE bajo la Ley 1715 de 2014. Al hidrógeno se le ha dado acceso a estos incentivos por medio de las definiciones de Hidrógeno Verde como FNCER y de Hidrógeno Azul como FNCE que quedaron establecidas en la Ley 2099 de 2021.

Sin embargo, se evidencia que para verificar el cumplimiento con estas definiciones de la Ley 2099 como requisito para el acceso a estos incentivos de la UPME, no se podría usar una certificación de origen del hidrógeno. Esto debido a que, para otorgar los beneficios, la UPME realiza una evaluación ex ante de la documentación del proyecto, es decir, antes de adquirir los equipos y comenzar a producir hidrógeno; mientras que la certificación de hidrógeno solo se puede otorgar una vez este ha sido producido (ex post).

Hoy en día no existe ningún otro incentivo o regulación en Colombia que pudiese requerir un certificado de origen para probar cumplimiento o elegibilidad. Otras regulaciones o incentivos que podrían existir a futuro, y que harían necesario contar con un esquema de certificación de hidrógeno oficial podrían incluir:

- El futuro Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) de Colombia, que aún se encuentra en desarrollo (la Ley 1931 de 2018 define los cupos transables de emisiones y exige la creación de un programa para la adjudicación de los cupos por medio de subastas). Este sistema debería entrar en vigor en 2024.
- Cuotas obligatorias de producción de gases o combustibles renovables como un cierto porcentaje del total de la producción o el consumo de combustibles líquidos y gaseosos
- Programas de combustibles limpios: créditos comercializables donde se trazan umbrales de emisiones para los combustibles de uso en el transporte. Los combustibles limpios generan créditos, mientras que los tradicionales generan déficits. Un ejemplo de estos sistemas se detalló en el primer entregable de esta consultoría, el Programa Low Carbon Fuel Standard de California.
- Tarifas preferenciales para la inyección de hidrógeno en gasoductos (tipo Feed-in-tariffs)

- Entre otros.

En preparación para la entrada en operación en 2024 del Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) de Colombia (y de otros incentivos o regulaciones que pudieran implementarse a futuro), Colombia debe comenzar a preparar la implementación de un esquema de garantías de origen del hidrógeno, optado por alguna de las siguientes opciones:

- Adoptar algún esquema de certificación existente a nivel internacional. Esta sería la opción más rápida y eficiente, debido a que no requiere invertir tiempo y recursos en la curva de aprendizaje que otros ya han recorrido. Sin embargo, requiere trabajo en adaptar dicho esquema a los requerimientos específicos que imponga Colombia, por lo que seleccionar un esquema que sea lo suficientemente flexible es imperativo.
- Desarrollar su propio esquema de certificación: Esta opción permitiría mayor libertad en la toma de decisiones sobre cómo diseñar y operar el esquema. Sin embargo resultaría más costoso y su desarrollo tomaría más tiempo. De elegirse esta opción, se deberá velar por mantener una coherencia con metodologías y estándares internacionales, de manera que el esquema no trabaje de forma aislada, sino que pueda sea compatible con esquemas internacionales para habilitar igualmente las exportaciones de hidrógeno.

En el caso de optar por **adoptar un esquema de certificación existente**, Colombia deberá adaptarlo a los requisitos que el gobierno defina como necesarios (ej. Inclusión de criterios o atributos diferentes a adicionales), y así mismo deberá definir roles y responsabilidades para entidades colombianas. La gobernanza de dicho esquema luciría exactamente igual que para la adopción de un esquema de certificación de hidrógeno para la exportación (Tabla 2. Gobernanza de un esquema certificación existente adoptado en Colombia)

Tabla 3 Gobernanza de un esquema certificación existente adoptado en Colombia

Entidad	Rol	Requerimiento en Colombia
<b>Autoridad nacional competente</b>	Ente debidamente autorizado bajo la ley y regulaciones del país para ejercer o delegar tal función	Autoridad del gobierno colombiano designada para supervisar la certificación
<b>Organismos de Certificación</b>	Entidad autorizada para actuar como un verificador ambiental, u organización de verificación ambiental	Puede no requerirse, ya que cada esquema de certificación designa y aprueba organismos de certificación.  Una empresa colombiana podría solicitar convertirse en un organismo emisor reconocido para auditar a los operadores en función de los criterios específicos del esquema.
<b>Organismo emisor</b>	Entidad responsable de registrar entidades basado en los informes del ente certificador. Responsable también de emitir los certificados.	Una única entidad pública o privada a nivel nacional que puede emitir, transferir y cancelar/redimir certificados a través del Registro, y revisar los informes de auditoría de los Organismos de Certificación.
<b>Administrador del Registro</b>	Entidad designada por la Autoridad Competente y/o Ente Emisor para operar y mantener el registro	No es necesario, ya que los instrumentos se rastrearían y negociarían a través del registro existente utilizado por el esquema adoptado.
<b>Titulares de cuentas</b>	Productores privados de hidrógeno que solicitarán la emisión, transferencia y cancelación/redención de certificados (es decir, usuarios)	Necesitarían crear cuentas en el Registro existente

En caso de optar por **desarrollar su propio esquema de certificación**, a continuación se listan los pasos que Colombia debería llevar a cabo.

### 1. Especificación funcional del esquema

El gobierno deberá tomar decisiones en cuanto a cómo se va a especificar el esquema de certificación, por ejemplo:

- Especificar la cadena de custodia: Se deberá decidir si se busca un esquema de certificación de hidrógeno cuya cadena de custodia opere en balance de

masa<sup>3</sup> o en book-and-claim<sup>4</sup> (para más información, referirse al Entregable 1 de esta consultoría)

- Revisión de los umbrales máximos de emisiones (o las “etiquetas” y definiciones de tipo de hidrógeno), por ejemplo, algo como los 2kgCO<sub>2</sub>eq/kgH<sub>2</sub> que definió el gobierno de EEUU para el “Hidrógeno Limpio”, o los 36.4 gCO<sub>2</sub>eq/MJH<sub>2</sub> que definió CertifHy® para el “Hidrógeno de Bajo Carbono” (para más información, referirse al Entregable 1 de esta consultoría).
- Definir si los umbrales se van a tomar como valores absolutos de GEI o porcentajes de ahorro en emisiones (ej. 70% menos emisiones que el proceso de producción de hidrógeno por reformado de gas metano a vapor, comúnmente conocido como hidrógeno gris).
- Elegir el alcance para la contabilización de emisiones de GEI, es decir, si se evalúan solamente las emisiones de la producción del hidrógeno<sup>5</sup> o de todo el ciclo de vida hasta el punto de uso<sup>6</sup> del hidrógeno (para más información, referirse al Entregable 1 de esta consultoría)

## 2. Elaboración de ficha técnica del certificado

Esta actividad se trata de definir qué atributos se quieren monitorear, y en qué unidades.

La Tabla 3 a continuación presenta las recomendaciones de HInicio en cuanto a los atributos que debería tener un esquema de certificación de origen de hidrógeno en Colombia.

---

<sup>3</sup> Permite mezclar “partidas de materias primas o combustibles con diferentes características de sostenibilidad y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero”. En este caso, el hidrógeno renovable se mezcla con un hidrógeno producido a partir de otras fuentes. Dentro de este enfoque, el hidrógeno debe ser rastreado en cada una de las etapas de la cadena de suministro, sin la necesidad de que los compradores y los vendedores estén conectados a la misma red.

<sup>4</sup> Permite asignar los atributos relacionados con una unidad de producto a cualquier otra unidad de producto dentro de un perímetro geográfico (por ejemplo, país, UE, o el mundo). Bajo este esquema, el hidrógeno proviene de productores ya certificados y se permite que estos asignen las características del hidrógeno certificado a cualquier bache de producto, sin la necesidad de supervisar la cadena de valor. En consecuencia, las moléculas de hidrógeno verde y las garantías de origen o los certificados se pueden comercializar de forma independiente, sin la necesidad de realizar una trazabilidad física entre ellas..

<sup>5</sup> La contabilidad de emisiones *hasta el punto de producción* considera las emisiones generadas desde la etapa inicial para la obtención de la materia prima, así como cualquier cambio en el uso de la tierra; seguido por los insumos de energía para la producción de la molécula, en donde se tiene en cuenta la intensidad de emisiones del energético utilizado, y finalizando con las emisiones generadas por las tecnologías de producción y acondicionamiento, es decir, antes de que el hidrógeno sea transportado hacia el usuario final

<sup>6</sup> La contabilidad de emisiones *hasta el punto de uso* le agrega a aquellas emisiones hasta el punto de producción, todas las emisiones generadas durante las etapas de almacenamiento, transporte, distribución y uso del hidrógeno.

Tabla 4. Atributos recomendados para esquema de certificación de origen en Colombia.

Atributos relevantes	Comentarios
Identificación del dispositivo de producción	
Nombre	
País	
Fecha de puesta en servicio	
Capacidad de producción instalada	MW
Fecha y hora de la producción de H <sub>2</sub>	Fecha inicial / Fecha final
Consumo de energía y tecnología	Consumo de energía respaldado por certificaciones
Tipo de energía consumida	Eólica, Solar, Fósil, ...
Tecnología de electrolisis	PEM, ALK, ...
Porcentaje de energía renovable	%
Intensidad de emisiones de GEI	gCO <sub>2</sub> eq / MJ <sub>H<sub>2</sub></sub> ó KgCO <sub>2</sub> eq /KgH <sub>2</sub>

### 3. Adopción de la metodología de cálculo de emisiones de GEI y de renovabilidad de la energía.

Colombia deberá igualmente seleccionar una metodología bajo la cual se midan las emisiones de GEI de la producción de hidrógeno.

Hoy en día no existen estándares internacionales por parte de una organización de desarrollo de estándares como ISO para contabilizar las emisiones derivadas de la producción de hidrógeno. Las normas y estándares internacionales para análisis de ciclo de vida que existen en la actualidad son insuficientes para calcular las emisiones derivadas de los procesos de producción de hidrógeno que cuentan con múltiples entradas y salidas. Hay diferentes maneras de realizar la asignación (en inglés “allocation”) de emisiones en estos casos, lo que resulta diferentes niveles de emisiones de GEI para un mismo proceso de producción de hidrógeno.

El IPHE (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy), una organización internacional conformada por los gobiernos de 22 países y que busca facilitar y acelerar la transición energética hacia el uso de combustible limpios a través de la promoción del hidrógeno en los diferentes sectores económicos,



actualmente está trabajando en desarrollar una metodología y terminología consensuada entre los países que la conforman para cuantificar las emisiones de GEI relacionadas con las diferentes vías de producción de hidrógeno (IPHE, 2020). El objetivo final de este trabajo del IPHE es desarrollar un estándar internacional para contabilizar las emisiones de la producción de hidrógeno, que sea consensuada a nivel internacional, que sirva como referencia para el desarrollo de un estándar internacional por parte de una organización de desarrollo de estándares como ISO, y que sirva como guía para que los países puedan definir sus clasificaciones de hidrógeno y servir como base para el desarrollo de sus esquemas de certificación (IPHE, 2021). Se espera una actualización de esta metodología y más desarrollos por parte del IPHE en este sentido en los próximos meses.

#### **4. Recopilación de información de factores de emisión y otros supuestos de cálculo.**

Se deberá proporcionar a los desarrolladores de proyecto los factores de emisión que deben usar para los cálculos de las emisiones de la producción de hidrógeno, así como los supuestos que deben usar en caso de no contar con datos de sus propios procesos. Estos podrían incluir el factor de emisión promedio de las fugas de metano en el transporte y distribución del gas natural, el factor de emisiones de la red eléctrica colombiana en cierto momento, las pérdidas por transmisión eléctrica en la red, entre otras.






#### **5. Definición de la gobernanza del sistema**

Se deberán definir los roles y responsabilidades en la puesta en marcha y la operación del esquema de certificación, tanto por parte de entidades del gobierno nacional, como potencialmente de otros actores públicos y privados.

El gobierno podría tomar un papel prominente en la operación del sistema, o podría delegar varias funciones a terceros. A continuación se ilustran dos extremos posibles de roles a asumir por parte del gobierno nacional, siendo un punto intermedio entre ambos plenamente posible.

La opción A representa el máximo control y gestión posible por parte del gobierno. La opción B muestra el otro extremo posible, donde el gobierno asume el papel de autoridad nacional competente, estableciendo las reglas y los requisitos mínimos admisibles, y supervisando la certificación. En este caso es de vital importancia que el gobierno tenga el control suficiente del esquema para evitar la doble contabilización de certificados (que un mismo lote de producción se certifique dos veces) y que pueda monitorear la mezcla residual (llevar una contabilización del total de la producción de hidrógeno del país, y cuanto de ello es producto certificado).

Tabla 5. Posibles roles del gobierno nacional dentro de un esquema de certificación nacional de hidrógeno con fines de verificación de cumplimiento con regulaciones

Roles del gobierno vs. terceros		
Entidad	Opción A	Opción B
Autoridad nacional competente		
Organismo Acreditador		Tercero designado
Organismos de Certificación	Ente Auditor	Ente Auditor
Organismo emisor		Tercero designado
Administrador del Registro		Tercero designado

Opción intermedia entre A y B también es posible

## 6. Diseño del sistema de verificación basado en informes y registros

La última etapa será diseñar los protocolos para realizar la verificación, los procedimientos y lineamientos para la elaboración de informes y registro de los certificados por parte de las diferentes entidades.

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La certificación de origen de hidrógeno se encuentra en fases muy tempranas de desarrollo a nivel global. Las regulaciones en cuanto a las características que debe tener el hidrógeno están en proceso de creación en varios de los países que están a la delantera del desarrollo del hidrógeno, mientras que en varios otros países aún no se ha comenzado a trabajar en las definiciones. Las metodologías para contabilización de emisiones de GEI derivadas de la producción de hidrógeno también están siendo desarrolladas y consensuadas a nivel internacional a la fecha de entrega de este reporte. Por todo lo anterior, **es importante que Colombia realice un seguimiento de cerca a estos desarrollos y busque que sus decisiones a nivel de clasificación de hidrógeno y de adopción de un esquema de certificación de origen de hidrógeno tengan concordancia y sean compatibles, con los mercados internacionales.** De otra manera, en lugar de servir como un impulso al desarrollo del hidrógeno en el país, la certificación de origen se podría convertir en una barrera a la comercialización de hidrógeno tanto en el mercado nacional, como para exportación.

### 7.1 Para habilitar exportaciones

Para habilitar la exportación de hidrógeno, **Colombia deberá realizar esfuerzos para comprender las definiciones aplicables en los mercados objetivo (de exportación) y la regulación para cumplir con esas especificaciones del producto.** Posteriormente, Colombia deberá **implementar los mecanismos que le permitan realizar las verificaciones** que sean necesarias para certificar su hidrógeno bajo algún esquema de certificación de origen reconocido por el mercado importador.

Colombia debe **comenzar diálogos con los potenciales países importadores con miras a establecer acuerdos bilaterales de reconocimiento mutuo.** Se recomienda igualmente que el gobierno de Colombia junto con algún o algunos desarrolladores de proyectos, comience a **trabajar en pilotos de exportación de la mano de los gobiernos de los potenciales importadores y algún esquema de certificación internacional reconocido en esos mercados de importación.**

La opción más rápida y eficiente para Colombia certificar su hidrógeno, tanto para exportación como para el mercado interno, será la adopción de un esquema de certificación existente, reconocido internacionalmente, y que ya se utilice en varios mercados objetivo. Debido a que los requerimientos de la UE son (y posiblemente serán) los más estrictos para demostrar la sostenibilidad del hidrógeno, **la adopción por parte de Colombia de CertifHy® o de algún otro esquema que cumpla con la regulación existente y futura de la Unión Europea es el enfoque más seguro** para

garantizar que el esquema adoptado no solo esté preparado para el futuro, sino que también garantice que las exportaciones colombianas cumplirán con los criterios de sostenibilidad en otros mercados más allá de la UE.

A continuación, se presenta una hoja de ruta para la implementación de la certificación de hidrógeno que habilite las exportaciones (Figura 4).

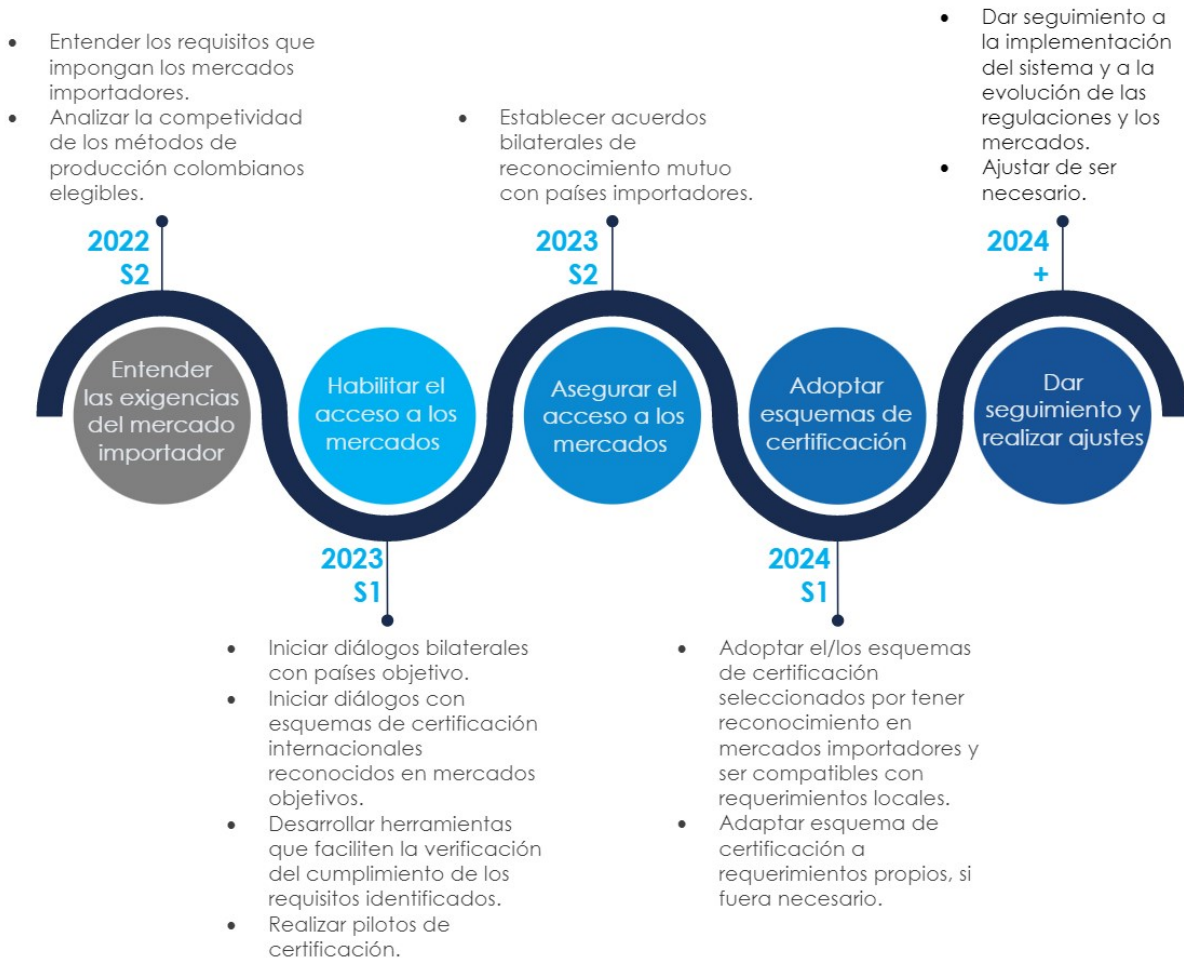


Figura 4. Hoja de ruta para un esquema de certificación con objetivo de exportación

## 7.2 Para el mercado interno

Para el comercio de certificados de hidrógeno en el mercado doméstico, diversas iniciativas de carácter voluntario y desarrolladas por empresas privadas podrían operar a futuro en Colombia. En este caso, el gobierno debe **implementar mecanismos para evitar el doble conteo de certificaciones de origen**, en caso de que existan diversos esquemas operando en el país. Esto se podría lograr mediante la implementación de **un sistema de información de la producción de hidrógeno** donde se registre la producción de hidrógeno del país, se recoja información

estadística sobre los usos finales a los cuales se destina el hidrógeno, y se registren las certificaciones de origen para el hidrógeno, cuando existan. Dicho sistema de información facilitaría la trazabilidad de las metas climáticas, permitiría dar seguimiento al desarrollo del mercado para mejorar procesos de toma de decisiones a nivel de política pública y regulación, y serviría para evitar el doble conteo si operase más de un esquema de certificación origen del hidrógeno en el país.

Se recomienda también que el **gobierno de Colombia sea proactivo en implementar mecanismos que permitan crear un mercado para el hidrógeno (y para sus certificados de origen)**, mediante la emisión de **políticas y regulaciones que den impulso a la demanda**, e Implementando **metas claras de penetración** de hidrógeno verde o de bajo carbono en sectores específicos.

En preparación para la entrada en operación en 2024 del Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) de Colombia (y de otros incentivos o regulaciones que pudieran implementarse a futuro), **Colombia debe comenzar a preparar la implementación de un esquema de garantías de origen del hidrógeno reconocido oficialmente para verificar el cumplimiento o la elegibilidad del hidrógeno.** Colombia podría optar por **adoptar algún esquema de certificación existente a nivel internacional y adaptarlo al contexto local, o por desarrollar su propio esquema de certificación.** Se recomienda la primera opción, ya que es la más eficiente a nivel de tiempos y recursos, y garantizaría la compatibilidad a nivel internacional (con los esquemas de certificación de hidrógeno para exportación). A continuación se presenta una hoja de ruta para la implementación de dicho esquema (Figura 5).

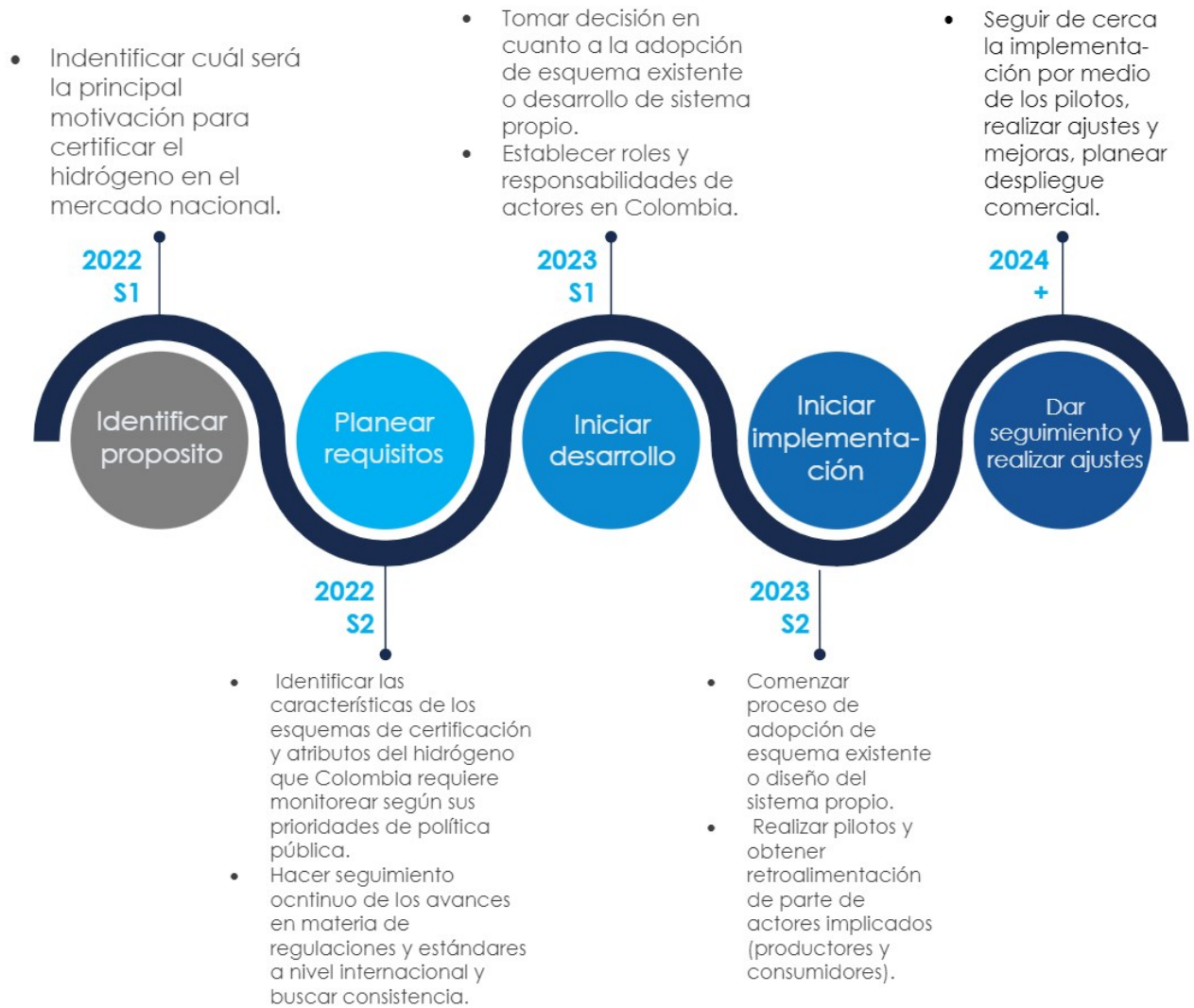


Figura 5. Hoja de ruta para la implementación de un esquema de certificación de hidrógeno en el mercado doméstico

## 8 BIBLIOGRAFÍA

---

- CARB. (2021). *LCFS Electricity and Hydrogen Provisions*. Obtenido de <https://ww2.arb.ca.gov/es/resources/documents/lcfs-electricity-and-hydrogen-provisions>
- CARB. (2021). *Low Carbon Fuel Standard: About*. Obtenido de <https://ww2.arb.ca.gov/es/our-work/programs/low-carbon-fuel-standard/about>
- Euractiv. (2021). *EU plans single database to certify carbon content of hydrogen, low-carbon fuels*. Obtenido de <https://www.euractiv.com/section/energy/news/eu-plans-single-database-to-certify-carbon-content-of-hydrogen-low-carbon-fuels/>
- Garderet, R., & Goldstein, B. (2014). *Crediting Hydrogen: An assessment of fuel incentives and renewable hydrogen investment in California*. . Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/58e8f58d20099ea6eb9ab918/t/596f4dc0bf629af7b509ec6a/1500466626588/EIN+-+Crediting+Hydrogen+-+fuel+incentives+and+renewable+hydrogen+investment+.pdf>
- IEA. (2021). *Hydrogen in Latin America: From near-term opportunities to large-scale deployment*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/hydrogen-in-latin-america>
- IPHE. (2020). *International Partnership for hydrogen and fuel cells in the economy. Terms of Reference: Hydrogen Production Analysis Task Force*.
- IPHE. (2021). *Methodology for Determining the Greenhouse Gas Emissions Associated With the Production of Hydrogen*.
- IRENA. (2022). *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor*. Abu Dhabi.
- Parlamento Europeo y del concejo. (2018). *Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*.
- SRECTrade. (2021). *California Low Carbon Fuel Standard*. Obtenido de <https://www.srectrade.com/markets/lcfs/california>
- Unión Europea. (2018). *Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council*.