

# CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024

## “HIDRÓGENO VERDE, UNA ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO”

### ANTECEDENTES

El hidrogeno verde, conocido como hidrógeno renovable, es un combustible limpio que permite almacenar y emplear energía procedente de fuentes renovables. Es considerado como el sustituto de los combustibles fósiles en industrias difíciles de descarbonizar, como el transporte pesado, el transporte marítimo y la aviación.<sup>1</sup>

Tanto los gobiernos como el sector económico han reconocido que el hidrógeno es un pilar imprescindible para la transición energética totalmente sostenible.<sup>2</sup>

El hidrogeno verde se produce mediante un proceso llamado electrolisis del agua, utilizando electricidad generada a partir de fuentes renovables como la solar, eólica o hidroeléctrica. Este proceso divide el agua (H<sub>2</sub>O) en hidrogeno (H<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>) sin generar emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).<sup>3</sup>

Este método utiliza la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno que hay en el agua, por lo que, si esa electricidad se obtiene de fuentes renovables, se producirá energía sin emitir dióxido de carbono a la atmósfera.

Es por ello que el hidrogeno verde tiene la capacidad para reemplazar a los combustibles fósiles en diversas industrias sin emitir dióxido de carbono, debido a su amplia gama de usos finales, que van desde aplicaciones industriales, de almacenamiento, calefacción y transporte, lo que lo convierte en un vector energético crucial para la descarbonización global.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, el hidrógeno verde presenta como principal ventaja su gran potencial para contribuir con el objetivo de ayudar a disminuir el calentamiento global para el año 2050 o antes, y es una oportunidad clara para desarrollar su utilización. Ello en razón de que como vector energético propiciará la integración de sectores como la electricidad, gas, industria y transporte, y permitirá optimizar la energía disponible, al poder ser almacenado para su uso posterior in situ, aprovechando así los excedentes de producción de energía renovable no gestionable o para ser transportado y utilizado en otro sitio, por ejemplo, a través de su venta en mercados internacionales.<sup>4</sup>

### CONTEXTO INTERNACIONAL

La Unión Europea está aplicando rápidamente medidas que acelerarán la producción y el uso de hidrógeno verde, situándola como uno de los líderes en la carrera mundial hacia la economía del hidrógeno. A principios de 2022, el Foro Económico Mundial, en colaboración con Accenture y la Agencia Internacional de Energías Renovables, publicó la Hoja de Ruta de Medidas Habilitadoras para el Hidrógeno Verde en Europa. El objetivo de la hoja de ruta

<sup>1</sup> Véase: ¿Qué es el hidrógeno verde?. Disponible en: [https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-el-hidrogeno-verde/?gad\\_source=1&qclid=CjwKCAiA9bq6BhAKEiwAH6bgoD\\_KKXgbFLzIMP48NtIMqKVI9l68uKMmu-WsYXm2fWir-ikeBvhu-ZBoCXqYQAvD\\_BwE](https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-el-hidrogeno-verde/?gad_source=1&qclid=CjwKCAiA9bq6BhAKEiwAH6bgoD_KKXgbFLzIMP48NtIMqKVI9l68uKMmu-WsYXm2fWir-ikeBvhu-ZBoCXqYQAvD_BwE). Consultado el 3 de diciembre de 2024.

<sup>2</sup> Ibidem

<sup>3</sup> Ibidem

<sup>4</sup> Véase: Usos y ventajas del hidrógeno verde. Disponible en: <https://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/R1n1v3#:~:text=El%20hidr%C3%B3geno%20verde%20presenta%20como%20una%20oportunidad%20para%20desarrollar%20su%20utilizaci%C3%B3n>. Consultado el 4 de diciembre de 2024.

## CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024

consiste en identificar los elementos facilitadores clave para lograr un mercado de hidrógeno renovable ampliado y comercializado.<sup>5</sup>

Para apoyar esta estrategia, la UE ha lanzado iniciativas como la Alianza Europea para el Hidrógeno Limpio, que reúne a actores industriales, autoridades públicas y la sociedad civil para impulsar proyectos de hidrógeno limpio. Además, en noviembre de 2023, la Comisión Europea inauguró el Banco Europeo del Hidrógeno, destinado a fomentar la producción y el uso de hidrógeno renovable en la combinación energética de la UE.<sup>6</sup>

En términos financieros, la UE ha asignado fondos sustanciales para proyectos de hidrógeno verde. Por ejemplo, en diciembre de 2024, la Comisión Europea anunció una inversión de 4.600 millones de euros para impulsar tecnologías limpias, incluyendo la producción de hidrógeno verde. Esta inversión forma parte del Fondo de Innovación y busca acelerar el despliegue de tecnologías innovadoras que favorezcan la descarbonización en Europa.<sup>7</sup>

Por su parte, Estados Unidos está asignando importantes subvenciones a través de paquetes legislativos como la Ley de Inversión en Infraestructura y Empleos y la Ley de Reducción de la Inflación (créditos fiscales de hasta 3 dólares/kg para el hidrógeno bajo en carbono) para limpiar las cadenas de valor del hidrógeno existentes y establecer otras nuevas.<sup>8</sup>

En octubre de 2023, el gobierno del presidente Joe Biden anunció una inversión de 7,000 millones de dólares para la creación de siete plantas de producción de hidrógeno verde en distintas regiones del país. Estas plantas están destinadas a sustituir combustibles fósiles como el carbón y el petróleo, promoviendo una fuente de energía limpia para generar electricidad y abastecer fábricas.<sup>9</sup>

En China se ha presentado el Plan de Hidrógeno a Largo Plazo, que ilustra el objetivo de descarbonizar los clústeres industriales intensivos en hidrógeno existentes y aumentar la producción de hidrógeno verde para 2030. Del mismo modo, Japón ha posicionado el hidrógeno de bajas emisiones como tecnología clave para descarbonizar sectores clave como la generación de energía, la industrial y el transporte con su Estrategia de Crecimiento Verde a través del Logro de la Neutralidad de Carbono en 2050.<sup>10</sup>

En América Latina, en 2023, Chile emitió su Plan de Acción 2023-2030 hidrógeno verde, el cual define la ruta para el despliegue de esta industria, conciliando el desarrollo económico con el respeto por el medio ambiente, el territorio y las comunidades.<sup>11</sup>

---

<sup>5</sup> Véase: La UE aumenta su apoyo al hidrógeno renovable frente a la feroz competencia mundial. Disponible en: <https://www.un.org/es/desa/alimentando-la-llama-de-la-revoluci%C3%B3n-de-la-energ%C3%ADa-verde>. Consultado el 4 de diciembre de 2024.

<sup>6</sup> Véase: La UE lanza su primer Bando de Hidrógeno. Disponible en: [https://es.euronews.com/my-europe/2023/11/20/la-ue-lanza-su-primer-banco-de-hidrogeno?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.euronews.com/my-europe/2023/11/20/la-ue-lanza-su-primer-banco-de-hidrogeno?utm_source=chatgpt.com). Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>7</sup> Véase: La última gran inversión europea para la producción de baterías e hidrógeno verde viene con veto incluido a China. Disponible en: [https://forococheselectricos.com/2024/12/europa-gran-inversion-produccion-baterias-hidrogeno-verde-veto-china.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://forococheselectricos.com/2024/12/europa-gran-inversion-produccion-baterias-hidrogeno-verde-veto-china.html?utm_source=chatgpt.com). Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>8</sup> Ibidem

<sup>9</sup> Véase: EE.UU. Invertirá 7.000 millones de dólares para siete plantas de hidrógeno verde. Disponible en: [https://www.infobae.com/espana/agencias/2023/10/13/eeuu-invertira-7000-millones-de-dolares-para-siete-plantas-de-hidrogeno-verde/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.infobae.com/espana/agencias/2023/10/13/eeuu-invertira-7000-millones-de-dolares-para-siete-plantas-de-hidrogeno-verde/?utm_source=chatgpt.com). Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>10</sup> Ibidem

<sup>11</sup> Véase: Plan de Acción. Hidrógeno Verde. Disponible en: <https://www.planhidrogenoverde.cl/>. Consultado el 4 de diciembre de 2024

# CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024

## CONTEXTO NACIONAL

En México más del 50% de la producción energética del país se encuentra concentrada en siete estados, Veracruz (13.4%), Tamaulipas (11.3%), Chihuahua (7.6%), Sonora (6.5%), Baja California (5.2%), Chiapas (5.2%) y Durango (5.1%).

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Hidrógeno, algunos estados que podrían contribuir a la generación energética mediante hidrógeno limpio incluyen: Nuevo León, Oaxaca, Guanajuato y Baja California.

Asimismo, esta Asociación señala que en nuestro país existen 16 proyectos relacionados con el hidrógeno en diferentes etapas de desarrollo. Estos proyectos están centrados principalmente en el aprovechamiento del hidrógeno verde y se busca el desarrollo de plantas de producción o de estrategias de adopción de hidrógeno en diferentes industrias y zonas del país, lo cual requerirá inversiones mayores a 20 mil millones de dólares en conjunto. Adicionalmente, se han identificado otros potenciales proyectos que están en estudios de factibilidad y otras iniciativas relacionadas con el hidrógeno verde.<sup>12</sup>

Los 16 proyectos identificados son de diferente tipo:

- 7 son de producción de hidrógeno;
- 5 de aprovechamiento de hidrógeno verde;
- 3 de producción de amoníaco verde; y
- 1 de producción de metanol verde.

En noviembre de 2023, se anunció que el fondo danés Copenhagen Infrastructure Partners (CIP) invertirá 10,000 millones de dólares en la producción de hidrógeno verde en el Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec, específicamente en la zona de Ixtepec, Oaxaca.<sup>13</sup>

De acuerdo con datos de Environmental Resources Management (ERM), el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde en México podría traducirse en una derrama nacional de hasta 4 mil 400 millones de dólares. De acuerdo con esta consultora, si se consolidan los seis proyectos que actualmente tienen las mayores etapas de desarrollo, podría aportar a la economía mexicana de hasta 2 mil 500 millones de dólares de aquí hacia 2030.<sup>14</sup>

Estos proyectos darían 3 mil 351 megawatts, que, en un escenario conservador, con estos proyectos que están tanto en desarrollo como previstos, es lo que se podría incorporar de capacidad instalada. El estimado de inversión requerida, desde los electrolizadores, de la tecnología, y el capex que se estima en dólares por kilowatt, se requeriría una inversión de 1,800 millones de dólares.<sup>15</sup>

Además, la creación de empleos para el desarrollo de los proyectos podría alcanzar 67 mil 701 en total, entre directos e indirectos.

<sup>12</sup> Véase: Estrategia Industrial de Hidrógeno Limpio de México 2024. Disponible en: [https://h2mex.org/wp-content/uploads/ERM\\_Estrategia\\_de\\_Hidrogeno-Resumen-Ejecutivo-Distribucion-Oct-2024.pdf](https://h2mex.org/wp-content/uploads/ERM_Estrategia_de_Hidrogeno-Resumen-Ejecutivo-Distribucion-Oct-2024.pdf). Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>13</sup> Véase: Fondo danés invertirá 10,000 mdd para hidrógeno verde en Corredor Interoceánico del Istmo. Disponible en: <https://forbes.com.mx/fondo-danes-invertira-10000-mdd-en-hidrogeno-verde-anuncia-amlo/>. Consultado el 4 de diciembre de 2024.

<sup>14</sup> Véase: Aportaría 4,400 mdd el hidrógeno verde. Disponible en: [https://www.reforma.com/aportaria-4-400-mdd-el-hidrogeno-verde/ar2911056?utm\\_source=chatgpt.com&referer=-7d616165662f3a3a6262623b726760657a6770737a6778743b767a783a](https://www.reforma.com/aportaria-4-400-mdd-el-hidrogeno-verde/ar2911056?utm_source=chatgpt.com&referer=-7d616165662f3a3a6262623b726760657a6770737a6778743b767a783a). Consultado el 4 de diciembre de 2024.

<sup>15</sup> Ibidem

# CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las consecuencias del cambio climático como sequías intensas, escasez de agua, incendios graves, aumento del nivel del mar, inundaciones, deshielo de los polos, tormentas catastróficas y disminución de la biodiversidad empiezan a ser más palpables que nunca.

Estas consecuencias también afectan a nuestra salud, a la capacidad de cultivar alimentos, a la vivienda, a la seguridad y al trabajo. Muchas personas son más vulnerables a los impactos climáticos, como las personas que viven en pequeñas naciones insulares y otros países en desarrollo. Condiciones como el aumento del nivel del mar y, en consecuencia, la intrusión de agua salada ha avanzado hasta el punto de que comunidades enteras han tenido que reubicarse, asimismo, las prolongadas sequías están creando un riesgo de hambruna.

De acuerdo con datos el último informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), miles de científicos y revisores gubernamentales coincidieron en que limitar el aumento de la temperatura global a no más de 1.5°C nos ayudaría a evitar los peores impactos climáticos y a mantener un clima habitable. No obstante, las políticas actuales apuntan a un aumento de la temperatura de 2.8°C para finales de siglo.<sup>16</sup>

Las emisiones de todas partes del mundo provocan el cambio climático, pero algunos países generan mucho más que otros. Los siete mayores emisores son China, Estados Unidos, India, la Unión Europea, Indonesia, Rusia y Brasil, y ellos, fueron los causantes de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernaderos en 2020.<sup>17</sup>

Las principales causas del cambio climático son las emisiones de gases de efecto (GEI) invernadero como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y las actividades industriales que liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxidos de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), aumentando la concentración de estos gases en la atmósfera. Según datos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), las concentraciones de CO<sub>2</sub> han alcanzado niveles sin precedentes en al menos 2 millones de años.<sup>18</sup>

La deforestación y la agricultura intensiva contribuyen a la pérdida de sumideros de carbono naturales y aumentan las emisiones; el crecimiento demográfico y la urbanización son factores que intensifican la demanda de recursos y energía, incrementando las emisiones de GEI.<sup>19</sup>

Dentro de los impactos sociales y económicos podemos destacar las migraciones climáticas, millones de personas se ven obligadas a desplazarse debido a desastres naturales y pérdida de los medios de vida.

En cuanto a la seguridad alimentaria, de acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la alteración de patrones climáticos afecta la agricultura, reduciendo la productividad en muchas regiones. Asimismo,

---

<sup>16</sup> Véase: ¿Qué es el cambio climático? Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change#:~:text=Las%20consecuencias%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico,y%20disminuci%C3%B3n%20de%20la%20biodiversidad>. Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>17</sup> Ibidem

<sup>18</sup> Véase: Informe especial sobre cambio climático y las ciudades. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/special-report-on-climate-change-and-cities/>. Consultado el 4 de diciembre de 2024

<sup>19</sup> Ibidem

## **CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024**

el cambio climático representa riesgos significativos para la infraestructura, la salud pública y las economías globales.

Ahora bien, de acuerdo con datos de la ONU, el 80% de todas emisiones de gases de efectos invernadero proceden de nuestra producción de energía, convirtiéndola en uno de los principales agentes de cambio climático, no obstante, 760 millones de personas viven sin electricidad y 2.7 mil millones cocinan con combustibles sucios y poco saludables.<sup>20</sup>

Como observamos, el cambio climático representa un gran desafío, muchos países se han comprometido a alcanzar emisiones cero dióxidos de carbono (CO<sub>2</sub>) para mediados de este siglo, con el objetivo de limitar el aumento de temperatura global, para esto es necesaria una amplia mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. En ese sentido, el hidrógeno verde se presenta como un elemento que se encuentra en diferentes fuentes en nuestro planeta y que puede utilizarse como combustible en diferentes industrias como la eléctrica o la química, lo que representa una excelente opción para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles a nivel mundial y así ayudar a la mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **OBJETIVO GENERAL**

Las y los concursantes deberán diseñar un proyecto que busque definir una “Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde”, en la que se proyecte un plan o hoja de ruta que trace objetivos específicos para la producción, uso y exportación de hidrógeno verde, que incluya:

- La creación de estándares e indicadores para la producción, almacenamiento, transporte y uso de hidrógeno verde, asegurando calidad y seguridad.
- El desarrollo de zonas industriales estratégicas donde se concentren proyectos de producción y almacenamiento de hidrógeno.
- La creación de redes de tuberías, plantas de almacenamiento y puertos para facilitar el comercio interno y exportaciones.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Crear la implementación de certificados de origen para hidrógeno verde que permitan a los productores demostrar su sostenibilidad.
- Establecer estrategias de planes de financiamiento a tasas preferenciales para proyectos de investigación en tecnologías para producir, almacenar y utilizar hidrógeno verde.
- Delinear planes y programas de educación y capacitación para formar especialistas en el sector del hidrógeno verde, a través de instituciones académicas y centros de capacitación.
- Determinar la ruta para realizar alianzas entre el sector público, empresas y universidades para desarrollar tecnologías de vanguardia.

---

<sup>20</sup> Véase: Alimentando la llama de la revolución de la energía verde. Disponible en: <https://www.un.org/es/desa/alimentando-la-llama-de-la-revolucion%C3%B3n-de-la-energ%C3%ADa-verde>. Consultado el 4 de diciembre de 2024

## CONCURSO INTERUNIVERSITARIO: INSTITUTO ANÁHUAC DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL (IATS) 2024

- Incorporar mecanismos para establecer subsidios a proyectos de infraestructura de hidrógeno verde, así como la reducción de impuestos a empresas que inviertan en la producción y distribución.

### ALINEACIÓN A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030:

Con la producción y aprovechamiento de hidrógeno verde se atiende **el objetivo 7 de los objetivos de la agenda 2030**, el cual busca garantizar el acceso a una energía limpia y asequible, clave para el desarrollo de la agricultura, las empresas, las comunicaciones, la educación, la sanidad y el transporte.

Asimismo, la inversión en proyectos de hidrógeno verde puede generar empleo en comunidades vulnerables y estimular el desarrollo económico en zonas con recursos renovables, con lo cual se atendería el **objetivo 1**, titulado fin de la pobreza.

Por otro lado, la industria del hidrógeno verde tiene un gran potencial para crear empleos directos e indirectos en áreas como investigación, desarrollo, infraestructura y operación de plantas, con lo cual se atendería el **objetivo 8**, denominado “trabajo decente y crecimiento económico”.

### FASES DEL PROYECTO Y ACTIVIDADES PROPUESTAS:

- 1.- Estudiar casos de éxito de otros países, como Estados Unidos y la Unión Europea.
- 2.- Analizar el marco normativo de las energías renovables en México.
- 3.- Realizar estudios de campo en algunos de los 16 proyectos que indica la Asociación Mexicana de Hidrógeno.
  - Efectuar entrevistas o encuestas para identificar las necesidades y retos que enfrenta el sector.
- 4.- Simular Modelos de Financiamiento, subsidios y reducción de impuestos.