



Hidrogen: la nova panacea?

Mites i realitats de les expectatives
de l'hidrogen a l'Estat espanyol

ecologistes
en acció



ODG
OBSERVATORI DEL DEUTE
EN LA GLOBALITZACIÓ

Títol

Hidrogen: la nova panacea?

Mites i realitats de les expectatives de l'hidrogen a l'Estat espanyol

Autoria

Javier Andaluz Prieto, Sagrario Monedero López i Josep Nualart Corpas

Edició

2021

Revisió de contingut

Íñigo Antepara López de Maturana, Emma Avilés Thurlow, Nuria Blázquez Sánchez, Carmen Duce Díaz, Francisco Ramos Muñoz i Nicola Scherer

Edita

Ecologistas en Acción i l'Observatori del Deute en la Globalització



Disseny i maquetació

Andrés Espinosa

Contacte

Observatori del Deute en la Globalització

C/Girona, 25, principal 1a. 08010 Barcelona. observatori@odg.cat • Tel: 93 301 17 93 • www.odg.cat

Ecologistes en Acció

C/Peñuelas 12, Bajo 28005 Madrid • Tel: 915312739 • www.ecologistasenaccion.org

Amb el suport de:



**Agència Catalana
de Cooperació
al Desenvolupament**



**Generalitat
de Catalunya**



Ecologistes en Acció i l'Observatori del Deute en la Globalització agraeix la reproducció i divulgació dels continguts d'aquest llibre sempre i quan la font sigui citada.

El contingut d'aquest document és responsabilitat exclusiva de l'Observatori del Deute en la Globalització i d'Ecologistas en Acción i no reflecteix necessàriament l'opinió de les seves finançadores.



Aquest llibre està sota llicència Reconeixement- No comercial – Compartir sota la mateixa llicència 3.0 Espanya de Creative Commons. Per a veure una còpia d'aquesta llicència, visiti: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

Índex

Resum executiu	4
Introducció	7
Què és l'hidrogen?	8
Característiques fisicoquímiques	10
Cadena de valor/subministrament de l'hidrogen	12
Quin rol ha de jugar l'hidrogen en el nou model energètic?	15
L'impacte de l'hidrogen verd	18
Qui hi ha darrere la promoció de l'hidrogen?	20
La nova geopolítica energètica	20
La bombona d'oxigen per a les grans empreses energètiques i fòssils	22
Per a quan un mercat regional/global de l'hidrogen?	25
Actors, rols i instruments	25
Acords d'importació-exportació	28
Un nou model energètic per a l'hidrogen	30
La península Ibèrica com a hub de l'hidrogen	32
Instruments reguladors, sectorials i transversals	35
Exemples concrets de projectes	36
L'Hydrogen Valley of Catalonia	36
Endesa i els seus 23 projectes d'hidrogen	36
Corredor basc de l'hidrogen	37
El Musel-Gijón	38
Conclusions	39

Resum executiu

En els últims mesos, estem presenciant un degoteig incessant de promeses i anuncis relacionats amb l'hidrogen verd que l'ha situat en el debat polític i mediàtic com una espècie de panacea davant els problemes i desafiaments que planteja la descarbonització del nostre model productiu i energètic.

Des d'Ecologistas en Acción (EeA) i l'Observatori del Deute en la Globalització (ODG) ens volem sumar a les veus crítiques que des de molts espais del món acadèmic, científic, social i ambiental estan alertant dels riscos i incerteses que plantegen les propostes llançades per administracions i empreses.

Primer, és important remarcar que l'hidrogen no és una font d'energia primària, sinó un vector energètic que compta amb la particularitat de ser capaç d'emmagatzemar energia per ser utilitzada posteriorment, però que necessita una aportació inicial d'energia primària per obtenir-lo en estat pur, ja que normalment es troba combinat amb altres elements químics com l'oxigen, el carboni o el nitrogen. La font d'energia utilitzada serà la que marqui el tipus d'hidrogen que obtinguem, i avui dia menys de l'1 % de la producció mundial de H_2 és d'origen renovable o verd.

Les seves propietats fisicoquímiques seran determinants per establir valoracions sobre el paper que pot jugar, ja que en dificulten el transport i l'emmagatzematge. Avui dia l'eficiència en el procés d'obtenció de l'hidrogen varia entre el 20 % i el 40 %, segons el sector i la tecnologia d'aplicació, la qual cosa suposa unes pèrdues molt importants.

En el cas de l'Estat espanyol, el consum d'hidrogen se situa entorn de les 500.000 t/any. Es tracta majoritàriament d'hidrogen gris, utilitzat com a matèria primera principalment en refineries (entorn del 70 %) i fàbriques de productes químics (25 %), que correspon al consum residual restant a sectors com el metal·lúrgic.

L'elevat cost de la producció d'aquest gas, així com altres problemes tècnics com la necessitat de comprimir-lo a altes pressions en alguna de les seves aplicacions, han estat darrere de la seva manca de desenvolupament. Les bondats i possibilitats de l'hidrogen han estat sobreestimades nombroses vegades i, avui dia, segueixen sense complir-se les esbombades promeses i les aplicacions rendibles continuen retardant-se.

Abordar el paper de l'hidrogen verd en la transició energètica no es pot deslligar del disseny adequat d'un mix energètic d'acord amb els límits planetaris. Aquest model haurà de considerar com a pilars bàsics l'eficiència energètica, l'estalvi i la baixada de consum, reduint les necessitats energètiques i adaptant-les a la futura disponibilitat, que serà notablement més baixa que l'actual, amb una potència disponible quantitativament i qualitativament més petita. El nostre model s'haurà de basar en energies netes que redueixin al màxim el seu impacte en l'extracció de recursos materials, en l'ocupació del territori, l'impacte sobre els ecosistemes i en la generació de residus.

Sempre que s'apliquin criteris estrictes de protecció ambiental i dins del marc d'un sistema energètic dins dels límits del planeta, l'hidrogen verd podria:

- Substituir el consum material de H_2 : en l'actualitat l'hidrogen és usat com a material en diferents indústries (refineries, metal·lúrgia, etc.) i la seva obtenció es fa sobretot a través dels combustibles fòssils. No obstant això, no podem deslligar el proveïment prioritari d'aquest hidrogen com a recurs material de la previsible demanda d'aquests béns en un futur. Així hem de discernir entre aquelles aplicacions que és necessari mantenir i aquelles que s'han de reduir o eliminar a causa de l'elevat cost climàtic, ecològic o social.
- Solucionar problemes amb tecnologies no electrificables: la baixa eficiència ho fa desaconsellable per a aquelles aplicacions que usen l'electricitat o són més fàcilment electrificables. Però, d'altra banda, tenim algunes aplicacions que requereixen la utilització de tecnologies amb una alta densitat energètica, on l'electricitat no arriba.
- Donar suport als moments de baixa producció elèctrica i donar-hi resposta en el curt termini.
- Substituir la demanda d'alguns minerals. A diferència dels sistemes de bateries actuals, les tecnologies utilitzades per a la fabricació i emmagatzematge de l'hidrogen són dependents de diferents minerals que les actuals tecnologies de bateries i la seva durabilitat és molt més gran.
- Donar resposta a sectors industrials molt vulnerables a la descarbonització. Existeixen processos industrials que necessiten assolir temperatures elevades per operar.

No hem d'oblidar, no obstant això, els impactes que té l'hidrogen verd, que principalment són:

- Impactes derivats de la instal·lació de renovables i per a l'obtenció de l'hidrogen.
- Per a la producció d'hidrogen verd és necessari obtenir energia a través de fonts d'energies renovables, encara que no estan exemptes d'impactes:
 - Els impactes de la mineria dels materials que requereix.
 - La transformació i ocupació dels llocs on s'instal·len les centrals elèctriques.
 - La competència pel territori entre els llocs preservats per al desenvolupament d'espècies no humanes o per a l'agroecologia.
- Les pèrdues energètiques: la fabricació i l'emmagatzematge tenen pèrdues importants, que podrien reduir l'eficiència del procés al 20 % en moltes de les seves aplicacions.
- Infraestructures addicionals i pressions sobre altres recursos.
- La construcció de noves infraestructures ha permès la reactivació del sector amb projectes que originalment estaven vinculats al gas i que es pretenen reviure amb l'hidrogen.
- Ruptura d'una adequada orientació de la transició ecològica: abordar adequadament la transició ecològica requereix superar els discursos centrats en exclusiva en la substitució d'unes tecnologies per unes altres.

El gran oblit en la transició energètica és la necessitat d'ordenar els usos i les tecnologies mitjançant una planificació adequada. Aquesta és una de les qüestions fonamentals per aconseguir una descarbonització correcta. Hem de començar a aplicar un principi de jerarquia d'usos de manera que quedi clar cap a on dirigir cadascun d'aquests sectors. Hem de fer els càlculs per veure quina quantitat d'energia tenim disponible i sobre quines tecnologies, adequant aquesta quantitat i distribuint-la a partir dels usos prioritaris, com per exemple l'alimentació, la fabricació de determinats béns o els esforços necessaris en l'adaptació al canvi climàtic. De manera que hauríem d'establir un sistema de jerarquia d'usos que prioritzï en ordre d'importància els termes següents:

1. Usos materials
2. Usos tèrmics d'altres temperatures
3. Usos per a sectors en els quals no existeix alternativa millor
4. Suport de generació convencional
5. Altres

Les grans empreses energètiques i lobbies fòssils estan generant una narrativa perquè l'hidrogen tingui un paper central en la descarbonització i que sigui l'hidrogen blau el que es desenvolupi a gran escala per les limitacions que presenta l'hidrogen verd. Aquesta narrativa els ha de permetre tenir un rol central en la transició energètica i que es puguin beneficiar dels fons de recuperació i resiliència europeus, Next Generation EU. A l'Estat espanyol, Iberdrola, Endesa i Naturgy han sol·licitat gairebé el total de subvencions atorgades a l'Estat espanyol per dur a terme la seva transició energètica, proposant una part significativa de les infraestructures necessàries per complir amb els objectius marcats pel Full de ruta de l'hidrogen renovable per a 2030.

Si parlem de geopolítica energètica, l'hidrogen és l'element que marcarà les relacions internacionals en els pròxims anys a causa de la seva capacitat de descarbonitzar l'economia si seguim amb el mateix sistema capitalista. Diferents països ja han elaborat les seves estratègies i fulls de ruta de l'hidrogen i han identificat les regions clau per a la importació d'aquest vector energètic. Aquests països han començat a elaborar contractes bilaterals amb futurs països exportadors per poder assegurar-se'n el subministrament i diversificar els actors amb els quals s'han relacionat fins ara, mentre que els països exportadors busquen suport per desenvolupar la infraestructura i mantenir el seu rol en el futur mercat energètic.

Un altre factor a tenir en compte en el desenvolupament de l'hidrogen és la creació d'un mercat global. Les institucions públiques estan incorporant el finançament d'aquest vector energètic en partides dels plans de recuperació i resiliència i aprovant programes marc per a la transició verda, mentre que el món financer comença a fer les primeres estimacions del valor del mercat per a les properes dècades. A més, existeixen instruments financers, com els bons verds, que permetrien el finançament de projectes d'hidrogen verd i blau, que criden l'atenció d'aquells actors que fins ara donaven suport al sector dels combustibles fòssils.

El Govern central ha elaborat el Full de ruta de l'hidrogen renovable com a guia per al desenvolupament d'aquest vector energètic a escala estatal. Encara que es posa l'accent a garantir la capacitat de generació d'hidrogen verd, l'estratègia que hi ha darrere és que l'Estat espanyol es converteixi en la regió de proveïment per a la resta d'Europa o com a territori de trànsit de l'hidrogen que s'importi d'altres regions del planeta. Aquesta estratègia està alineada amb la proposta d'Enagás i altres operadors del sistema gasista europeu de reconvertir infraestructures gasistes i construir-ne de noves per crear una xarxa de transport d'hidrogen troncal a escala europea, i també el desenvolupament de cadenes de subministrament entre diferents països.

En definitiva, l'hidrogen s'ha de plantejar en un escenari de transició cap a un model basat en la sobirania energètica, en el qual els individus conscients, les comunitats i els pobles prenguin les seves pròpies decisions respecte a la generació, distribució i consum d'energia, de manera que aquestes siguin apropiades a les seves circumstàncies ecològiques, socials, econòmiques i culturals, sense afectar negativament terceres persones.

Introducció

En els últims mesos, estem presenciant un degoteig incessant de promeses i anuncis relacionats amb l'hidrogen verd que l'ha situat en el debat polític i mediàtic com una espècie de panacea davant els problemes i desafiaments que planteja la descarbonització del nostre model productiu i energètic.

Des d'Ecologistas en Acción (EeA) i l'Observatori del Deute en la Globalització (ODG) ens volem sumar a les veus crítiques que des de molts fronts del món acadèmic, científic, social i ambiental estan alertant dels riscos i incerteses que plantegen les propostes llançades per administracions i empreses.

El present estudi intenta abordar, de manera divulgativa, la realitat de l'hidrogen i els dubtes que avui dia presenta la seva viabilitat ambiental, econòmica i social i alertar de l'enorme risc que correm de generar una bombolla de l'hidrogen.

Amb aquest objectiu, baixarem al pla tècnic analitzant-ne les característiques fisicoquímiques i la seva cadena de valor, ens aturarem en les principals virtuts i desafiaments que aquestes ofereixen i valorarem, en funció d'aquestes, els usos per als quals és adequat o no. D'altra banda, analitzarem què hi ha darrere de la promoció de l'hidrogen a tan gran escala, els fluxos i interessos financers que s'hi vinculen i la nova geopolítica energètica que s'està obrint entorn de l'hidrogen.

Finalment, assenyalarem alguns dels principals projectes que les empreses energètiques de l'Estat espanyol, amb el suport de les administracions, han llançat en els últims mesos.

Què és l'hidrogen?

L'hidrogen és la molècula més lleugera i petita de tota la taula periòdica i l'element més abundant a l'univers. Normalment es troba combinat amb altres elements químics com l'oxigen, en el cas de l'aigua (H_2O); el carboni, en els hidrocarburs (CH_x), i el nitrogen, en l'amoniac (NH_3). Això fa que sigui un portador d'energia, és a dir, un vector energètic que serviria per emmagatzemar i transportar energia, però que necessita una aportació inicial d'energia primària per separar les molècules i obtenir-lo en estat pur (H_2). Per tant, és important remarcar que l'hidrogen no és una font d'energia primària, sinó un vector energètic que compta amb la particularitat de ser capaç d'emmagatzemar energia per ser utilitzada posteriorment.

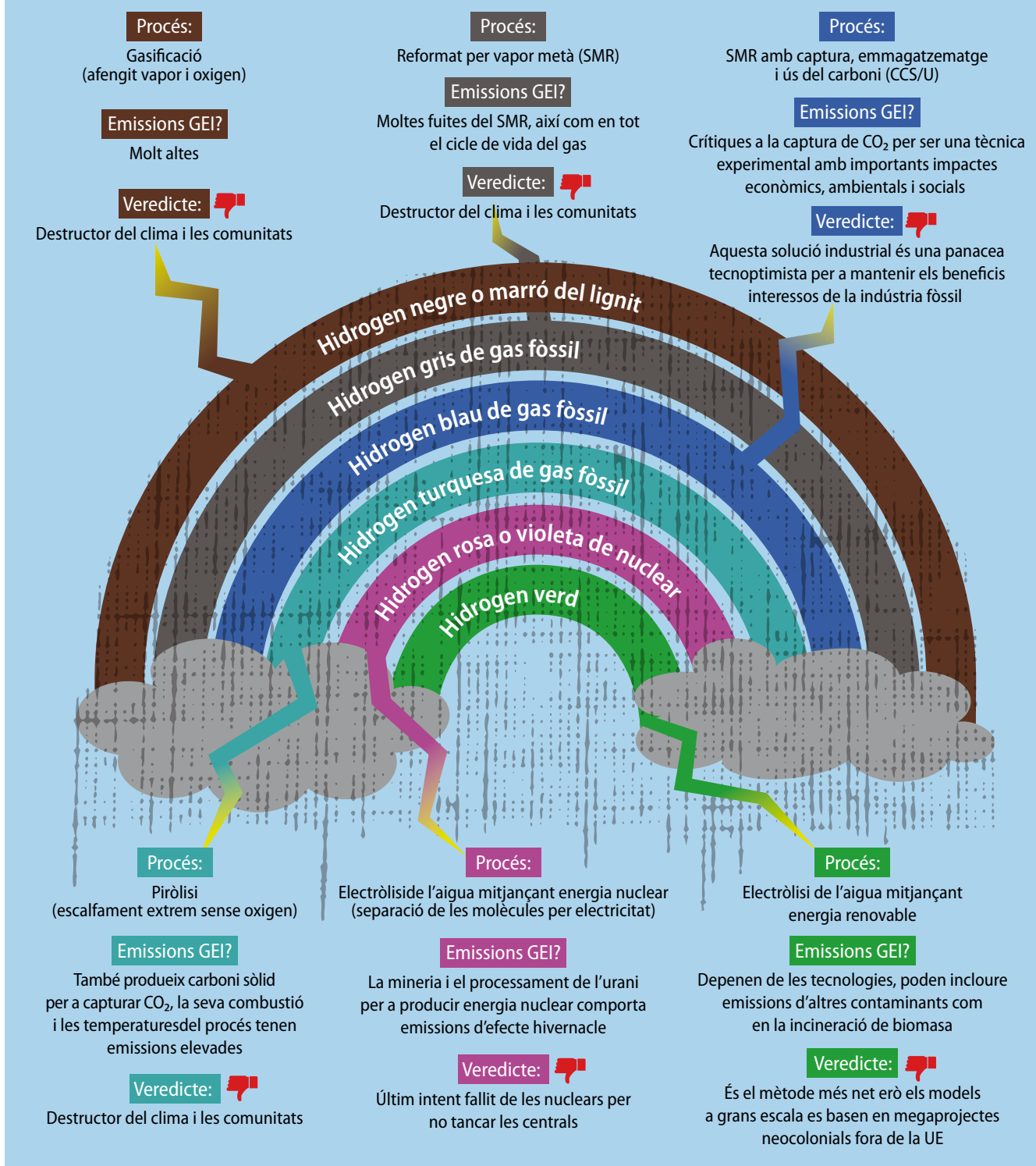
Llevat dels deixants dels avions propulsats amb H_2 ¹, l'hidrogen no emet gasos d'efecte d'hivernacle directament durant la seva utilització, però sí que els pot emetre indirectament en el procés emprat per a la producció i utilització. Per tant, és rellevant remarcar la idea que l'hidrogen és tan net com ho és la font d'energia que s'utilitzi per obtenir-lo i durant tot el seu procés.

Avui dia, menys de l'1 %² de la producció mundial de H_2 és d'origen renovable. D'acord amb les dades de l'informe d'IRENA, el 99 % dels 130 milions de tones d'hidrogen que es produeixen anualment per a processos industrials s'aconsegueix utilitzant processos de gasificació de carbó, lignit o gas natural.

-
- 1 El vapor d'aigua té uns efectes a llarg termini que semblen estar més condicionats per les característiques fisicoquímiques de l'atmosfera i pel cicle de l'aigua; per aquest motiu, se sol excloure a l'hora de monitorar l'evolució climàtica. A més, es creu que l'emissió d'aquest vapor d'aigua a les capes altes de l'atmosfera podria tenir importants efectes locals sobre el clima. Més informació: https://elpais.com/elpais/2019/06/27/ciencia/1561614117_113095.html
 - 2 IRENA "Hydrogen: A renewable energy perspective" September 2019 <https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Hydrogen-A-renewable-energy-perspective>

Figura 1. L'arc Iris de l'hidrogen

La indústria del vas ven l'hidrogen com a net i verd. Però darrere de tota la publicitat veiem que no tot l'hidrogen és el mateix, alguns tipus són més contaminants que d'altres. Al voltant del 80% de l'hidrogen mundial està fet amb combustibles fòssils com el gas metà, l'impacte climàtic del qual és molt més elevat que el del CO₂ durant la primera dècada. Tan en la extracció com en el transport de metà es produeixen fuites cap a l'atmosfera, sent tan perjudicial pel clima com el carbó, la extracció d'aquest gas també és una amenaça per a les comunitats locals i els ecosistemes com està succeint en el Delta del Niger.



Font: Corporate Europe; Food and Water Action Europe and Re:Common

Característiques fisicoquímiques

El H_2 té un elevat valor d'energia per unitat de massa, és a dir, alta densitat energètica. Amb tot, és un gas molt poc dens. Per tant, podem dir que té una alta densitat energètica en massa i una baixa densitat energètica en volum. Així mateix, la seva compressió, liquació o transformació en altres combustibles requereixen energia addicional que també hem de tenir en compte. Al gràfic següent es poden observar una comparativa de les propietats físiques entre l'hidrogen i el gas natural³:

Taula 1. Propietats físiques de l'hidrogen i del gas natural

Propietat	Hidrogen	Respecte al gas natural
Densitat (gas)	0.089 kg/m ₃ (0 °C, 1bar)	1/10
Densitat (líquid)	70,79 kg/m ₃ (-253 °C, 1bar)	1/6
Punt d'ebullició	-253°C (1 bar)	-90 °C
Densitat energètica (massa)	120 MJ/kg	x2
Densitat energètica (volum)	10,8 MJ/Nm ₃	1/3
Índex de Wobbe	11,29 kWh/Nm ₃	5/6

Comparativa entre les propietats físiques de l'hidrogen i del gas natural, d'"Hidrogen. Vector energètic d'una economia descarbonitzada" DDAA. Fundació Naturgy.

Les propietats fisicoquímiques de l'hidrogen tenen un pes important en la seva eficiència i seran determinants per establir valoracions sobre el paper que pot jugar:

- El fet de ser una molècula molt petita augmenta el risc de fuites.
- És molt inflamable, encara que aquest és un risc que es veu mitigit per l'alta difusivitat.
- Necessita una pressió molt alta.
- Provoca un afebliment dels materials utilitzats per emmagatzemar-lo i transportar-lo (corroeix les canonades, per exemple).
- La seva flama és incolora i inodora, fet que en dificulta la detecció en incendis i fuites.

Alguns dels principals problemes derivats d'aquestes característiques són:

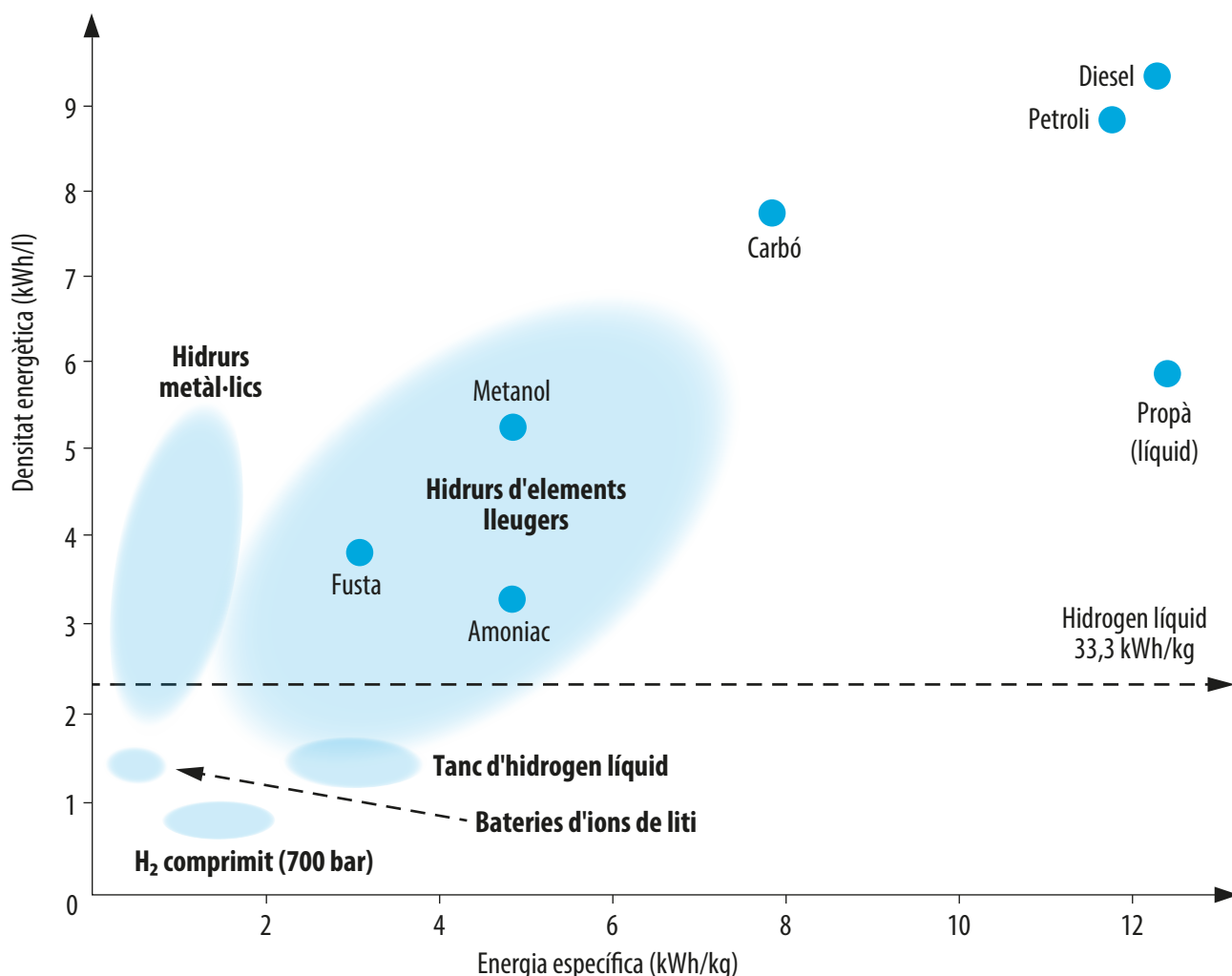
- Hi ha baixa eficiència en el procés d'obtenció de l'hidrogen, que varia entre el 20% i el 40% en funció dels sectors i de les tecnologies d'aplicació, segons nombrosos informes. Com que no és una font d'energia primària, pot implicar pèrdues de fins al 70% en tot el procés d'obtenció, emmagatzematge i transport en el cas dels vehicles⁴.

3 Extret d'"Hidrogen. Vector energètic d'una economia descarbonitzada" DDAA. Fundació Naturgy

4 Segons Antonio Turiel "Contando todas las pérdidas, la eficiencia energética desde la boca de producción hasta el movimiento motor del vehículo (well to wheel) suele rondar el 25%, frente al 75% o incluso más de los vehículos eléctricos. Encima, las pilas de combustible que se tienen que usar y que encarecen estos vehículos llevan materiales escasos como el platino." És interessant també l'anàlisi d'eficiència realitzat per Pedro Pietro per al portal 15-15-15 <https://www.15-15-15.org/webzine/2020/12/07/un-breve-analisis-de-la-eficiencia-de-ciclo-completo-de-la-economia-del-hidrogeno-verde/>

- El transport és complex. Com ja hem comentat, l'hidrogen es liqua a altes pressions i molt baixes temperatures, és molt volàtil i s'escapa i difon amb facilitat per les fissures més petites.
- Per emmagatzemar-lo es necessita alta pressió per aconseguir densitats energètiques en volum decents. Això implica usar dipòsits amb parets molt gruixudes i resistents (i per tant, molt pesants) i amb el risc d'explosió.

Figura 2. Comparativa amb altres sistemes d'emmagatzematge



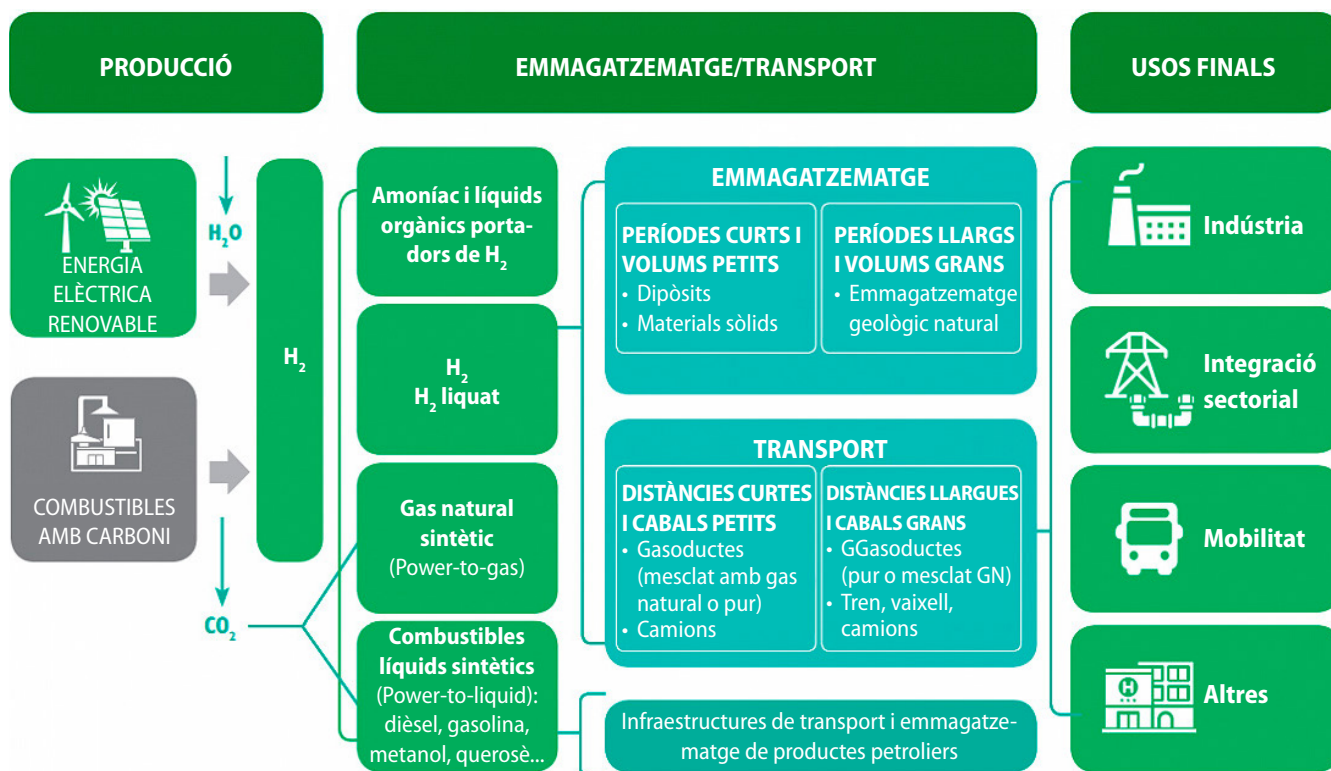
Sartbaeva, A., Kuznetsov, V. L., Edwards, P. P., & Wells, S. A. (2008). Hydrogen nexus in a sustainable energy future. *Energy & Environmental Science*, 1(1), 79-85. <https://doi.org/10.1039/b810104n>

Per tot el que s'ha dit, avui dia la seva rendibilitat és baixa i resulta una solució energètica molt cara. Segons algunes projeccions, l'hidrogen verd guanyarà en competitivitat respecte al gris ràpidament en els pròxims anys. No obstant això, avui dia el H₂ verd resulta molt més car que altres tecnologies que estan molt més madures.

Cadena de valor / subministrament de l'hidrogen

Les etapes en la cadena de valor del H₂ es mostren al gràfic següent⁵:

Figura 3. Etapes de la cadena de valor de l'hidrogen



Font: MITECO

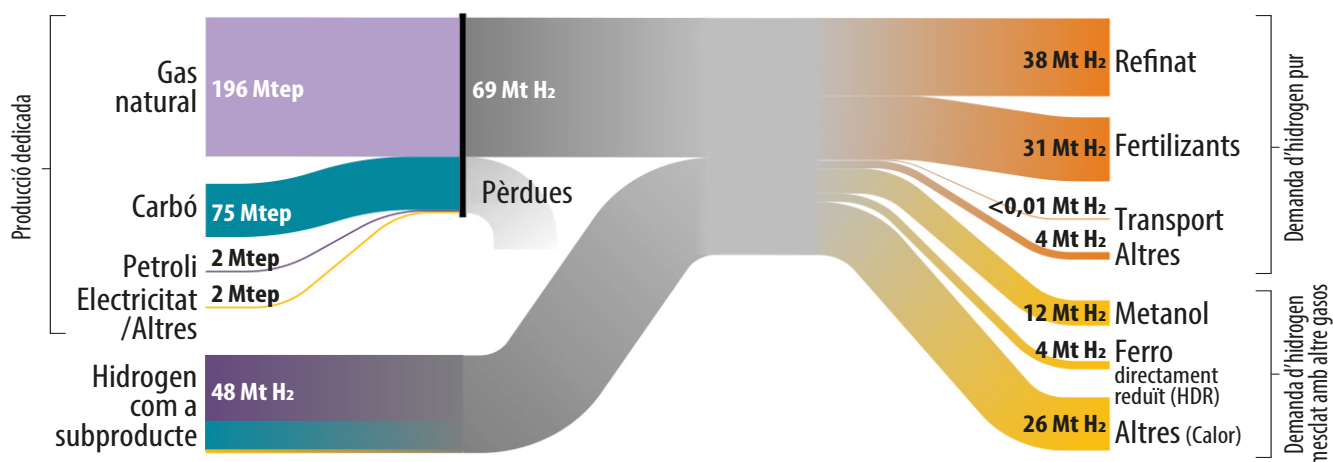
Avui dia, i segons dades ofertes pel Parlament Europeu⁶, el 43 % de la producció d'hidrogen del món s'utilitza per produir amoníac, que s'utilitza principalment per elaborar fertilitzants agrícoles amb una base d'amoníac; el 52 % s'utilitza per refinar i depurar hidrocarburs i el 5 % es fa servir per a la síntesi del metanol i altres usos.

⁵ Extret del Full de ruta per a l'hidrogen renovable: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/hoja-de-ruta-del-hidrogeno-renovable.aspx>

⁶ Resolució del Parlament Europeu, del 19 de maig de 2021, sobre una estratègia europea per a l'hidrogen: (2020/2242(INI))

En el cas de l'Estat espanyol, el consum d'hidrogen se situa entorn de les 500.000 t/any. Es tracta majoritàriament d'hidrogen gris, utilitzat com a matèria primera principalment en refineries (entorn del 70 %) i fàbriques de productes químics (25 %), mentre que el consum residual restant correspon a sectors com el metal·lúrgic. En molts casos, la producció es fa directament en la mateixa planta de consum a través d'instal·lacions de reformat de gas natural amb vapor⁷. Per tant, la immensa majoria de l'hidrogen s'utilitza avui dia com a matèria primera per a usos industrials:

Figura 4. Cadena de valor de l'hidrogen actual



Font: Agència Internacional de l'Energia.

Producció

Existeixen unes quantes tecnologies per obtenir hidrogen. En comentem les més rellevants:

- **Hidrogen a partir d'electricitat renovable:** en aquest cas, el principal mètode és el de l'electròlisi, és a dir, la separació de la molècula d'aigua en oxigen i hidrogen en estat gasós per mitjà d'un corrent elèctric continu, subministrat per una font d'alimentació connectada a dos elèctrodes, en la superfície dels quals es produeix la ruptura de la molècula de l'aigua. Els electrolitzadors poden ser de diferents classes (els alcalins són els més comuns en l'actualitat)⁸. Així mateix, hi ha altres mètodes per generar hidrogen verd a partir de la molècula de l'aigua com són la termòlisi o els fotoelectroquímics. No obstant això, són mètodes en un estat de maduresa molt baix en aquests moments.
- **Hidrogen a partir de gas natural:** el procés d'extracció de l'hidrogen del gas natural es coneix com a reformat. En aquest procés es produeixen òxids de carboni com a subproducte en forma gasosa, generant de l'ordre d'11 tones de CO₂ per cada tona d'hidrogen. Hi ha una altra tecnologia, la piròlisi de metà, que dona lloc com a subproducte carbó en forma sòlida, i en la qual es produeixen com a residu 3 tones de carboni per tona d'hidrogen⁹.

⁷ Dades extretes del Full de ruta espanyol per a l'hidrogen renovable: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/hoja-de-ruta-del-hidrogeno-renovable.aspx>

⁸ Per saber-ne més sobre tipus d'electrolitzadors, vegeu el Full de ruta espanyol per a l'hidrogen renovable.

⁹ Extret del llibre de de Fundació Naturgy <https://www.fundacionnaturgy.org/publicacion/hidrogeno-vectorenergetico-de-una-economia-descarbonizada/>

– Emmagatzematge i transport

El H_2 es pot emmagatzemar i transportar a través de diferents vies; per exemple, en estat gasós (a través d'infraestructures dedicades), com a gas comprimit (en camions cisterna o trens) o bé en estat líquid (per carretera o en vaixells similars als metaners que transporten GNL)¹⁰. Alternativament, el H_2 es pot injectar a les xarxes de gas natural (per consumir després la mescla o separar en destí el H_2) o transportar a través de portadors (carriers) com l'amoníac (que presenta l'avantatge de no contenir carboni, davant d'altres líquids orgànics, i de tenir una infraestructura pròpia desenvolupada).

10 "Perspectivas de desarrollo de un mercado global de hidrógeno. Implicaciones para la CAPV" Orkestra, 2021.
<https://www.orkestra.deusto.es/es/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/2169-210006-perspectivas-desarrollo-mercado-global-hidrogeno-implicaciones-capv>

Quin rol ha de jugar l'hidrogen en el nou model energètic?

L'hidrogen és una manera d'emmagatzemar l'energia de difícil categorització. No parlem d'una tecnologia nova, perquè fa anys que és objecte de recerca. Encara que el primer desenvolupament va ser en la dècada de 1920, seria en la dècada de 1990, arran de la publicació del llibre de J. Rifkin *L'economia de l'hidrogen*, quan va sorgir una primera onada d'hidrogen.

Un cost elevat de la producció, així com altres problemes tècnics, com la necessitat de comprimir-lo a altes pressions en algunes aplicacions, són darrere de la falta de desenvolupament d'aquest gas. Les bondats i possibilitats de l'hidrogen s'han sobreestimat moltes vegades i, avui dia, se segueixen sense complir les esbombades promeses i es continuen retardant aplicacions rendibles. N'és un exemple el Govern federal alemany, que porta investigant les aplicacions de l'hidrogen des de 1975 a través de diferents programes¹¹, i el 2007 va anunciar el Programa d'Innovació Nacional que prometia mobilitzar més de 700 milions d'euros de fons públics amb el suport de les empreses del sector per aconseguir una important penetració de la tecnologia de l'hidrogen a Alemanya¹². Aquesta penetració promesa no existeix en l'actualitat, i els pocs estudis de percepció fets ara com ara mostren el clar desconeixement en la ciutadania dels impactes d'aquesta tecnologia¹³.

El sector industrial i el governamental estan concentrant grans esforços en el desenvolupament d'aquesta tecnologia. Aquests argumenten que podria ser una de les poques solucions d'emmagatzematge disponibles, al costat de les bateries elèctriques. Tindrien l'avantatge sobre aquestes últimes que, gràcies a la densitat energètica més gran, podria ser més apropiat en usos com el transport pesat de llarga distància, vaixells o avions. També podria servir per donar solucions a sectors industrials tant en usos energètics com materials.

Malgrat tot, aquestes promeses del sector estan molt lluny de la realitat, ja que els projectes que s'estan proposant són, en molts casos, lluny de la viabilitat econòmica, energètica i ambiental necessària per a una transició adequada. Aquesta publicitat ignora que no podem deslligar l'hidrogen dels impactes de les energies renovables utilitzades per obtenir-lo, ni tampoc oblidar la ineficiència energètica del procés, que fa aquest gas descartable per a moltes aplicacions on l'electrificació és una solució més apropiada, com en el cas dels vehicles lleugers.

11 Més informació sobre el Programa d'Innovació d'Alemanya a <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fuce.200800124>

12 Més informació sobre el capítol específic de l'hidrogen al Programa d'Innovació d'Alemanya a https://juser.fz-juelich.de/record/135833/files/78_11.pdf

13 Més informació sobre la percepció de la ciutadania alemanya a l'article de René Zimmer i Jörg Welke "Let's go green with hydrogen! The general public's perspective", disponible a: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319912004909>

L'hidrogen verd podria...

Sempre que s'apliquin criteris estrictes de protecció ambiental i dins del marc d'un sistema energètic dins dels límits del planeta, l'hidrogen verd podria:

- **Substituir el consum material de H_2 :** en l'actualitat l'hidrogen és usat com a material en diferents indústries i la seva obtenció es fa majoritàriament a través dels combustibles fòssils. Més enllà que el focus s'estigui centrant en exclusiva en el seu paper energètic, l'hidrogen avui s'utilitza en diferents aplicacions, entre les quals hi ha¹⁴:
 - **Obtenció d'amoníac i derivats:** a escala europea el 43 % del consum d'hidrogen s'utilitza per a l'obtenció de l'amoníac i una altra sèrie de compostos químics àmpliament utilitzats en l'actualitat. Aquest amoníac s'utilitza sobretot en l'obtenció de fertilitzants agrícoles químics
 - **Obtenció d'alcohols i compostos orgànics:** necessaris per sintetitzar productes químics d'indole molt diversa (ciclohexà, amines, alcohols alifàtics), així com per fabricar alguns plàstics. A escala europea, suposa el 5 % del consum d'hidrogen.
 - **Indústria metal·lúrgica:** l'hidrogen s'empra per a la producció de molts metalls. És habitual afegir diferents proporcions d'hidrogen als corrents gasosos emprats en diferents processos de tall i soldadura. També s'utilitza en la producció de semiconductors, per incloure impureses en un procés conegut com a dopatge i de vital importància per a importants aplicacions tecnològiques com la fotovoltàica.
 - **Refineries, per dessulfurar o alleugerir petroli pesants:** l'hidrogen s'utilitza per treure el sofre de petroli "bruts" o per alleugerir-los quan són petroli molt pesants. És el sector que més consum d'hidrogen té en el conjunt de la UE, ja que absorbeix fins al 52 % del mercat.
 - No podem deslligar el proveïment prioritari d'aquest hidrogen com a recurs material de la previsible demanda d'aquests béns en un futur. Així, hem de discernir entre aquelles aplicacions que és necessari mantenir i aquelles que s'han de reduir o eliminar a causa del seu elevat cost climàtic, ecològic o social. Un exemple el pot constituir el sector dels pesticides, que representa un important percentatge del consum d'amoníac, però la demanda futura del qual s'haurà de reduir dràsticament per motius ambientals i sanitaris. A la banda contrària es podria situar l'hidrogen per al dopatge de les cèl·lules fotovoltàiques, de la continuïtat de les quals a molt llarg termini depèn el proveïment d'energia per a multitud d'usos. De fet, **més del 90 % del consum actual de l'hidrogen europeu es destina al petroli i als fertilitzants químics, dos sectors que hauran de desaparèixer per aconseguir la neutralitat climàtica.**
- **Solucionar problemes amb tecnologies no electrificables:** un dels dilemes de la transició energètica és quines tecnologies dediquem a cadascun dels sectors a descarbonitzar. Aquesta resposta és complexa i s'han de valorar múltiples aspectes d'aquestes tecnologies, entre els quals hi ha l'eficiència dels processos i la comparativa d'anàlisi de cicle de vida al més complet possible. En el cas de l'hidrogen, veiem que la baixa eficiència el fa desaconsellable per a aquelles aplicacions que utilitzen l'electricitat o són més fàcilment electrificables, com és el cas del ferrocarril. Però, a la banda contrària, tenim algunes aplicacions que requereixen la utilització de tecnologies amb una alta densitat energètica, on l'electricitat no arriba, com és el cas de la navegació marítima i aèria, o de grans maquinàries d'obra. Aquí, l'hidrogen, i més específicament la utilització dels electrocombustibles, podria oferir solucions. No obstant això, es fa novament necessària una

14 Més informació sobre els usos de l'hidrogen com a materials a "Hydrogen as Raw Material" de W. Schnurnberger disponible a: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-61561-0_4

planificació coherent tenint en compte, a més, que el manteniment de l'actual nombre de desplaçaments aeris¹⁵ i marítims¹⁶ és altament insostenible.

- **Donar suport als moments de baixa producció elèctrica i donar resposta en el curt termini.** Un sistema energètic renovable i sostenible ha de passar, necessàriament, per una diversitat de tecnologies d'acord amb els recursos i valors d'un territori. La diversitat de fonts energètiques, sistemes d'emmagatzematge i un dimensionament correcte són claus per a la transició energètica. En aquest disseny podrien existir solucions de petita i mitjana escala en les quals l'hidrogen podria suposar un avantatge addicional.
- **Substituir la demanda d'alguns minerals.** A diferència dels sistemes de bateries actuals, les tecnologies utilitzades per fabricar i emmagatzemar l'hidrogen són dependents de diferents minerals que les actuals tecnologies de bateries¹⁷ i la seva durabilitat és molt més gran¹⁸.
- **Donar resposta a sectors industrials molt vulnerables a la descarbonització.** Hi ha processos industrials que requereixen aconseguir elevades temperatures per operar, com per exemple, els forns de fosa, altament dependents de combustibles fòssils. Només amb l'aplicació de tecnologies de combustió aconsegueixen assolir les temperatures necessàries. En aquest cas, incorporar de manera sostenible i racional l'hidrogen podria ajudar a reduir la pressió sobre recursos bioenergètics, com els biocombustibles¹⁹. A més, podria constituir una proposta per oferir una alternativa als territoris on es produeix el tancament de centrals tèrmiques i nuclears. Alhora estalvia la construcció de noves línies i subestacions elèctriques, la qual cosa suposa, al seu torn, una amenaça a molts territoris per la construcció d'infraestructures com hidroductes. Per això s'ha d'anar estudiant cas per cas i garantir, entre altres qüestions, que existeix capacitat suficient a la zona per a un desplegament ordenat de les energies renovables associades.

15 Més informació a l'informe "Decrecimiento de la aviación: la reducción del transporte aéreo de manera justa," d'Ecologistes en Acció. Disponible a: <https://www.ecologistasenaccion.org/136912/aviacion-y-emisiones-una-relacion-de-altos-vuelos-que-es-necesario-frenar/>

16 Especialment preocupant resulta l'increment d'activitats com el turisme de curcero. Més informació a la nota de premsa d'Ecologistes en acció "El turismo de cruceros crece en volumen y también en contaminación e impactos socioambientales" Disponible a: <https://www.ecologistasenaccion.org/134447/el-turismo-de-cruceros-crece-en-volumen-y-tambien-en-contaminacion-e-impactos-socioambientales/>

17 Més informació a l'informe de l'Agència Internacional de l'Energia: "The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions", disponible a: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>

18 Una aproximació als costos energètics dels sistemes d'emmagatzematge de bateries i hidrogen es poden consultar a l'estudi "Hydrogen or batteries for grid storage? A net energy analysis", disponible a: https://www.researchgate.net/publication/275056722_Hydrogen_or_batteries_for_grid_storage_A_net_energy_analysis

19 Més informació a l'Informe "Biocombustibles: más leña al fuego", disponible a: <https://www.ecologistasenaccion.org/138703/informe-biocombustibles-mas-leña-al-fuego/>

Figura 5. Classificació d'usos d'hidrogen ordenats de millor a pitjor interès energètic



Font: <https://elperiodicodelaenergia.com/casos-de-uso-del-hidrogeno/>

L'impacte de l'hidrogen verd

• Impactes derivats de la instal·lació de renovables i per a l'obtenció de l'hidrogen.

Per a la producció d'hidrogen verd és necessari obtenir energia a través de fonts d'energies renovables. Encara que aquestes energies estan àmpliament distribuïdes i sens dubte són la resposta necessària per a la descarbonització del sistema elèctric, no estan exemptes d'impactes que se centren particularment en²⁰:

- Els impactes de la mineria dels materials que requereix.
- La transformació i ocupació dels llocs on s'instal·len les centrals elèctriques.
- La competència pel territori entre la instal·lació de plantes fotovoltaïques i la preservació dels llocs destinats al desenvolupament d'espècies no humanes o per a l'agroecologia, que haurien de ser espines dorsals de la transformació socioecològica.

Els objectius de lluita contra el canvi climàtic i contra la pèrdua de biodiversitat han de ser irrenunciables i complementaris. L'experiència acumulada ens fa ser crítiques amb l'actual falta de planificació i sobre com els actuals procediments d'avaluació d'impacte ambiental no han estat capaços de frenar-lo.

• Les pèrdues energètiques.

Els dilemes de la transició ecològica es visibilitzen com mai en l'hidrogen verd, que no és ni de lluny el procés més eficient. La seva fabricació i emmagatzematge té pèrdues importants, que podrien reduir l'eficiència del procés al 20 % en moltes aplicacions.

• Extractivisme i consum de materials²¹

Quan parlem d'obtenció d'hidrogen parlem fonamentalment de l'aplicació de la hidròlisi de l'aigua. En aquests moments existeixen tres tecnologies amb diferents requeriments de minerals:

- Electrolitzadors alcalins: porten fent-se servir des de la dècada de 1920, l'aplicació més gran és una planta de 10 MW situada a la Xina. Aquesta tecnologia no requereix importants quantitats de metalls preciosos, no obstant això, sí que necessita de l'entorn d'1 tona de níquel per cada MW.

20 Més informació al "Manifiesto de Ecologistas en Acción ante el proceso transición energética e implantación de renovables" <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/04/manifiesto-renovables.pdf>

21 Més informació en l'informe de l'Agència Internacional de l'Energia "The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions", disponible a: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>

- Electrolitzadors de membrana d'intercanvi protònic (PEM) són la tecnologia que està creixent més, amb electrolitzadors de fins a 20 MW. Entre els seus avantatges hi ha que té menys grandària i més flexibilitat d'operació. No obstant això, és una tecnologia encara immadura i costosa que necessita 0,3 kg de platí i 0,7 kg d'iridi per MW, tots dos materials molt rars, per la qual cosa el creixement d'aquestes tecnologies incrementarà substancialment la demanda d'aquests materials.
- Cel·la electrolitzadora d'òxid sòlid (SOEC): és la més immadura de les tres tecnologies. En aquests moments només existeixen aplicacions a petita escala i de recerca. Tot i les promeses, no s'espera que estigui disponible a curt termini. Entre els seus requeriments minerals hi ha el níquel (200 kg per MW), zirconi (40 kg per MW), itri (5 kg per MW) i lantani (20 kg per MW).

A més de considerar els electrolitzadors, és necessari tenir en compte les demandes minerals addicionals de les tecnologies catalítiques o d'emmagatzematge d'aquest hidrogen. Així, per a les aplicacions en vehicles, l'Agència Internacional de l'Energia estima que, si es compleixen els millors pronòstics de reduir el platí usat per a les piles de combustible, la demanda de platí el 2040 assolirà les 100 tones anuals.

• Infraestructures addicionals i pressions sobre altres recursos.

La construcció de noves infraestructures és una de les grans amenaces que s'amaguen darrere d'aquesta aposta de l'hidrogen. Paral·lelament a la reactivació del sector, ha sorgit la reactivació de projectes que originalment estaven vinculats al gas i als quals es pretén reviu amb l'hidrogen, com podria ser el cas del MidCat o el corredor cantàbric. També apareixen noves propostes com el corredor basc de l'hidrogen. Els impactes d'aquestes infraestructures són elevats, tant en el consum energètic que requereixen com les emissions de carboni associades, la fragmentació i destrucció d'hàbitats o els riscos per a la salut. En un escenari de reducció de consums energètics, en línia amb la lluita climàtica, la construcció de noves infraestructures gasistes a Espanya és descartable en la majoria dels casos.

El més rellevant és sobre els recursos hídrics, ja que aquest hidrogen s'obté de la hidròlisi de l'aigua. Això podria suposar demandes més grans d'aigua en un país amb escassetat hídrica i on el canvi climàtic portarà a més reduccions de la disponibilitat d'aquest recurs. Però, d'altra banda, podria ser una tècnica per a la depuració d'aigües fortament contaminades on els tractaments convencionals no arriben

• Ruptura d'una adequada orientació de la transició ecològica.

Abordar adequadament la transició ecològica requereix superar els discursos centrats en exclusiva en la substitució d'unes tecnologies per unes altres. Fins i tot quan existeixen solucions tecnològiques per transformar sectors fòssils no és possible eludir la realitat de viure en un planeta de recursos finits. En aquest sentit, cal planificar les necessitats a cobrir en el curt, mitjà i llarg termini i fer-les compatibles amb els recursos energètics, materials i minerals disponibles. Continuar avançant sense tenir en compte la necessitat de proveïment present i futur pot posar en risc el manteniment en les pròximes dècades d'importants béns i serveis per a la població (alimentació, sanitat, educació...). Una falta de definicions clares que provoca que siguin els agents econòmics i les grans empreses energètiques les que determinin on i per què s'instal·la una o l'altra energia. Això és el que està passant ara amb l'hidrogen, on empreses com Enagás o Repsol s'estan posicionant les primeres de la fila per rebre ingents milions d'euros públics per mantenir els seus obsolets sectors i, de pas, tenyir-se de verd. No obstant això, ningú ha plantejat si els seus projectes són ecològicament i econòmicament viables, o si suposen, per exemple, una competència amb la descarbonització del sector elèctric o els impactes de l'ocupació territorial que estan plantejant.

Qui hi ha darrere la promoció de l'hidrogen?

La nova geopolítica energètica

La transició energètica cap a les renovables suposa un repte a escala global. No sols perquè hàgim de reduir les emissions de CO₂ per complir amb els objectius de l'Acord de París, sinó per les relacions internacionals que existeixen entre països i regions del planeta en l'àmbit de l'energia.

La dependència en combustibles fòssils dels sistemes energètics a escala mundial ha donat un poder de negociació més gran a aquells països que comptaven amb reserves al seu territori. Tanmateix, la majoria són països que es caracteritzen per estar governats per dictadures o règims autoritaris, com és el cas de l'Àrab Saudita, Rússia, l'Iran i Algèria. Aquest panorama polític i la fi dels combustibles fòssils suposen una amenaça per a l'estabilitat política i social d'aquests països, ja que són els més endeutats i tenen una alta dependència del producte interior brut (PIB) respecte a l'exportació de combustibles fòssils.

L'element que marcarà les relacions internacionals en l'àmbit de l'energia en les pròximes dècades serà l'hidrogen, ja que s'està promovent com el vector energètic que ens permetrà descarbonitzar l'economia, sota el mantra del creixement en el qual s'escuda el neoliberalisme.

El mes de febrer passat, la patronal de l'hidrogen a escala global, Hydrogen Council²², juntament amb la consultora McKinsey, van presentar l'informe "Hydrogen Insights: A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness"²³ per exposar com s'estava desenvolupant el mercat de l'hidrogen i quines eren les seves perspectives en la dècada vinent. S'hi detalla que més de 30 països ja han elaborat estratègies nacionals per al desenvolupament d'aquest vector energètic i s'han presentat més de 220 projectes en tota la seva cadena de valor, amb una inversió de gairebé 350.000 milions d'euros.

Destaca el fet que més de la meitat dels projectes s'han presentat a Europa²⁴, seguida d'Austràlia²⁵, el Japó²⁶, Corea del Sud²⁷, la Xina²⁸ i els Estats Units²⁹. Hem de remarcar que tots aquests compten amb una estratègia o full de ruta nacional.

22 Per conèixer l'Hydrogen Council: <https://hydrogencouncil.com/en/>

23 Més informació a l'informe "Hydrogen Insights: A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness" d'Hydrogen Council, disponible a: <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-2021/>

24 Per saber-ne més sobre l'Estratègia de l'Hidrogen de la Comissió Europea: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

25 Per saber-ne més sobre l'Estratègia de l'hidrogen d'Austràlia: <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2019-11/australias-national-hydrogen-strategy.pdf>

26 Per saber-ne més sobre el Full de ruta de l'hidrogen del Japó: https://www.env.go.jp/seisaku/list/ondanka_saisei/lowcarbon-h2-sc/PDF/Summary_of_Japan%27s_Hydrogen_Strategy.pdf

27 Per saber-ne més sobre l'Estratègia de l'hidrogen de Corea del Sud: https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/sichao_kan_hydrogen_korea_2020_1.pdf

28 Per saber-ne més sobre l'Estratègia de l'hidrogen de la Xina: <https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/chinas-emerging-hydrogen-strategy-30431>

29 Per saber-ne més sobre l'Estratègia de l'hidrogen dels Estats Units: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/07/f76/USDOE_FE_Hydrogen_Strategy_July2020.pdf

Crida l'atenció que els països i regions que han desenvolupat estratègies o fulls de ruta de l'hidrogen són del Nord global, que són actualment els principals punts de consum de combustibles fòssils. Això ha fet que els actuals països exportadors de combustibles fòssils hagin teixit aliances per reclamar que se'ls inclogui en la planificació del nou model energètic a escala global³⁰, mentre que països amb els recursos necessaris per posicionar-se com a exportadors d'hidrogen i els que tenen la capacitat d'adaptar-se al nou context, ho reben amb els braços oberts. En aquest cas trobem a l'Àrab Saudita, Austràlia i Xile que es posicionen com els exportadors més grans d'hidrogen per a 2030³¹.

Si analitzem el cas de la Unió Europea, veiem que té una forta dependència energètica de combustibles fòssils i, per tant, dels països exportadors. El 2019, els exportadors més grans de combustibles fòssils per a la regió europea van ser Rússia (27 %), l'Iraq (9 %), Nigèria (8 %), l'Àrab Saudita (8 %), el Kazakhstan (7 %) i Noruega (7 %)³².

En l'Estratègia de l'hidrogen per una Europa neutra climàticament³³, que va publicar la Comissió Europea el juliol de 2020, justament s'apunta que l'hidrogen ha de ser un element clau en la política energètica amb altres regions del planeta. Una de les principals aliances és amb els països i regions veïns cap a l'est i el sud, com són el nord d'Àfrica i Ucraïna, ja que s'estima que per a 2030 puguin tenir una capacitat instal·lada d'electrolitzadors de 40 GW. També identifica altres regions amb les quals no s'han establert llaços estrets en matèria d'energia fins al moment, com és el centre i el sud del continent africà. L'interès ha sorgit de l'alt potencial de generació solar i hidroelèctrica que té la regió i, per tant, de la generació d'hidrogen net. La materialització es durà a terme a través de la ja existent Africa-Europe Green Energy Initiative³⁴.

Un fet que constata l'interès del continent africà per part d'alguns països amb estratègies d'hidrogen llestes per implementar va ser la conferència organitzada per l'Associació Industrial d'Energia Solar Africana i el Partenariat d'Hidrogen Africà a final del març de 2021. S'hi va posar en relleu la necessitat de desenvolupar una economia de l'hidrogen per beneficiar-se de l'alta radiació solar que té la regió, suggerint que el sobredimensionament de la producció d'hidrogen verd pot ajudar al seu proveïment d'aigua, a causa de l'augment de la capacitat de les plantes dessalinitzadores³⁵.

En la mateixa lògica està operant el govern de la República Democràtica del Congo amb el projecte hidroelèctric Inga Dam III, que suposa ampliar la capacitat actual d'1,42 GW fins a 4,8 GW. Aquest projecte és la tercera fase del complex hidroelèctric Grand Inga, que pretén convertir-se en la instal·lació més gran de generació d'energia hidroelèctrica del món amb una potència de 45 GW, una vegada finalitzat. El projecte Inga Dam III està concebut per exportar la seva energia a altres països de la regió, com Sud-àfrica, i també fer-ho cap a altres regions

30 Més informació a l'article: "Gas plays critical decarbonization role, says GECF panel", de Compressortech2, disponible a: https://www.compressortech2.com/news/gas-plays-critical-decarbonization-role-says-gecf-panel/801172.article?utm_source=pocket_mylist

31 Més informació a l'article: "Hidrógeno verde: 6 países que lideran la producción de una de las "energías del futuro" (y cuál es el único latinoamericano)", de BBC news, disponible a: https://www.bbc.com/mundo/noticias-56531777?utm_source=pocket_mylist

32 Més informació a l'article: "From where do we import energy", d'Eurostat, disponible a: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>

33 Per saber-ne més de l'Estratègia de l'Hidrogen per una Europa neutra climàticament de la Comissió Europea: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

34 Per saber-ne més sobre l'Africa-Europe Green Energy Initiative: https://ec.europa.eu/international-partnerships/system/files/communication-eu-africa-strategy-join-2020-4-final_en.pdf

35 Més informació a l'article: "African green hydrogen could feed German and Japanese industry and water drought-stricken nations", de pv magazine, disponible a: https://www.pv-magazine.com/2021/03/29/african-green-hydrogen-could-feed-german-and-japanese-industry-and-water-drought-stricken-nations/?utm_source=pocket_mylist

del planeta, com Europa, a través de línies de molt alta tensió que travessarien el continent. En el cas d'Alemanya, ja ha mostrat el seu interès en aquest projecte a través de negociacions entre les administracions congoleesa i alemanya, i empreses i inversors alemanys que promouen el desenvolupament d'aquest vector energètic en el marc de la seva Estratègia nacional de l'hidrogen³⁶. Encara que Alemanya no és l'únic país que hi està interessat, ja que els inversors europeus veuen l'hidrogen verd com una oportunitat per complir amb l'European Green Deal. També cal tenir en compte que la República Democràtica del Congo és un país estratègic per a la transició energètica cap a les renovables perquè té més de la meitat de les reserves de cobalt del món³⁷.

Cal qüestionar-se la utilització del projecte hidroelèctric Inga Dam III per a la generació d'hidrogen verd i exportar-ho cap a Europa, ja que la viabilitat de transportar hidrogen verd a llargues distàncies és molt baixa i el seu rendiment per a la utilització final també és molt baix pels diferents processos de transformació al llarg de cadena de subministrament i les necessitats energètiques externes per dur-los a terme (vegeu l'apartat "Què és l'hidrogen?"). A més, només el 20 % de la població del Congo té accés a l'electricitat i, per tant, diferents organitzacions de la societat civil estan demanant que s'inverteixi els diners per a la construcció de projectes petits de producció d'energia locals que s'ajustin millor a les necessitats de la població africana. Al seu torn, la implementació de megaprojectes hidroelèctrics com aquest té impactes mediambientals inherents, com són la pèrdua de biodiversitat i d'ecosistemes locals per la inundació de terres i el desplaçament de les persones que visquin en aquest territori.

La bombona d'oxigen per a les grans empreses energètiques i fòssils

Els països no són els únics que tenen interès a tenir un rol destacat en la transició energètica. La promoció i desenvolupament del mercat de l'hidrogen s'està duent a terme de la mà de les grans empreses i lobbies fòssils i energètics amb l'objectiu clar de mantenir les seves quotes de poder i les ràtios de benefici.

Així ho constata l'informe publicat recentment per part de la Xarxa Europea d'Observatoris de Transnacionals³⁸ (ENCO, per la sigla en anglès) i la campanya Fossil Free Politics³⁹, "Apropiar-se de la recuperació a través de l'hidrogen: com els lobbies energètics estan desviant els fons de recuperació de la COVID-19"⁴⁰. Aquest informe analitza com les grans empreses i lobbies energètics i fòssils han influït en els plans de recuperació nacionals i europeus perquè l'hidrogen, i no únicament el verd, es pugui beneficiar dels fons públics europeus.

Per posar alguns exemples, l'any 2020 els diferents lobbies de l'hidrogen van tenir més de 160 reunions amb alts dirigents de la Comissió Europea, i en el cas de la Direcció General d'Energia, van ser el 35 % de les reunions que va tenir aquest departament institucional al llarg de l'any.

36 Per saber-ne més sobre el Full de ruta de l'hidrogen d'Alemanya: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/2019-10-a-hydrogen-roadmap-for-germany.pdf>

37 Més informació al llibre Pactes verds en temps de pandèmies: el futur es disputa ara, de l'Observatori del Deute en la globalització (ODG), disponible a: <https://odg.cat/publicacio/pactes-verds-pandemies/>

38 Per saber-ne més sobre la Xarxa Europea d'Observatoris de Transnacionals (ENCO): <https://corpwatchers.eu/?lang=es>

39 Per saber-ne més sobre la campanya Fossil Free Politics: <https://www.fossilfreepolitics.org/>

40 Més informació a l'informe: "Apropiarse de la recuperación a través del hidrógeno: Cómo los lobbies energéticos están desviando los fondos de recuperación de la Covid-19", de la Xarxa Europea d'Observatoris Transnacionals, disponible a: <https://corpwatchers.eu/es/investigaciones/recoverywatch/>

Al seu torn, els lobbies van gastar més de 58 milions d'euros en accions de lobby per influir en dirigents de la Comissió Europea⁴¹.

Cal destacar que el principal lobby de l'hidrogen a escala europea, Hydrogen Europe⁴², està format per diferents sectors, entre els quals hi ha el del gas. Les empreses que representen a aquest sector són: Uniper, Enagás, Snam, Vattenfall, GRTgaz i Gasuine. Aquestes empreses són les que s'han encarregat d'influir en els diferents processos d'elaboració i reforma de polítiques energètiques europees perquè s'inclogui l'hidrogen blau com a combustible de transició cap a l'hidrogen verd. Al principi es justificava per la falta de desenvolupament i competitivitat del preu de l'hidrogen verd respecte del blau, però ara des dels lobbies argumenten que l'hidrogen blau serà necessari per cobrir la demanda que el verd no sigui capaç de satisfer, ignorant que la tecnologia de la captura i emmagatzematge de carboni (CAC), imprescindible per a l'hidrogen blau, tampoc ha estat desenvolupada en projectes a gran escala i presenta molts dubtes per la perillositat i cost ambiental i econòmic.

A l'Estat espanyol són les grans empreses energètiques les que estan empenyent per liderar la transició energètica. Això s'ha vist amb les propostes d'Iberdrola⁴³, Endesa i Naturgy⁴⁴ que, conjuntament, han presentat projectes per un total de 53.000 milions d'euros per beneficiar-se del pla de recuperació i resiliència "España Puede".

Si parlem d'hidrogen verd, Iberdrola ha presentat al Ministeri de Transició Ecològica 53 projectes amb una potència instal·lada d'electrolitzadors d'1 GW i 4.000 MW de plantes renovables per al seu funcionament amb una inversió de 4.000 milions d'euros⁴⁵, mentre que Endesa ho ha fet amb 23 projectes amb una potència instal·lada de 340 MW en electrolitzadors i 2.000 MW en plantes renovables per al seu funcionament amb una inversió de 2.900 milions d'euros⁴⁶. La proposta presentada per Iberdrola suposaria cobrir el 25 % de la potència instal·lada d'electrolitzadors que s'ha marcat el Govern espanyol per a 2030 al Full de ruta de l'hidrogen renovable⁴⁷.

Per la seva banda, Naturgy aposta pel desenvolupament de la xarxa d'hidrogenes utilitzant la ja existent per al proveïment de carburant de gas natural liquat (GNL) i gas natural comprimit (GNC)⁴⁸. Amb la implementació de la segona fase s'arribaria a cobrir l'objectiu marcat per a 2030 al Full de ruta de l'hidrogen renovable.

41 Més informació a l'informe "The hydrogen hype: gas industry fairy tale or climate horror story", de Corporate Europe Observatory, Re:Common y Food & Water Action Europe, disponible a: <https://corporateeurope.org/en/hydrogen-hype>

42 Per saber-ne més sobre Hydrogen Europe: <https://www.hydrogeneurope.eu/>

43 Més informació a l'article: "Iberdrola propone más de 21.000 millones en inversiones con 150 proyectos para los fondos europeos", d'Invertia, disponible a: https://www.elspanol.com/invertia/empresas/energia/20210208/iberdrola-propone-millones-inversiones-proyectos-fondos-europeos/557444884_0.html?utm_source=pocket_mylist

44 Més informació a l'article: "Endesa y Naturgy buscan fondos para movilizar 32.000 millones" d'Expansión, disponible a: https://www.expansion.com/empresas/energia/2020/12/26/5fe653e5e5fdeaf46c8b456e.html?utm_source=pocket_mylist

45 Més informació a l'article: "Iberdrola invertirá 2.500 millones en proyectos de hidrógeno verde", de Cinco días, disponible a: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2021/02/10/companias/1612980821_945540.html

46 Més informació a l'article: "Endesa destina 2.900 millones a 23 proyectos de hidrógeno verde que cubren la mitad de la potencia prevista hasta 2023", d'El País, disponible a: https://elpais.com/economia/2021-02-01/endersa-invertira-2900-millones-en-23-proyectos-de-hidrogeno-verde-en-espana.html?ssm=FB_CM&utm_source=Facebook#Echobox=1620388290

47 Per saber-ne més sobre el Full de ruta de l'hidrogen renovable del Govern espanyol: https://www.miteco.gob.es/images/es/hojarutahidrogenorenovable_tcm30-525000.PDF

48 Més informació a l'article: "Naturgy transita del gas natural como combustible vehicular al hidrógeno" d'Energías Renovables, disponible a: <https://www.energias-renovables.com/hidrogeno/naturgy-transita-del-gas-natural-como-combustible-20210209>

L'empresa espanyola que està plantejant més projectes per a la implementació de l'hidrogen al territori estatal és Enagás. El projecte més rellevant és la Hydrogen Valley of Catalonia⁴⁹, un dels 27 projectes emblemàtics del pla de recuperació Next Generation Catalonia⁵⁰ (vegeu l'apartat "exemples concrets de projectes"). A més, forma part de diferents consorcis i plataformes a escala europea que promouen la creació d'un mercat europeu de l'hidrogen (vegeu l'apartat "La península Ibèrica com a hub de l'hidrogen").

49 Per saber-ne més sobre la Vall de l'Hidrogen de Catalunya: <https://www.h2valley.cat/es/>

50 Per saber-ne més sobre el Next Generation Catalonia: http://economia.gencat.cat/web/.content/20_departament_gabinet_tecnic/arxius/pla-recuperacio-europa/next-generation-catalonia.pdf

Per a quan un mercat regional/global de l'hidrogen?

Actors, rols i instruments

La promoció de l'hidrogen per part de les grans empreses energètiques i fòssils també respon a la necessitat dels seus propietaris, sobretot fons d'inversió i altres actors del món financer, que volen mantenir les quotes de beneficis. Per assegurar-se que poden influir sobre la promoció d'aquest vector energètic el més senzill és crear el seu propi lliure mercat, fent que únicament es duguin a terme operacions tenint en compte termes monetaris, i no per atendre les seves utilitats reals. A més, també busquen que existeixi suport per part de les institucions públiques a través de garanties, que molt probablement els permet cobrir les pèrdues en cas que hagi estat una bombolla especulativa.

Actualment no existeix un mercat de l'hidrogen, però estan començant a col·locar-se les primeres peces. A escala estatal, el Govern té la intenció d'invertir 9.000 milions d'euros fins a 2030, dels quals 1.500 milions, com a mínim, seran a càrrec dels fons del pla "España Puede".

Taula 2. Distribució de la inversió entre les diferents palanques i components del plan España Puede

Distribució de la inversió entre les diferents palanques i components	Milions d'euros	%
I. Agenda urbana i rural, lluita contra la despoblació i desenvolupament de l'agricultura	14.407	20,7%
1. Pla de xoc de mobilitat sostenible, segura i connectada en entorns urbans i metropolitans	6.536	9,4%
2. Pla de rehabilitació d'habitatge i regeneració urbana	6.820	9,8%
3. Transformació ambiental i digital del sistema agroalimentari i pesquer	1.051	1,5%
II. Infraestructures i ecosistemes resilents	10.400	15,0%
4. Conservació i restauració d'ecosistemes i la seva biodiversitat	1.642	2,4%
5. Preservació de l'espai litoral i els recursos hídrics	2.091	3,0%
6. Mobilitat sostenible, segura i connectada	6.667	9,6%
III. Transició energètica justa i inclusiva	6.385	9,2%
7. Desplegament i integració d'energies renovables	3.165	4,6%
8. Infraestructures elèctriques, promoció de xarxes intel·ligents i desplegament de la flexibilitat i l'emmagatzematge	1.365	2,0%
9. Full de ruta de l'hidrogen renovable i la seva integració sectorial	1.555	2,2%
10. Estratègia de transició justa	300	0,4%

IV. Una Administració per al segle XXI	4.315	6,2%
11. Modernització de les administracions públiques	4.315	6,2%
V. Modernització i digitalització del teixit industrial i de la pime, recuperació del turisme i impuls a una Espanya nació emprendedora	16.075	23,1%
12. Política Industrial Espanya 2030	4.894	5,4%
13. Impuls a la pime	3.782	7,0%
14. Pla de modernització i competitivitat del sector turístic	3.400	4,9%
15. Connectivitat digital, impuls de la ciberseguretat i desplegament del 5G	3.999	5,8%
VI. Pacte per la ciència i la innovació. Reforç a les capacitats del Sistema Nacional de Salut	4.949	7,1%
16. Estratègia nacional d'intel·ligència artificial	500	0,7%
17. Reforma institucional i enfortiment de les capacitats del sistema nacional de ciència, tecnologia i innovació	3.380	4,9%
18. Renovació i ampliació de les capacitats del Sistema Nacional de Salut	1.069	1,5%
VII. Educació i coneixement, formació contínua i desenvolupament de capacitats	7.317	10,5%
19. Pla Nacional de Competències Digitals (digital skills)	3.593	5,2%
20. Pla Estratègic d'Impuls de la Formació Professional	2.076	3,0%
21. Modernització i digitalització del sistema educatiu, incloent-hi l'educació de 0 a 3 anys	1.648	2,4%
VIII. Nova economia de les cures i polítiques d'ocupació	4.855	7,0%
22. Pla de xoc per a l'economia de les cures i reforç de les polítiques d'inclusió	2.492	3,6%
23. Noves polítiques públiques per a un mercat de treball dinàmic, resiliència i inclusiu	2.363	3,4%
IX. Impuls de la indústria de la cultura i l'esport	825	1,2%
24. Revaloració de la indústria cultural	325	0,5%
25. Espanya hub audiovisual d'Europa (Spain AVS Hub)	200	0,3%
26. Pla de foment del sector de l'esport	300	0,4%
X. Modernització del sistema fiscal per a un creixement inclusiu i sostenible	-	-
27. Mesures i actuacions de prevenció i lluita contra el frau fiscal	-	-
28. Adaptació del sistema impositiu a la realitat del segle XXI	-	-
29. Millora de l'eficiència de la despesa pública	-	-
30. Sostenibilitat a llarg termini del sistema públic de pensions en el marc del Pacte de Toledo	-	-
Total	69.528	100%

Elaboració pròpia amb dades del Govern de l'Estat espanyol.

Al seu torn, els governs del Nord global estan aprovant programes i polítiques que situen en el centre una transició energètica basada en energies renovables, com el Green New Deal als Estats Units i el European Green Deal⁵¹. Igual que les estratègies i fulls de ruta de l'hidrogen, planifiquen la transició energètica a escala global, sense tenir en compte les necessitats i els impactes socioecològics que generen als països exportadors. En realitat les poblacions vulnerables de l'extractivisme fòssil continuen sent-ho, aquesta vegada per l'extracció de matèries primeres crítiques necessàries per a la transició energètica al Nord global.

L'aprovació de programes i polítiques enfocats cap a una transició energètica basada en renovables i nous vectors energètics donen senyals al mercat financer que ha de desinvertir en els combustibles fòssils i apostar per l'hidrogen i les energies renovables si vol mantenir el suport públic en les seves inversions.

Així ho constata l'informe de Goldman Sachs "Green Hydrogen: The next transformation driver of the Utilities industry"⁵², que estima que el mercat de l'hidrogen pot tenir un valor de 10 bilions de dòlars el 2050. Aquesta valoració s'ha fet per a tres regions del planeta: Àsia, els Estats Units i la Unió Europea, amb un valor estimat de mercat de 4,4, 2,9 i 2,2 bilions de dòlars, respectivament. En el cas de la Unió Europea, destaca que gairebé dues tercers parts de la inversió anirà destinada a les plantes d'energies renovables necessàries per al funcionament dels electrolitzadors.

Taula 3. Estimació de valor per a cada component del mercat de l'hidrogen a Europa

	Inversions de capital (Capex) per a 2050, en bilions d'euros	% quota de mercat	Funció
Renovables	1,4	65%	Per alimentar els 500 GW d'electrolitzadors
Plantes d'hidrogen	0,4	15%	450-500 GW de capacitat punta per satisfer el 10 % de la demanda europea
Electrolitzadors	0,4	15%	500 GW d'electrolitzadors
Infraestructura de gas fòssil	0,1	5%	Reconversió de gasoductes
Total	2,2	100%	

Elaboració pròpia amb dades de Goldman Sachs.

Un altre aspecte que hem de tenir en compte en els mercats són els instruments i mecanismes que existeixen per garantir-ne el funcionament. Fa més d'una dècada es van crear els bons verds⁵³ (green bonds) per diferenciar les inversions respectuoses amb el clima i el medi ambient respecte de la resta. L'inconvenient més gran que tenen és que no existeixen uns criteris unificats sobre quines activitats han d'incloure i si les seves condicionalitats són d'obligatori compliment.

Si ens fixem en els utilitzats a la Unió Europea (EU Green Bond Standards), veiem que l'emissor ha de complir el principi de no causar dany (do-no-harm) marcat per la taxonomia europea, publicar prèviament una política marc sobre els bons verds, monitorar el destí dels diners i els

51 Per saber-ne més sobre l'European Green Deal de la Comissió Europea: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

52 Més informació a l'informe: "Green Hydrogen: The next transformation driver of the Utilities industry", de Goldman Sachs, disponible a: <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/green-hydrogen/report.pdf>

53 Per saber-ne més sobre els bons verds: <https://www.climatebonds.net/market/explaining-green-bonds>

impactes generats i fer una avaluació per part d'un organisme extern i/o independent⁵⁴. Dos organismes que compleixen aquesta distinció són EQA⁵⁵ i la Climate Bond Initiative⁵⁶.

En el cas de la Climate Bond Initiative, cataloguen els projectes d'hidrogen verd i els de baix en emissions, com ho és el blau, al llarg de la seva cadena de valor com a candidats per beneficiar-se dels bons verds⁵⁷. Igual que altres actors del sector privat i financer, identifiquen els reptes següents: les inversions del sector públic, la competitivitat i el comerç i les xarxes de distribució.

Acords d'importació-exportació

El lliure mercat no és l'únic espai on es poden establir relacions comercials relacionades amb l'àmbit de l'energia. També existeixen els contractes bilaterals entre parts, que tenen condicions exclusives per a cadascun d'aquests acords. Aquest és el que s'ha utilitzat històricament entre països exportadors i importadors de gas fòssil, encara que en l'última dècada han proliferat els contractes a través del lliure mercat. La durada d'aquests contractes acostumava a ser de dècades per garantir que el país exportador pogués amortitzar la inversió que suposava la construcció de les infraestructures per a l'extracció i el transport del combustible fòssil.

En el cas de l'hidrogen ja estem veient els primers acords bilaterals entre diferents regions del planeta, encara que siguin a futur perquè els projectes en qüestió encara estan en fase de concepció o construcció. Un dels que ha generat més enrenou ha estat l'acord al qual han arribat Xile i Països Baixos⁵⁸. El propòsit d'aquesta aliança és el desenvolupament d'un dels parcs eòlics més grans del món per a la generació d'hidrogen verd a la regió de Magallanes, al sud de Xile, que alhora permet promoure el port de Rotterdam com a principal punt d'importació i exportació d'aquest vector energètic a la Unió Europea.

Un altre país europeu que té plans per importar hidrogen des de diferents regions del planeta és Alemanya. Al març va signar un contracte amb el Canadà per importar hidrogen blau, ja que el país nord-americà continua apostant pels combustibles fòssils com a font per a la generació d'hidrogen⁵⁹, mentre que a l'abril va arribar a un acord amb Austràlia per importar hidrogen verd⁶⁰. Es creu que l'acord amb Austràlia és poc coherent perquè encara està en fase de desenvolupament la tecnologia necessària per a la importació amb vaixell d'aquest vector energètic, o altres subproductes, com l'amoníac, la qual cosa podria generar grans emissions de CO₂. A més, l'estratègia del país germànic està vinculada a la utilització de les plantes d'importació de gas natural líquid (GNL) que estan actualment en fase de projecció o construcció.

54 Per saber-ne més sobre els bons verds: <https://www.somo.nl/a-voluntary-eu-green-bond-standard/>

55 Per saber-ne més sobre l'EQA: <https://eqa.es/>

56 Per saber-ne més sobre la Climate Bond Initiative: <https://www.climatebonds.net/>

57 Més informació a l'informe: "Climate investment opportunities: Climate-aligned bonds&issuers 2020", de Climate Bond Initiative, disponible a: https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_climate-aligned_bonds_issuers_2020.pdf

58 Més informació a l'article: "Hidrógeno verde: Magallanes lidera en Latinoamérica", d'El Pinguino, disponible a: <https://elpinguino.com/noticia/2021/03/28/hidrogeno-verde-magallanes-lidera-en-latinoamerica>

59 Més informació a l'article: "Canada, germany sign green energy deal in bid to power fledgling hydrogen sector" de la CBC, disponible a: <https://www.cbc.ca/news/politics/canada-germany-energy-transition-1.5951584>

60 Més informació a l'article: "El absurdo y poco sostenible acuerdo de Alemania para traerse hidrógeno desde Australia" d'El periódico de la energía, disponible a: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-absurdo-y-poco-sostenible-acuerdo-de-alemania-para-traerse-hidrogeno-desde-australia/amp/>

El Japó també ha iniciat l'elaboració de contractes amb futurs exportadors d'hidrogen. El mes d'abril passat va arribar a un acord amb els Emirats Àrabs Units per col·laborar en el desenvolupament de projectes d'hidrogen que permetin satisfer la seva demanda⁶¹. Aquests projectes generaran hidrogen blau i verd i substituiran el comerç de combustibles fòssils que existeix entre els dos països. El país nipó està prioritzant la península Aràbiga, ja que al març del mateix any havia arribat a un acord amb l'Àrab Saudita per estudiar la viabilitat de projectes relacionats amb les cadenes de subministrament de l'hidrogen blau i l'amoníac.

61 Més informació a l'article: "Japan, UAE sign hydrogen co-operation deal" d'Argusmedia, disponible a: <https://www.argusmedia.com/en/news/2203675-japan-uae-sign-hydrogen-cooperation-deal>

Un nou model energètic per a l'hidrogen

L'elevat cost de les inversions i del producte continua sent el gran problema per al sector de l'hidrogen, raó per la qual s'intenta incentivar des de les institucions públiques, ja que després de dècades de desenvolupament a penes existeixen aplicacions realment viables. De fet, els projectes actualment més rellevants són sobretot projectes pilot, de recerca o per analitzar-ne la potencialitat. Un fet que no ha impedit que importants empreses energètiques hagin vist en l'hidrogen un nou nínxol de negoci, llançant-se a projectes que en molts casos són qüestionables i menys rendibles del que s'esperava.

L'estratègia de l'hidrogen de la UE estableix l'objectiu de produir 10 milions de tones d'hidrogen verd per a 2030, la qual cosa representa només l'11 % del consum d'hidrogen total en l'actualitat en el conjunt de la Unió. Segons l'Agència Internacional de l'Energia, la demanda d'hidrogen per a diferents usos industrials el 2018 es va situar en 73,9 milions de tones. Només el 0,1 % d'aquest hidrogen és verd en l'actualitat. El problema més rellevant és que, tot i que substituir l'actual demanda d'hidrogen d'origen fòssil hauria de ser prioritari, la majoria de les propostes es basen en la utilització d'hidrogen per a aplicacions ineficients com el tren o el vehicle privat.

En aquests moments, i al fil de les promeses anunciades sobre les bondats del sector, amb els consegüents moviments especulatius, es fa necessari alertar de la tirada de l'economia espanyola per les bombolles econòmiques, les quals esclaten amb impactes especialment preocupants per a les persones més vulnerables. El panorama energètic espanyol és l'alumne avantatjat d'aquests processos especulatius. N'hi ha prou a recordar la bombolla gasista que vam sofrir a principis d'aquest segle, quan temeràriament els governs van provocar una aposta de les grans energètiques per centrals de cicle combinat de gas i terminals de regasificació, sent les renovables les que fet i fet van acabar pagant la festa en forma de moratòries i paralització d'ajudes.

Abordar el paper de l'hidrogen en la transició energètica no es pot deslligar del disseny adequat d'un mix energètic d'acord amb els límits planetaris. Aquest model haurà de considerar com a pilars bàsics, segons l'Horitzó Energètic de 2050, l'eficiència, l'estalvi i la baixada de consum, és a dir, ha de reduir la necessitat d'energia augmentant l'eficiència, així com adaptar-se a la futura disponibilitat energètica que serà notablement més baixa que l'actual, amb una potència disponible quantitativament i qualitativament més petita. El nostre model haurà d'estar basat en energies netes que redueixin el màxim del seu impacte en l'extracció de recursos materials, en l'ocupació del territori, l'impacte sobre els ecosistemes i la generació de residus.

En definitiva, l'hidrogen s'ha de plantejar en un escenari de transició cap a un model basat en la sobirania energètica, en el qual els individus conscients, les comunitats i els pobles prenguin les seves pròpies decisions respecte a la generació, distribució i consum d'energia, de manera que aquestes siguin apropiades a les seves circumstàncies ecològiques, socials, econòmiques i culturals, sense afectar negativament terceres persones.

1. Model lligat a la minimització dels excedents energètics: que ha de ser sobre la base d'una planificació adequada, que posi en primer lloc un marc de descens del nostre consum energètic en termes nets i a curt termini. Això és especialment rellevant, perquè resulta inviable substituir els consums energètics de sectors com el transport sobre la base de la producció d'hidrogen, verd o no. En aquesta planificació adequada es fa evident que la implantació de les renovables s'ha de centrar en primer lloc en la substitució de la potència fòssil i nuclear abundant en el sistema elèctric. En aquesta substitució apareixeran puntes de producció en moments amb elevada disponibilitat de sol o vent, per la qual cosa és recomanable l'emmagatzematge d'aquesta energia per a quan no hi hagi ni sol ni vent.

2. Dimensionament adequat de la potència a instal·lar. La tecnologia de l'hidrogen verd comporta la necessitat de la instal·lació d'energies renovables, previsiblement solar i eòlica, que encara que menys emissores de gasos d'efecte d'hivernacle comporta una altra sèrie d'impactes, si no es planifiquen de manera adequada. Així, estem veient casos en els quals la inadequada ubicació d'aquestes energies està originant importants impactes sobre els ecosistemes i les poblacions. Per això, resulta fonamental dimensionar aquestes instal·lacions a les necessitats de consum pròxim sempre que sigui possible i que suposi l'opció de menys impacte, així com evitar grans projectes destinats a l'exportació, que suposaria una elevada pressió en territoris concrets.

3. Model flexible sobre la base de la diversitat tecnològica. El disseny de la xarxa elèctrica necessita considerar un mix energètic adequat, amb diferents fonts i maneres d'emmagatzematge i suport. Com més diversitat de fonts i tecnologies renovables disponibles, millor capacitat de resistir a futurs problemes. Ser capaços de tenir sistemes flexibles que no depenguin d'una sola font energètica i es puguin adaptar a situacions diferents és un pilar clau de la sobirania energètica.

Un concepte que en aquests moments hauria d'establir una jerarquització de diferents criteris de gestió, entre els quals haurien d'estar prioritàriament aconseguir una gestió adequada de la demanda i aconseguir la millor utilització dels diferents tipus d'energia. Això evitaria cometre errors com obtenir l'hidrogen d'una sola font sota la premissa de projectes cada vegada més grans o utilitzar l'hidrogen per a emmagatzematge a llarg termini, ja que sembla que, a priori, i a causa de les fuites que es produeixen només podrà emmagatzemar-se a curt i mitjà termini.

4. Planificació adequada dels usos. El gran oblit en la transició energètica és la necessitat d'ordenar els usos i les tecnologies, la qual cosa afavoreix un sistema de producció capitalista que busca en la desregulació maximitzar els beneficis. Aquesta és una de les qüestions fonamentals per aconseguir una descarbonització correcta. Hauríem de començar a aplicar un principi de jerarquia d'usos de manera que quedi clar cap a on dirigir cadascun d'aquests sectors. Un bon exemple el constitueix el vehicle privat (el cotxe), un sector en el qual veiem proliferar l'aplicació de totes les tecnologies, des de les bateries fins a l'hidrogen, tot i que sabem que els seus requeriments energètics, en termes nets, són insostenibles. No val la pena entossudir-se en camins impossibles. Hem de fer els càlculs per veure quina quantitat d'energia tenim disponible i sobre quines tecnologies, adequant aquesta quantitat i distribuint-la des dels usos prioritaris, com per exemple l'alimentació, la fabricació de determinats béns o els esforços necessaris en l'adaptació al canvi climàtic, abans de llançar senyals a sectors com el del vehicle privat. Un fet reconegut per les empreses del sector com Volkswagen, que ja el 2019 manifestava amb claredat les enormes pèrdues energètiques que presenta el cotxe d'hidrogen davant de l'elèctric⁶².

62 <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html>

Així hauríem d'establir un sistema de jerarquia d'usos que prioritzi en ordre d'importància els usos següents:

1. Materials
2. Tèrmics d'altres temperatures
3. Per a sectors en els quals no existeix alternativa millor
4. Suport de generació convencional
5. Altres

La península Ibèrica com a hub de l'hidrogen

Al Full de ruta de l'hidrogen renovable, aprovat pel Govern central l'octubre de 2020, s'identifica com una oportunitat "convertir Espanya en una de les potències europees de generació d'energia renovable". Uns paràgrafs més avall indica que s'ha de fer a través de la promoció de l'hidrogen verd, el biometà i el biogàs. Encara que el que crida més l'atenció és que també defineix com a rellevant disminuir la dependència energètica nacional i de l'entorn europeu, la qual cosa ens recorda al discurs que es va utilitzar fa una dècada per a la promoció de gas fòssil.

En aquesta línia va la missió de la Hydrogen for Climate Action⁶³, un consorci entre la Direcció General de Mercats Interns, Indústria, Emprenedoria i PIMES amb Hydrogen Europe, que proposa projectes i regulacions que permetin la creació d'un mercat intern de l'hidrogen. Enagás forma part d'aquest consorci i més concretament participa del projecte Green Spider⁶⁴, que pretén utilitzar la infraestructura gasista actual per potenciar l'ús d'aquest vector energètic a l'Aragó, Balears, País Basc i Castella i Lleó, i posar en funcionament la planta regasificadora del Musel (Gijón) per transportar hidrogen al centre d'Europa. S'ha utilitzat el mateix plantejament per a Itàlia, ja que mitjançant el projecte Silver Frog⁶⁵, que juntament amb el Green Spider conformen el Green Crane, l'objectiu és potenciar la industrialització del centre d'Europa.

63 Per saber-ne més sobre la Hydrogen for Climate Action: <https://www.hydrogen4climateaction.eu/>

64 Per saber-ne més sobre el projecte Green Spider de Hydrogen for Climate Action: <https://static1.squarespace.com/static/5d3f0387728026000121b2a2/t/5d9f24f459c7f056aca5a74f/1570710781671/4.A+Green+Spider+project.pdf>

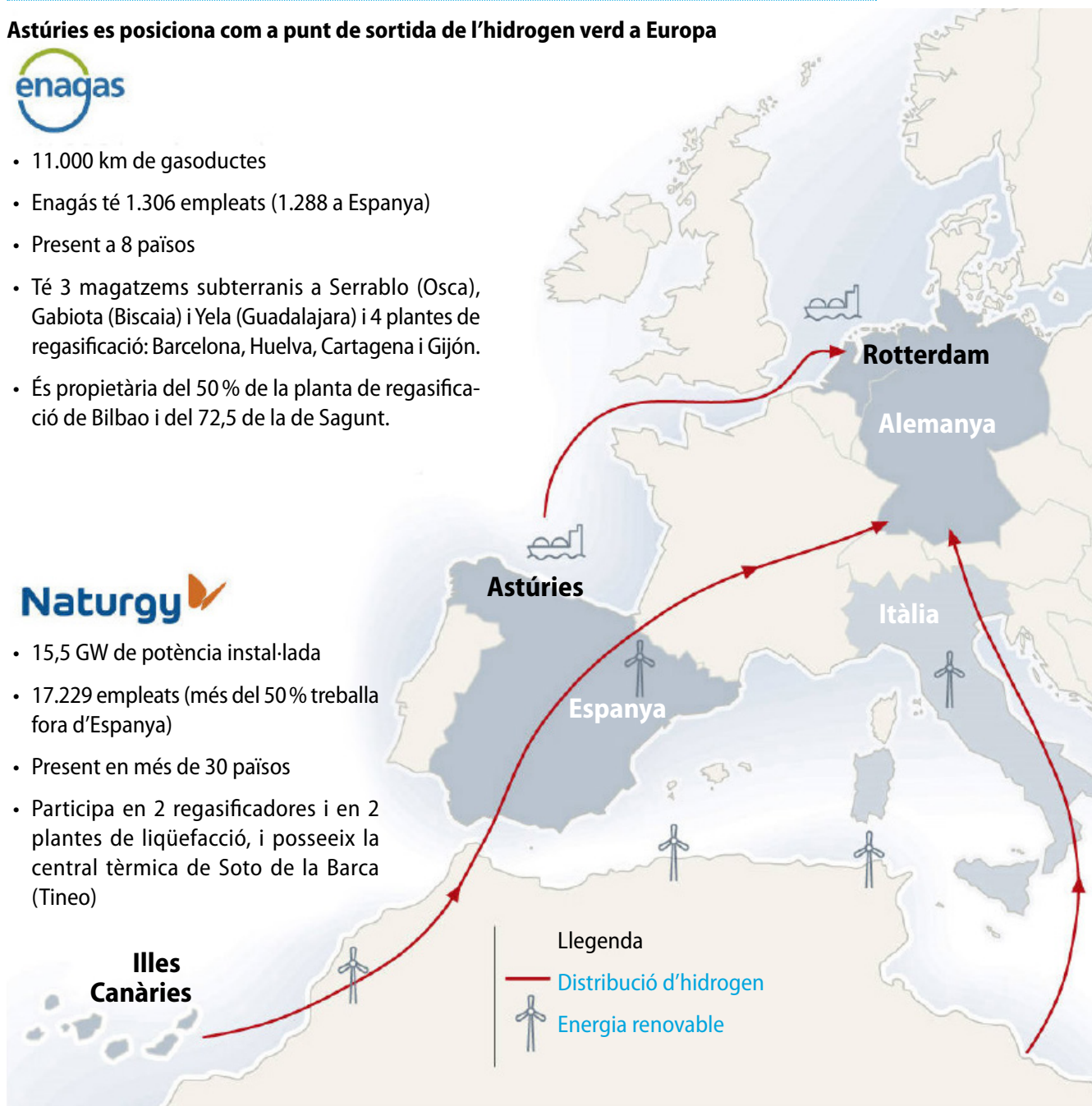
65 Per saber-ne més sobre el projecte Silver Frog de Hydrogen for Climate Action: <https://static1.squarespace.com/static/5d3f0387728026000121b2a2/t/5d9f252986e0ee312c638cf6/1570710833197/4.B+SilverFrog+project.pdf>

Figura 6. Projecte Green Crane, constituït pels projectes Green Spider i Silver Frog**Astúries es posiciona com a punt de sortida de l'hidrogen verd a Europa**

- 11.000 km de gasoductes
- Enagás té 1.306 empleats (1.288 a Espanya)
- Present a 8 països
- Té 3 magatzems subterranis a Serrablo (Osca), Gabiota (Biscaia) i Yela (Guadalajara) i 4 plantes de regasificació: Barcelona, Huelva, Cartagena i Gijón.
- És propietària del 50 % de la planta de regasificació de Bilbao i del 72,5 de la de Sagunt.



- 15,5 GW de potència instal·lada
- 17.229 empleats (més del 50% treballa fora d'Espanya)
- Present en més de 30 països
- Participa en 2 regasificadores i en 2 plantes de líquuefacció, i posseeix la central tèrmica de Soto de la Barca (Tineo)



Font: El Comercio.

En la descripció del projecte Green Spider es parla exclusivament de la producció d'hidrogen al territori estatal, però en la imatge corresponent al projecte Green Crane es tracen vies d'importació des del nord d'Àfrica. Aquesta projecció està alineada amb l'estratègia d'hidrogen de la Comissió Europea, encara que en el cas de la porta d'entrada des d'Itàlia fa referència a una connexió que no existeix actualment i estava projectada anteriorment, que era el gasoducte Galsi.

També ha passat amb el projecte MidCat/STEP, que havia de ser la tercera interconnexió gasista entre l'Estat espanyol i francès, amb la promoció de l'European Hydrogen Backbone⁶⁶ per part de Gas for Climate⁶⁷. Aquesta plataforma, conformada pels operadors del sistema gasista de 21 països de la Unió Europea, pretén teixir una xarxa d'hidroductes de gairebé 40.000 quilòmetres per a 2040, el 69 % dels quals serien gasoductes reconvertits. El 31 % restant seria a través d'hidroductes de nova construcció, reactivant velles interconnexions gasistes, com és el cas del projecte MidCat/STEP.

66 Per saber-ne més sobre l'Hydrogen European Backbone de Gas for Climate: https://gasforclimate2050.eu/wp-content/uploads/2021/06/European-Hydrogen-Backbone_April-2021_V3.pdf

67 Per saber-ne més sobre Gas for Climate: <https://gasforclimate2050.eu/>

Instruments reguladors, sectorials i transversals

L'hidrogen és un nouvingut a la normativa espanyola, encara que està previst dins dels anomenats combustibles alternatius, una categoria calaix de sastre en la qual entren moltes aplicacions tecnològiques. No obstant això, amb motiu de l'elaboració de la Llei de canvi climàtic i transició energètica (Llei 7/2021) i el Pla Nacional Integrat de Clima i Energia, aquest gas comença a atreure l'atenció legislativa. De fet, l'hidrogen verd apareix en el segon a través d'algunes mesures⁶⁸, així com en l'Estratègia a llarg termini 2050, que inclou l'hidrogen renovable com un dels principals vectors per descarbonitzar alguns sectors econòmics.

És precisament la crisi econòmica sorgida després de la COVID-19 i els plans de recuperació el que posa en marxa l'impuls definitiu al sector. Uns plans que han comptat amb l'impuls publicitari proporcionat pel Ministeri de Transició Ecològica i Repte Demogràfic i per la Secretaria d'Estat d'Energia, i per l'elaboració del Full de ruta de l'hidrogen. S'hi presenta aquesta tecnologia d'emmagatzematge energètic com una gran panacea, que no sols aconseguirà reduir les nostres emissions, sinó solucionar enormes problemes estructurals.

Aquesta tecnologia és mereixedora per al govern d'un apartat propi en els Fons de Recuperaació i Resiliència, que s'assigna com a component 9 i que està basat en les propostes recollides en el Full de ruta de l'hidrogen. Encara que resulta molt adequat que l'estratègia espanyola només prevegi l'hidrogen verd (al contrari del que passa amb l'europea), també és cert que serà molt difícil garantir la plena sostenibilitat d'aquest hidrogen si no s'avancen en mecanismes millors i més restrictius. Per exemple, és imprescindible desenvolupar el Sistema de Garanties d'Origen que assegurï que l'hidrogen utilitzat està en línia amb la Directiva europea de renovables. Una directiva que no és tan completa com caldria per evitar la inclusió de matèries primeres impactants com alguns productes bioenergètics de primera generació.

Taula 4. Quadre de mesures proposades al full de ruta.

Mesura	Valoració
4 GW d'electrolitzadors instal·lats a Espanya el 2030.	Depèn de quin sigui l'ús final d'aquest hidrogen produït.
Contribució mínima de l'hidrogen renovable del 25 % respecte del total de l'hidrogen consumit el 2030 a totes les indústries consumidores d'hidrogen com a matèria primera com a font energètica.	Com s'ha vist més amunt, no són el mateix els usos materials que els energètics. D'altra banda, cal discernir entre sectors en desaparició i en transformació.
5.000-7.500 vehicles lleugers i pesants de combustible d'hidrogen i 150-200 autobusos de pila de combustible.	Els vehicles lleugers no haurien d'entrar en el sector de l'hidrogen. La resposta al transport passa per la reducció del vehicle privat.
Xarxa d'almenys 100-150 hidrogeneres d'accés públic.	Ídem de l'anterior.
Utilització en règim continu de trens propulsats amb hidrogen en almenys dues línies comercials de mitjana i llarga distància en vies actualment no electrificades.	La xarxa ferroviària s'ha d'electrificar, impulsar el tren amb hidrogen no és la millor solució.
Introducció de maquinària de handling ⁶⁹ , perquè utilitzi piles de combustible d'hidrogen renovable i de punts de subministrament en els cinc primers ports i aeroports en volum de mercaderies i passatgers, respectivament.	És necessari estudiar l'eficiència de la maquinària de handling elèctrica davant de l'hidrogen, optant exclusivament per la millor tecnologia en termes energètics i ambientals.

68 En concret, en les mesures 1.1, 1.2, 1.8, 1.18, 2.4, 3.2, 3.3 i 4.7.

69 La maquinària de handling és aquella usada en la manipulació, transport i emmagatzematge de paqueteria i mercaderies. Una maquinària clau en la gestió i logística de grans ports de comerç internacional.

Exemples concrets de projectes

L'Hydrogen Valley of Catalonia

L'Hydrogen Valley of Catalonia és un dels 27 projectes emblemàtics del Next Generation Catalonia i pretén ser el pol industrial del sud d'Europa amb projectes vinculats a la indústria, la mobilitat, l'economia circular, producció i logística, R+D+I i formació i sensibilització.

L'Hydrogen Valley of Catalonia està situat al port de Tarragona per la seva posició geoestràgica clau i està impulsat per més de 100 actors empresarials, com Repsol, Enagás, Naturgy, Celsa, ICL, etc., i compta amb el suport de diferents institucions públiques: Generalitat de Catalunya, Àrea Metropolitana de Barcelona i Diputació de Tarragona.

També té vinculació amb el projecte Green Crane, d'Hydrogen for Climate Action, i el seu pressupost és de més de 6.500 milions d'euros, el qual pot obtenir finançament públic a través del Next Generation EU i el pressupost de la Unió Europea per a 2021-2027.

Endesa i els seus 23 projectes d'hidrogen

Endesa, fundada com a Empresa Nacional d'Electricitat Societat Anònima (ENDESA), actualment té com a propietari majoritari l'elèctrica pública italiana Enel. Fins a l'inici del tancament del carbó va ser l'empresa més emissora de gasos d'efecte d'hivernacle a Espanya.

Els projectes segons la mateixa companyia⁷⁰

"Des d'Endesa hem traslladat al Ministeri per a la Transició Ecològica el nostre interès per desenvolupar a Espanya fins a 23 projectes d'hidrogen renovable. Aquests projectes, amb una inversió associada de més de 2.900 milions d'euros, inclouen tota la cadena de valor d'aquest vector energètic, de manera que contribuirien a crear una indústria espanyola de fabricació d'electrolitzadors i de béns d'equipament. (...) Els 23 projectes d'hidrogen verd que volem desenvolupar estan associats a una capacitat de potència de gairebé 2.000 MW renovables.

Els projectes més ambiciosos que es duren a terme a la península se situen a les zones en què la companyia està tancant les plantes tèrmiques: Andorra (Terol), Compostilla (Lleó), As Pontes (la Corunya), Litoral (Almeria) i Alcúdia (Mallorca). (...) En total, els projectes a desenvolupar a l'Espanya peninsular aglutinen 2.000 milions d'inversió i electrolitzadors amb una potència agregada de 315 MW.

En el cas dels projectes extrapeninsulars, que absorbeixen altres 900 milions d'inversió, es plantegen opcions que van des de la producció d'hidrogen verd en plantes de generació (Barranco de Tirajana, Granadilla i Alcúdia, amb electrolitzadors que sumaran 25 MW), el pas de plantes operatives al seu funcionament amb bi-combustible, i la substitució de potència d'altres plantes operatives per hidrogen/gas".

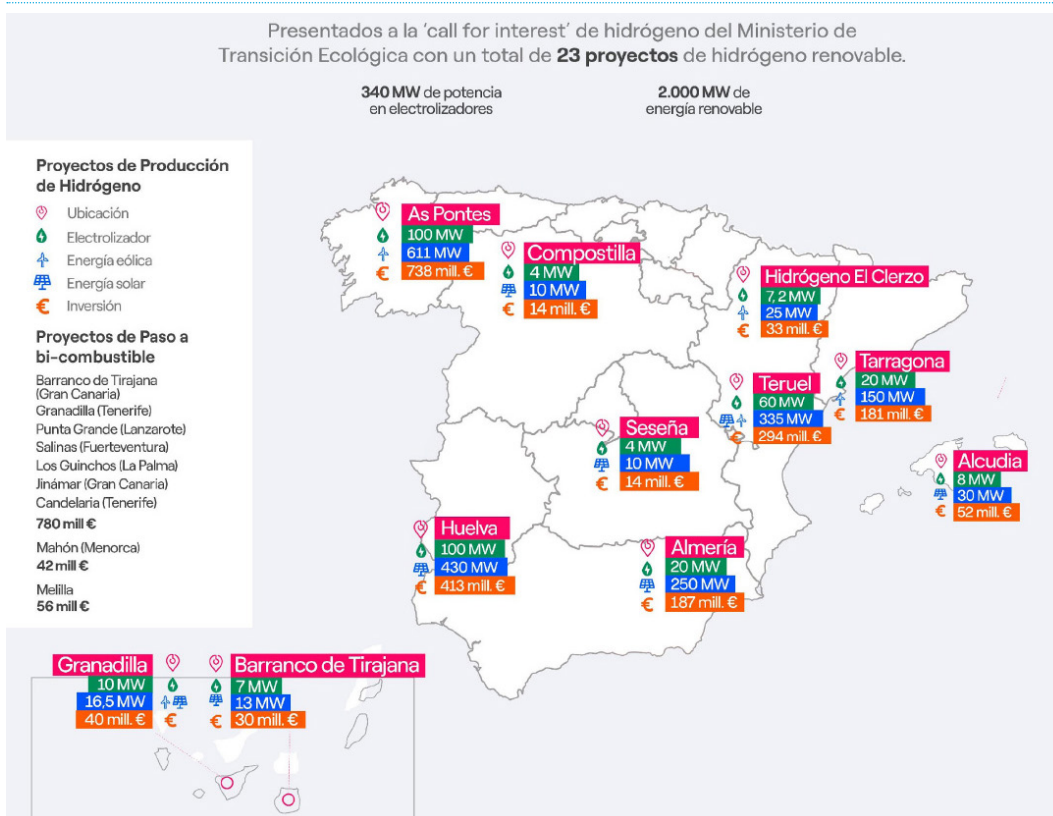
⁷⁰ <https://www.endesa.com/es/prensa/sala-de-prensa/noticias/transicion-energetica/endesa-contempla-desarrollo-23-proyectos-hidrogeno-verde-espana>

Fons als quals opta::

Fons per a la transició justa

Fons per a la recuperació i la resiliència (Nextgen EU)

Figura 7. Projecte d'hidrogen d'Endesa



Font: Endesa.

Corredor basc de l'hidrogen

Petronor (la filial basca de Repsol) lidera l'anomenat Corredor basc de l'hidrogen⁷¹. Aquest preveu la producció anual de 20.000 tones d'hidrogen i una inversió de 1.300 milions d'euros fins al 2026, dels quals 650 milions són per a hidrogen verd; altres 250 són per a desenvolupament tecnològic i industrial en tota la cadena de valor i digitalització, i 50 milions en recerca d'aplicacions d'hidrogen en mobilitat, al sector residencial i la indústria.

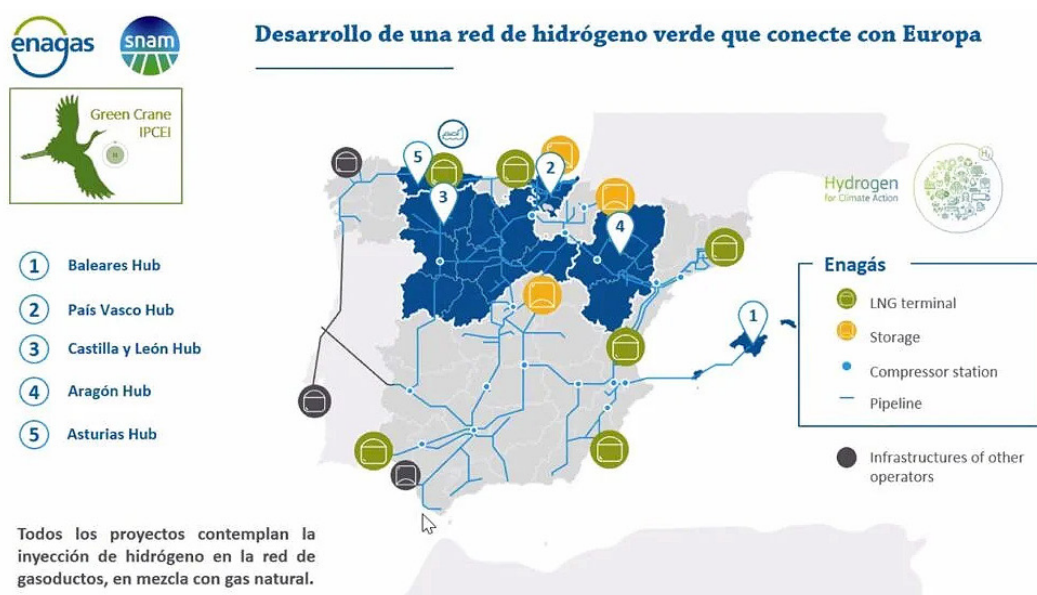
S'ha format un consorci en el qual hi ha 78 organitzacions: 8 institucions, 12 centres de co-neixement i associacions empresarials i 58 empreses. Hi participen una llarga llista d'empreses entre les quals cal esmentar: de siderúrgia com ArcelorMittal, fabricants de tubs Tubacex i Tubos Reunidos, Celsa, Sidenor; la indústria ferroviària (CAF i Talgo). En la mobilitat, Siemens, Ingeteam, Irizar, navilieres com Balearia i la drassana Murueta; o enginyeries com Sener i Idom, entre moltes altres. Petronor està actualment consumint H₂ d'origen fòssil per dessulfurar petrolis "bruts" igual que alguna altra de les empreses que participen en el consorci. No obstant això, considerem que la majoria del H₂ que es planteja produir no tindria sentit des d'un punt de vista d'eficiència, considerant que aquest pot ser menor del 10 %.

71 Más información en la mateixa pàgina de l'empresa: <https://petronor.eus/es/2021/02/el-corredor-vasco-del-hidrogeno-implica-a-78-empresas-e-instituciones-de-la-mano-de-petronor-repsol/>

El Musel-Gijón

La utilització de la planta de regasificació del Musel (Gijón, Astúries), declarada il·legal per diverses sentències judicials, apareix en uns quants projectes liderats per Enagás que suposen l'exportació d'hidrogen a altres països europeus. El principal és el conegut com Green Crane⁷² (Grulla Verda, en una fase anterior; abans d'involucrar la també italiana Snam, es deia Green Spider) i que té com a objectiu teixir una xarxa de producció i circulació d'hidrogen verd per Europa gràcies a les infraestructures de transport d'Enagás i de plantes d'electròlisi partint d'energies netes, situades en cinc comunitats autònomes: Astúries, País Basc, Castella i Lleó, Aragó i Balears. Aquest projecte ha estat presentat a la convocatòria dels IPCEI de la mà del Ministeri d'Indústria.

Figura8. Projectes d'hidrogen d'Enagás i Snam



A més d'aquest projecte destinat a l'exportació d'hidrogen cap al nord d'Europa, Natury i Enagás s'han aliat en un altre projecte que involucra la planta d'El Musel i que suposarà una inversió de prop de 400 milions d'euros. El projecte preveu produir hidrogen verd des d'un parc eòlic marí flotant de 250 MW i un altre terrestre de 100 MW a Astúries per a consum de la indústria ubicada en aquesta comunitat autònoma. La iniciativa permetrà avançar en la transició energètica, en afavorir la descarbonització de sectors com el de l'acer i les drassanes, el que podria tenir sentit, estendre-ho també a altres sectors, gràcies a la injecció d'hidrogen renovable a la xarxa gasista.

L'elevat volum de notícies i anuncis de projectes sobre hidrogen verd dificulta la distinció entre uns i altres.

⁷² Se'n pot trobar informació en llocs diversos: <https://www.elcomercio.es/economia/enagas-promovera-nuevo-parque-eolico-hidrogeno-musel-20210424002027-ntvo.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.elcomercio.es%2Feconomia%2Fenagas-promovera-nuevo-parque-eolico-hidrogeno-musel-20210424002027-ntvo.html>
Presentació d'Enagás sobre el projecte Green Crane: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/anton_martinez_-_enemadrid_2020.pdf

Conclusions

Avui dia, menys de l'1 % de la producció mundial de H_2 és d'origen renovable. D'acord amb dades oficials, el 99 % dels 130 milions de tones d'hidrogen que es produeixen anualment per a processos industrials s'aconsegueix utilitzant processos de gasificació de carbó, lignit o gas natural. Per tant, la realitat de l'hidrogen avui dia està molt allunyada dels objectius plantejats per a l'hidrogen verd.

Les grans empreses energètiques i lobbies fòssils estan generant una narrativa perquè l'hidrogen tingui un paper central en la descarbonització i que sigui l'hidrogen blau el que es desenvolupi a gran escala per les limitacions que presenta l'hidrogen verd. Aquesta narrativa ha de permetre'ls tenir un rol central en la transició energètica i que puguin beneficiar-se dels fons de recuperació i resiliència europeus, Next Generation EU. A l'Estat espanyol, Iberdrola, Endesa i Naturgy han sol·licitat gairebé el total de subvencions atorgades per a dur a terme la seva transició energètica, proposant una part significativa de les infraestructures necessàries per complir amb els objectius marcats pel Full de ruta de l'hidrogen renovable per a 2030.

Abordar el paper de l'hidrogen verd en la transició energètica no es pot deslligar del disseny adequat d'un mix energètic d'acord amb els límits planetaris. Aquest model haurà de considerar com a pilars bàsics, segons l'Horitzó Energètic a 2050, l'eficiència, l'estalvi i la baixada de consum, reduint les necessitats energètiques i adaptant-les a la futura disponibilitat que serà notablement més baixa que l'actual, amb una potència disponible quantitativament i qualitativament més petita. El nostre model haurà d'estar basat en energies netes, de manera que reduirà al màxim el seu impacte en l'extracció de recursos materials, en l'ocupació del territori, l'impacte sobre els ecosistemes i en la generació de residus.

D'altra banda, el gran oblit en la transició energètica és la necessitat d'ordenar els usos i les tecnologies mitjançant una planificació adequada. Aquesta és una de les qüestions fonamentals per aconseguir una descarbonització correcta. Hem de començar a aplicar un principi de jerarquia d'usos de manera que quedi clar cap a on dirigir cadascun d'aquests sectors. Hem de fer els càlculs per veure quina quantitat d'energia tenim disponible i sobre quines tecnologies, adequant aquesta quantitat i distribuint-la des dels usos prioritaris, com per exemple l'alimentació, la fabricació de determinats béns o els esforços necessaris en l'adaptació al canvi climàtic. Com ho és donar un paper realista a l'hidrogen, ja que sí bé podria ajudar a descarbonitzar sectors amb complexitats o substituir la demanda d'hidrogen fòssil, aquesta tecnologia no està exempta d'impactes. Les potències renovables addicionals requerides, els materials emprats o l'aposta per les grans infraestructures podrien provocar importants impactes en els ecosistemes i en la societat, com ja passa en l'extracció de molts dels minerals necessaris.

L'hidrogen és l'element que marcarà les relacions internacionals en la transició energètica a escala global, ja que ha de permetre la descarbonització de l'economia seguint amb el mantra del creixement. Els països i regions del Nord global són els que tindran més poder d'influència perquè són els que estan planificant el seu desenvolupament a través de les estratègies i fulls de ruta de l'hidrogen. En el cas d'Europa, ha identificat el nord d'Àfrica i el centre i sud del continent africà com a regions clau per a la importació d'aquest vector energètic.

Actualment no existeix un mercat regional ni global de l'hidrogen, però s'estan començant a col·locar les primeres peces, com són la creació de partides específiques dels plans de recuperació i resiliència nacionals i l'aprovació de programes sota el marc *Green Deal*. Actors del món finan-

cer, com Goldman Sachs, estan començant a elaborar informes amb estimacions de mercats de l'hidrogen en diferents regions del planeta. Cal no oblidar que existeix un conflicte d'interessos, ja que aquests actors acostumen a ser propietaris de les grans empreses que promociónen el desenvolupament d'aquest vector energètic. Els bons verds són l'instrument financer amb el qual es podran finançar els projectes d'hidrogen de baixes emissions, verd i blau, per diferenciar-se dels projectes de combustibles fòssils, encara que els criteris són diferents segons l'organisme i/o regió on s'apliquin.

El lliure mercat no és l'únic espai on es podran establir relacions comercials relacionades amb l'hidrogen. Actualment països de diferents regions del planeta estan establint contractes bilaterals. Les estratègies i motius són diversos, ja que hi ha països exportadors que busquen suport per desenvolupar la seva infraestructura, mentre que uns altres volen mantenir el seu rol en el futur mercat energètic. En el cas dels importadors, la intenció és diversificar les cadenes de subministrament, sense importar el tipus d'hidrogen, o consolidar relacions ja existents.

El Govern central identifica el Full de ruta de l'hidrogen renovable com una oportunitat per disminuir la dependència energètica nacional i de l'entorn europeu, la qual cosa recorda al discurs que es va utilitzar fa una dècada per a la promoció del gas fòssil. La participació d'Enagás en diferents consorcis i plataformes europees ha fet que es plantegi la reconversió d'algunes infraestructures gasistes del territori estatal i la resurrecció d'una polèmica interconnexió amb França, el projecte MidCat/STEP, per crear un mercat intern de l'hidrogen. L'Estat espanyol seria un país de trànsit, com ja ho va ser amb el gas, i/o de generació per transportar l'hidrogen cap als països del centre d'Europa, que serien els principals beneficiaris d'aquest mercat.

En definitiva, l'hidrogen s'ha de plantejar en un escenari de transició cap a un model basat en la sobirania energètica, en el qual els individus conscients, les comunitats i els pobles prenguin les seves pròpies decisions respecte a la generació, distribució i consum d'energia, de manera que aquestes siguin apropiades a les seves circumstàncies ecològiques, socials, econòmiques i culturals, sense afectar negativament terceres persones.

