



Facultad de  
**Ciencias Químicas**  
Universidad Nacional de Asunción



Con el apoyo de:



# 1° SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE HIDRÓGENO – 1°SIH<sub>2</sub> 2022



PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO



HIDROGENO: PRODUCCIÓN Y USOS EN EL TRANSPORTE Y EL SECTOR ELÉCTRICO (H2TRANSEL)

Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Panamá, Paraguay, Uruguay, Venezuela



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE ASUNCIÓN  
FACULTAD DE  
INGENIERÍA



**6, 7, 9, 13, 14 Y 15 DE DICIEMBRE DE 2022**

**MODALIDAD VIRTUAL**





## RESUMEN

El **1° Simposio Iberoamericano de Hidrógeno – 1°SIH<sub>2</sub> 2022**, se realizó los días 6, 7, 9, 13, 14 y 15 de diciembre de 2022 en la ciudad de San Lorenzo, mediante modalidad virtual.

La Red CYTED Hidrógeno: producción y usos en el transporte y en el sector eléctrico (H2TRANSEL) y la Facultad de Ciencias Químicas y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción organizaron el evento virtual.

Los objetivos de la Red CYTED Hidrógeno consisten en brindar un espacio a la comunidad iberoamericana para analizar y discutir las tecnologías actuales y futuras del hidrógeno y articular las potencialidades de los grupos de I&D iberoamericanos dedicados al estudio de nuevos procesos de producción de hidrógeno y al desarrollo de nuevas aplicaciones como vector energético, vincularlos con el sector productivo y con los organismos estatales con el propósito de establecer herramientas que permitan encontrar soluciones a problemas técnicos, aumentar la capacidad y potenciar el desarrollo de sus miembros y contribuir progresivamente al desarrollo tecnológico propio en los países iberoamericanos.

### **RED CYTED HIDRÓGENO: PRODUCCIÓN Y USOS EN EL TRANSPORTE Y EL SECTOR ELÉCTRICO (H2TRANSEL) FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**





## Comité Organizador

**Prof. Dra.** Fabiana Cristina Gennari, CNEA, Argentina.

**Prof. Dr.** Guillermo Oscar Garcia, UNRC, Argentina.

**Prof. Dr.** Fausto René Posso Rivera, UdeS, Colombia.

**Prof. Dr.** David Rodrigo Franco León, FIUNA, Paraguay.

**Prof. Dr.** Jordy Santana, ESPOL, Ecuador.

**Prof. Dr.** Michel Osvaldo Galeano Espínola, FCQ-UNA, Paraguay

El 1° Simposio Iberoamericano de Hidrógeno – 1°SIH<sub>2</sub> 2022, se desarrolló los días 6, 7, 9, 13, 14 y 15 de diciembre de 2022 en la Universidad Nacional de Asunción, campus universitario de San Lorenzo, mediante modalidad virtual.

## Organizadores del 1°SIH2 2022

El evento virtual estuvo organizado por la Red CYTED Hidrógeno: producción y usos en el transporte y el sector eléctrico (H2TRANSEL), y la Facultad de Ciencias Químicas y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, y fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay (CONACYT).





## ANTECEDENTES

Actualmente la **Universidad Nacional de Asunción** es miembro de la **Red CYTED Hidrógeno: producción y usos en el transporte y el sector eléctrico (H2TRANSEL)**. La Red CYTED Hidrógeno reúne a 23 universidades, 7 centros tecnológicos y 4 empresas de 13 países iberoamericanos. Participan más de 200 personas entre investigadores, profesionales y becarios.

La red aborda un tema de gran importancia como es la transición energética, fundamental para mejorar la calidad de vida de nuestros pueblos. Los objetivos de la red consisten en brindar un espacio a la comunidad iberoamericana en donde analizar y discutir:

- a) Las tecnologías actuales y futuras de producción de hidrógeno, con énfasis en procesos que usen materias primas renovables y no contaminantes,
- b) Los avances vinculados al almacenamiento, transporte y seguridad y
- c) Las aplicaciones del hidrógeno como vector energético, en el transporte automotor, en el sector eléctrico y su complementación con pilas a combustible. Articular las potencialidades de los grupos de I&D iberoamericanos dedicados al estudio de nuevos procesos de producción de hidrógeno y al desarrollo de nuevas aplicaciones como vector energético, vincularlos con el sector productivo y con los organismos estatales con el propósito de establecer herramientas que permitan encontrar soluciones a problemas técnicos, aumentar la capacidad y potenciar el desarrollo de sus miembros y contribuir progresivamente al desarrollo tecnológico propio en los países iberoamericanos.





## Comité Científico

**Prof. Dra.** Fabiana Cristina Gennari, CNEA, Argentina.

**Prof. Dr.** Guillermo Oscar García, UNRC, Argentina.

**Prof. Dr.** Fausto René Posso Rivera, UdeS, Colombia.

**Prof. Dr.** David Rodrigo Franco León, FIUNA, Paraguay.

**Prof. Dr.** Jordy Santana, ESPOL, Ecuador.

**Prof. Dr.** Michel Osvaldo Galeano Espínola, FCQ-UNA, Paraguay.

## Alcance

Asistieron un total de 50 participantes.

Participaron representantes de 11 países: México, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Chile, Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil.

## Programa

Reunió 41 presentaciones en diferentes formatos (conferencias y exposiciones científicas) impartidas en 6 días y grabadas. El programa está disponible en: [www.simposioh2.com.py](http://www.simposioh2.com.py)





## TABLA DE CONTENIDO

### PONENTES INTERNACIONALES

- **Tema: Presentación de la Red CYTED Hidrógeno H2TRANSEL**  
Prof. Dr. Fausto René Posso Rivera, Universidad de Santander, Colombia.
- **Tema: “Iniciativa Hevolution: auto Hyundai Nexo impulsado por H<sub>2</sub>”.**  
Dr. Juan Camilo Munera Ossa, OPEX SAS, Colombia.
- **Tema: “Ruta del H<sub>2</sub> en Venezuela”.**  
Ing. Juan Carlo Zambrano, MSc., Universidad Nacional Experimental de Táchira, Venezuela.
- **Tema: “Estrategia Nacional de H<sub>2</sub> verde de Chile”.**  
Prof. Dr. Boris Javier Pavez Lazo, Universidad de La Frontera, Chile.
- **Tema: “Programa H<sub>2</sub> verde del Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay”.**  
Ing. María José González Rodríguez, MSc., Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay.
- **Tema: “Estrategias para el H<sub>2</sub> verde en Ecuador”.**  
Prof. Dr. Mayken Stalin Espinoza Andaluz, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- **Tema: “Normalización de Tecnologías del Hidrógeno”.**  
Ing. José Luis Aprea, MSc., Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.
- **Tema: “Estrategias de H<sub>2</sub> verde para México”.**  
Prof. Dr. Gliserio Romeli Barboza Pool, Sociedad Mexicana de Hidrógeno, México.
- **Tema: “Hoja de Ruta del H<sub>2</sub> Verde de Perú”.**  
Ing. Fernando Maceda, Sociedad Peruana de Hidrógeno, Perú.
- **Tema: “Estrategias de H<sub>2</sub> verde de Costa Rica”.**  
Ing. Javier Arturo Bonilla Herrera, Asociación Costarricense de Hidrógeno, Costa Rica.
- **Tema: “H<sub>2</sub> verde y el cambio climático”.**  
Prof. Dr. Davi Gabriel Lópes, Universidade Estadual de Campinas, San Pablo, Brasil.





- **Tema: “Proyecto de implementación de modelo energético con H<sub>2</sub> en Colombia”.**  
Prof. Dra. Martha Isabel Cobo Ángel, Universidad de La Sabana, Colombia.
- **Tema: “Proyectos tecnológicos de H<sub>2</sub> en la Fundación Parque Tecnológico Itaipú – Brasil”.**  
Ing. Ángel Ambrocio Quispe, Fundación Parque Tecnológico Itaipú-Brasil.
- **Tema: “Proyectos tecnológicos de H<sub>2</sub> de la empresa HYTRON Energia e Gases, Brasil”.**  
Dr. Joao Carlos Camargo, empresa HYTRON energía e gases, Brasil.
- **Tema: “Desarrollo de electrodos nanoestructurados para la producción de H<sub>2</sub> por fotocatalisis a partir de residuos o subproductos orgánicos de procesos industriales”.**  
Prof. Dra. María Andrea De León, Universidad de la República, Uruguay.
- **Tema: “Almacenamiento de electricidad producida por fuentes renovables en la forma de H<sub>2</sub>”.**  
Prof. Dr. Ennio Péres Da Silva, Universidad Estadual de Campinas, San Pablo, Brasil
- **Tema: “Proyectos tecnológicos activos de H<sub>2</sub> en Chile”.**  
Ing. Pablo Tello Guerra, GIZ, Chile.
- **Tema: “Red Nacional del H<sub>2</sub> y Celdas a Combustible de Ecuador”.**  
Prof. Dra. Johanna Patricia Sánchez Quesada, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- **Tema: “Proyectos tecnológicos activos de H<sub>2</sub> en México”.**  
Abog. Israel Hurtado Acosta, Asociación Mexicana de Hidrógeno, México.
- **Tema: “Inserción del H<sub>2</sub> en la matriz energética de Colombia”.**  
Prof. Dr. César Luis Barraza Botet, Universidad de La Sabana, Colombia.
- **Tema: “Producción de H<sub>2</sub> a partir de bioetanol obtenido del aprovechamiento de la cachaza, residuo de la obtención de panela”.**  
Prof. Dra. Nelly Margareth Cantillo Cuello, Universidad de La Sabana, Colombia.
- **Tema: “Estrategias de H<sub>2</sub> verde para Argentina”.**  
Prof. Dr. Miguel Ángel Laborde, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- **Tema: “Proyectos de negocios vinculados al H<sub>2</sub>”.**  
Ing. Marcelo Andrés Fermepin, Air Liquide, Argentina.
- **Tema: “Uso de materiales que reaccionan con hidrógeno formando hidruros: aplicaciones para almacenamiento, purificación y compresión”.**  
Prof. Dr. Gabriel Omar Meyer, CNEA, Argentina.







- **Tema: “Estrategias de H<sub>2</sub> verde para Argentina”.**

Prof. Dr. Miguel Ángel Laborde, UBA, Argentina.

- **Tema: “Produção de H<sub>2</sub> e as células a combustível empregando líquidos iônicos”.**

Prof. Dra. Janine Padilha Botton, Universidad Federal de Integración Latinoamericana, Brasil.

## PONENTES NACIONALES

- **Tema: “Hacia la Ruta del Hidrógeno verde en el Paraguay”.**

Ing. Gustavo Adolfo Casal Bogarín, MSc., Viceministerio de Minas y Energía, Paraguay.

- **Tema: “Proyectos de H<sub>2</sub> en el Paraguay de la compañía ATOME”.**

Dr. Juan Pablo Nogués Peña, ATOME, Paraguay.

- **Tema: “Estudios y proyectos de H<sub>2</sub> de la Fundación Parque Tecnológico Itaipú - Paraguay”.**

Prof. Dr. Gustavo Arturo Riveros Godoy e Ing. Víctor Alejandro Rivarola Balbuena, MSc., Fundación Parque Tecnológico Itaipú-Paraguay, Paraguay.

- **Tema: “Descarbonización de la industria nacional del cemento usando H<sub>2</sub> verde”.**

Prof. Dra. María Cecilia Llamosas Del Puerto, Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “El H<sub>2</sub> verde en Paraguay: una oportunidad para cambio de la matriz energética y la innovación en el sector productivo”.**

Prof. Dr. Victorio Enrique Oxilia Dávalos, Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Adaptación al cambio climático: un enfoque desde la química sostenible en el Paraguay”.**

Prof. Dra. María Fátima Yubero de Servián, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Potencial de producción de H<sub>2</sub> a partir de fuentes renovables de energía en el Paraguay”.**

Ing. Quím. César Elías Baranda Benítez y Prof. Dr. Michel Osvaldo Galeano Espínola, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Análisis del impacto de la producción de H<sub>2</sub> a gran escala en el sistema eléctrico nacional de Paraguay”.**

Prof. Ing. Daniel Alberto Ríos Festner, MSc., Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.





- **Tema: “Aplicaciones vehiculares del H<sub>2</sub>”.**

Prof. Dr. Jorge Hiroshi Kurita Nagasawa, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Nexo Energía, Sociedad y Alimentos”.**

Prof. Ing. Arturo Ramón González Osorio, Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Diseño e implementación una alternativa de convertidor trifásico multi-modular de potencia escalable para aplicaciones en energías renovables conectadas o aisladas de la red de distribución”.**

Prof. Dr. Alfredo Renault López, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Asociando las energías renovables no convencionales a la economía de H<sub>2</sub> en la región”.**

Prof. Dr. Felipe Rafael Mitjans Amarilla, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

- **Tema: “Producción de hipoclorito de sodio a partir de energía solar fotovoltaica y agua salada en el Chaco paraguayo”.**

Prof. Dr. David Rodrigo Franco León, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.





## EXPOSICIONES ORALES CIENTÍFICAS

- **Tema: “Tecnologías de electrólisis del agua”.**

Prof. María José Lavorante, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, Argentina.

- **Tema: “Almacenamiento y transporte de H<sub>2</sub>”.**

Prof. Dra. Fabiana Cristina Gennari y Prof. Dr. Gabriel Omar Meyer, Comisión Nacional de Energía Atómica, Argentina.

- **Tema: “Producción de H<sub>2</sub> a partir de biomasa”.**

Prof. Dr. Fausto René Posso Rivera, Universidad de Santander, Colombia.



## ANEXO



Red de Conocimiento CYTED: H2TRANSEL  
"HIDROGENO: PRODUCCION Y USOS EN EL TRANSPORTE Y SECTOR ELECTRICO" (2021-2024)



*Contribuir al avance de la Economía del Hidrógeno en la región en la decarbonización de la industria y transporte en el marco de la transición energética*



**HOJA DE RUTA DE HIDRÓGENO VERDE EN EL PERÚ**

1° Simposio Iberoamericano de Hidrógeno - SIH2 2022

**1° SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE HIDRÓGENO**

Hidrógeno verde y cambio climático  
Dr. Davi Gabriel Lopes  
FEEC/UNICAMP/Brasil

**PROSPECTIVA PARA EL DESPLIEGUE DE LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO EN COLOMBIA**

**MEG-H<sub>2</sub>**

MODELO DEL SISTEMA ENERGÉTICO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

PROYECTO 030-2021

Martha Isabel Cobo Angel

1° Simposio Iberoamericano de Hidrógeno

**DESARROLLO DE ELECTRODOS NANOESTRUCTURADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO POR FOTOCATÁLISIS A PARTIR DE RESIDUOS O SUBPRODUCTOS ORGÁNICOS DE PROCESOS INDUSTRIALES**

Dra. Andrea De León  
adeleon@fq.edu.uy

Laboratorio de Fisicoquímica de Superficies  
Área Fisicoquímica - DETEMA  
Facultad de Química - UDELAR

**"Potencial de producción de hidrógeno electrolítico a partir de fuentes renovables de energía en el Paraguay"**

Código del Proyecto: PINV18-41  
Monto de financiación: Gs. 500.000.000  
Duración: 16 meses  
Organismo ejecutor: Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción

<p><b>Integrantes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FCQ-UNA</li> <li>FCQ-UNA</li> <li>FEM-UNICAMP</li> <li>Universidad de Santander</li> <li>Universidad Nacional Experimental del Táchira</li> </ul>	<p><b>Colaboradores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>PTI</li> <li>UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA</li> <li>MINERÍA Y ENERGÍA</li> </ul>	<p><b>Objetivos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información básica del recurso energético renovable en el Paraguay.</li> <li>2. Estimación del recurso energético efectivamente disponible y aprovechable.</li> <li>3. Factores de capacidad de las tecnologías energéticas.</li> <li>4. Eficiencias energéticas.</li> <li>5. Cantidad de H<sub>2</sub> electrolítico disponible expresado en tablas y mapas.</li> <li>6. Sono finales del H<sub>2</sub> electrolítico.</li> <li>7. Selección y aplicación de la/s metodología/s de cuantificación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), de la United Nations Framework Convention on Climate Change UNFCCC.</li> <li>8. Análisis del Ciclo de Vida del H<sub>2</sub> electrolítico obtenido a partir de fuentes renovables de energía en el Paraguay a fin de determinar los potenciales beneficios socioambientales para el país.</li> </ol>
--	---	---

**Proyectos tecnológicos activos de hidrógeno en Chile**

1° Simposio Iberoamericano de Hidrógeno, Paraguay  
Pablo Tello Guerra, Asesor Técnico GIZ 4e Chile  
Proyectos: Descarbonización del sector energético de Chile y H2Uppp  
12.07.2022

**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



**¿Qué es el Hidrógeno?**

Es el elemento más abundante y se encuentra compuesto con otros elementos para formar moléculas. Por ejemplo, el agua. No es una fuente primaria de energía, se considera un vector energético.

**Usos y aplicaciones**

Almacenamiento de energía renovables, Movilidad, Desalinización del Gas Natural, Industria (industria química, 550M toneladas).

**Colores**

Color	Descripción
Verde	Producción de hidrógeno verde
Azul	Producción de hidrógeno azul
Naranja	Producción de hidrógeno naranja
Rojo	Producción de hidrógeno rojo
Grigio	Producción de hidrógeno gris

**ATOME**

PRODUCCIÓN VERDE DE HIDRÓGENO Y AMALIADO PARA EL MERCADO

1º Simposio Iberoamericano de Hidrógeno

Juan Pablo Nagura  
7 de diciembre 2022

www.atomepic.com

**Generación sustentable de electricidad a partir de residuos fermentables de la industria panelera**

Nelly M. Cantillo Cuello, PhD

Facultad de Ingeniería

Universidad de La Sabana

**El Hidrógeno**

En el corazón de la Transición Energética

Air Liquide

Público - Diciembre, 2022

**Tecnología del Hidrógeno**

Del agua al agua, etapas intermedias necesarias

**Producción**    **Adecuación**    **Transporte**    **Almacenamiento**    **Aplicaciones**

Impurezas

Producción: fotovoltaica, eólica, red eléctrica, nuclear, hidrocarburos, captura de CO<sub>2</sub>, electrolisis, celdas combustibles, industria.

Transporte: transporte de cargas, transporte aéreo, transporte por tren, transporte marítimo, vehículos eléctricos.

Aplicaciones: transporte marítimo, vehículos eléctricos.

FACULTAD POLITÉCNICA  
CONSTRUYENDO EL FUTURO

GIS

NÚCLEO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS NATURALES Y ENERGÍA  
Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos

**Asociando ERNC a la economía del hidrógeno en la Región**

Facultad de Ingeniería  
Laboratorio de Mecánica y Energía.  
Dr. Felipe Mitjans

Facultad de Ciencias Químicas, PROCIENCIA, Feei





Como resultado de la modalidad a distancia, se grabaron todas las ponencias y las exposiciones orales científicas. Las grabaciones están disponibles en el siguiente enlace:

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLqXVrh1Qc-C2z5jDN\\_6p2jP0j2ntZE5ae](https://www.youtube.com/playlist?list=PLqXVrh1Qc-C2z5jDN_6p2jP0j2ntZE5ae)





## CONCLUSIÓN

En el contexto de la transición hacia una matriz energética mundial sostenible y la descarbonización de la economía, el H<sub>2</sub> se posiciona como uno de los protagonistas.

La producción de H<sub>2</sub> con fines energéticos es un área de creciente interés mundial. De hecho, las inversiones en la producción de H<sub>2</sub> con bajas emisiones de carbono están aumentando.

El H<sub>2</sub> puede usarse para acelerar la descarbonización de sectores difíciles de electrificar, como la industria pesada y el sector de transporte, al tiempo que promueve el desarrollo sostenible. Además, el H<sub>2</sub> permite almacenar a gran escala los excedentes de electricidad renovable (producida a partir de energía solar y de energía eólica, por ejemplo) en los momentos en los que la generación excede a la demanda. Además, esa electricidad almacenada en la forma de H<sub>2</sub> puede reconvertirse de nuevo en electricidad usando pilas a combustible.

Los países latinoamericanos se perfilan como líderes en la producción y exportación de H<sub>2</sub> bajo en emisiones, contribuyendo con la seguridad energética, la generación de empleos e ingresos, y la mitigación de los impactos del cambio climático.

