



# El Hidrógeno Verde

**Antena del IGAPE en Marruecos**

**Fecha: 15/03/2022**

## **Índice General**

- 1. RESUMEN EJECUTIVO Y OBJETIVO DEL ESTUDIO**
- 2. INTRODUCCIÓN**
- 3. POTENCIAL DE MARRUECOS**
- 4. PROYECCIONES Y PERSPECTIVAS**
- 5. HOJA DE RUTA**
- 6. SINERGIAS HISPANO-MARROQUÍES Y OPORTUNIDADES**
- 7. CONCLUSIÓN**
- 8. BIBLIOGRAFÍA**

## **1. Resumen Ejecutivo y Objetivo del Estudio**

El siguiente estudio de mercado analiza la situación y potencial del hidrógeno verde en Marruecos, un nuevo tipo de energía renovable que puede ser clave para lograr los ambiciosos objetivos de descarbonización tanto en dicho país como en la Unión Europea.

El objetivo de este estudio de mercado es que las empresas gallegas de este sector tengan una visión general del mercado, conozcan la hoja de ruta propuesta por el Gobierno, las instituciones más relevantes o algunos de los últimos proyectos llevados a cabo por empresas extranjeras.

En el siguiente punto del estudio, se comienza con una introducción al hidrógeno verde. Veremos en qué consiste este tipo de energía, sus ventajas, aplicaciones prácticas y situación actual en Marruecos.

A continuación veremos el potencial del país. Diversos estudios prevén que pueda convertirse en uno de los mayores productores a nivel mundial e incluso con capacidad de influencia en el nivel de precios. El punto 4 consiste en las proyecciones y en las perspectivas.

El punto 5 es propiamente la hoja de ruta o las acciones que se van a llevar a cabo para desarrollar la producción de este tipo de energía y convertirse en un exportador neto.

Posteriormente veremos cuales son las empresas españolas de energías renovables presentes o interesadas en participar en proyectos de dicha índole en el país.

El estudio finaliza con las conclusiones y las fuentes de información utilizadas.

## 2. Introducción

El país alauita lleva trabajando más de 4 años en la investigación y desarrollo de esta fuente de energía. En 2017 se realizaron los primeros estudios teóricos y entre 2018 y 2020 los exploratorios. En 2021 se convirtieron en el primer país de la región MENA (Oriente Medio y Norte de África) y África en publicar su estrategia nacional del hidrógeno.

Aparte de esto, son numerosas las instituciones públicas que trabajan en proyectos concretos a diferentes escalas en este campo. La Comisión Nacional del Hidrógeno Verde (Commission Nationale de l'Hydrogène Vert) y el [Cluster Nacional del Hidrógeno Verde "Green H2 Maroc"](#) son de reciente creación y se dedican en exclusiva a este cometido. Otros como el [IRESEN \(Instituto de Investigación en Energía Solar y Nuevas Energías\)](#), [Universidad de Agadir](#), [Universidad Politécnica Mohamed VI \(UM6P\)](#), [Masen](#), [Grupo OCP](#) o el [Ministerio de la Transición Energética y del Desarrollo Sostenible](#) se dedican parcialmente a esta labor.

En el ámbito internacional, Marruecos está muy bien posicionado y ha firmado acuerdos estratégicos y de colaboración con varios países, empresas privadas y organismos.



### 2.1. El Hidrógeno Verde

El hidrógeno (H) es el primer elemento químico de la tabla periódica, el más abundante y el más ligero que existe. Se utiliza en la actualidad principalmente para la obtención de amoníaco, producción del acero y para el tratamiento de combustibles fósiles durante el proceso de hidrocrackeo. También puede ser usado para generar electricidad, para generar calor mezclado con metano o como combustible para vehículos (Motorización eléctrica o térmica).

No es una fuente de energía en sí misma pero sí un vector energético. Esto quiere decir que para ser producido mediante un proceso químico debemos utilizar una fuente de energía primaria: combustibles fósiles, nuclear, solar, viento, biomasa, hidráulica, geotérmica o desechos urbanos.

Las técnicas más habituales son:

- La técnica del [Steam Reforming](#) o **hidrógeno gris** es la forma más popular y barata para la obtención de hidrógeno. Este se obtiene a través de hidrocarburos (Sobre todo mediante el gas natural) y agua. [Maghreb Oxygen](#) y [Air Liquide](#) son las dos empresas que acaparan una mayor cuota de mercado en Marruecos.
- La del **hidrógeno azul** que implica la utilización de carbón o gas para la producción de hidrógeno. La diferencia radica en los sistemas de captura y almacenamiento de carbono para minimizar las emisiones a la atmósfera.
- La [electrólisis](#) consiste en la aplicación de corriente eléctrica al agua para separarla en moléculas de hidrógeno y oxígeno. Podemos llamar a este proceso **electrólisis (O hidrógeno) verde** si para la separación de estos dos elementos se utiliza electricidad proveniente de fuentes de energía renovables, siendo las más habituales la solar y la eólica. Por cada kilo de hidrógeno se producen 8 de oxígeno, estos pueden ser utilizados también para propósitos industriales o para la exportación. Históricamente ha tenido un precio elevado por lo que esta tecnología no está muy extendida ni desarrollada. De hecho, sólo el 0,1% del hidrógeno consumido es verde. Sin embargo, con el abaratamiento de las energías renovables se está volviendo competitiva y son muchos los países que se han interesado en ella.

El abaratamiento de esta última forma de obtención de hidrógeno según cálculos de la [IEA](#) (Agencia Internacional de la Energía) permitirá sustituir a las técnicas que utilizan combustibles fósiles y evitar la producción anual de hasta 830 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Además, implicaría 3.000 teravatios hora (TWh) adicionales de energías limpias, el equivalente al consumo actual eléctrico de Europa. El [Consejo Mundial del Hidrógeno](#) vaticina que en el año 2030 el coste de producción de hidrógeno mediante electrólisis verde será la mitad del actual. El hidrógeno verde podría llegar a suponer entre el 10 y el 20% del consumo energético mundial.

Las ventajas que tiene el hidrógeno son:

- Sostenibilidad: El hidrógeno no produce ningún tipo de residuo ni emite ningún gas contaminante durante el proceso de producción
- Almacenaje: A diferencia de otras fuentes de energía renovable, es fácil el almacenamiento del hidrógeno durante largos períodos de tiempo y su posterior utilización
- Utilidad: El hidrógeno puede ser transformado en combustible sintético o en electricidad

- Transporte: El hidrógeno puede ser transportado en los gasoductos y demás infraestructuras utilizadas por el gas natural. Para ello deben hacerse algunas modificaciones en las redes existentes y mezclarlo con gas natural.
- Versatilidad: Hay proyectos que buscan implantar la utilización del hidrógeno en sectores difíciles de descarbonizar como son el transporte pesado, aviación o transporte marítimo.
- Si se utiliza el proceso de electrólisis puede obtenerse oxígeno (8 kilos por cada kilo de hidrógeno producido) que puede ser usado en el mercado interno para fines industriales o para la exportación.

Sus desventajas son:

- Riesgos de seguridad: El hidrógeno es un elemento volátil e inflamable por lo que se deben tomar unas elevadas medidas de seguridad
- Consumo energético: La producción de hidrógeno es más intensiva en consumo energético que otras
- Coste: Por el momento el coste de la electrólisis sigue siendo elevado

## 2.2. Situación Actual

Marruecos es uno de los países que cuentan con un mayor potencial del mundo en la producción de hidrógeno verde. Aparte de por sus iniciativas en este sentido, la producción de energía solar y eólica está muy extendida y cuenta con unas condiciones climáticas y geográficas propicias. Es por ello que con el desarrollo de esta tecnología será capaz de ofrecer uno de los precios más bajos de producción por kilo de hidrógeno.

A continuación veremos algunos de los organismos públicos que se dedican al desarrollo y promoción de esta energía, los acuerdos entre instituciones locales o con entidades extranjeras y algunos de los proyectos previstos.

### 2.2.1. Organismos

En este apartado veremos un listado con las principales instituciones públicas marroquíes que se dedican de diversas maneras a este cometido y de forma breve su función.

- [Green H2](#): Es el primer cluster dedicado al hidrógeno en todo el continente africano. Su misión es adoptar una estrategia dinámica y evolutiva que permita aportar valor añadido al creciente sector del hidrógeno y posicionar a Marruecos como un hub regional líder en exportación. Sus acciones son parecidas a las de otros clusters como formación, acompañamiento y acciones de networking.
- [Cluster Solaire](#): A pesar de lo que su nombre indica, el cluster solar y su incubadora apoyan a todo tipo de empresas del sector de las energías renovables y aquellas que promueven la sostenibilidad. Sus funciones son como las de Green H2: apoyo a empresas del sector, celebración de actos y acciones de promoción, labores de formación, incubación de start-ups...

- [Bidaya](#): Es una incubadora de empresas localizada en Casablanca. Cada semestre acoge a 7 startups diferentes con un fuerte impacto social o ambiental.
- [IRESEN](#): Es el Instituto de Investigación de Energía Solar y Nuevas Energías. Fue creado en 2011 por el en su momento llamado Ministerio de Energía, Minas, Agua y Medio Ambiente. Principalmente se dedican a lanzar convocatorias como [Green Innoboost](#) que aceleran proyectos “verdes” industriales, labores de investigación o de apoyo económico a estos y de creación de centros de investigación. De momento estas últimas son 4:
  - Water Energy Nexus (Desalación y tratamiento de agua)
  - Green Energy Park (Energía solar)
  - Green & Smart Building Park (Edificios verdes y eficacia energética)
  - Bioenergy & Storage Park (Bioenergía, biomasa y almacenamiento)
- [Masen](#): Es la agencia marroquí por las energías renovables y fue creada en 2010. El cluster solar y [Alsolen](#) entre otros dependen de esta agencia. Este último ofrece soluciones como centrales solares mixtas (Eólica y solar) lo que podría ser una tecnología interesante para aplicarla a la producción de hidrógeno. La agencia Masen se dedica a llevar a cabo proyectos como los parques solares Noor, promoción de la innovación tecnológica, inversión en i+D para aplicaciones industriales, colaboración con entidades educativas para crear formaciones centradas en las energías renovables, asesoramiento a empresas...
- [ONEE](#): La Oficina Nacional de la Electricidad y del Agua Potable es una agencia pública resultante de la unión entre la ONE (Electricidad) creada en 1963 y la ONEP (Agua Potable) creada en 1972. A finales de 2020 contaba con más 6 millones y medio de clientes y se encargaba de la producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. En las grandes ciudades son concesionarias como [Lydec](#) o [Redal](#) (Rabat-Salé) las encargadas de la distribución eléctrica pero es en el resto del país donde es palpable la importancia de la ONEE. Su objetivo es satisfacer la demanda eléctrica del Reino en las mejores condiciones, desarrollar la red (Incluyendo el rural) y contribuir al desarrollo de las energías renovables.
- [ONHYM](#): Oficina Nacional de Hidrocarburos y Minas. Fue creada en 2005 tras la fusión de la BRPM (1928) y ONAREP (1981). Es uno de los miembros del cluster Green H2 y está especializada en la exploración geológica y subterránea, en la elaboración de bases de datos y en lograr sinergias entre el sector minero y petrolero.
- [AMEE](#): Es la agencia marroquí por la eficacia energética y aunque es conocida desde 2016 con este nombre, viene precedida por otros organismos que se remontan hasta 1982. Su objetivo es controlar el consumo de energía del país y alcanzar una mejor eficiencia energética. Están centrados en las energías renovables y participaron junto al IRESEN y al cluster Green H2 en la [Expo 2020 de Dubai](#) presentando las ventajas del hidrógeno.

- [Ministerio de la Transición Energética y del Desarrollo Sostenible](#): Era anteriormente conocido como el MEM (Ministerio de Energía y Minas). Son los encargados bajo las altas instrucciones reales de fijar los objetivos del mix energético, invertir en el desarrollo de determinadas energías renovables, crear asociaciones o clusters en este sentido, lanzar licitaciones, subvencionar o apoyar el crecimiento de empresas industriales... Es la institución que publicó la hoja de ruta y la estrategia nacional del hidrógeno verde.
- Conseil National de l'Hydrogène (CHD): Fue creado en junio de 2020 y su objetivo es llevar a cabo estudios de viabilidad para la puesta en marcha de esta tecnología y la elaboración de la hoja de ruta.
- Commission Nationale de l'Hydrogène: Está presidida por el ministro de Energía y está compuesta por representantes de la ONEE, MASEN, ONHYM, OCP, IRESEN, del director de la [Escuela Nacional Superior de Minas de Rabat](#), del Ministerio de Economía y Finanzas, del Ministerio de Industria, Comercio y Economía verde, del secretario general del departamento de Energía del Ministerio de Energía y los directores de los departamentos de hidrocarburos y electricidad del mismo ministerio. Sus funciones son similares a las del CHD ya que se encarga de la orientación estratégica para la producción del hidrógeno, identificar proyectos pilotos...
- [Universiapolis Agadir](#): Esta universidad de Agadir firmó un acuerdo de colaboración a principios de noviembre de 2021 con Fusion Fuel Green y Consolidated Contractors. Este acuerdo consiste en testear prototipos dedicados a la movilidad teniendo en cuenta el contexto local y las necesidades energéticas.
- [Universidad Politécnica Mohamed VI \(UM6P\)](#): Esta universidad cuenta con 6 campus en diferentes ciudades del país (Ben Guerir, Rabat, Marrakech, Casablanca, El Jadida y Laâyoune). Han firmado un acuerdo de colaboración con el IRESEN y OCP.
- [Grupo OCP](#): Dedicado en sus inicios (1920) a la extracción y exportación de fosfato, es desde 2008 una sociedad anónima aunque el accionista mayoritario es el estado marroquí (95%). Hoy en día el 86% de su consumo eléctrico viene de fuentes renovables y aspiran a que en 2028 sea del 100%. Participa en proyectos como el ya mencionado con el IRESEN y la UM6P.

Respecto a organismos extranjeros, podemos hacer una mención especial a los siguientes:

- [IRENA](#): Es la Agencia Internacional de las Energías Renovables. En un estudio publicado en enero de 2022 titulado [Geopolitics of the energy transformation: the hydrogen factor](#) colocan a Marruecos como uno de los futuros gigantes en la producción y exportación de esta energía (Hidrógeno verde).
- [Fraunhofer Gesellschaft](#): Es un instituto alemán especializado en la investigación en ciencias aplicadas y el de mayor tamaño de Europa. Ha participado en el Power to X Summit celebrado en 2019 y presentado sus resultados preliminares sobre las

oportunidades en términos de mercado y potencial de estas tecnologías. También analizaron las oportunidades a aprovechar por el país alauita.

- La asociación alemana-marroquí [PAREMA Energy](#) nació en 2012 con la firma de declaración de intenciones a nivel ministerial ([BMWK](#) y [MEME](#) respectivamente). Las siglas equivalen a Cooperación Energética Marroquí-Alemana y pretende ser la plataforma central de diálogo político institucional en términos energéticos entre los dos países.

Por último, es indicativo de la importancia que se le confiere o del potencial que se prevé en Marruecos al hidrógeno con la organización del [World Power-to-X Summit](#). La primera edición (Virtual) fue del 1 al 3 de diciembre de 2020 y fue organizada por el IRESEN, UM6P. Alemania fue el invitado de honor de este evento. Más de 2.000 personas de 60 países de los 5 continentes participaron en esta edición. La edición de 2021 estaba prevista para las mismas fechas (1 al 3 de diciembre) en [Marrakech](#).



## 2.2.2. Acuerdos

En este punto veremos algunos de los acuerdos más significativos entre Marruecos y otros países o entre empresas y organismos.

- **Unión Europea**
  - Firma de una [declaración conjunta](#) durante la [COP 22](#) que supone la hoja de ruta para el intercambio de electricidad verde entre Marruecos y el mercado energético interno europeo. De esta última parte, los países firmantes fueron: Alemania, Francia, España y Portugal.
  - La promesa de una inversión de 1.600 millones de euros de la parte de la Unión Europea en Marruecos entre 2021 y 2027 para los sectores digitales, energético y de transporte.
- **Alemania**
  - Firma de un [acuerdo](#) en Berlín el 10 de junio de 2020 entre la embajadora de Marruecos en Alemania, Mme Zohour ALAOUI y el ministro de Cooperación Económica y Desarrollo, Gerd Müller. El acuerdo busca desarrollar el sector de la producción de hidrógeno verde y poner en marcha proyectos de investigación e inversión en la utilización de esta materia y del metanol.

Ambos países comenzarán colaborando en el proyecto Power-to-X de Masen y en la creación de una plataforma de investigación sobre el Power-to-X en colaboración con el IRESEN. Marruecos es el primer país que firmó un acuerdo en este campo poco después de la presentación de la estrategia nacional alemana sobre el hidrógeno. En esta estrategia se prevé la dedicación de 7 mil millones de euros, de los cuales 2 mil millones serán dedicados a la cooperación con socios internacionales.

- Alemania a través de la [BMZ](#) (Ministerio Federal para la Cooperación Económica y el Desarrollo) prevé apoyar la construcción de un centro donde se produzca hidrógeno verde a través de energía solar en Marruecos. En el [comunicado](#) la BMZ dice que esa instalación estaría operativa a partir de 2025 y que produciría alrededor de 10.000 toneladas de hidrógeno anuales. Esa cantidad podría ser utilizada por 2.000 camiones que utilizaran esta energía. En el comunicado no se especifica cuántas de esas toneladas llegarían a Alemania.
- Los puertos de Tánger MED y de Hamburgo a través de una [carta de intención](#) cooperarán con el intercambio de experiencias y buenas prácticas en términos de ciberseguridad y digitalización de procesos. Por otro lado, se producirá la exportación de hidrógeno verde desde este puerto hasta el respectivo puerto alemán.
- A finales de mayo de 2021 debido a unas declaraciones del gobierno alemán en el que declaraban que estaban a favor de la soberanía del Sáhara Occidental, se produjo una crisis diplomática entre ambos países y la [congelación](#) de ayudas o paralización (temporal) de la cooperación en muchos campos incluyendo el del hidrógeno verde.
- **Chile:** [Acuerdo](#) firmado en 2016 entre Corfo (Corporación de Fomento de la Producción) y MASEN para impulsar la industria solar, la investigación y el desarrollo y la ejecución de futuros proyectos en materia de energías renovables entre Chile y Marruecos. En julio de 2021 tuvo lugar un seminario a distancia y durante el mismo los dos países prometieron una cooperación bilateral reforzada en el campo del hidrógeno verde. Se estima que los dos países pueden convertirse en centros regionales de producción y de comercialización de energías renovables.
- **Portugal:** A principios de febrero de 2021 se firmó un [acuerdo](#) entre Portugal y Marruecos que establece las bases de cooperación entre los dos países para el desarrollo del hidrógeno verde. El ministro marroquí de energía en esa época afirmó que se trataba del primer paso para poner en marcha las acciones necesarias para el desarrollo de la cooperación en el campo del hidrógeno verde.
- **Universidad de Agadir:** El ya mencionado [acuerdo](#) entre Fusion Fuel Green, Consolidated Contractors y Universiapolis (Agadir). Consiste en una colaboración conjunta para la prueba de prototipos relacionados con el transporte y la movilidad a través del hidrógeno.

- **Cooperación IRESEN, OCP y UM6P:** En este [acuerdo](#), también mencionado anteriormente en el trabajo, se ponen los cimientos para la creación de la plataforma tecnológica Green H2A. Ésta se dedicará al i+D y a la innovación en el campo del hidrógeno verde. Estará situada en una zona industrial del grupo OCP y ocupará más de 5 hectáreas. Habrá pruebas *outdoor*, oficinas y laboratorios.
- **IRENA y el Ministerio de Energía, Minas y el Medioambiente (MEME):** Esta [firma](#) busca reforzar la cooperación entre las dos partes y trabajar en estrecha colaboración en estudios relativos al hidrógeno verde y explorar de forma conjunta mecanismos para implicar al sector privado en la economía verde. También buscarán la promoción de esta tecnología, la exploración de nuevas cadenas de valor, estudio de perspectivas del mercado, colaboración público-privada...

### 2.2.3. Proyectos

A continuación veremos algunos de los proyectos más relevantes que están en vigor o han sido propuestos.

- [Fusion Fuel Green Plc](#) (Irlanda y Portugal) [Consolidated Contractors Group](#) (Fundada en Líbano y con su sede social en Grecia) y [Vitol](#) (Fundada en Holanda pero su sede social está situada en Ginebra, Suiza): Estas tres empresas han firmado un [acuerdo](#) para llevar a cabo el proyecto **Hevo Ammoniac Maroc**. Tiene un coste estimado de 865 millones de € y cuando esté en pleno funcionamiento debería producir 10.411 toneladas de hidrógeno verde anuales (A partir de 2025) y 60.000 toneladas de amoníaco verde (2025). La [International Financial Corporation](#) y otros fondos de inversión financiarán la mayor parte del coste del proyecto. Ocupará un terreno cercano al mar (El agua utilizada será desalinizada) y de un tamaño de unas 1.000 hectáreas. Este proyecto permitirá reducir en 280.000 toneladas anuales las emisiones de CO2 y que Marruecos a través del grupo OCP no tenga la necesidad de importar amoníaco de terceros países.
- [SAIPEM](#) y Alboran Hydrogen: Ambas de origen italiano cuentan con un [acuerdo de colaboración](#) desde marzo de 2021. Éste contempla la construcción de 5 centros de producción de hidrógeno verde a través de electrólisis: 3 en el país transalpino, 1 en Albania y otro en Marruecos. La localizada en Marruecos será dedicada a la producción de amoníaco a través de este elemento.
- [AAQIUS](#): Es una empresa franco-suiza que ha firmado acuerdos con diferentes regiones de Marruecos como [Tanger Tetouan Al Hoceima](#) (Diciembre 2017) o [Marrakech-Safi](#) (Octubre 2017). Estos proyectos estarían más relacionados con la movilidad urbana sostenible y la tecnología STOR-H. Esta empresa busca que solo en Marrakech haya entre 20.000 y 30.000 vehículos que utilicen pilas de hidrógeno como combustible.
- [TOTAL Eren](#): Una filial de la francesa [TotalEnergies](#) recibió el visto bueno de la CRUI (Comisión Regional Unificada de Inversión) a finales de noviembre a su

[megaproyecto](#) en la región de Guelmim-Oued Noun, en el sur de Marruecos. El coste del proyecto es de 9.310 millones de €. Se trata de un proyecto híbrido ya que combina la energía solar y eólica (Generará más de 10 GW) y busca producir hidrógeno verde y amoníaco. Tanto la aprobación por el mencionado organismo como los trabajos preparatorios (Estudios topográficos de un terreno de más 170.000 hectáreas, diseño preliminar...) ya han sido realizados. La siguiente fase consiste en estudios tecno-económicos, un diseño de las infraestructuras eléctricas y búsqueda de acuerdos con proveedores. Se espera que la producción comience antes de acabar 2027.

### 3. Potencial de Marruecos

El gabinete de consejo internacional [McKinsey & Company](#) en su estudio titulado [Africa's Green Manufacturing Crossroads: Choices for a Low Carbon Industrial Future](#) (Septiembre 2021) calificó a Marruecos como el líder de la transición energética en África. En este estudio entre otros se resume el trabajo llevado a cabo por Marruecos en energía renovable y los últimos pasos dados en relación con el hidrógeno verde.

También se expresa en este mismo sentido el [Instituto Fraunhofer para la Investigación sobre los Sistemas y la Innovación](#) de Alemania y [Parema Energy](#). Estos dos organismos analizan el potencial del país y también los riesgos existentes. En cuanto a esto primero creen que podría cubrir entre el 2 y el 4% de la demanda mundial de hidrógeno verde en 2050, se trataría de un mercado de entre unos 100 y 680 mil millones de euros.

La también alemana fundación sin ánimo de lucro, [Heinrich-Böll-Stiftung](#), estima que la dependencia energética de Marruecos puede pasar del 88% hoy en día al 35% en 2040 y a menos del 17% en 2050 gracias a las energías renovables.

O la [IRENA](#) que estima que Marruecos puede convertirse en uno de los mayores exportadores de hidrógeno verde del mundo. Afirma también que el hidrógeno podría cubrir el 12% de la energía consumida a nivel mundial de aquí a 2050 y que hasta el 30% de este elemento podría ser exportado a terceros países.

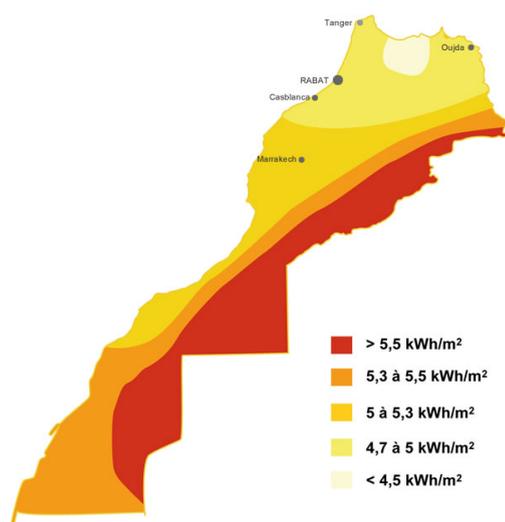
Para analizar el potencial marroquí en hidrógeno verde lo dividiremos en dos categorías:

- Potencial geográfico
- Potencial político

#### 3.1. Potencial Geográfico

Como pudimos ver en el [estudio sobre la Situación del Sector de las Energías Renovables](#) realizado por la antena del IGAPE de Marruecos y que fue publicado en mayo de 2021, el país cuenta con un alto potencial para las energías eólica y solar.

##### Ensoleillement au Maroc



##### 3.1.1. Energía Solar

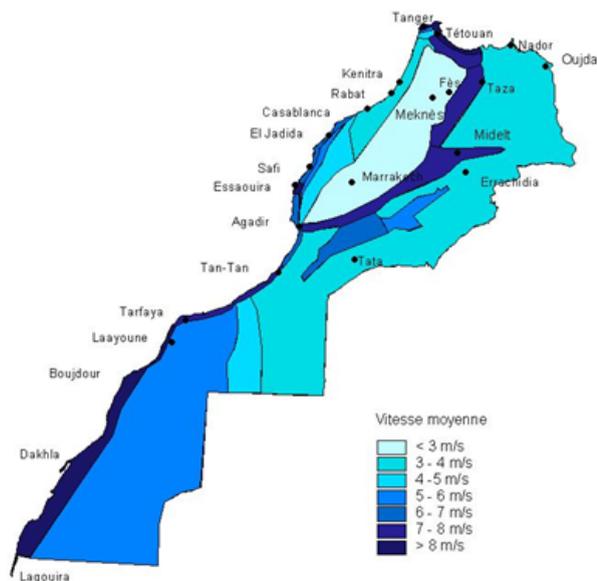
En la siguiente imagen elaborada por la MASEN se puede ver un mapa del país dividido en zonas según la radiación solar que reciben. Esta va de 4,5 kilovatios hora o menos por metro cuadrado como mínimo y de 5,5 kilovatios o más en la misma escala. El país tiene un gran GHI (Global Horizontal Irradiance) y cuenta con más de 3.000 horas de sol al año.

La zona con el indicador más bajo está en el norte del país y coincide en ser el área con una mayor cantidad de precipitaciones. El resto del país cuenta con una repartición similar, tendiendo a ser más altos los valores cuanto más al sur y al este vayamos.

Es un país con un alto *know how* en este campo:

- 707 MW de potencia instalados a finales de 2019, de los cuales 580 MW vienen de los campos de placas solares Noor Ourzazate I, II, III y IV.
- Diferentes tecnologías como *CSP trough*, *CSP tower* o *PV* con seguimiento solar que permiten capacidades de almacenamiento de entre 3 y más de 7 horas (En el caso del *CSP Tower*).
- Gran número de empresas extranjeras tanto para la instalación, producción o reparación. La tasa de integración industrial media en este campo es del 34%.
- Institutos de formación centrados en este campo.
- Una apuesta clara por esta energía (Debe alcanzar un peso del 20% en el mix energético para el 2030) y con unas grandes condiciones naturales si lo comparamos con países europeos de su entorno. Se esperan más de 20 nuevos proyectos en los próximos años que aportarán más de 2.700 MW extra.

### 3.1.2. Energía Eólica



También se espera que la energía eólica sea junto con la solar uno de los pilares hacia la transición energética.

En 2015 suponía un 10% del total del mix eléctrico y se espera que llegue al igual que la solar a suponer un 20% en 2030. La potencia instalada a finales de 2019 era de 1.207 MW. Hay 9 proyectos previstos que harán pasar la capacidad hasta por lo menos los 2.450 MW.

En el siguiente mapa podemos ver la velocidad media del viento en diferentes áreas del país. Las zonas en las que este es más fuerte son en la zona norte y a lo

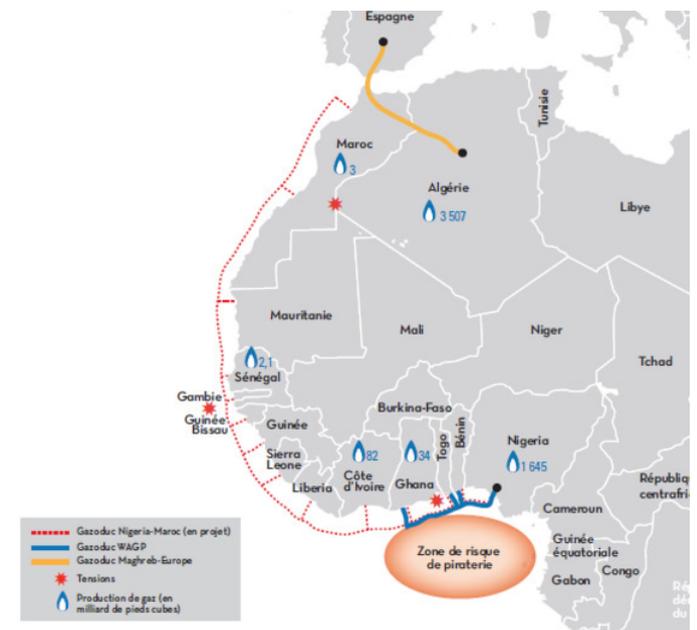
largo de la costa sur. La ciudad de Dakhla cuenta por ejemplo con más de 300 días de viento al año.

Esto último es significativo ya que para la producción de hidrógeno verde en Marruecos se utilizará eminentemente agua proveniente del mar. Además esas zonas costeras cuentan con una menor densidad de población y en algunos casos con ayudas o incentivos fiscales regionales a la implantación. Algunas instalaciones cuentan con factores de capacidad del 50%, lo habitual es que esta sea de un 25% debido a las reparaciones necesarias, falta de viento o viento excesivo.

### 3.1.3. Costa y Situación Geográfica

El país cuenta con más de 3.400 kilómetros de costa, en su mayoría en la parte atlántica que es además la que cuenta con mejores condiciones tanto solares como eólicas.

Marruecos puede apoyarse en sus infraestructuras gasísticas y portuarias existentes bien conectadas en ambas orillas para poner en marcha una plataforma logística de exportación de hidrógeno verde y productos derivados hacia Europa.



En la imagen superior izquierda podemos ver un mapa con los diferentes puertos del país y en la derecha el de gasoductos: Uno que está en construcción y que iría desde Nigeria y el gasoducto Maghreb-Europa (Cerrado en 2021 por parte de Argelia).

### 3.2. Potencial Político

Como hemos visto anteriormente, Marruecos está muy bien posicionado y reconocido a nivel regional y mundial en el campo de las energías renovables. Ha sido además uno de los países pioneros en este sentido ya que desde 2009 ha tomado iniciativas y legislado para la adopción de este tipo de energía. Sus compromisos en la transición energética son

en muchas ocasiones superiores a los firmados en por ejemplo los acuerdos del clima de París.

Desde las instituciones públicas se promueve la creación de formaciones especializadas en este campo (Como por ejemplo en el instituto [IFMEREE](#)), creación de clusters e incubadoras centradas en las energías renovables, licitaciones públicas abiertas a empresas extranjeras, legislación clara, facilidades o ventajas a la implantación, estabilidad política, crecimiento económico...

Pero sin duda su activo más importante es su papel diplomático. Respecto al hidrógeno verde, como ya mencionamos anteriormente ha firmado entre otros acuerdos de colaboración con Chile, uno de los países con un mayor potencial. También con numerosos países de la Unión Europea. Su cercanía, 14 kilómetros lo separan solamente de la España peninsular, y las condiciones climáticas propicias (Gran cantidad de sol y viento y extensiones deshabitadas) lo convierten en un socio estratégico para el viejo continente. La importación de hidrógeno verde proveniente de Marruecos y productos derivados como el amoníaco para Europa será necesaria para alcanzar sus compromisos de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 4. Proyecciones y Perspectivas

En la hoja de ruta del hidrógeno verde elaborada por el Gobierno marroquí se pueden ver algunas estimaciones del potencial de demanda o de las exportaciones. Para todos los datos se muestra un escenario de referencia o realista y otro optimista.

Basándose en estudios como el del [Consejo Mundial de la Energía](#), que calcula que el mercado mundial del hidrógeno verde y derivados en 2050 será de 20.000 TWh, para la hoja de ruta hacen sus suposiciones. En 2030 el Gobierno marroquí estima tomando estos datos que la demanda en 2030 será de 600 TWh. En ese momento, como prueban estudios como “*Opportunités Économiques du Power-to-X au Maroc*”, Marruecos podría captar hasta un 4% de la demanda mundial. Este porcentaje se prevé que decaiga en 2050 hasta el 1% debido a las fuertes inversiones en otros países.

| ESTIMATIONS SUR LES EXPORTATIONS D'HYDROGENE ET DE CARBURANTS SYNTHETIQUES |            |             |             |              |             |             |              |
|--|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Application  | Unité      | Référence   |             |              | Optimiste   |             |              |
|  |            | 2030        | 2040        | 2050         | 2030        | 2040        | 2050         |
| Hydrogène (H <sub>2</sub> )  | TWh        | 7.3         | 32.6        | 81.4         | 15.4        | 65.1        | 162.8        |
| Carburants synthétiques (PtL)  | TWh        | 3.0         | 13.3        | 33.3         | 6.3         | 26.7        | 66.7         |
| <b>Total</b>   | <b>TWh</b> | <b>10.3</b> | <b>45.9</b> | <b>114.7</b> | <b>21.7</b> | <b>91.8</b> | <b>229.5</b> |
| Eq. Capacité EnR   | GW         | 5.2         | 23          | 57.4         | 10.9        | 46          | 114.8        |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

En la tabla superior podemos ver las estimaciones de exportaciones por década en los dos escenarios de hidrógeno (Exportado bajo forma de amoníaco) y carburantes líquidos sintéticos.

Se estima que la demanda de exportación será de 2 a 9 veces superior de aquí a 2050 a la demanda interna. La demanda interna consistirá principalmente en amoníaco e hidrógeno. El amoníaco sería demandado en su mayoría por el grupo OCP, como referencia en 2019 tuvieron una demanda de 2 Mt. El hidrógeno verde y sus derivados por contra serán utilizados por la industria de los fertilizantes y posiblemente del refinado. El hidrógeno verde podría cubrir entre el 25% de la demanda de las refinerías en 2030 y hasta un 40% en 2050. Esta demanda comenzaría en unos 5 Mt anuales y podría llegar hasta los 10 Mt.

### ÉVALUATION DE LA DEMANDE INTERIEURE EN HYDROGENE VERT ET SES DERIVES COMME MATIERE PREMIERE

| Application                 | Unité                 | Référence  |             |             | Optimiste  |             |             |
|-----------------------------|-----------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
|                             |                       | 2030       | 2040        | 2050        | 2030       | 2040        | 2050        |
| Ammoniac                    | TWh (H <sub>2</sub> ) | 2.7        | 13.3        | 19.3        | 6.4        | 19          | 20          |
|                             | Mt (Amm)              | 0.5        | 2.5         | 3.7         | 1.2        | 3.6         | 3.8         |
| Hydrogène (H <sub>2</sub> ) | TWh                   | 0.4        | 0.8         | 1.4         | 0.4        | 0.8         | 1.4         |
| <b>Total</b>                | <b>TWh</b>            | <b>3.1</b> | <b>14.1</b> | <b>20.7</b> | <b>6.8</b> | <b>19.8</b> | <b>21.4</b> |
| Eq. Capacité EnR            | GW                    | 1.6        | 7.0         | 10.3        | 3.4        | 9.9         | 10.7        |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

En la siguiente imagen podemos ver la demanda interna de hidrógeno verde y carburantes sintéticos en el campo del transporte, esta se realiza bajo dos escenarios. El primero es el llamado de referencia, en el se alcanzan los objetivos de eficacia energética pero menos del 52% de la energía provendría de fuentes renovables en 2030. En cambio, el segundo escenario contempla que no se alcancen los objetivos de eficacia energética pero que el mix energético sí que sea verde en 2030 (52%).

**ÉVALUATION DE L'ABSORPTION DE L'HYDROGENE VERT ET DES CARBURANTS SYNTHETIQUES DANS LE TRANSPORT**

| Application                    | Unité      | Référence  |            |            | Optimiste  |             |             |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                                |            | 2030       | 2040       | 2050       | 2030       | 2040        | 2050        |
| <b>Hydrogène Vert</b>          |            |            |            |            |            |             |             |
| Mobilité Légère                | TWh        | 0          | 1.2        | 2.0        | 0          | 5           | 10          |
|                                | %          | 0%         | 3%         | 5%         | 0%         | 5%          | 10%         |
| Aviation                       | TWh        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0           |
|                                | %          | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%          | 0%          |
| Autre                          | TWh        | 0.5        | 2.0        | 2.5        | 1.4        | 4.5         | 9           |
|                                | %          | 2%         | 8%         | 10%        | 5%         | 15%         | 20%         |
| <b>Carburants Synthétiques</b> |            |            |            |            |            |             |             |
| Mobilité Légère                | TWh        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0           |
|                                | %          | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%          | 0%          |
| Aviation                       | TWh        | 0          | 0          | 2          | 0          | 0           | 10          |
|                                | %          | 0%         | 0%         | 10%        | 0%         | 0%          | 20%         |
| Autre                          | TWh        | 0          | 2.0        | 2.5        | 0          | 4.5         | 9           |
|                                | %          | 0%         | 8%         | 10%        | 0%         | 15%         | 20%         |
| <b>Total</b>                   | <b>TWh</b> | <b>0.5</b> | <b>5.2</b> | <b>9.0</b> | <b>1.4</b> | <b>14.0</b> | <b>38.0</b> |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

Posteriormente veremos una tabla recapitulativa con el total de la demanda estimada de hidrógeno verde en Marruecos para las diferentes categorías: como exportaciones, como materia prima, como fuente de energía y como manera de acumular energía.

Para 2030 en ambos escenarios se espera que la mayor parte de esta demanda provenga de las exportaciones y de la industria. En 2040 y 2050, estas dos categorías seguirán teniendo el mayor peso en la demanda pero crecerán sobre todo el sector de transporte y habrá una mejor repartición. Por otro lado, los ingresos anuales estimados en el escenario optimista serían de más de 2 mil millones de euros en 2030 y de casi 31 mil millones en 2050.

INDICATION DE LA DEMANDE POSSIBLE POUR LES APPLICATIONS DE L'HYDROGENE VERT ET DE SES DERIVES AU MAROC (EN TWH)

| Application           | Secteur                                      | Référence |      |       | Optimiste |       |       |
|-----------------------|--|-----------|------|-------|-----------|-------|-------|
|                       |  | 2030      | 2040 | 2050  | 2030      | 2040  | 2050  |
| Exportations          | Exportations                                 | 10.3      | 45.9 | 114.7 | 21.7      | 91.8  | 229.5 |
| Matière première      | Industrie                                    | 3.1       | 14.1 | 20.7  | 6.8       | 19.8  | 21.4  |
| Énergie               | Transport                                    | 0.5       | 5.0  | 11.2  | 1.4       | 13.9  | 37.7  |
|                       | Industrie                                    | 0.0       | 2.7  | 5.4   | 0.0       | 6.7   | 14.4  |
|                       | Résidentiel                                  | 0.0       | 0.0  | 1.3   | 0.0       | 0.0   | 3.1   |
| Stockage de l'énergie | Stockage de l'électricité au niveau national | 0.0       | 0.2  | 0.6   | 0.2       | 0.6   | 1.0   |
|                       | Stockage de l'électricité pour l'export      |           |      |       |           |       |       |
| Demande totale en TWh |  | 13.9      | 67.9 | 153.9 | 30.1      | 132.8 | 307.1 |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

Esta demanda de hidrógeno verde permitirá a Marruecos y a los países que decidan adquirirlo cambiar los combustibles fósiles tradicionales utilizados por este elemento y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El hidrógeno podría sustituir al hidrógeno gris en las refinerías, al amoníaco convencional en los fertilizantes, al diesel como combustible para vehículos, al queroseno para los aviones o al gas butano en los hogares.

Los cálculos estiman que la reducción de CO<sub>2</sub> a la atmósfera debido a esta sustitución sólo en Marruecos en 2050 sería de entre el 10 y el 20% de sus emisiones totales de 2019 (107 Mt CO<sub>2</sub>eq en total).

POTENTIEL ANNUEL DE REDUCTION DES EMISSIONS PAR APPLICATION DE L'HYDROGENE VERT ET SES DERIVES EN MT CO<sub>2</sub>EQ PAR AN

| Application                  | Référence |      |      | Optimiste |      |      |
|------------------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|
|                              | 2030      | 2040 | 2050 | 2030      | 2040 | 2050 |
| Industrie (Chaleur)          | 0.0       | 0.7  | 1.4  | 0.0       | 1.8  | 3.8  |
| Transport                    | 0.1       | 1.4  | 3.0  | 0.4       | 3.8  | 10.0 |
| Résidentiel                  | 0.0       | 0.0  | 0.3  | 0.0       | 0.0  | 0.7  |
| Industrie (Matière première) | 0.9       | 4.1  | 5.9  | 1.9       | 5.7  | 6.1  |
| Total                        | 1.0       | 6.2  | 10.6 | 2.3       | 11.3 | 20.6 |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

## 5. Hoja De Ruta

La hoja de ruta fue elaborada por los miembros de la Comisión Nacional del Hidrógeno y se resume en 8 acciones divididas en 3 categorías distintas:

- **Tecnologías**

- **Reducción de Costes:** Esta se puede lograr a través de varias formas como:

- A través de la inversión en i+D y prueba de nuevas tecnologías
- Facilitación de economías de escala a lo largo de la cadena de valor a través de la implantación de proyectos con una capacidad de 1GW en el medio plazo
- La creación de clusters o de ecosistemas industriales comunes lo que permitiría reducir los costes de acceso a instalaciones o infraestructuras

- **Investigación e Innovación:**

- El Ministerio de Energía, Minas y Medioambiente coordinará la creación de una rama de investigación e innovación en este campo y que trabaje de forma estrecha con instituciones ya existentes como el IRESEN, MASEN y demás
- El grupo OCP llevará a cabo en una colaboración público-privada los primeros proyectos pilotos de producción de moléculas verdes (Sobre todo amoníaco verde) y actuará como locomotora del sector
- Asociación y cooperación con otros países para la optimización y co-desarrollo de tecnologías de hidrógeno verde y derivados con el objetivo de compartir esfuerzos y contribuir a la creación de un cluster regional

- **Integración Industrial Local:**

- El sector privado asegurará la integración industrial local lo que permitirá mejorar la capacidad de Marruecos de participar en la cadena de valor del sector y garantizará la transferencia de conocimientos
- Se antoja primordial también una buena coordinación entre universidades y centros de formación profesional para formar a los mejores futuros profesionales y que sean empleados por las empresas nacionales e internacionales del sector

- **Inversión y Aprovisionamiento**

- **Cluster Industrial e Infraestructuras:**

- La necesidad de estructurar y organizar el sector bajo forma de clusters y ecosistemas con el fin de crear sinergias en la utilización de las infraestructuras. Esto permitirá una mejor gestión en el desarrollo de las infraestructuras para la implantación del hidrógeno verde y derivados
- El Gobierno con la colaboración de entes locales llevará a cabo la coordinación y los reajustes en la legislación necesarios para asegurar la aceleración en la expansión de la industria del hidrógeno verde

- **Financiación:**

- Apoyo directo a través de colaboración público-privada, financiación directa en acuerdos bilaterales o multilaterales y un tratamiento fiscal especial
- Medidas para garantizar la correcta financiación de la industria como pueden ser garantías de inversión, garantías de préstamos financieros y las garantías de crédito a la exportación

- **Mercados y Demanda**

- **Exportaciones:** Creación de las condiciones favorables para la exportación de moléculas verdes

- El transporte de hidrógeno verde y derivados se realizará principalmente por mar para ello será necesario la utilización de una flota que no utilice combustibles fósiles, la adaptación de puertos y construcción de infraestructuras de producción, almacenamiento y transporte
- También se introducirá una política fiscal favorable a la producción del hidrógeno verde

- **Almacenamiento:** Elaboración de un plan de almacenamiento

- Marruecos debe elaborar un plan de almacenamiento de este producto y sus derivados teniendo en cuenta modelos técnico-económicos a largo plazo sobre el sistema energético nacional y del de países interconectados (Sobre todo europeos)
- Todavía se encuentra en fase de evaluación técnica pero de las

diferentes formas de almacenamiento se espera que las cavidades o cuevas salinas tengan una gran importancia

- **Mercados Interiores:** Desarrollo de los mercados internos aunque primeramente deba aumentar la competitividad del hidrógeno verde y sus derivados
  - 1ª etapa: El Gobierno apoyará a la industria organizando diferentes plataformas de intercambio de información que se espera que sirvan para la planificación coordinada de las diferentes partes
  - 2ª etapa: Apoyo al i+D y a las instalaciones de prueba, subvenciones, *crédit d'impôt recherche* (Lo que equivale a una reducción de impuestos a las empresas que se dedican a la investigación), apoyo a las inversiones en infraestructuras...
  - 3ª etapa: Creación y desarrollo de mercados nichos como por ejemplo la utilización de pilas de hidrógeno en el transporte pesado por carretera o en algunas industrias
  - 4ª etapa: En el largo plazo la implantación de una tasa carbono

Para llevar a cabo esta hoja de ruta se torna necesaria una inversión entre el año 2020 y 2050 de entre 71 mil millones (Escenario referencia) y 93 mil millones de euros (Escenario optimista) para responder a la demanda.

En la siguiente imagen podemos ver el gasto estimado en miles de millones de dirhams marroquíes por década en los dos escenarios en las diferentes categorías.

| Application  | Référence |            |            |            | Optimiste  |            |            |             |
|--|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|  | 2020-2030 | 2030-2040  | 2040-2050  | 2020-2050  | 2020-2030  | 2030-2040  | 2040-2050  | 2020-2050   |
| Sources EnR  | 62        | 197        | 258        | 517        | 98         | 265        | 352        | 714         |
| Électrolyseurs   | 19        | 57         | 68         | 144        | 33         | 73         | 81         | 187         |
| Usines de dessalement d'eau                              | 0         | 0          | 1          | 2          | 0          | 1          | 1          | 2           |
| Capacités des usines de conversion - PtL                 | 3         | 11         | 20         | 34         | 5          | 21         | 38         | 64          |
| Capacités des usines de transformation Haber Bosch - PtA | 7         | 24         | 35         | 65         | 7          | 20         | 30         | 57          |
| <b>Investissement total nécessaire</b>                   | <b>90</b> | <b>289</b> | <b>382</b> | <b>762</b> | <b>143</b> | <b>380</b> | <b>502</b> | <b>1024</b> |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

Esta inversión producirá el siguiente aumento en la capacidad de producción de los centros de transformación, de desalación, de electrolizadores y de energía proveniente de fuentes renovables en los dos escenarios.

| Application  | Unité                | Référence |      |      | <i>Optimiste</i> |      |       |
|--|----------------------|-----------|------|------|------------------|------|-------|
|  |                      | 2030      | 2040 | 2050 | 2030             | 2040 | 2050  |
| Sources d'énergie renouvelables                      | GW(el)               | 8.0       | 36.7 | 78.2 | 14.6             | 60.4 | 131.5 |
| Électrolyseurs                                       | GW(H <sub>2</sub> )  | 2.8       | 13.9 | 31.4 | 5.2              | 23.0 | 52.8  |
| Usines de dessalement                                | Mm <sup>3</sup> p.a. | 4.4       | 21.9 | 49.2 | 7.0              | 30.6 | 70.4  |
| Capacités des usines de transformation - PtL         | GW(PtL)              | 0.4       | 2.1  | 5.3  | 0.8              | 4.4  | 11.6  |
| Usines de transformation Haber Bosch capacités - PtA | GW(Am)               | 1.1       | 5.0  | 10.7 | 2.4              | 9.0  | 19.2  |

Fuente: Hoja de ruta del hidrógeno verde

## 6. Sinergías Hispano-Marroquíes y Oportunidades

En diciembre de 2018 se organizó la primera edición del [foro marroquí-español](#) de innovación verde. Este fue organizado conjuntamente por el IRESEN y el [Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial de España](#). Este evento sirvió para anunciar el lanzamiento de un programa bilateral llamado **INNO ESPAMAROC ENERGY**. Este programa está destinado a financiar proyectos verdes de institutos de investigación y empresas de ambos países. También para la firma de acuerdos de cooperación científica y tecnológica entre el IRESEN y el [CENER \(Centro Nacional de Energías Renovables\)](#), [Tecnalia](#), [EURECAT \(Centro Tecnológico de Cataluña\)](#) y [CIC Energigune](#).

Estos años han sido muchas las empresas españolas que se han implantado o han trabajado de forma puntual en el campo de las energías renovables sobre todo en el sector eólico o solar. Por ejemplo podemos citar a:

- Abengoa
- Acciona
- Gamesa
- Grupotec
- Sener
- TSK

El hidrógeno verde es una tecnología en desarrollo y que se ha abaratado recientemente, por lo que son de momento pocas las empresas extranjeras que se hayan lanzado a ello y que estén presentes en el país en mayor o menor medida. Algunos ejemplos son Total EREN, Engie, Siemens Energy, EDF, Air Liquide, ThyssenKrupp, Enel... que son todos miembros del cluster Green H2.

Respecto a empresas españolas trabajando en o con Marruecos en el campo del hidrógeno verde, tenemos el ejemplo de la consultora [Mercados Aries International](#) que colabora con la start-up marroquí [GreenSleet](#). Esta colaboración no exclusiva se centra en proyectos de energías renovables, hidrógeno verde y desalación de agua de mar.

Las empresas gallegas se pueden aprovechar de las siguientes oportunidades:

- Labores de consultoría tanto a empresas gallegas como marroquíes en terrenos como la búsqueda de socios comerciales, aprovisionamiento o asesoramiento en la exportación de esta materia
- Empresas de transporte especializadas en el manejo de este tipo de materiales
- Compañías que se dediquen a la producción o abastecimiento de materiales para el sector de las energías renovables. Al igual que en industrias como la automovilística o la aeronáutica el Estado marroquí busca que haya una industria auxiliar local fuerte

- Compañías que produzcan oxígeno o bien fertilizantes a través de amoníaco

## 7. Conclusión

Como hemos podido ver en el estudio, el hidrógeno verde ha captado el interés de muchos países y es considerado por algunos como el combustible o petróleo del futuro. Lo cierto es que es una tecnología que permitirá potencialmente a sectores como el transporte pesado (Incluso en países como Japón o Alemania se están probando trenes propulsados por pilas de hidrógeno) o algunas industrias a descarbonizarse y a muchos países alcanzar sus objetivos de emisiones.

La producción de hidrógeno verde sigue siendo costosa aunque se ha reducido considerablemente su precio debido a la disminución de los costes aparejados a las renovables. Son muchos los organismos y centros de investigación que más allá de la producción, se centran en buscar la forma más eficiente de almacenamiento, transporte y exportación. El éxito en estas investigaciones determinará la adopción generalizada de esta tecnología o no.

Marruecos ha visto en este elemento (Hidrógeno) una oportunidad para reducir su importante dependencia energética y además convertirse en un exportador. Además el Estado busca aprovechar esta oportunidad y crear una industria auxiliar alrededor del hidrógeno como ya han hecho con éxito en otros casos. Para el proyecto de Hevo Ammoniac Maroc, las empresas participantes buscan de motu propio que la tasa de integración local sea del 80%.

Como en todo proceso, hay algunas voces críticas con esta hoja de ruta del hidrógeno. Una de ellas es la del profesor y director de laboratorio, Jamal Chaouki, de la Universidad Politécnica de Montreal (Canadá). Él opina que esta tecnología puede ser muy útil a pequeña escala adaptada al contexto local o para mercados de nicho. Para él una adopción a gran escala supondría una inversión desmedida y requeriría una utilización ingente de agua dulce. Comenta que el proceso de desalinización todavía está en desarrollo y que es necesario un tiempo a mayores. El señor Wolfgang Eichhammer, del Instituto alemán Fraunhofer, también cree que el Power-to-X (Hidrógeno verde) debe ser centrado en los sectores más pertinentes y que la eficacia energética es una de las mayores prioridades.

Está claro que todavía deben hacerse algunos avances en este campo para lograr una mayor competitividad respecto a otros tipos de energía pero se trata de una potencial gran oportunidad. No son muchas todavía las empresas dedicadas a esta labor y además se cuenta con el apoyo técnico y financiero/fiscal de los diferentes entes públicos marroquíes. Marruecos será un mercado a tener en cuenta y ayudará a Europa a alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 8. Bibliografía

### 8.1. Entrevistas

Omar Ziane, responsable de Cover Renewable Morocco

### 8.2. Información Proveniente de Estudios o Páginas Web

Ministère de la Transition Énergétique et du Développement Durable (2021). *Feuille de Route, Hydrogène Vert Vecteur de Transition Énergétique et de Croissance Durable*.

IRENA (2022). [\*Geopolitics of the Energy Transformation. The Hydrogen Factor\*](#).

McKinsey & Company (Septiembre 2021). [\*Africa's Green Manufacturing Crossroads: Choices for a Low Carbon Industrial Future\*](#).

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2016\\_11\\_13\\_set\\_roadmap\\_joint\\_declaration-vf.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2016_11_13_set_roadmap_joint_declaration-vf.pdf)

<http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/hydrogen/basics/production.htm>

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

[https://www.accion.com/es/hidrogeno-verde/?\\_adin=02021864894](https://www.accion.com/es/hidrogeno-verde/?_adin=02021864894)

<https://www.ecoactu.ma/hydrogene-samir-rachidi-iresen/>

<https://medias24.com/2020/07/04/energies-renouvelables-creation-dune-commission-nationale-de-lhydrogene/>

<https://www.masen.ma/fr/actualites-masen/hydrogene-vert-un-positionnement-davenir-pour-le-maroc-et-le-chili>

<https://www.masen.ma/fr/actualites-masen/le-maroc-sallie-au-portugal-pour-developper-lhydrogene-vert#:~:text=Le%20Maroc%20vient%20de%20signer.d%C3%A9veloppement%20de%20l%27hydrog%C3%A8ne%20vert.&text=Saluant%20cette%20coop%C3%A9ration%20entre%20les,sp%C3%A9cial%20de%20la%20communaut%C3%A9%20internationale>

<https://www.deutschland.de/fr/transition-energetique-lhydrogene-vert-du-maroc-la-strategie-de-lhydrogene>

<https://www.maroc.ma/fr/actualites/le-maroc-et-lallemagne-signent-un-accord-de-cooperation-dans-le-domaine-de-lhydrogene>

<https://atalayar.com/fr/content/le-maroc-g%C3%A8le-son-accord-avec-lallemagne-sur-lhydrog%C3%A8ne-vert>

<https://www.lavieeco.com/economie/environnement/production-dhydrogene-vert-initiative-du-n-partenariat-dans-le-souss-massa/>

<https://lematin.ma/journal/2021/partenariat-strategique-maroc-appuyer-progression-leconomie-lhydrogene-vert/359999.html>

<https://www.masen.ma/fr/actualites-masen/le-maroc-devoile-son-plus-grand-projet-dhydrogene-vert-et-dammoniac>

<https://www.lavieeco.com/actualite-maroc/hydrogene-verts-lancement-du-projet-hevo-ammoniac-maroc/>

<https://leseco.ma/business/production-dhydrogene-vert-saipem-et-alboran-hydrogen-sactiver.html>

<https://www.menara.ma/fr/article/avec-stor-h-marrakech-se-lance-dans-la-mobilite-hydrogene>

<https://lebureaudecom.fr/aaqius-confirme-implantation-maroc/>

<https://www.agenceecofin.com/compagnies/2701-94694-maroc-total-eren-lance-un-megaprojet-d-hydrogene-et-d-ammoniac-verts-a-guelmim-oued-noun>

[https://www.lopinion.ma/Hydrogene-vert-McKinsey-le-Maroc-leader-de-la-transition-energetique-en-Afrique\\_a19106.html](https://www.lopinion.ma/Hydrogene-vert-McKinsey-le-Maroc-leader-de-la-transition-energetique-en-Afrique_a19106.html)

<https://medias24.com/2022/01/17/le-maroc-desormais-classe-parmi-les-exportateurs-potentiels-dhydrogene-vert/>

<https://www.jeuneafrique.com/1212773/economie/hydrogeneaf-le-maroc-a-lheure-h-af/>

<https://ma.boell.org/fr/2021/04/22/nouvel-essor-des-energies-renouvelables-au-maroc-grace-lhydrogene-vert>

<https://www.ecoactu.ma/iresen-cdti-un-programme-maroco-espagnol-pour-promouvoir-linnovation-verte/>

<https://medias24.com/2022/01/30/energies-renouvelables-la-start-up-greensleet-signe-avec-l-espagnol-mercados-aries-international/>

[https://www.swissinfo.ch/spa/marruecos-ue\\_von-der-leyen-anuncia-una-inversi%C3%B3n-de-1.600-millones-en-visita-a-marruecos/47333518](https://www.swissinfo.ch/spa/marruecos-ue_von-der-leyen-anuncia-una-inversi%C3%B3n-de-1.600-millones-en-visita-a-marruecos/47333518)

<https://www.bloomberglinea.com/2022/02/21/japon-comenzara-a-probar-su-primer-tren-a-hidrogeno/>

<https://www.h24info.ma/culture/debats-idees/jamal-chaouki-produire-de-lhydrogene-au-maroc-a-grande-echelle-est-absurde/>

<https://www.pv-magazine.fr/2019/10/02/le-fraunhofer-isi-voit-dans-le-power-to-x-une-grande-opportunit-economique-pour-le-maroc/>

<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6893120338922995712/>