

26 DE FEBRERO DE 2025



PROYECTO ASTI ROBOTICS CHALLENGE

HUGO PÉREZ VÉLEZ Y DAVID NIETO GARCÍA

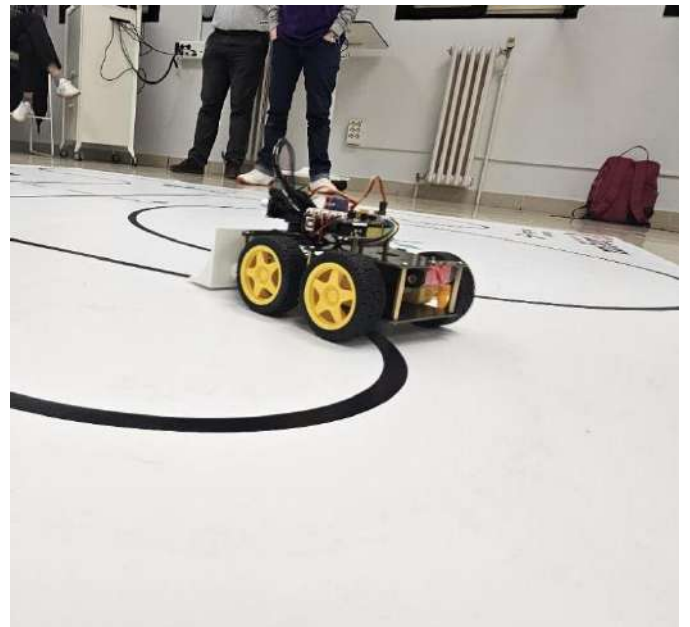
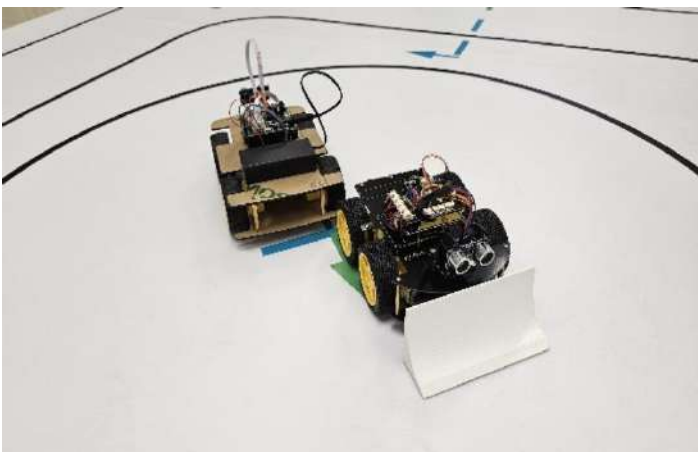
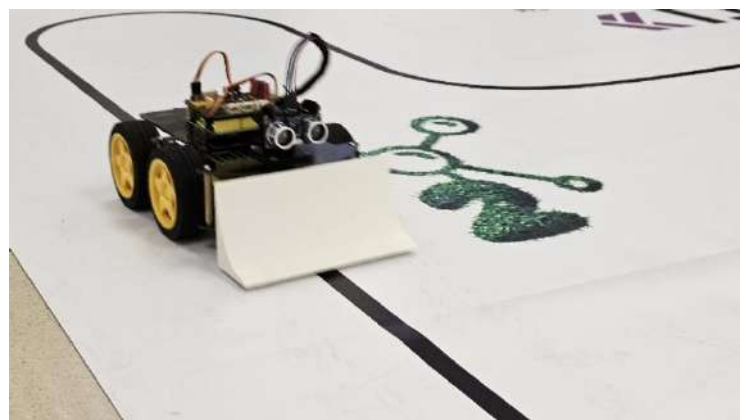
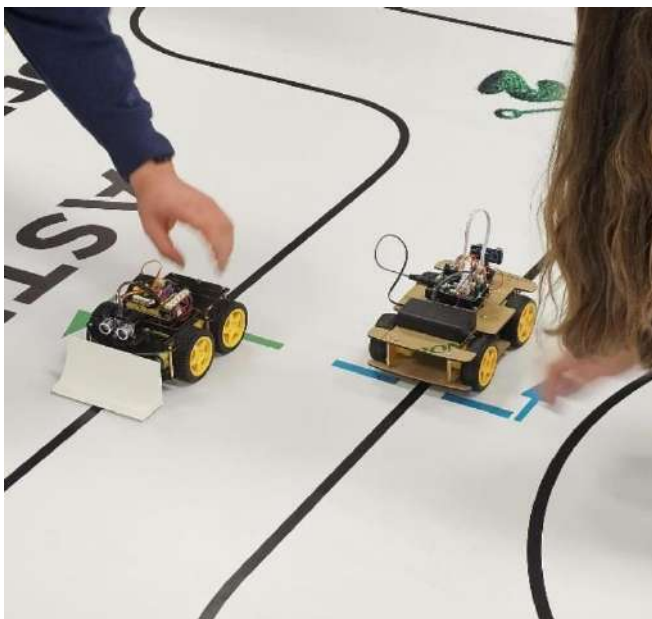
SALESIANOS BURGOS PADRE ARAMBURU



Índice

Robot	3
Introducción	4
Planificación y cronograma	5
Proceso de diseño del robot	6
Programación del robot	7
Montaje y construcción	9
Modificaciones realizadas	10
Testing	14
Presupuesto	16
Facturas	17
Modelo de financiación	19
Hidrógeno Verde	20
Introducción al Hidrógeno Verde	21
Que es el Hidrógeno	21
Historia del Hidrógeno	22
Que consideramos hidrogeno verde	23
Producción de Hidrógeno Verde	25
Electrólisis del Agua	25
Disponibilidad de Energía Renovable	26
Transporte y Almacenamiento	27
Transporte	27
Almacenamiento	27
Infraestructura	28
La iniciativa European Hydrogen Backbone	28
Aplicaciones del Hidrógeno Verde	29
Movilidad	29
Uso doméstico y comercial	32
Retos y Futuro del Hidrógeno Verde	33
Retos del Hidrógeno Verde	33
Futuro del Hidrógeno Verde	35
Bibliografía	36

Robot





Introducción

Somos ProjectBuru, un equipo compuesto por Hugo Pérez Vélez y David Nieto García, estudiantes del centro Salesianos Burgos Padre Aramburu, ubicado en la ciudad de Burgos. Actualmente, estamos cursando un ciclo de grado superior en telecomunicaciones, y dentro de nuestra formación, siempre hemos sentido una gran pasión por la robótica, la tecnología y la innovación.



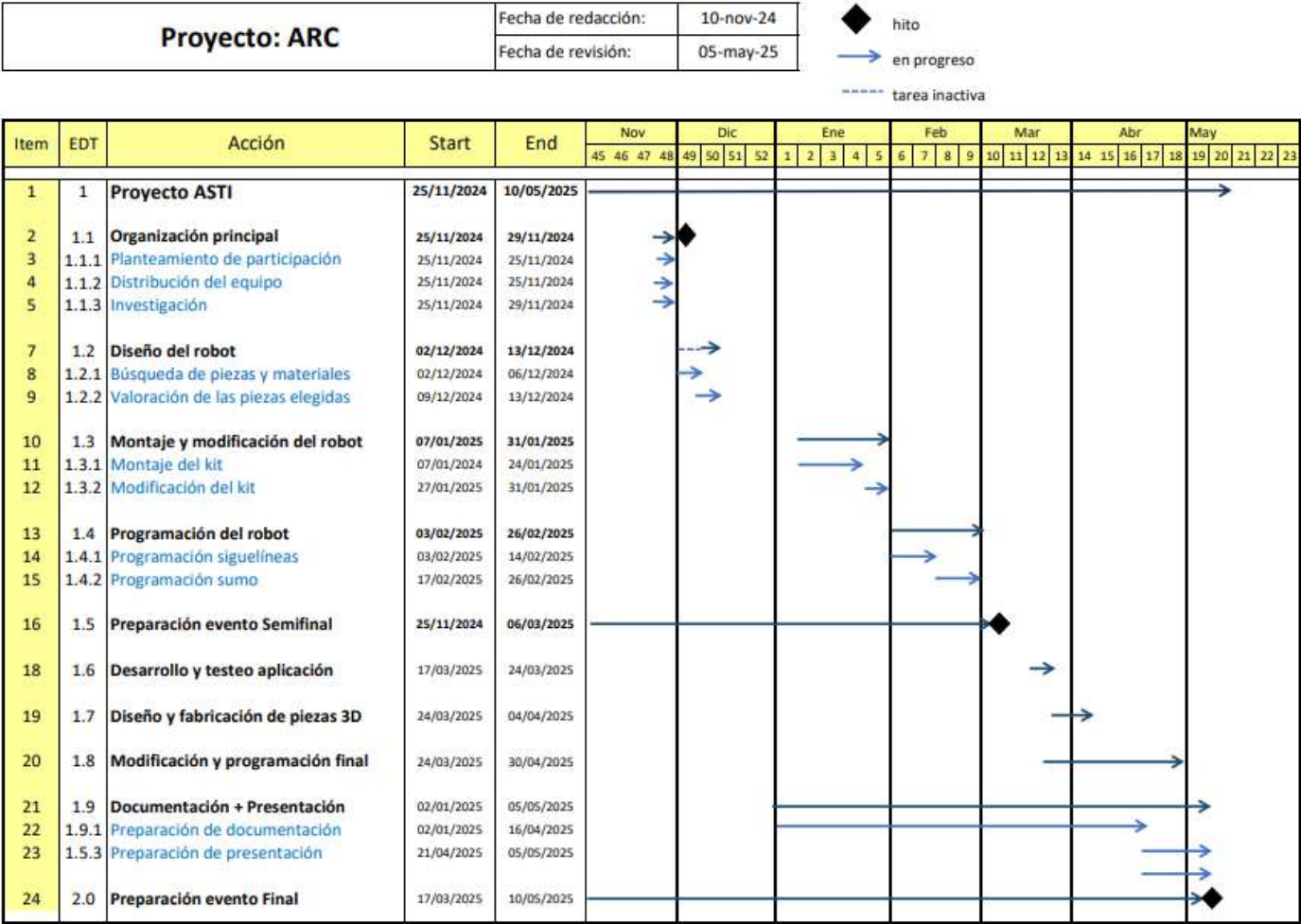
Este año, hemos decidido dar un paso más en nuestra trayectoria académica y profesional participando en la Asti Robotics Challenge, una competición que consideramos una oportunidad única para poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestros estudios. Además, este proyecto no solo representa un reto apasionante, sino que también se enmarca como parte de nuestro Trabajo de Fin de Grado (TFG), lo que nos motiva aún más a esforzarnos al máximo en su desarrollo.



Para este desafío, hemos rediseñado y modificado un kit de robótica, al que hemos apodado con cariño "Kike". Nuestro objetivo es no solo desarrollar un sistema funcional y competitivo, sino también disfrutar del proceso de aprendizaje, superar obstáculos y vivir una experiencia enriquecedora tanto a nivel técnico como personal. Estamos seguros de que esta aventura nos permitirá crecer como profesionales y como equipo, y esperamos con entusiasmo enfrentarnos a cada prueba que nos depare la competición.



Planificación y cronograma



Proceso de diseño del robot

A la hora de diseñar nuestro robot, consideramos distintas opciones, incluyendo la posibilidad de construirlo completamente desde cero. Sin embargo, tras analizar los costes y la viabilidad del proyecto, llegamos a la conclusión de que adquirir un kit de robótica sería la opción más adecuada para nuestro equipo. Optamos por esta alternativa principalmente por dos razones: en primer lugar, el coste total de todas las piezas necesarias para un diseño desde cero resultaba significativamente más elevado; en segundo lugar, al tratarse de un kit, teníamos la garantía de que todos los componentes serían compatibles entre sí, lo que facilitaría el ensamblaje y reduciría posibles problemas técnicos derivados de la integración de piezas de diferentes fabricantes.

No obstante, nuestra elección de un kit no significó que nos limitáramos a su configuración original. Desde el primer momento, planteamos realizar modificaciones personalizadas para optimizar su rendimiento y adaptarlo mejor a los desafíos del Asti Robotics Challenge. Entre estas mejoras, hemos incorporado piezas diseñadas y fabricadas mediante impresión 3D, lo que nos ha permitido personalizar el robot según nuestras necesidades específicas.



Para la elección del kit, llevamos a cabo un análisis de varias, investigando sus características, compatibilidad con nuestras necesidades y su potencial para superar las distintas pruebas de la competición. Tras este proceso de selección, nos decidimos por un modelo que incluye los componentes esenciales para nuestro proyecto, permitiéndonos disponer de una base sólida sobre la que desarrollar nuestras mejoras y personalizaciones.

Programación del robot

El kit que hemos seleccionado incluye una placa Arduino UNO, lo que ha determinado el entorno de desarrollo y el lenguaje de programación que utilizaremos para controlar nuestro robot. Para la programación, hemos empleado el software de Arduino, una plataforma ampliamente utilizada en proyectos de robótica y electrónica, que se basa en el lenguaje de programación C.



Nuestro objetivo es diseñar un código eficiente que permita al robot ejecutar diferentes acciones en función de los datos que recopilen sus sensores. Para ello, hemos trabajado en la implementación de algoritmos que procesen la información recibida y generen respuestas adaptadas a cada situación, optimizando así el rendimiento del robot en las distintas pruebas del Asti Robotics Challenge.

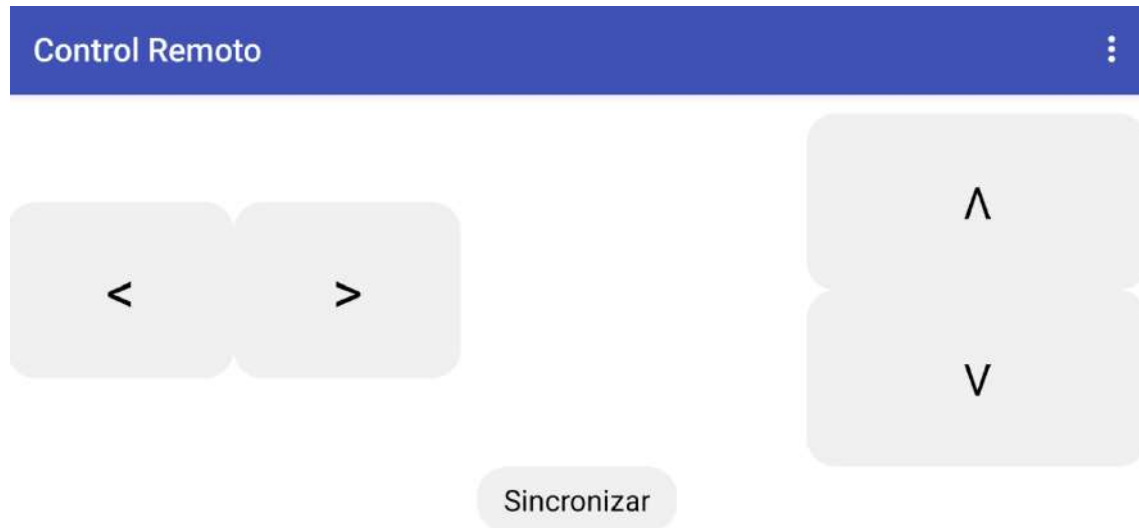
A lo largo del desarrollo, hemos probado y ajustado continuamente nuestro código para mejorar la precisión de las respuestas del robot, asegurándonos de que cada acción programada sea lo más efectiva posible. Esta fase es crucial, ya que una buena programación marcará la diferencia en su desempeño dentro de la competición.





Documentación Asti Robotics Challenge

Para las funciones de control remoto hemos optado por crear una aplicación sencilla en el entorno de desarrollo de App inventor, esta aplicación, se comunicará con nuestro modulo Bluetooth el cual le mandara una orden a nuestra placa de Arduino, no hemos querido añadirle mucha complejidad a esta aplicación, ya que menos, es más, con lo que queremos decir, es que así tendremos menos problemas.

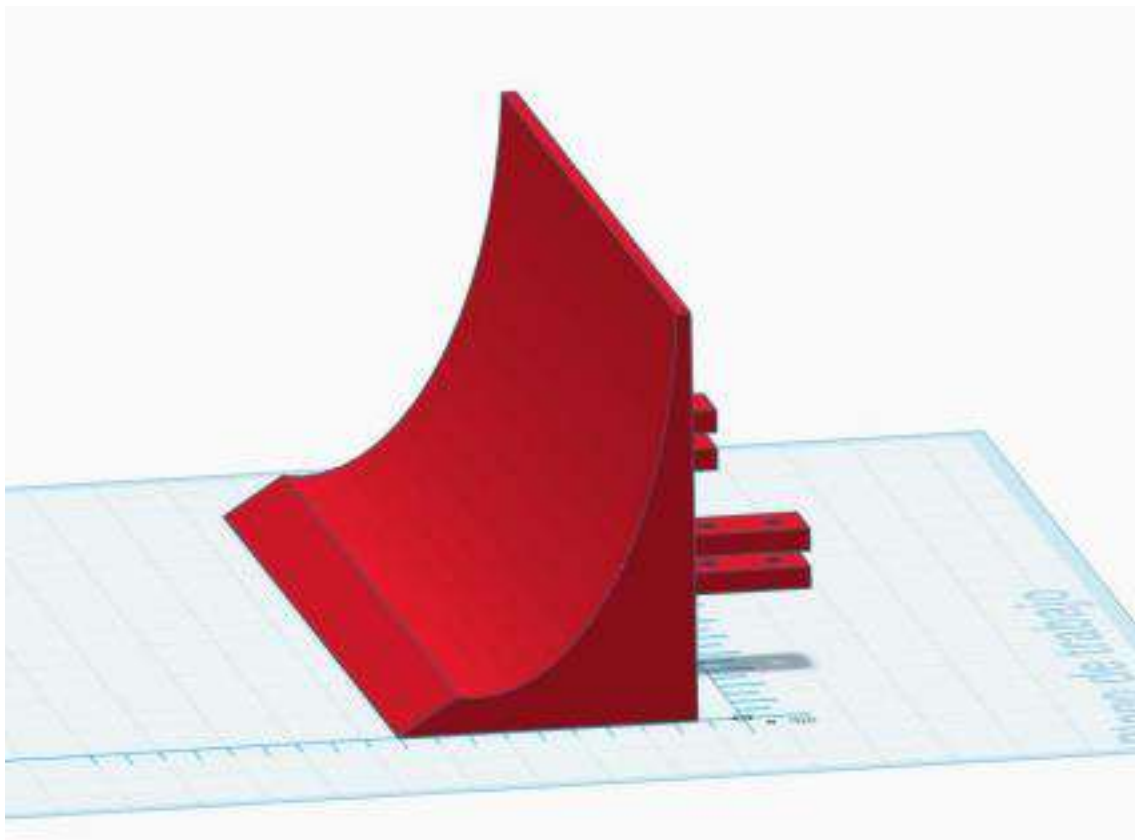


Montaje y construcción

Lo primero que hicimos al recibir el kit fue ensamblarlo siguiendo el manual de instrucciones, con el objetivo de comprender su estructura base y analizar las posibles modificaciones que podríamos implementar para optimizar su diseño y rendimiento.



Una vez montado, el robot tenía el siguiente aspecto. Sin embargo, en estas imágenes se puede observar que le hemos retirado la pantalla frontal, ya que consideramos que no era necesaria para nuestra estrategia en la competición. En su lugar, planeamos incorporar una pala de sumo impresa en 3D, que nos permitirá mejorar su funcionalidad en las pruebas.



Modificaciones realizadas

◆ *Reubicación de las baterías*

Originalmente, las baterías estaban situadas en una posición muy atrasada, lo que podía afectar al equilibrio y maniobrabilidad del robot. Para solucionar esto, decidimos reubicarlas en el centro, situándolas entre las dos placas de metacrilato que conforman la estructura del robot.



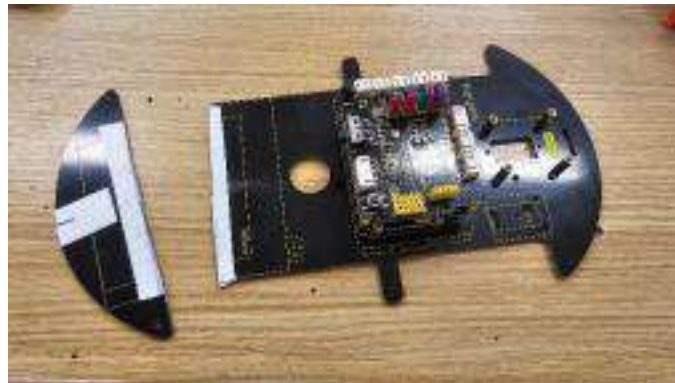
◆ *Cambio de orientación de los motores*

Para reducir la longitud del robot, modificamos la orientación de los motores. Para ello, realizamos nuevos agujeros en el metacrilato y reubicamos los motores en una posición más eficiente, permitiendo una mejor distribución del peso y optimizando su movilidad.



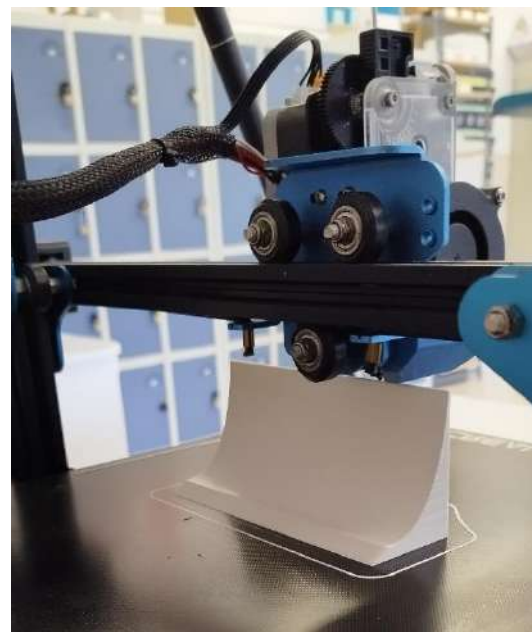
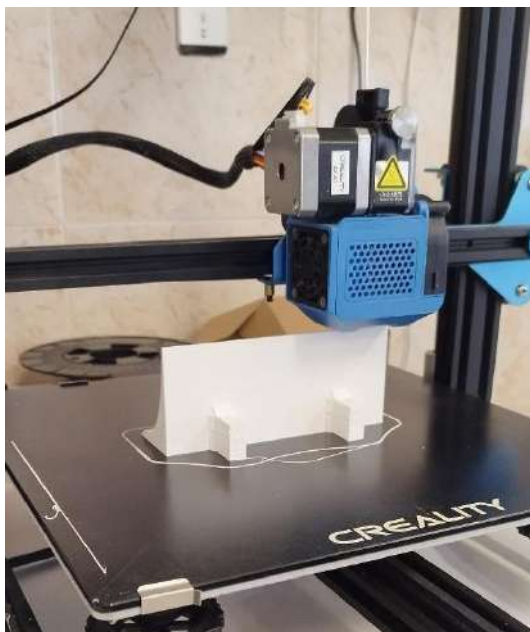
◆ Reducción del tamaño del chasis

Dado que el espacio donde antes se encontraban las baterías ya no era necesario, optamos por recortar esa parte del chasis. Con esta modificación, conseguimos un robot más compacto, lo que nos permitirá añadir nuevas piezas en la parte frontal, mejorando su desempeño en la competición.



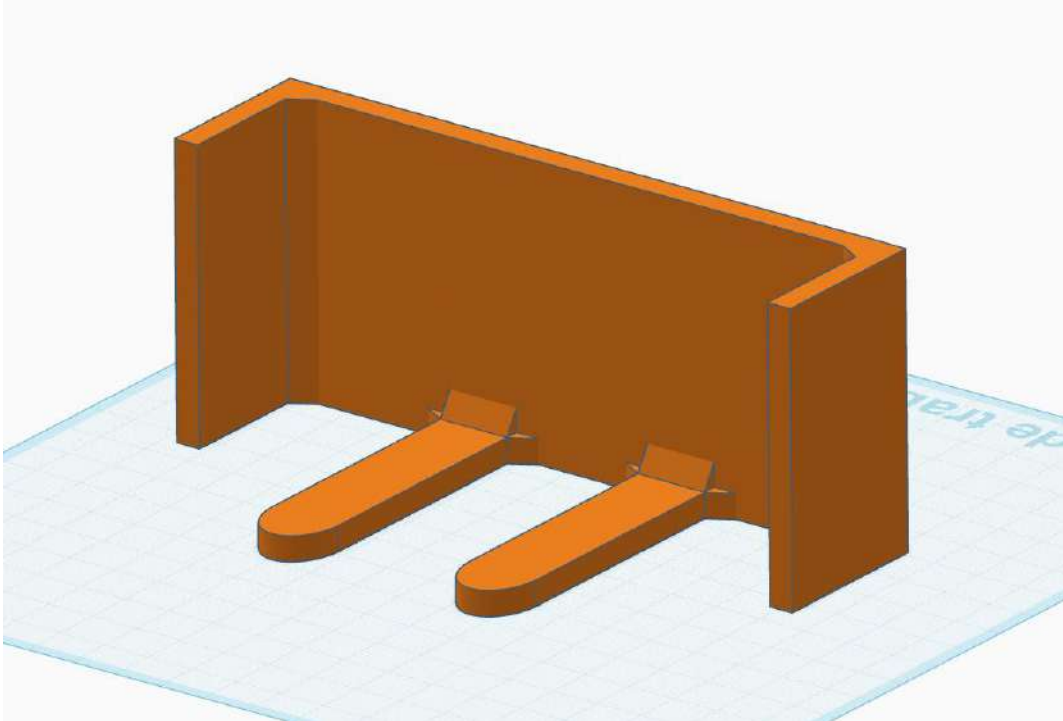
◆ Incorporación de una pala de sumo impresa en 3D

Para mejorar la capacidad de nuestro robot en las pruebas de combate, hemos diseñado e impreso en 3D una pala de sumo personalizada, que sustituirá a la pantalla frontal original. Esta pala nos permitirá empujar a los oponentes de manera más efectiva, aumentando nuestras posibilidades de éxito en los enfrentamientos.



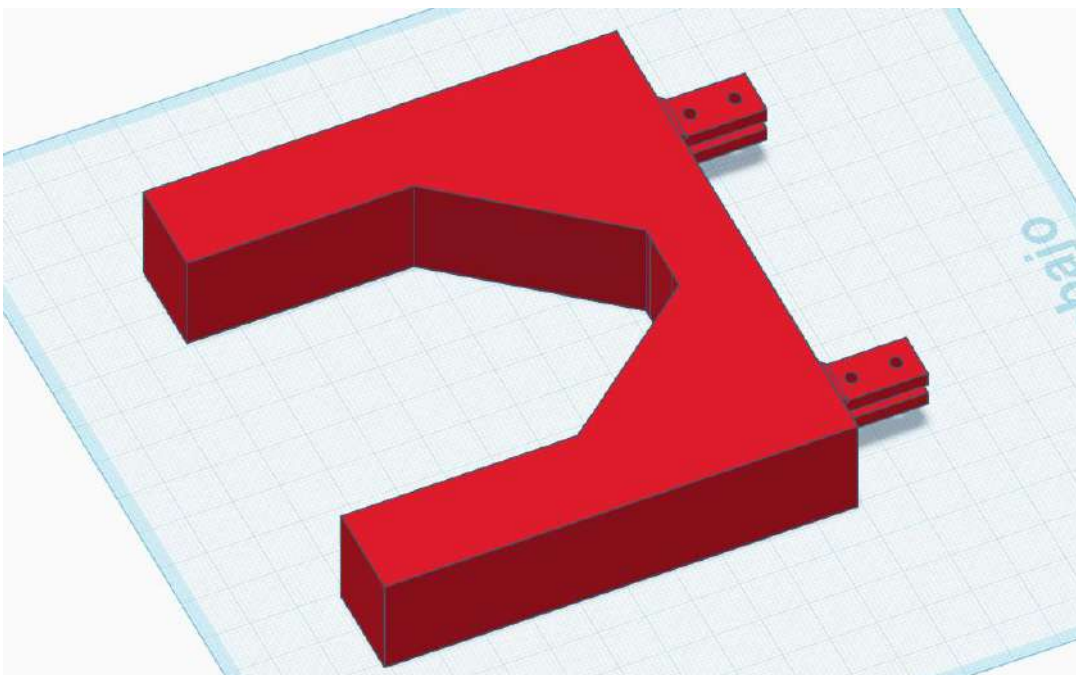
◆ *Diseño del transpaleta para el transporte de pallets*

Para la prueba de la mini fábrica, optamos por rediseñar completamente nuestra pala frontal, dándole una forma la cual haga posible el transporte de los pallets de la manera más segura y eficiente.



◆ *Diseño de la pieza para el transporte de la pelota*

Mientras que para la prueba de Golf hemos optado por un diseño que sea capaz de poder albergar la pelota para que no se escape durante su transporte





◆ *Modificación para dibujar*

Para la prueba de dibujar una figura, hemos optado por retirar toda la electrónica de la parte central del robot para poder hacer un agujero en esta misma para que pueda ir encajado el rotulador, esta posición la elegimos para que cuando haga los giros realice de forma correcta el trazo

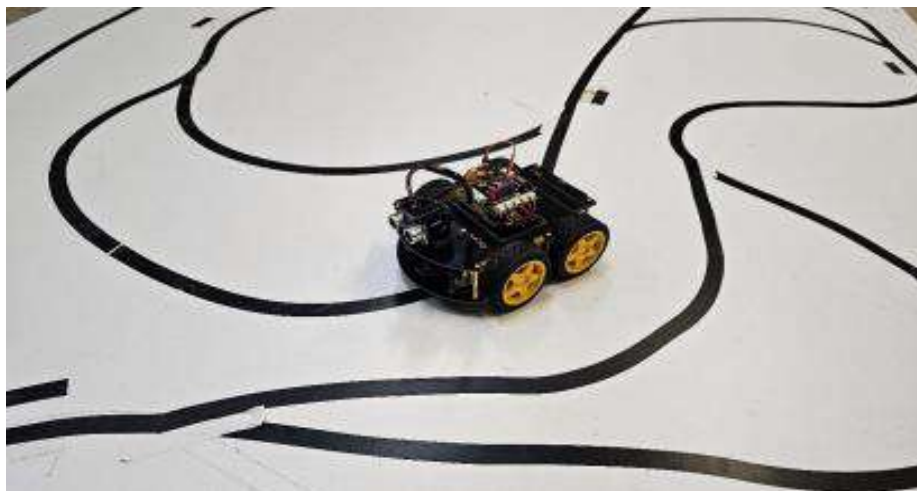
Testing

Para asegurarnos de que nuestro robot funcionara correctamente y se comportara de manera óptima en las distintas pruebas autónomas de la competición, realizamos una serie de test en tableros especializados disponibles en nuestro centro. Estas pruebas nos han permitido ajustar la programación, calibrar los sensores y analizar el rendimiento del robot en diferentes escenarios antes de la competición.



◆ Pruebas en el circuito de sigue líneas

Para evaluar el desempeño del robot en la prueba de sigue líneas, utilizamos un circuito complejo diseñado para poner a prueba su capacidad de detección y respuesta ante curvas, bifurcaciones y cambios de dirección. Este entorno nos ha servido para analizar cómo el robot interpreta la información de los sensores y ajustar su programación para mejorar su precisión en la trayectoria.



◆ Pruebas en el tatami de sumo

Para la prueba de sumo, realizamos test en un tatami simulado, donde colocamos diferentes objetos para comprobar si el robot era capaz de detectarlos correctamente y reaccionar en consecuencia. De este modo, pudimos verificar la efectividad de su sistema de detección de rivales y afinar su estrategia de empuje, en especial en combinación con la pala de sumo impresa en 3D.



Estas pruebas han sido fundamentales para optimizar el comportamiento del robot, permitiéndonos identificar mejoras y realizar los ajustes necesarios antes de enfrentarnos a la competición real.



Presupuesto

Para llevar a cabo el desarrollo de nuestro robot, hemos tenido en cuenta diversos gastos esenciales, asegurándonos de optimizar los recursos disponibles y ajustarnos a un presupuesto razonable. Entre los principales costes, destacan:

- ◆ Kit de robótica: La base principal de nuestro proyecto, que incluye la estructura, motores, sensores y la placa Arduino UNO, permitiéndonos construir y programar el robot.
- ◆ Pilas y alimentación: Elemento imprescindible para el funcionamiento del robot, garantizando su autonomía durante las pruebas y la competición.
- ◆ Bobina de filamento para impresión 3D: Utilizada para fabricar las piezas personalizadas, como la pala de sumo, así como otros, pertenecía a nuestro centro educativo.

Pieza	Precio
Kit Robot	67,55€
Pilas	6,50€
Bobina impresora 3D	15,99€
TOTAL	90,04€

Facturas

Factura

ARRASA
C/ SAN JUAN, 2, 1B
BURGOS, ESPAÑA, 09007
ES

Pagado

Nº de referencia de pago 2oRIKfdABUsAt0AdwQBD
Vendido por Shenzhen KEYES DIY Robot co., Ltd.

Fecha de la factura/Fecha de la entrega	15.01.2025
Número de la factura	DS-AEU-INV-ES-2025-5803334
Total pendiente	67,55 €

El IVA ha sido declarado por	Amazon EU S.a.r.L.
IVA	LU20260743

Si tienes preguntas sobre tus pedidos, visita <https://www.amazon.es/contacto>

Dirección de facturación	Dirección de envío	Vendido por
Maria Nieves García Villarrasa	Amazon Locker - lagrima	Shenzhen KEYES DIY Robot co., Ltd.
C. San Bruno, 2, 1B	Bridgestone Planta Burgos, Carretera	9th Floor Jinxing Building, Longhua Road,
Burgos, Burgos, 09007	Madrid-Irún 243	Hualian Community, Heping Industrial Park
ES	Burgos, Burgos, 09007	Longhua
	ES	Shenzhen, Guangdong province, 518109
		CN

Información del pedido

Fecha del pedido	15.01.2025
Número del pedido	402-9231457-4415519

Detalles de la factura

Descripción	Cant.	P. Unitario (IVA excluido)	IVA %	P. Unitario (IVA incluido)	Precio total (IVA incluido)
KEYESTUDIO Kit de Arranque de Coche 4WD Car Kit para Arduino IDE, Control Remoto Bluetooth IR, Seguimiento de línea, evitación de obstáculos, etc. Kit de robótica de programación para 14+ Adolescente B08276N3D9 ASIN: B08276N3D9	1	55,83 €	21%	67,55 €	67,55 €
Envío		0,00 €		0,00 €	0,00 €
Total					67,55 €
		IVA %		Precio total (IVA excluido)	IVA
		21%		55,83 €	11,72 €
	Total			55,83 €	11,72 €



MARIA NIEVES GARCÍA VILLARRASA
C. SAN BRUNO, 2, 1B
BURGOS, BURGOS, 09007
ES

Pagado

Nº de referencia de pago 10n8pAKUUhghxklywWSAH
Vendido por Amazon EU S.à r.l., Sucursal en España
IVA ESW0184081H

Fecha de envío	27 enero 2025
Número del documento	ES5508PJAEUS
Total pendiente	6,50 €

Si tienes preguntas sobre tus pedidos, visita <https://www.amazon.es/contacto>

Dirección de facturación

Maria Nieves García Villarrasa
C. San Bruno, 2, 1B
Burgos, Burgos, 09007
ES

Dirección de envío

Amazon Locker - lagrima
Bridgestone Planta Burgos, Carretera
Madrid-Irún 243
Burgos, Burgos, 09007
ES

Vendido por

Amazon EU S.à r.l., Sucursal en España
Calle de Ramírez de Prado 5
28045 Madrid
España
IVA ESW0184081H

Información del pedido

Fecha del pedido	27 enero 2025
Número del pedido	402-8104136-5624364

Detalles del documento

Descripción	Cant.	P. Unitario (IVA excluido)	IVA %	P. Unitario (IVA incluido)	Precio total (IVA incluido)
Duracell Plus pilas AA (pack de 12) - Alkalinas 1,5 V - Hasta 100 % de extra duración - Fiabilidad para dispositivos cotidianos - Embalaje sin plástico - 10 Años de almacenamiento - LR6 MN1500 ASIN: B093LVB4P7	1	5,37 €	21 %	6,50 €	6,50 €
Envío		0,00 €		0,00 €	0,00 €
Total					6,50 €

IVA %	Precio total (IVA excluido)	IVA
21 %	5,37 €	1,13 €
Total	5,37 €	1,13 €



Modelo de financiación

Para la obtención de los recursos necesarios en el desarrollo de nuestro robot, hemos recurrido principalmente a fondos propios, cubriendo de nuestro bolsillo los diferentes gastos esenciales, como la adquisición del kit de robótica y las pilas para su alimentación.

No obstante, contamos con el apoyo de nuestro centro educativo, ya que la bobina de filamento utilizada para la impresión 3D de algunas piezas personalizadas pertenece al Salesianos Burgos Padre Aramburu. Gracias a este recurso, hemos podido fabricar componentes clave, como la pala de sumo, sin incurrir en un gasto adicional en materiales de impresión.

A pesar de contar con recursos limitados, hemos gestionado nuestro presupuesto de manera eficiente, priorizando aquellos elementos fundamentales para la construcción y optimización del robot.

Hidrógeno Verde



Introducción al Hidrógeno Verde

Que es el Hidrógeno



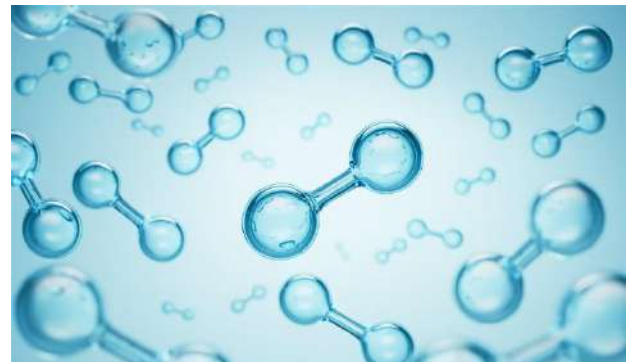
El hidrógeno es el primer elemento de la tabla periódica.

Es el elemento químico más ligero que existe, su átomo está formado por un protón y un electrón.

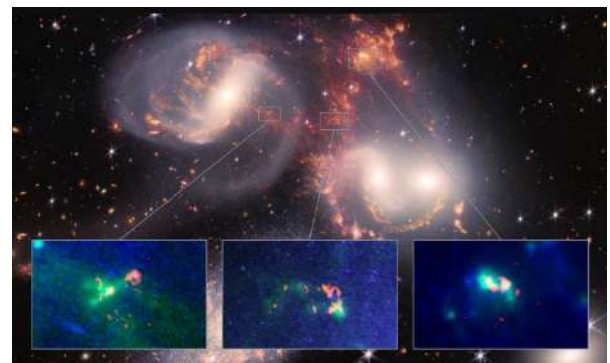
En circunstancias habituales, presenta un estado gaseoso, siendo insípido, incoloro e inodoro.

En la Tierra es abundante, representa cerca del 75% de la materia del Universo, sin embargo, se combina con otros elementos como el oxígeno para formar moléculas de agua, o con el carbono para formar compuestos orgánicos.

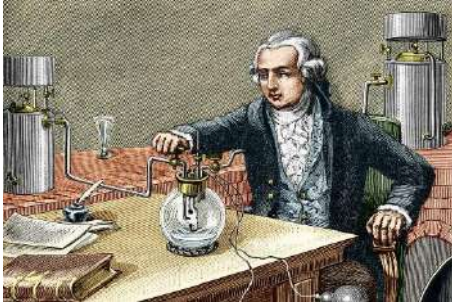
Por lo tanto, no es un combustible que se pueda extraer directamente de la naturaleza, sino que es un transmisor de energía (como la electricidad), por lo que se requiere su "fabricación".



El hidrógeno es el elemento más abundante del Universo, y el primero que se formó después del Big Bang, formando grandes nubes moleculares que más tarde se convertirían en las primeras estrellas. De hecho, el hidrógeno es el combustible principal de las estrellas, en las que se fusiona para producir una gran cantidad de energía y helio como resultado. En nuestro planeta se trata de un elemento omnipresente que representa 0,14 % de la masa total.



Historia del Hidrógeno

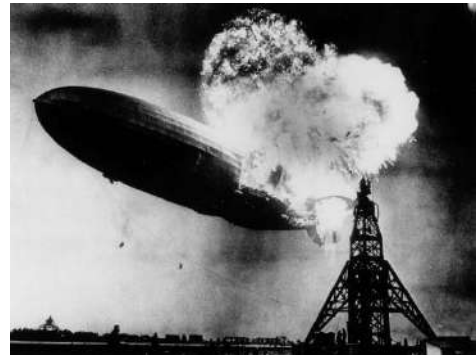


El hidrógeno ha sido un elemento fascinante en la ciencia y la tecnología. Aunque es el más abundante en el universo, obtuvo su nombre en el siglo XVIII. Robert Boyle fue uno de los primeros en experimentar con él, pero fue Antoine Lavoisier quien lo nombró en 1783, reconociendo su importancia en la química.

También fue descubierto su papel en la fotosíntesis por Julius Robert Mayer en 1845, lo que ayudó a entender su función en la conversión de energía. Julio Verne lo mencionó en su obra "La Isla Misteriosa", vinculándolo como fuente de energía.

Durante el siglo XX, el hidrógeno se utilizó en aplicaciones como dirigibles, cohetes e incluso motores. En las últimas décadas, ha cobrado importancia como fuente de energía sostenible.

Hoy, se habla de la "Economía del Hidrógeno", que propone su uso extensivo como alternativa a los combustibles fósiles, destacándose su papel crucial en una transición hacia fuentes de energía más limpias y eficientes.



*Explosión de un dirigible de hidrogeno
"Desastre de Hindenburg"*

Desde que se comenzó a estudiar el hidrógeno, se han explorado dos características: ser extremadamente inflamable y también extremadamente ligero. Por lo tanto, no es de extrañar que, en 1807, fuera el origen del primer motor de combustión interna. El francés, Isaac de Rivaz, utilizó una mezcla de hidrógeno y oxígeno como combustible. Más de un siglo después, el H_2 ya ayudaba a llevar las misiones Apolo de la NASA a la Luna. Combinado con oxígeno en las pilas de combustible, que generan energía eléctrica, puede alimentar tanto motores como sistemas eléctricos de vehículos u otros equipos.



El último lanzamiento del Delta IV Heavy, el gigante de hidrógeno

Que consideramos hidrogeno verde

El hidrógeno, especialmente de origen renovable, está llamado a ser un valioso vector energético para usos finales donde sea la solución más eficiente en el proceso de su descarbonización, como la industria intensiva en energía y procesos de alta temperatura, el transporte pesado, transporte marítimo o aviación. Por otra parte, los actuales usos del hidrógeno como materia prima en procesos químicos industriales tienen un gran potencial de descarbonización con hidrógeno renovable. En cualquier caso, la cualidad de vector energético le otorga al hidrógeno un gran potencial como instrumento para el almacenamiento energético y la integración sectorial.

Colores del hidrógeno

Atendiendo a la materia prima necesaria y a las emisiones de CO₂ generadas para su obtención, el hidrógeno es generalmente clasificado en la literatura técnica en los siguientes tipos:

Hidrógeno renovable o hidrógeno verde: hidrógeno generado a partir de electricidad renovable, utilizando como materia prima el agua, mediante un proceso de electrólisis. Así mismo, el hidrógeno obtenido mediante el reformado del biogás o la conversión bioquímica de la biomasa, siempre que se cumplan los requisitos de sostenibilidad establecidos, tendrá carácter renovable.

Hidrógeno azul: hidrógeno obtenido de forma similar al hidrógeno gris, pero al que se le aplican técnicas de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS: Carbon Capture, Utilization and Storage) lo que permite reducir hasta en un 95% las emisiones de CO₂ generadas durante el proceso.

Hidrógeno gris: hidrógeno producido a partir de gas natural u otros hidrocarburos ligeros como metano o gases licuados de petróleo mediante procesos de reformado. Actualmente, el 99% del hidrógeno consumido en España es de este tipo.

Hidrógeno amarillo: hidrógeno generado a partir de electricidad procedente de la red primaria, utilizando como materia prima el agua, mediante un proceso de electrólisis.



Hidrógeno rosa: hidrógeno generado a partir de electricidad procedente de energía nuclear, utilizando como materia prima el agua, mediante un proceso de electrólisis.

Hidrógeno turquesa: hidrógeno generado a partir de pirólisis de metano. En este proceso se genera carbono sólido, por lo que, a diferencia del hidrógeno azul, no es necesaria la captura del carbono resultante.

Consumo en España

Actualmente, el consumo de hidrógeno en España se sitúa en torno a las 500.000 t/año, mayoritariamente hidrógeno gris, utilizado como materia prima principalmente en refinerías (en torno al 70%) y en fabricantes de productos químicos (25%), correspondiendo el consumo residual restante a sectores como el metalúrgico. En muchos casos, la producción se realiza directamente en la propia planta de consumo a través de instalaciones de reformado con vapor de gas natural.



Importancia del hidrogeno verde

El **hidrógeno verde** es clave para la transición energética, ya que se produce mediante energía renovable, sin generar emisiones de CO₂. Su importancia radica en su capacidad para almacenar y transportar energía limpia, reducir la dependencia de combustibles fósiles y descarbonizar sectores como la industria pesada, el transporte y la generación de electricidad. Además, impulsa la economía y genera empleo verde.

Sin embargo, enfrenta desafíos como el alto costo de producción y la falta de infraestructura, aunque se espera que su viabilidad mejore con el avance tecnológico y la inversión.



Producción de Hidrógeno Verde

El hidrógeno verde se obtiene a través de la **electrólisis del agua**, un proceso en el que se descompone el agua (H_2O) en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2) usando electricidad proveniente de **fuentes renovables** como la energía solar, eólica o hidroeléctrica.

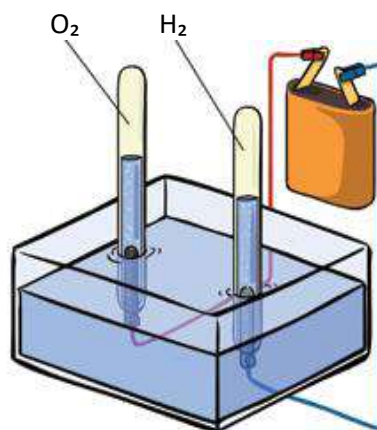
Electrólisis del Agua

La electrólisis consiste en hacer pasar una corriente eléctrica a través del agua con ayuda de un electrolito, lo que provoca su separación en hidrógeno y oxígeno.

Este proceso se lleva a cabo en una celda electrolítica compuesta por dos electrodos sumergidos en agua:

- **Ánodo (+):** Libera oxígeno (O_2).
- **Cátodo (-):** Libera hidrógeno (H_2).

El hidrógeno producido se recolecta, se purifica y se almacena para su uso.



Tipos de Electrólisis

Existen **tres tecnologías principales** de electrólisis utilizadas para la producción de hidrógeno verde:

Electrólisis Alcalina (AEL)

Usa una solución de hidróxido de potasio (KOH) o hidróxido de sodio (NaOH) como electrolito.

Electrólisis de Membrana de Intercambio de protón (PEM)

Utiliza una membrana de polímero sólido como electrolito.

Electrólisis de Óxido Sólido (SOEC)

Opera a **altas temperaturas (700-1000°C)**, lo que permite una mayor eficiencia y menor consumo de electricidad.



Disponibilidad de Energía Renovable

Consideramos hidrogeno verde al que se produce por medio de la utilización de la electricidad generada por las renovables y uno de los mayores inconvenientes de las renovables es que no controlamos la producción a nuestro antojo, en ocasiones se genera más energía de la que se demanda y en otras ocasiones no se genera suficiente para cubrirla, por lo general la energía sobrante se pierde, pero en las plantas de hidrogeno, toda esa energía que se desperdiciaría se dedica a generar hidrogeno, es una forma de transformar la energía y de esta forma poder almacenarla.

También hay plantas de energía renovable que se dedican única y exclusivamente a la generación de hidrogeno verde.



Transporte y Almacenamiento

El hidrógeno verde presenta desafíos en su transporte y almacenamiento debido a su baja densidad y alta inflamabilidad. Se maneja en **estado gaseoso, líquido o mediante compuestos químicos** para facilitar su distribución y uso.

Transporte

- **Gaseoductos:** Similar a la infraestructura del gas natural, permite transporte masivo, pero requiere tuberías adaptadas.
- **Cilindros a alta presión (350-700 bar):** Método eficiente para pequeñas cantidades, aunque costoso para grandes volúmenes.
- **Hidrógeno líquido (-253°C):** Aumenta su densidad energética, ideal para transporte marítimo, pero con alto consumo energético.
- **Portadores químicos (amoníaco, LOHCs):** Facilitan el transporte sin necesidad de refrigeración extrema, aunque requieren conversión posterior.



Almacenamiento

- **Gaseoso (alta presión):** Se usa en vehículos y sistemas industriales, aunque con baja densidad energética.
- **Líquido (criogenia):** Mayor capacidad de almacenamiento, pero con pérdidas por evaporación.
- **Materiales sólidos (hidruros metálicos, grafeno):** En desarrollo, ofrecen mayor seguridad y eficiencia.

Infraestructura

- El hidrógeno debe comprimirse o licuarse para su transporte y almacenamiento, lo que implica costos adicionales.
- Se requieren **redes de distribución**, como gasoductos de hidrógeno o transporte en camiones y barcos.

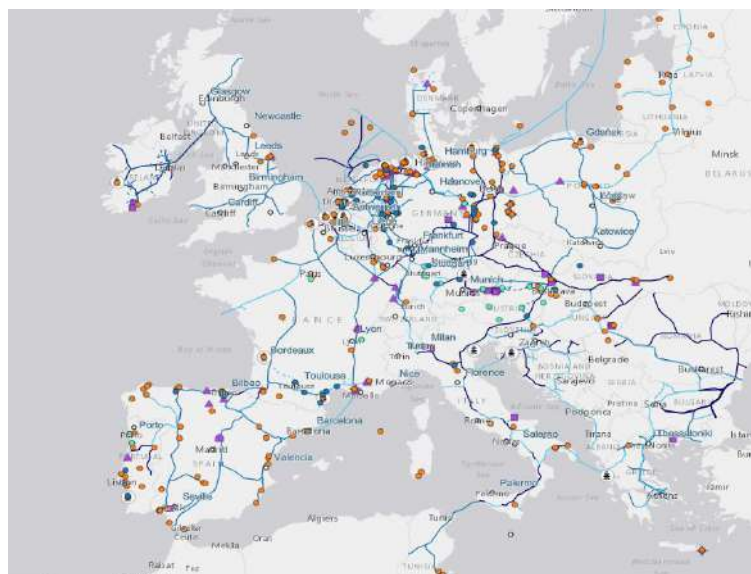


La iniciativa European Hydrogen Backbone

Ante el aumento de la demanda y para poder cumplir con los objetivos de suministro de hidrógeno renovable para 2030, la Comisión Europea, a través del plan REPowerEU, ha proyectado la creación de cinco corredores de gasoductos a gran escala.

Estos gasoductos conectarán la oferta y demanda nacional de Europa, aunque en un futuro se espera que conecte también las diferentes regiones europeas y países vecinos, con el consiguiente potencial de exportación de hidrógeno a bajo coste.

El objetivo de la iniciativa es acelerar la descarbonización de Europa a través de las infraestructuras gasistas existentes y la creación de nuevas aptas para el hidrógeno.



Mapa de la futura infraestructura de hidrogeno en Europa.

Aplicaciones del Hidrógeno Verde

El mundo enfrenta un reto crucial en la lucha contra el cambio climático y la transición hacia fuentes de energía limpias. En este contexto, el hidrogeno verde emerge como una solución clave, ya que permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y ofrece una alternativa viable a los combustibles fósiles.

El hidrogeno verde, producido mediante electrólisis del agua con energía renovable, tiene una variedad de aplicaciones en sectores fundamentales para la economía y la sociedad.



Movilidad

El hidrogeno verde se ha convertido en una alternativa viable para la descarbonización del sector transporte. Su aplicación es particularmente relevante en vehículos pesados, transporte marítimo y aviación, donde la electrificación con baterías presenta limitaciones.

- **Vehículos de celda de combustible (FCEV):** Empresas como Toyota, Hyundai y BMW han desarrollado coches que funcionan con hidrogeno, ofreciendo mayor autonomía y tiempos de recarga rápidos en comparación con los coches eléctricos convencionales.



- **Transporte público y de carga:** Ciudades como Madrid y Berlín han implementado autobuses a hidrogeno, mientras que empresas como Nikola y Hyundai trabajan en camiones de larga distancia impulsados por hidrogeno.



- **Trenes:** Alemania ya opera trenes de hidrógeno (Coradia iLint de Alstom), que sustituyen locomotoras diésel en rutas no electrificadas.



Tren y tranvía propulsados a hidrógeno que pueden operar sin la necesidad de la instalación de catenarias eléctricas.

- **Aviación:** Airbus desarrolla prototipos de aviones propulsados por hidrógeno, con la meta de lanzar vuelos comerciales sin emisiones para 2035.



- **Industria marítima:** Empresas como Maersk estudian el uso de hidrógeno y metanol como combustibles para reducir las emisiones en buques de carga.



Carguero propulsado por metanol verde, producido a base de hidrógeno y dióxido de carbono.

Industria

El hidrógeno verde desempeña un papel crucial en la industria al sustituir combustibles fósiles en procesos altamente contaminantes.

- **Producción de acero:** La siderurgia es una de las industrias más contaminantes, pero empresas como SSAB en Suecia han desarrollado métodos para fabricar acero utilizando hidrógeno en lugar de carbón.

- **Industria química:** El hidrogeno es un ingrediente clave en la producción de amoníaco, fundamental para la fabricación de fertilizantes. Su uso verde podría reducir drásticamente las emisiones en este sector.



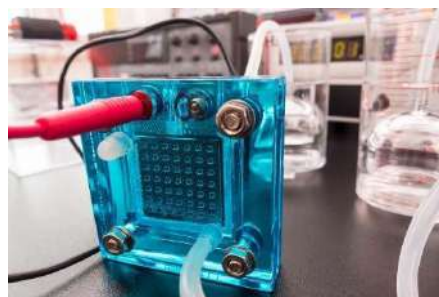
- **Refinerías de petróleo:** Se emplea en el proceso químico de la hidro desulfuración para eliminar impurezas del crudo, y su uso sostenible podría mejorar la eficiencia y reducir emisiones.
- **Producción de metanol verde:** El metanol es un compuesto esencial en la industria química y puede usarse como combustible o materia prima para plásticos y productos químicos. El metanol verde, producido a partir de hidrogeno verde y CO₂ capturado, es una alternativa sostenible que reduce la huella de carbono de la industria.



Generación y almacenamiento de energía

El hidrogeno verde también juega un papel crucial en la transición energética, proporcionando soluciones de almacenamiento y generación de energía limpia.

- **Almacenamiento de energía renovable:** La intermitencia de la energía solar y eólica hace necesario almacenar el exceso de energía. El hidrogeno permite convertir electricidad en combustible, que puede usarse posteriormente en celdas de combustible o turbinas.



- *Inyección en la red de gas natural:* Mezclar hidrogeno con gas natural en tuberías existentes reduce las emisiones sin necesidad de cambiar la infraestructura.



- *Plantas de energía a hidrogeno:* Países como Japón han desarrollado plantas de generación eléctrica a base de hidrogeno, como la de Fukushima, que produce electricidad sin emisiones de carbono.



Uso doméstico y comercial

El hidrogeno verde también puede aplicarse en el sector residencial y comercial como fuente de energía limpia.

- *Calefacción y agua caliente:* En países como el Reino Unido, se están desarrollando redes de calefacción doméstica con hidrogeno para sustituir el gas natural.
- *Sistemas de cogeneración:* En Japón, se utilizan celdas de combustible de hidrogeno para generar electricidad y calor en hogares y edificios comerciales.
- *Cocinas y electrodomésticos:* Se estudia el desarrollo de quemadores y estufas a base de hidrogeno como alternativa a los sistemas de gas tradicionales.



Retos y Futuro del Hidrógeno Verde

El hidrogeno verde es una solución energética clave para enfrentar el cambio climático y promover un modelo de desarrollo sostenible. Sus aplicaciones en el transporte, la industria, la generación y almacenamiento de energía, así como en el uso doméstico y comercial, demuestran su versatilidad y potencial transformador. Sin embargo, su adopción a gran escala requiere inversiones en infraestructura, reducción de costos y apoyo gubernamental. A medida que la tecnología avance, el hidrogeno verde podría convertirse en una de las principales fuentes energéticas del futuro, impulsando una economía más limpia y sostenible para las próximas generaciones.

Retos del Hidrógeno Verde

Costo de producción

El hidrógeno verde es significativamente más caro que el hidrógeno gris (producido a partir de gas natural). La electrólisis del agua, el método principal para su producción requiere grandes cantidades de electricidad renovable, lo que encarece su fabricación.

Infraestructura de distribución y almacenamiento

La infraestructura actual no está diseñada para la producción, almacenamiento y transporte masivo de hidrógeno. Los principales desafíos incluyen:

- Falta de redes de tuberías adecuadas para el hidrógeno.
- Desarrollo de estaciones de repostaje para vehículos de hidrógeno.

Eficiencia energética

La conversión de energía renovable en hidrógeno y luego en electricidad o calor implica pérdidas energéticas en cada etapa del proceso. Es necesario optimizar la conversión de energía en todas las etapas.



Futuro del Hidrógeno Verde

Expansión de la infraestructura

La construcción de redes de transporte y almacenamiento específicas para el hidrógeno es clave para su expansión. Europa, Japón y Estados Unidos ya han anunciado planes de inversión en este ámbito.

Integración con otros sectores

El hidrógeno verde jugará un papel crucial en la industria, el transporte y la generación de energía. Su uso en sectores difíciles de electrificar, como la siderurgia y la aviación, lo posiciona como un recurso estratégico para la descarbonización global.

Colaboración internacional

El futuro del hidrógeno verde dependerá de acuerdos internacionales para la creación de estándares, el comercio y la financiación de proyectos a gran escala.

Conclusión

El hidrógeno verde representa una gran oportunidad para alcanzar los objetivos climáticos globales, pero su implementación enfrenta desafíos técnicos, económicos y regulatorios. Con el avance de la tecnología, el apoyo gubernamental y la inversión en infraestructura, el hidrógeno verde podría convertirse en una pieza clave en el futuro energético del planeta.





Bibliografía

Wikipedia - Hidrógeno

<https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno>

CNH2 - El Hidrógeno

<https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/>

Rincón Educativo - ¿Qué es y de dónde proviene el hidrógeno?

<https://rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/que-es-donde-proviene-hidrogeno/>

Felipe Benjumea Llorente - Breve historia del hidrógeno

<https://felipebenjumealllorente.com/breve-historia-del-hidrogeno/>

Hidrógeno Verde Hoy - La historia del hidrógeno como combustible

<https://hidrogenoverdehoy.com.ar/la-historia-del-hidrogeno-como-combustible/>

Ministerio para la Transición Ecológica - Hidrógeno

<https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/hidrogeno.html>

Iberdrola - Hidrógeno Verde

<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/hidrogeno-verde>

Genia Bioenergy - El transporte del hidrógeno verde

<https://geniabioenergy.com/el-transporte-del-hidrogeno-verde/>

H2 Infra Map

<https://www.h2inframap.eu/#map>

EHB - H2 Infrastructure Map

<https://ehb.eu/page/h2-infrastructure-map>

Hidrógeno Verde - El reto de almacenar y transportar hidrógeno verde

<https://hidrogeno-verde.es/el-reto-de-almacenar-y-transportar-hidrogeno-verde/>

Boslan - Almacenamiento y transporte de H2 verde (Whitepaper)

<https://www.boslan.com/wp-content/uploads/2022/03/boslan-whitepaper-almacenamiento-y-transporte-h2-verde.original.pdf>

Agencia Internacional de Energía (IEA) – El Futuro del Hidrógeno

<https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

Comisión Europea – Hoja de Ruta del Hidrógeno

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf



Consejo del Hidrógeno – Escalando el Hidrógeno (2020)

<https://hydrogencouncil.com/en/study-hydrogen-scaling-up/>

Hidrógeno Europa

<https://hydrogeneurope.eu>

Empresa Conjunta de Pilas de Combustible e Hidrógeno (FCH JU)

<https://www.fch.europa.eu>

El Consejo del Hidrógeno

<https://hydrogencouncil.com>

Journal of Power Sources – Producción de Hidrógeno a partir de Renovables

<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-power-sources>

Política Energética – Economía del Hidrógeno y la Transición hacia una Energía Limpia

<https://www.journals.elsevier.com/energy-policy>

Agencia Internacional de Energía (IEA) – El Futuro del Hidrógeno. Disponible en:

<https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

Comisión Europea – Hoja de Ruta del Hidrógeno. Disponible en:

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

Consejo del Hidrógeno – Escalando el Hidrógeno (2020). Disponible en:

<https://hydrogencouncil.com/en/study-hydrogen-scaling-up/>

Hidrógeno Europa. Disponible en:

<https://hydrogeneurope.eu>

Empresa Conjunta de Pilas de Combustible e Hidrógeno (FCH JU). Disponible en:

<https://www.fch.europa.eu>

El Consejo del Hidrógeno. Disponible en:

<https://hydrogencouncil.com>

Journal of Power Sources – Producción de Hidrógeno a partir de Renovables.

Disponible en:

<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-power-sources>

Política Energética – Economía del Hidrógeno y la Transición hacia una Energía Limpia.

Disponible en:

<https://www.journals.elsevier.com/energy-policy>