

# PERQUÈ H<sub>2</sub>

*Eduard Furró Estany*

www.cmes.cat - cmes2012@gmail.com - @CMESenergia

12 de maig de 2020

La humanitat ens endinsem en un període de canvis profunds, fonamentalment de transformació del sistema energètic però també de comportaments socials, ambdós totalment correlacionats, motivats per la simple raó d'estar utilitzant un model basat en l'ús infinit d'uns recursos que són finits.

Aparentment sembla un veritable despropòsit que de fet ha estat sempre a l'abast de les nostres decisions, però també és cert que obviar (conscient i/o inconscientment) aquest condicionant ens ha permès créixer i desenvolupar-nos de forma exponencial i adquirir un important grau de coneixements i tecnologia durant els darrers 211 anys.

Avui però, en comencem a pagar un preu cada cop exponencialment més alt. Hem ultrapassat el llindar de l'ús insostenible del recursos finits, constatem ja el seu exhauriment i a més la combustió dels recursos energètics fòssils (carbó, petroli i gas) està modificant la composició de gasos d'efecte hivernacle de l'atmosfera amb un desgavell climàtic i uns índex de contaminació que amenacen tots els ecosistemes i el propi futur de la vida, al menys tal com avui la coneixem.

La solució apunta doncs a quatre vectors clau; el control demogràfic (equilibri poblacional), cicles tancats d'ús dels recursos (l'economia circular), salut mediambiental i biodiversitat i la transició a un sistema energètic basat el 100% en l'aprofitament de les fonts renovables d'accés a l'energia, netes i inexhauribles a la nostra escala.

Els tres primers obeeixen bàsicament a voluntats individuals i socials que podem ajustar a patrons de comportament, però el tercer, l'energia, és el vector clau que possibilita els propòsits dels altres tres i per tant l'hem de poder controlar i dosificar.

El model energètic de combustibles fòssils i urani ha permès obtenir energia a partir d'un estoc que ha possibilitat el seu ús a dojo, únicament limitat al seu cost econòmic de mercat. Un mercat però que en poques mans i a l'empara de tot tipus d'intrigues, conflictes i confrontes bèl·liques, a configurat un sistema energètic socialment injust, origen de grans avenços, alhora que de grans desequilibris, fins que el límit dels recursos i els seus greuges mediambientals han marcat ja el seu punt d'obsolescència.

El relleu no és altre que l'aprofitament de les fonts renovables d'accés a l'energia, ningú ho posa ja en dubte, malgrat els intents interessats i errats de perllongar el model fins exhaurir el darrer recurs al preu que sigui. Però tot i que les fonts renovables d'accés a l'energia aporten fluxos inexhauribles i de recursos immensos, respecte les nostres necessitats, ho fan de forma aleatòriament variable.

D'aquí la necessitat de canalitzar aquest fluxos a la seva utilització en temps real i al seu emmagatzematge, per tal d'aprofitar els seus màxims per complementar els seus mínims i aconseguir atendre i garantir de forma regular les nostres necessitats temporals.

La clau està doncs en assolir un nivell important d'emmagatzematge d'energia de forma que puguem adaptar els seus usos dins d'un marge de llibertat (no llibertinatge ni caprici) raonable.

En quant al sistema d'emmagatzematge, cal considerar que les fonts renovables majoritàries a Catalunya (fotovoltaica, hidroelèctrica i eòlica) ens ofereixen energia en forma de potencial elèctric, tecnològicament difícil d'emmagatzemar de forma massiva.

Algunes veus, apuntaven, fa uns anys, la possibilitat d'interconnectar grans xarxes elèctriques receptores d'un gran nombre i tipologia de fonts renovables, de forma que les diferències geogràfiques horàries i climatològiques aconseguissin un cert nivell d'equilibri acceptable entre captació i ús.

Però en realitat, el sistema generaria un nivell enorme de pèrdues d'energia en el transport, un més que difícil control de regulació i governança (qui decideix i en base a quins criteris i prioritats) i alhora impossible de garantir la no fallida del sistema, ja fos per causes generalitzades de manca de producció, com de possibles averies tecnològiques o degudes a incidències naturals o fins i tot provocades per desavinences entre societats.

D'aquest primer pensament varem passar a les bateries electroquímiques.

De la mà de l'automoció, la pressió del màrqueting per substituir el vehicle de motor de combustió per un d'elèctric, ha fet que sembli que haguem descobert el magatzem miracle que ens ho ha de solucionar energèticament tot.

Però les bateries electroquímiques és varen desenvolupar fa ja de l'ordre de 211 anys, les hem estat utilitzant en tot tipus d'aplicacions i tot i que hem millorat molt la seva tecnologia, coneixem perfectament bé les seves limitacions quant a capacitat, resposta elèctrica a l'ús (puntes de càrrega i curtcircuits) i límit de vida útil en funció dels règims de treball (càrrega i descàrrega).

Les bateries tot i estar cridades a jugar un paper importantíssim, especialment en petites aplicacions, automoció de curt recorregut i qualitat de la xarxa elèctrica en el nou model energètic, no en són, en absolut, la solució a les necessitats d'emmagatzematge massiu de l'energia.

Les necessitats energètiques tot i que apunta a que evolucionaran vers la modalitat elèctrica, una part molt important, de l'ordre del 30%, correspondrà a necessitats tèrmiques, i d'aquestes un 50% seran usos de gran temperatura, com les grans cambres de combustió per a la cocció del ciment o la fosa dels metalls etc.....

I un altra part important de l'ordre del 10% correspondrà a les necessitats de la tracció elèctrica de la mobilitat de gran abast i tonatge (camions, busos, trens no electrificats, maquinària pesada, vaixells i aviació).

Per tant necessitem que l'emmagatzematge massiu de l'energia es pugui fer a través d'un vector energètic el més polivalent possible. És a dir que pugui transformar-se fàcilment en un vector sobre la xarxa elèctrica, un vector tèrmic o en un vector elèctric a partir de petits magatzems recarregables embarcats en la tracció elèctrica del transport de gran abast i tonatge.

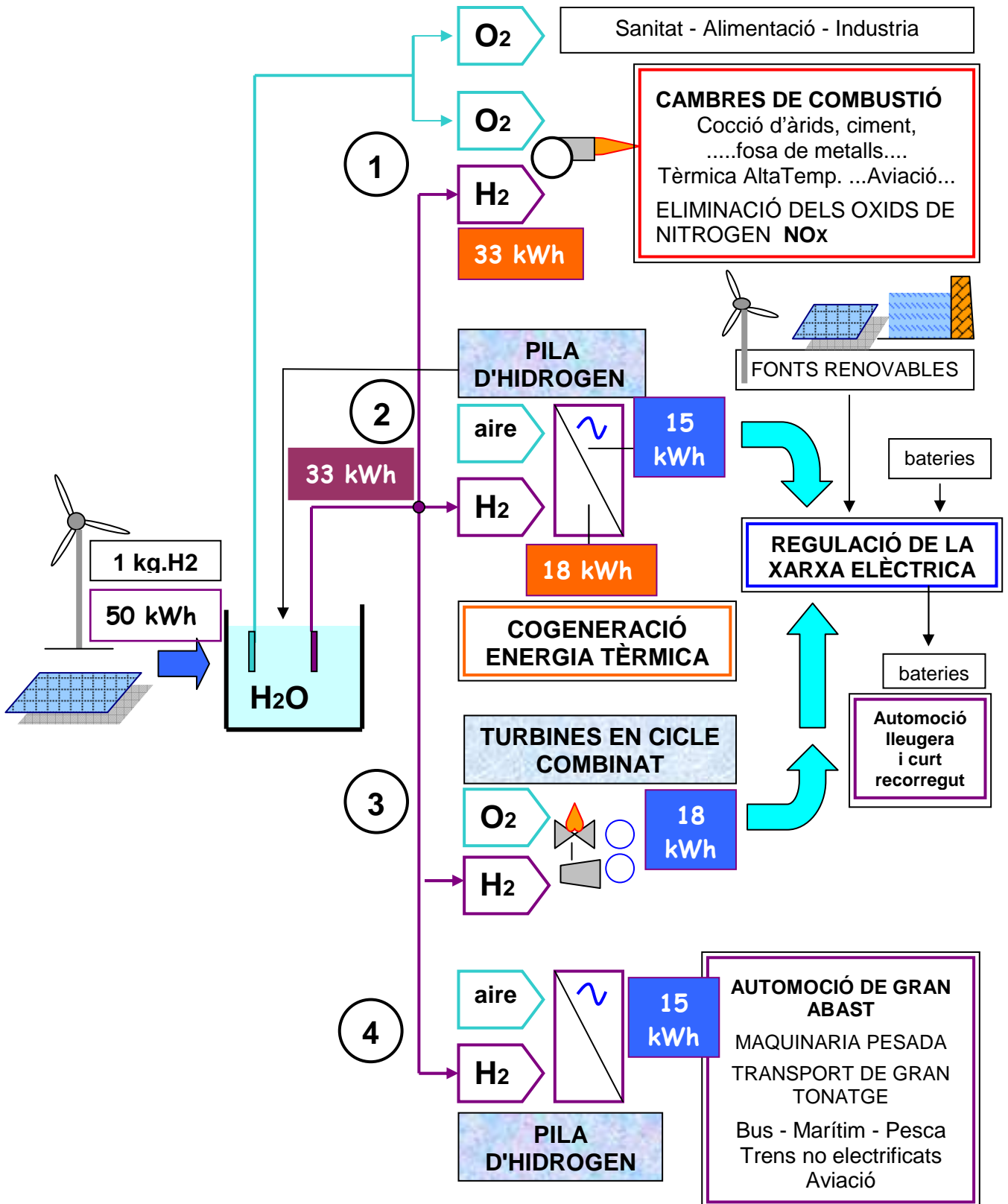
Alhora, aquest vector hauria de ser de fàcil obtenció a partir de les fonts renovables i la seva conversió en energia útil hauria de respondre a processos mediambiental nets i cicles cada cop més tancats quant a l'ús de recursos.

*El Hidrogen garanteix totes aquestes prestacions i per tant est cridat a esdevenir el vector clau de l'emmagatzematge massiu de l'energia.*

Alhora i a diferència dels combustibles fòssils, que estan repartits de manera desigual en territoris concrets i per tant associats a geopolítiques de conflicte, l'obtenció del Hidrogen és possible a qualsevol indret del món.

El següent diagrama mostra les possibilitats bàsiques dels usos del vector Hidrogen.

Diagrama d'aplicacions de l'Hidrogen amb les tecnologies actualment ja desenvolupades.



Un cop obtingut l'Hidrogen a partir de les fonts renovables (fonamentalment Fotovoltaiques i Eòliques):

1. Si el combinem amb l'oxigen podem abastar les grans cambres de combustió per els processos d'altas temperatures (cocció d'àrids, ciment, fosa de metalls etc.....), amb un aprofitament tèrmic del 80 al 90% del seu potencial energètic i unes emissions netes (vapor d'aigua). L'obtenció d'Hidrogen per via electrolítica de l'aigua, porta implícit l'alliberament d'Oxigen, que pot ser utilitzat tant en les seves aplicacions actuals com en la pròpia aplicació tèrmica de l'Hidrogen a les grans cambres de combustió i centrals de cicle combinat, que suposaria l'eliminació total de les emissions dels Òxids de Nitrogen (NOx) que es produeixen quant utilitzem l'aire com a comburent.
2. Si l'utilitzem en una Pila d'Hidrogen, combinat amb l'aire, podem obtenir directament energia per regular la xarxa elèctrica. Però alhora el sistema pot ser aprofitat en règim de "cogeneració" per l'aprofitament tèrmic en comunitats (xarxes de calor) i activitats properes. Aquesta aplicació és una peça clau del que jo anomeno, en el meus treballs, com una configuració del sistema en "*mòduls energètics territorials autosostenibles*".  
A més petita escala el sistema de cogeneració pot facilitar l'autosuficiència energètica de comunitats domèstiques i activitats agràries i ramaderes aïllades.  
La modalitat de cogeneració permetria l'aprofitament global del 90% del potencial energètic i lliure d'emissions (llevat el vapor d'aigua) atès el règim d'oxidació catalítica de l'Hidrogen.
3. La combustió de l'Hidrogen amb Oxigen en una turbina, permet el funcionament de centrals elèctriques de cicle combinat per assegurar l'estabilitat de la xarxa elèctrica, tant energètica com de paràmetres patró (fonamental de freqüència Hz) aprofitant les grans inèrcies mecàniques dels sistemes turbina-alternador. Amb un aprofitament energètic de l'ordre de més del 50% del seu potencial.
4. Combinat amb l'aire ambient en una "Pila d'Hidrogen" permet ja avui la tracció elèctrica de vehicles de gran abast i tonatge (Bus, Ferrocarrils, Vaixells, automoció de grans recorreguts....etc..), amb uns aprofitaments energètics de l'ordre del 45% del seu potencial.

Analitzem ara com i en quina situació tecnològica es troba l'obtenció i ús de l'Hidrogen.

L'Hidrogen permet la seva obtenció de forma totalment distribuïda, arreu on puguem disposar d'un potencial elèctric procedent de fonts renovables, i una certa disponibilitat d'aigua. De fet, els sistemes tecnològics, "electrolitzadors", per a l'obtenció de l'Hidrogen estan ja molt desenvolupats, provats i la investigació actual es troba en la fase d'increment d'eficiència i reducció de costos. A més, són sistemes totalment modulars que permeten tot tipus de configuracions de capacitat.

Quant a les "Piles d'Hidrogen", aquestes no són una novetat, ja varen ser descrites l'any 1806 per Humphry Davy i el primer prototip es va construir a l'any 1839. La NASA las va utilitzar en els programes Gemini i Apollo i la URSS en el seu programa Soyuz.

Actualment el principal repte està en la reducció de la quantitat de Platí, com a catalitzador (de 10 a 1 gram per kW de potència elèctrica) i la seva substitució per altres materials més abundants, si bé la seva durada es pràcticament il·limitada i de fàcil recuperació. En aquest sentit s'està treballant en l'estudi de nombroses algues i bacteries que obtenen hidrogen a partir de l'aigua utilitzant Níquel i Ferro i que podrien servir de guia a nous catalitzadors més econòmics i sostenibles.

En quant a les necessitats d'aigua cal esmentar que les cambres de combustió, les piles d'hidrogen i les aplicacions en cicle combinat, permeten la recuperació de l'aigua utilitzada en origen per a l'obtenció de l'Hidrogen. És a dir treballar en cicle directament tancat vers l'aigua.

En aquest sentit, les actuals Estacions Depuradores d'aigua (EDAR) poden esdevenir alhora una bona font d'obtenció i proveïment de Hidrogen però també d'Oxigen.

Fem ara un petit repàs a qualcunes aplicacions de l'Hidrogen que es troben ja avui en funcionament.

En primer lloc, reiterar la possibilitat que ofereixen les piles de Hidrogen, aplicades al subministrament d'energia elèctrica, tant a xarxa comuna com a aplicacions per ús propi o d'una comunitat, aprofitant l'energia tèrmica complementària. Això converteix la Pila d'Hidrogen en un autèntic sistema de "cogeneració" altament eficient.

A aquestes prestacions cal afegir encara la possibilitat de recuperació de l'aigua emprada en origen per obtenir l'Hidrogen i per tant obre porta a possibles aplicacions complementàries de transport d'aigua.

A tall d'exemple, amb una reserva de 400 kg d'Hidrogen es poden proveir de l'ordre de 5.940 kWh d'energia elèctrica, 6.600 kWh d'energia Tèrmica i 3,6 m<sup>3</sup> d'aigua, suficients per assegurar, en escriu, les necessitats energètiques anuals d'una família i la seva aigua de boca.

El sistema en sí, resulta senzill de funcionament i manteniment, també en petites aplicacions a nivell domèstic d'habitatges o explotacions agràries o ramaderes aïllades com mostren aplicacions ja actualment en funcionament.

Un exemple n'és l'illa Noruega de Utsira on l'energia elèctrica és una combinació Eòlica amb la producció i ús del Hidrogen.

<https://www.ambientum.com/ambientum/energia/utsira-la-pequena-isla-de-noruega-pionera-mundial-en-energia-eolica.asp>

Però existeixen ja altres experiències en la incorporació del vector Hidrogen com la de Cappelle La Grande de la mà de la companyia energètica Engie, i d'altres a Itàlia, Alemanya i Regne Unit on s'estan injectant fins a un 20% d'Hidrogen (obtingut per electròlisi a partir de fonts renovables) a les xarxes de gas fòssil amb resultats excel·lents.

<https://www.hyvolution-event.com/en/inauguration-first-power-gas-demonstration-unit-france>

Esmentar també la importància de la iniciativa Europea que a partir de l'any 2021 totes les turbines per generació d'electricitat que es construeixen a la Unió Europea tindran que estar preparades per transitar de gas fòssil a 100% Hidrogen.

De fet la empresa Siemens està treballant ja en la reconversió a Hidrogen d'una de les quatre turbines a gas fòssil de la central elèctrica de Lingen.

<https://new.siemens.com/mx/es/productos/energia/referencias/comprometidos-con-el-hidrogeno.html>

En clau internacional cal destacar el "*Nou Acord Ecològic de Los Angeles*" que va presentar el seu alcalde Eric Garcetti el més d'Abril de l'any passat .....80% energia elèctrica renovable a 2036 i 100% a 2045, amb una nova central elèctrica reguladora a Gas fòssil que evolucionarà a 100% Hidrogen el 2045, provinent de fonts renovables amb tecnologia Mitsubishi-Hitachi.

El propi pla preveu també la reconversió a Pila d'Hidrogen dels 16.000 camions que operen al voltant de les àrees marítimes.

<https://www.perfil.com/noticias/bloomberg/bc-los-angeles-tiene-un-ambicioso-objetivo-el-hidrogeno-renovable.phtml>

Sense oblidar el camp de l'automoció com la xarxa de trens Alstoms Coralia iLint en ple desplegament des de l'any 2017 a Alemanya.

La realitat és que, en paraules del Professor i Investigador de la Universitat Politècnica de Catalunya, Jordi Llorca Piqué, *el que està clar és que l'època de la font d'energia única i de combustibles fòssils s'acaba, cada cop és més important la captació d'energia a partir de les fonts renovables i potencials disponibles en cada moment i emplaçament i l'Hidrogen és el vector energètic més versàtil potent, net i adaptable que coneixem i això s'ha d'aprofitar.*

I en aquest sentit, les tecnologies per assolir un model energètic 100% fonts renovables i l'obtenció i ús de l'Hidrogen, com a vector clau per a la seva regulació i complementació, són ja al nostre abast, s'estan implementant amb èxit i amb línies obertes d'investigació que auguren infinites possibilitats de futur.

Podem dir doncs que el pas tecnològic, ha fet i està fent els deures. !Tenim obert ja el camí del canvi !.....!!no deixem escapar aquesta via!!.

Eduard Furró Estany.  
12 de maig de 2020.

Adreces de consulta:

El Hidrogeno y nuestro futuro energético. - Jordi Llorca Piqué - Edit. UPC 2010.

Catalunya aproximació a un model energètic sostenible. - Eduard Furró Estany - Edit. Octaedro.

La Transformació del sistema energètic. Recursos, Raons i Eines. Eduard Furró. - Edit. Octaedro.

El projecte MICAPEM. Maria Serra Prat.

[new.siemens.com/global/es/empresa/la-revista/energia/hidrogeno-derivado-de-la-electrolisis.htm](http://new.siemens.com/global/es/empresa/la-revista/energia/hidrogeno-derivado-de-la-electrolisis.htm)

[www.hystorsys.no](http://www.hystorsys.no)

[www.nel-hydrogen.com](http://www.nel-hydrogen.com)

[www.hydrogenics.com](http://www.hydrogenics.com)

[youtube.com/watch?v=O3bUE9uHkqM](https://youtube.com/watch?v=O3bUE9uHkqM)