

Resumen de resultados 2021



Y-TEC

.MIEMBROS

YPF TECNOLOGÍA

.Instituciones observadoras

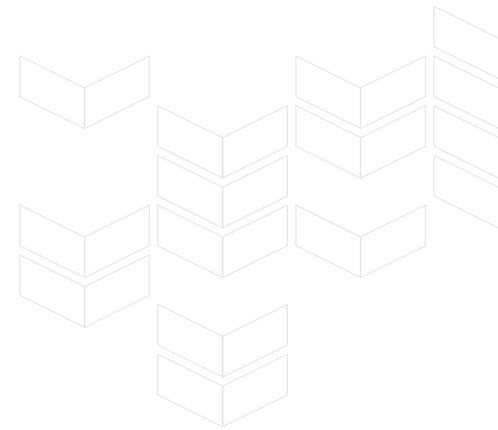
.INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta un resumen ejecutivo de los estudios realizados y los principales hallazgos en el marco del primer año de trabajo del Consorcio H2ar.

El Consorcio es un espacio de trabajo colaborativo entre empresas que busca innovar y promover el desarrollo de la economía del hidrógeno en el país. Desde su inicio a finales de 2020, se sumaron más de 50 compañías con las que trabajamos de manera conjunta en la construcción de indicadores, el estudio de nuevos negocios y la proyección de pilotos tecnológicos que impulsen la cadena de valor del hidrógeno en Argentina.

En su primer año, los estudios se estructuraron en base a 8 células de trabajo transversales a la cadena de valor del H2: Producción, Transporte, Movilidad, Red de Gas Natural, Energía Eléctrica, Exportación, Industria y Regulación y normativa.

Los resultados mencionados a continuación ya fueron presentados en un evento realizado en la sede de Y-TEC en Berisso el 2 de diciembre de 2021.



*Estamos muy contentos de presentar el resumen público con algunos de los principales resultados del primer año de trabajo en el marco del Consorcio H2ar. Un trabajo sistemático que contó con el aporte de las 50 empresas miembro y arroja **resultados muy alentadores respecto al potencial productivo de Argentina en materia de Hidrógeno.***

El país tiene abundancia y calidad de recursos, dos condiciones necesarias para pensarse un jugador global. La estrategia a mediano plazo para el país debería estar focalizada en avanzar en la validación y escalado de experiencias y tecnologías, pensando en ir consolidando las bases de esa plataforma exportadora de alta escala de energía baja en carbono.



A handwritten signature in black ink that reads "Santiago S". The signature is stylized and includes a horizontal line underneath the name.

Santiago Sacerdote - Gerente General Y-TEC

¿POR QUÉ EL HIDRÓGENO?

El hidrógeno se proyecta como un vector energético clave en la vinculación de fuentes primarias con los puntos de consumo en un contexto de electrificación y descarbonización global. En este sentido, el sector de la energía deberá en un futuro cercano reconfigurar su estructura de la mano de nuevas tecnologías y el surgimiento de oportunidades de negocios en la llamada economía del hidrógeno.

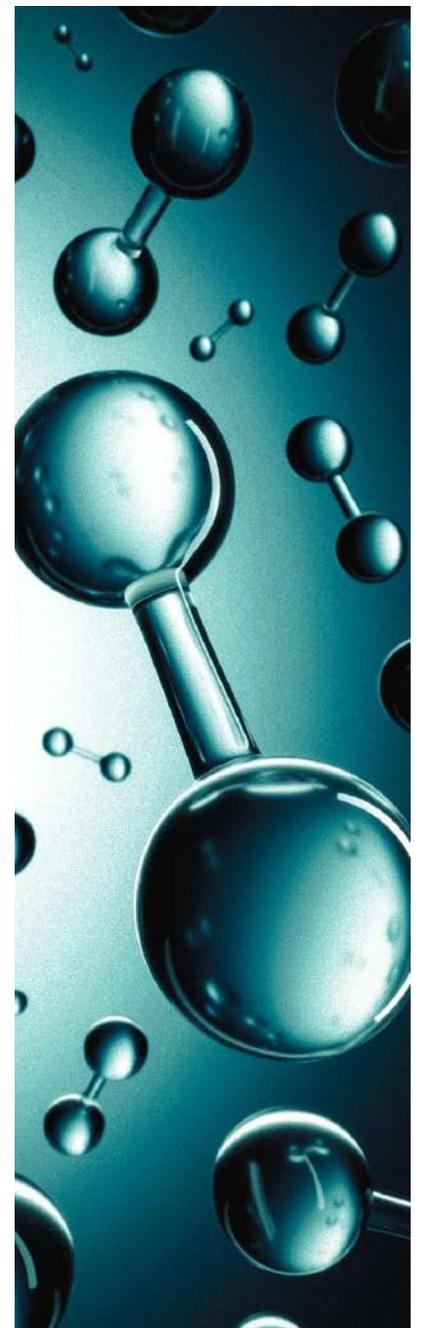
El Hidrógeno en Argentina

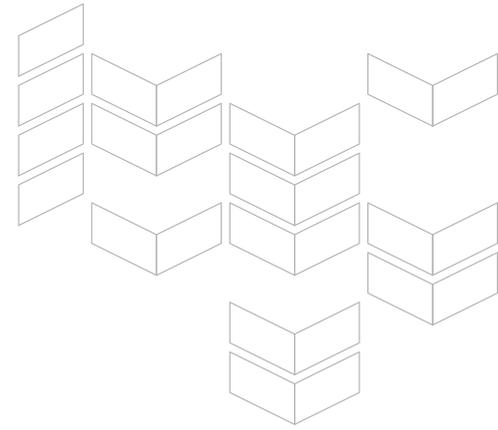
El hidrógeno no es algo nuevo en Argentina, ya que, cada año, se producen más de 395 kton para cuatro procesos industriales principales: los fertilizantes basados en amoníaco/urea (33 %), los procesos de hidrot ratamiento en la industria de la refinación del petróleo (27 %), la reducción directa de los óxidos de hierro en la siderurgia (16 %) y la producción de metanol (15 %). El 10 % restante se produce, principalmente, como subproducto de otros productos químicos (moléculas de cloruro y negro de carbón).

Argentina posee excelentes condiciones naturales para la generación de hidrógeno limpio, ya sea a través de la electrólisis renovable del agua (conocida como hidrógeno verde), como a través del reformado de gas natural con captura y almacenamiento de CO₂ (conocido como hidrógeno azul). También posee los recursos y capacidades científicas para desempeñar un rol destacado en las cadenas globales de tecnología y bienes industriales que serán requeridos en la nueva economía del hidrógeno. Esta visión de desarrollo integral es parte de los objetivos de las empresas en el Consorcio.

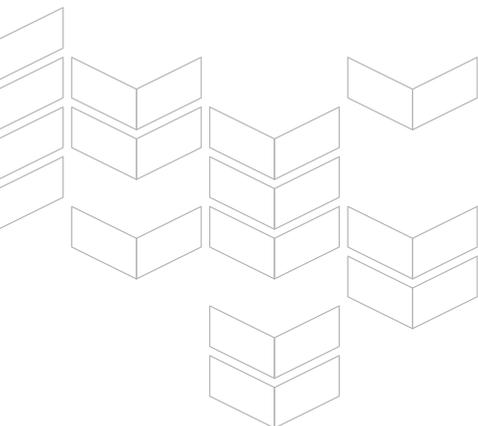
Cambio climático y descarbonización

El hidrógeno limpio será un factor muy importante para alcanzar un sistema energético con un nivel de cero emisiones netas de carbono. Argentina se ha comprometido a limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero a 313 MtCO₂e para 2030, de acuerdo con la última Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) presentada en diciembre de 2020 y la estrategia a largo plazo de neutralidad de carbono para el 2050.





.Principales hallazgos



.PRINCIPALES HALLAZGOS

El país tiene un gran potencial para desarrollar una estrategia de producción dual de hidrógeno limpio. Ya cuenta con costos competitivos para el reformado de gas natural con captura de CO₂ y se espera que el hidrógeno verde alcance paridad económica en 2030.

Los costos proyectados ponen en una excelente posición a la Argentina para atraer inversiones e incorporarse a la cadena de valor global que se está desarrollando. Actualmente, es posible alcanzar un costo nivelado de H₂ a partir del reformado de gas natural con captura y almacenamiento de CO₂ de 1,4-1,8 USD/kg, considerando precios de GN entre 3-5 USD/MMBTU respectivamente; mientras que se espera que el hidrógeno limpio producido por electrólisis renovable del agua pueda estar entre 1,5-1,6 USD/kg en 2030.

En un análisis de emisiones, el hidrógeno limpio producido a partir de reformado de gas natural con 90% de captura y almacenamiento de carbono, tiene el potencial de reducir el 66% de emisiones equivalente de CO₂. En el caso del H₂ a partir de electrólisis renovable del agua, la reducción en emisiones de CO₂ equivalente es de 100%.*

*Respecto a la producción de gas natural, por unidad de energía.

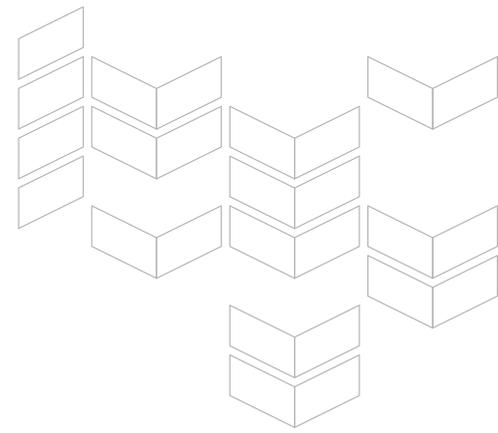
.PRINCIPALES HALLAZGOS

Los costos proyectados pueden acelerar la adopción de tecnologías de hidrógeno y su masificación, sobre todo para la industria y la movilidad.

Los escenarios más optimistas muestran que la industria tendrá oportunidades para el hidrógeno limpio en la segunda mitad de esta década, principalmente en los sectores de amoníaco, metanol, refino y acero.

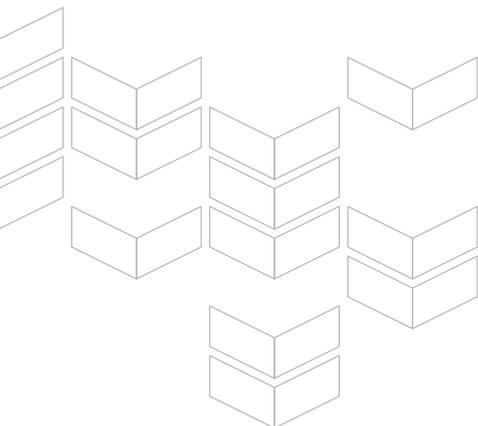
En relación con la movilidad, un escenario optimista visualiza que, también para la segunda mitad de la década, los trenes regionales y camiones de alto tonelaje a hidrógeno podrían alcanzar la paridad de costos con las tecnologías actuales de combustión interna de otros combustibles.

Se espera la creación de un mercado diferencial de moléculas limpias, en donde el interés de los compradores estará dado por la relación precio-poder de descarbonización. En este sentido, el hidrógeno producido por reformado de gas natural con captura de emisiones aparece como una oportunidad para posicionar al país como exportador de moléculas limpias en forma temprana, mientras que se desarrolla la cadena del hidrógeno producido por electrólisis utilizando renovables.



.CÉLULAS DE TRABAJO

El Consorcio estructuró su trabajo a través de 8 células en su primera etapa. Allí, las empresas miembro, coordinadas por Y-TEC, trabajaron para construir indicadores, estudiar la viabilidad de nuevos negocios y proyectar pilotos tecnológicos que impulsen la cadena de valor del hidrógeno en Argentina.



.PRODUCCIÓN

El país tiene un gran potencial para desarrollar una estrategia de producción dual de hidrógeno limpio que colabore a alcanzar un sistema energético bajo en carbono. Este informe busca aportar una visión clara y un análisis de los procesos técnico-económicos para producir hidrógeno limpio y competitivo en Argentina, enfocándose en el reformado con vapor de gas natural con captura y almacenamiento geológico de carbono y la electrólisis del agua a partir de energía renovable.

Ambos modos de producción son fundamentales para asegurar la adopción temprana del H2 y son de interés estratégico para el país. **Es importante hacer hincapié en que la principal variable a analizar no es el origen del hidrógeno, sino su huella de carbono asociada.**

.H2 a partir de Gas Natural

La formación Vaca Muerta, ubicada en la Cuenca Neuquina posee un estimado de 308Tcf de shale gas técnicamente recuperable. Estas reservas podrían producir más de 2.100 Mton de hidrógeno, que es 20 veces la producción actual global de hidrógeno por año. Esta generación sería limpia si se logra una capacidad de almacenamiento geológico de CO2 cercana a 20 Gton.



1,4-1,8 USD/kg

Es el costo actual proyectado de la producción de hidrógeno limpio a partir de gas natural en Argentina, con un precio del gas natural de entre 3 y 5 USD/MMBTU.



.PRODUCCIÓN

.H2 a partir de energía renovable

Argentina cuenta con recursos de primer nivel para la generación de energía eólica on shore y energía solar fotovoltaica, y cuenta con amplias extensiones con potencial para producir más de 1.000 Mton de hidrógeno limpio por año.

1,6 – 2,7 USD/kg H2

Es el costo que podrían alcanzar los proyectos on-grid de hasta un orden de 100MW para 2030.

1,5 USD/kg H2

Es el costo que podrían alcanzar los proyectos off-grid del orden de 1GW de potencia eólica para 2030.

Los valores proyectados se presentan altamente competitivos a nivel mundial, en donde el interés de los compradores estará dado por la relación precio-poder de descarbonización.



.TRANSPORTE

Las modalidades de transporte analizadas fueron los remolques de tubos de hidrógeno comprimido (CH2), los remolques de tubos de hidrógeno licuado (LH2) y los hidrogenoductos dedicados, ya que estas opciones se basan en una tecnología madura que se emplea actualmente en varios proyectos a nivel mundial y permiten aprovechar nuestra infraestructura existente compuesta por rutas aptas para el tránsito pesado y una vasta red de GN.

El modo más eficiente de transporte dependerá de múltiples factores, como ser la distancia, caudal a transportar, y las posibles interferencias para el trazado.

.Trailers de Hidrógeno comprimido

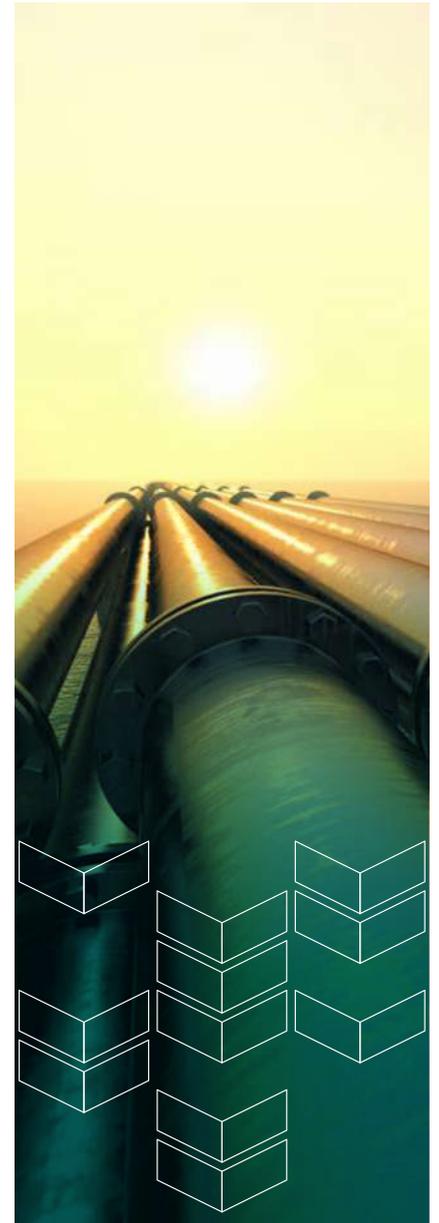
Constituyen el mejor método de transporte para caudales diarios bajos y distancias cortas. Ideales para el desarrollo inicial de la economía del hidrogeno.

.Hidrogenoductos

Son el método más eficiente de transporte para grandes caudales y distancias.

.Trailers de Hidrógeno licuado

Son eficientes para grandes caudales diarios, cuando no es viable emplear ductos de hidrogeno por limitaciones geográficas.



.Hallazgos:



Un hallazgo importante revela que para las instalaciones de producción de hidrógeno a partir de electrólisis renovable de agua a pequeña escala (<100 MW), los proyectos de electrólisis on-grid en el sitio de destino (*in situ*) son más convenientes que los proyectos off-grid más los costos de transporte de ese hidrógeno. Para proyectos de gran escala, dada la magnitud y demanda energética que implican, se deberá ejecutar el proyecto en forma off-grid y considerar la logística de transporte de hidrógeno.



Este análisis se puede usar como guía general. No obstante, los costos variarán según el recorrido que conecte las instalaciones de producción con los usuarios finales. Limitaciones adicionales, como la geografía, la demografía o la logística pueden inclinar la balanza a favor de una modalidad determinada de transporte.

.MOVILIDAD

El sector movilidad es considerado uno de los segmentos con mayores emisiones CO2 asociadas. Si bien se están desarrollando diversas tecnologías para reducir o anular las mismas (GNC/GNL, electrificación, baterías, etc.), el hidrógeno representa la mejor alternativa para descarbonizar el transporte pesado, debido a sus ventajas operativas, como la autonomía, densidad energética y tiempos de recarga, entre otras.

.Hallazgos:



Un escenario optimista visualiza que, para la segunda mitad de la década, los trenes regionales y camiones de alto tonelaje a hidrógeno podrían alcanzar la paridad de costos con las tecnologías actuales de combustión interna de otros combustibles.



En el caso de los camiones a GNC, el escenario optimista plantea una paridad de costos hacia inicios de la próxima década.



Los camiones eléctricos a batería serán más competitivos que los impulsados a hidrógeno solamente en los segmentos de corta distancia.



.RED GAS NATURAL

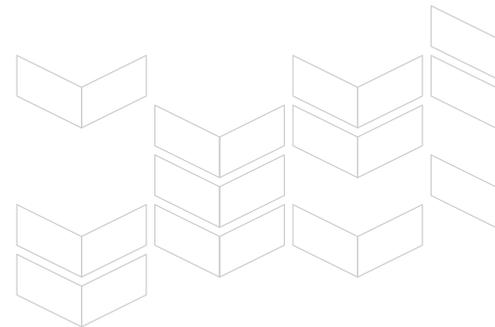
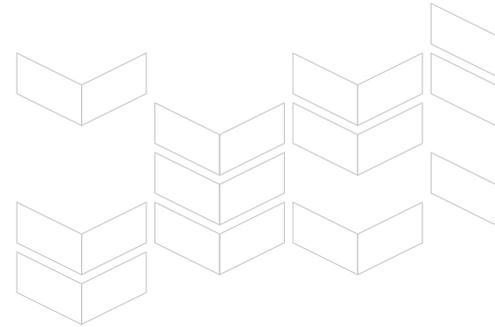
El gas natural (GN) es la principal fuente de energía de Argentina y representa el 50 % de la matriz energética, con una extensa red de transmisión y distribución.

Si bien tiene un impacto acotado en reducción de emisiones de CO₂, **la inyección de hidrógeno en la red de gas natural permitiría rentabilizar múltiples proyectos de generación de H₂ de pequeña escala, valorizando sinergias con parques solares y eólicos con excedentes de energía eléctrica no despachada.**

De esta manera, se podría aprovechar la amplitud de la red de transmisión en todo el territorio nacional, y su potencial para absorber estas fuentes aisladas de generación de H₂, en un esquema de comercialización de moléculas bajas en carbono, a medida que se genera una infraestructura madura y dedicada de transporte.

Se visualiza que un esquema de comercialización virtual de H₂ limpio entre usuarios y productores permitiría la inyección de H₂ en el sistema de transporte y la certificación de reducción de emisiones por parte del usuario.

En un sistema análogo a los e-verdes del mercado eléctrico renovable, pero con moléculas de H₂ bajo en carbono, los usuarios podrían elegir el nivel de reducción de emisiones de sus consumos de GN y se podría certificar el origen limpio de la molécula y rastrear su comercialización mediante estructura blockchain.



.RED GAS NATURAL

.Hallazgos y desafíos:

La presencia de H2 en la red de GN presenta varios desafíos técnicos y de seguridad.



Según los límites regulatorios actuales basados en ENARGAS NAG 602, se infiere que es posible mezclar hasta un 9 % v/v de hidrógeno en la red de GN conservando las especificaciones de calidad del gas.



Para identificar claramente los límites técnicos y potenciales cuellos de botella se requiere un relevamiento completo del estado de la red y sus componentes.



Esto implica una gran carga de trabajo coordinado entre los operadores de la red de transporte y distribución y los organismos reguladores, y requiere el apoyo de incentivos gubernamentales claros para el desarrollo de esta tecnología.



.INDUSTRIA

La demanda de hidrógeno como insumo industrial aumentará en la próxima década. Esta es una oportunidad de incrementar la capacidad de producción mediante la utilización de instalaciones de hidrógeno verde o, como mínimo, de instalaciones convencionales de reformado de gas natural (SMR) que estén preparadas para utilizar tecnologías de CCS a fin de reducir las inversiones futuras en modernización de las plantas.

Los escenarios más optimistas muestran que **la industria tendrá oportunidades para el hidrógeno limpio en la segunda mitad de esta década**, principalmente en los sectores de amoníaco, metanol, refino y acero.



.Hallazgos:



Los costos de producción de amoníaco limpio podrían ser competitivos respecto de los costos de producción de amoníaco convencional durante esta década. Los impuestos al carbono y un posible valor superior de las moléculas limpias acortarían esta brecha.



El metanol sintético a partir de H₂ y CO₂ podría competir con el metanol producido a partir de combustibles fósiles.



Los autoelevadores a H₂ ya compiten hoy en día con autoelevadores a batería, alcanzando paridad de costos para flotas de 50 unidades en adelante.



El uso de H₂ para generación de calor de alta temperatura podría verse limitado debido a que incrementa considerablemente los costos respecto al gas natural.

.ENERGÍA ELÉCTRICA

Gracias a sus emisiones netas nulas, el hidrógeno producido por electrólisis renovable es la mejor alternativa para descarbonizar el sistema de generación de energía, responsable de una gran parte de las emisiones de GEI actuales.

El hidrógeno puede utilizarse como vector de almacenamiento de energías renovables variables no gestionables (como eólica o solar), ya sea para entregar potencia firme a la red o abastecer los picos de demanda a través de su uso en turbinas, motores reciprocantes o celdas de combustible estacionarias.



.Hallazgos:



Ya existen en el mercado turbinas de gas o motores reciprocantes que admiten tanto blends de gas e hidrógeno, como 100% hidrógeno. Para que la reducción de emisiones sea considerable, se requiere que el volumen de hidrógeno sea elevado.



Si bien la diferencia de precio entre utilizar 100% gas natural o utilizar blends todavía es alta, se espera que se alcance paridad hacia fines de 2030 en un escenario optimista. Esto podría verse acelerado si se incorpora un 'carbon price' en el desarrollo de proyectos.



De igual manera, las máquinas térmicas 100% hidrógeno alcanzarían paridad con las máquinas 100% gas natural entrada la década del 2040, en un escenario optimista e incorporando 'carbon price' en los proyectos.

.EXPORTACIÓN

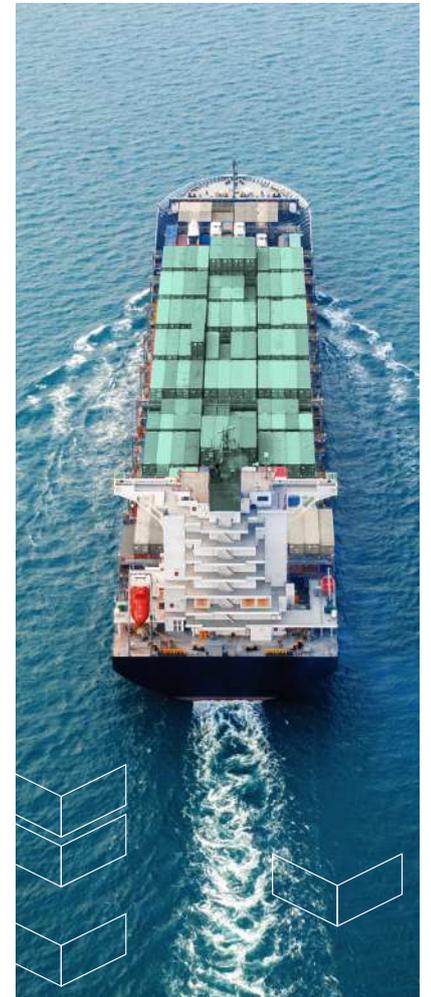
Argentina está ante una gran oportunidad de exportar energía baja en carbono a gran escala. Se espera que se cree un mercado diferencial de moléculas limpias, en donde el interés de los compradores esté dado por la relación precio-poder de descarbonización.

En este sentido, el hidrógeno producido por reformado de gas natural con captura de emisiones aparece como una oportunidad para posicionar al país como exportador de moléculas limpias en forma temprana, mientras se desarrolla la cadena del hidrógeno producido por electrólisis utilizando renovables.

H2ARMONIA

Proyecto de exportación de amoníaco limpio a gran escala en la ciudad de Bahía Blanca. Se trata de un caso insignia presentado dentro del marco del consorcio, para evaluar el impacto y la demanda de recursos que se deben considerar para un proyecto de esta magnitud.

Este proyecto fue incluido en el informe de la IEA (International Energy Agency) "Hydrogen in Latin America" (2021), reporte que contó con la revisión del equipo técnico de Y-TEC.



Ventajas y potencial del proyecto

- » El amoníaco tiene la ventaja estratégica de contar con una infraestructura de transporte madura, y parámetros y normas de seguridad sólidos.
- » Nuestro país posee uno de los 37 puertos de amoníaco del mundo, lo cual supone una ventaja estratégica.
- » Un proyecto insignia de exportación de amoníaco es clave para ganar visibilidad internacional. Mediante un proyecto semejante, puede lograrse un posicionamiento temprano en el escenario de producción global y captar el interés de inversores extranjeros, en función de los volúmenes y los tiempos de la demanda internacional.



.EXPORTACIÓN

- » Contribuye a consolidar la visión y materializar la hoja de ruta específica para lograrla, al mismo tiempo que promueve la especialización y articulación entre los actores locales para configurar una cadena de valor competitiva.
- » Permite orientar las iniciativas y estudios públicos, y diseñar un marco normativo y promocional con miras a consolidar una agenda tecnológica / industrial local.

.Hallazgos:



El costo del H2 puede representar más del 75% del costo final del amoníaco.



Los costos de producción de amoníaco limpio están por encima de los costos de producción del amoníaco convencional. Sin embargo, se espera que el desarrollo de un mercado de moléculas bajas en carbono justifique el costo adicional debido a su potencial de descarbonización.



Debe tenerse en cuenta que existen múltiples regiones con recursos abundantes, o más cerca de los compradores potenciales, como Chile, Australia y Sudáfrica. Esto podría crear un mercado internacional muy competitivo, y el éxito dependerá de la implementación de políticas coherentes y eficientes, la fortaleza gubernamental y el compromiso industrial.

.CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Este resumen, basado en el informe de resultados 2021, refleja el fruto de más de un año de trabajo colaborativo entre las compañías que impulsamos la cadena de valor del H2 en el país. Los resultados son muy alentadores y nos convocan a seguir trabajando para proyectar nuevos pilotos y aprovechar las oportunidades tempranas que se presenten.

Argentina se enfrenta a una oportunidad histórica, impulsada por la aceleración de la transición energética global, para consolidar una plataforma exportadora de escala en energías bajas en carbono. Adicionalmente, el país también posee los recursos y capacidades científicas para desempeñar un rol destacado en las cadenas globales de tecnología y bienes industriales que serán requeridos en la nueva economía del Hidrógeno. Esta visión de desarrollo integral es parte de la visión de las empresas en el Consorcio.

Creemos que el futuro se debe construir con una mirada ambiciosa. Pensar en grande, empezar de a poco y escalar rápido. Toda la información generada, con la excelente articulación interna y externa establecida, y el aprovechamiento de las herramientas de promoción existentes, permitirán un 2022 de acción para el Consorcio H2ar. Creemos que empieza una etapa de impulso a los primeros proyectos piloto.

