



Madrid, 3 de noviembre de 2010

## Panel de experiencias

---

### **“FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN ARAGÓN. EL HIDRÓGENO, UN NUEVO VECTOR”**

**D. JAVIER NAVARRO ESPADA. Vicepresidente y Director General de Industria y de la Pequeña y Mediana empresa del Gobierno de Aragón.**

Quiero decir que estoy disfrutándolo y pasándolo bien, unas ponencias interesantísimas tanto por la mañana como por la tarde. Se me viene un poco a la cabeza las pasarelas de moda. En las pasarelas de moda desfilan modelos con vestidos que no son los que se van a ver en la calle en la próxima semana, muchas veces marcan tendencias, muchas veces adelantan el futuro, muchas veces preparan al consumidor, muchas veces lo que hacen es ir creando un ambiente, lo mismo pasa con ponencias de muchas de las ponencias que hoy estamos desarrollando. A mí se me pidió centrar mi ponencia en experiencias reales, lo más real que yo pudiera presentarles a ustedes. Esto, nosotros en la fundación del hidrógeno lo llamamos proyectos que se puedan ver y tocar, y otra cosa que también le damos mucha importancia en la fundación es proyectos lo más cerca posible del mercado. El proyecto de la Fundación de Hidrógeno, es un proyecto que en la Comunidad Autónoma decimos es un proyecto social, un proyecto industrial, lo que queremos es preparar a la industria, y a la sociedad aragonesa por supuesto, porque todo en el campo de la sostenibilidad es un cambio social evidente, pero nosotros lo que queremos es adelantar a nuestros sectores productivos y sectores económicos y empresariales para lo que ha de ser el futuro, para lo que va a venir, por eso van a sobre pasar acontecimientos, y en materia energética hay que ir como mínimo 20 años adelantado. Esa es la experiencia que tenemos y es una experiencia que queremos seguir actuando, insistiendo en ella.

Claro yo tengo que hablar un poquito del hidrógeno porque hasta ahora no se ha hablado del hidrógeno, solamente Jesús Arauzo lo ha citado al final de su ponencia, aunque fuera ineficiente fabricar hidrógeno, siempre sería mejor almacenar la energía sobrante producida por las renovables, siempre sería mejor almacenarlo que tirarlo o no producirlo, estoy totalmente de acuerdo con él. Yo sí que les voy a ir diciendo una serie de ideas, no pretendo ser muy exhaustivo. Se le llama vector energético porque puede obtenerse a través de cualquier forma de energía, absolutamente cualquier forma de energía. Es un gas combustible que puede quemarse o puede utilizarse mediante electrolisis, puede obtenerse mediante electrolisis de agua, o puede mediante electrolisis fabricarse agua desprendiendo electricidad. El agua es un residuo, y además es un agua a unos 60° de temperatura aunque depende mucho de la tecnología, pero es un agua con cierta temperatura.

Las pilas de combustible serían las fuel cells, a diferencia de la pila convencional que tiene los electrolitos confinados, lo que tenemos es una pila donde se produce la reacción



Madrid, 3 de noviembre de 2010

electroquímica pero los combustibles van fluyendo, en este caso serían agua o bien serían hidrógeno y oxígeno, podría ser aire, y desprendiendo electricidad. En la electrólisis del agua se necesitaría electricidad de cualquier origen y en la unión del hidrógeno y oxígeno se desprendería. La combinación de hidrógeno y pilas de combustible permite sistemas energéticos sostenibles, a esto se le ha llamado la tercera revolución industrial. Ya conocen ustedes un libro de Jeremy Rifkind, se denomina la economía del hidrógeno, tiene una virtualidad el hidrógeno, como se puede producir a partir de cualquier fuente de energía prácticamente se pueda adaptar al territorio, es como pasa con los materiales de construcción, podemos obtener materiales de construcción adaptados al territorio a lo largo de todo el orbe, pues lo mismo podríamos hacer con las tecnologías del hidrógeno, dependiendo de los recursos de cada zona nosotros podríamos obtener hidrógeno de una fuente energética diferente, y lo podríamos hacer de muchas maneras, de manera masiva, al por mayor, al por menor, por qué hidrógeno? Es un combustible alternativo, esto es uno de los elementos fundamentales, no solamente sirve para la generación eléctrica, es que además sirve para la automoción y para el transporte. Hoy por hoy no hay ningún material, ninguna fuente energética capaz de sustituir en su totalidad los combustibles fósiles, sólo el hidrógeno podría ser esa fuente que pudiera sustituir al  $100 \times 100$  los combustibles fósiles. Lo que tenemos aquí, porque eso lo llamamos vector, es un elemento que nos permite utilizar toda la potencia de generación, bien para el uso eficiente de la energía eléctrica, o bien para la automoción y para el transporte. Nos da unas posibilidades que hasta ahora no nos es posible acceder a ellas.

Ahora mismo en Europa hay entre 200 y 300 millones de vehículos, francamente la problemática es grande. Otro tema del que se habla mucho se tiende a contraponer, yo creo que en materia energética contraponer es malo siempre, yo creo que el futuro ha de ser mucho más diverso que el pasado, ya lo he dicho esta mañana en la inauguración, la pila de combustibles es más eficiente que la batería más moderna y más eficiente que existe, eso es algo que tenemos que tener claro. Los problemas de la pila de combustible no son su eficiencia, son otros, y hay muchos, pero no es la eficiencia el problema de la pila de combustible. Y casi nadie serio en el sector y si no es por argumentos de carácter, digamos mercantil, se atreve a contraponer una tecnología con otra, durante mucho tiempo van a coexistir y en muchos momentos se van a complementar.

Me van a permitir que yo vaya pasando algunas de esas transparencias. Pueden ser escaladas las pilas de combustible, desde los mili vatios a los megavatios, lo mismo van a servir para un móvil, un MP3, que para un tren de mercancías o un transatlántico, es una de las virtualidades de este tipo de tecnologías. Desacoplan la potencia a generar de la energía a almacenar, en una batería tenemos la carga que somos capaces de confinar en ella, no así en una pila de combustible. Una pila de combustible mientras tengamos hidrógeno para alimentar la batería, pues podremos estar generando la capacidad de esa pila de combustible de manera, no perpetua obviamente, pero de manera indefinida, con lo cual es un elemento importante también a tener en cuenta, sobre todo si tenemos pilas de combustible en serie. Por qué todavía no? Pues porque la densidad del hidrógeno es muy baja y ese es sinceramente un



Madrid, 3 de noviembre de 2010

problema importante, aunque los automóviles convencionales, nosotros por ejemplo hemos tenido un Astra de hidrógeno de General Motors en Aragón, pues tienen ya una autonomía de 400 km, es una autonomía más que razonable.

Las tecnologías de pilas de combustible son más complejas y más caras que las baterías electroquímica y de motores convencionales, pero no se ha entrado todavía en la producción en serie de pilas de combustible, no se ha hecho experiencia, se están empezando a trabajar con pequeñas series y sinceramente se considera que se puede alcanzar costes, se puede abaratar costos competitivos y eso es un aspecto muy estudiado, muy trabajador, lo mismo que puede suceder con el precio del hidrógeno. El hidrógeno se podría vender a 8,5 €/kilogramo y sería competitivo con el precio de la gasolina actual. Nosotros en la fundación del hidrógeno vendemos a 7 euros el kilogramo y eso que nos cuesta. En este momento claro está, no tenemos impuestos en este momento en el hidrógeno. Y luego la eficiencia global de la conversión electricidad hidrógeno todavía es reducida, aunque hay expertos que hablan de eficiencias tremendas, hablan de eficiencias hasta de 90% en algún caso, pero en realidad estamos trabajando ahora mismo con potencias en el ciclo conversión electricidad hidrógeno y de nuevo electricidad del 25%. Si bien ya digo que, yo creo que no sería muy difícil en un horizonte de no más de 10 años llegar a un 60%.

Algunos datos de la puesta del hidrógeno a escala internacional, se ha hablado de Japón, yo me he fijado, y las que más bajo estaban eran Alemania, Japón y Estados Unidos, pues estos ejemplos surgen así, no surgen por casualidad. Japón son más de 5000 los hogares que utilizan pilas de combustible en sus casas, es que yo puedo generar la electricidad de mi casa en un equipo que es parecido a un electrodoméstico, no más grande que una lavadora, y genero la electricidad y calor para calefacción, y no hace nada de ruido, y puedo suministrarlo con hidrógeno o puedo suministrarlo con un alcohol, o con gas naturalmente reformado, son nuevas tecnologías que están emergiendo. En Alemania en la ciudad de Hamburgo por ejemplo, ya hay 30 autobuses de hidrógeno. En Hamburgo y Berlín ya dispone de una red de hidrogeneras. En Alemania, sólo en Alemania hay 3 hidrogeneras, en Europa hay 70 hidrogeneras, y en Estados Unidos hay 92 hidrogeneras. Ahora verán un poquito la distribución de las hidrogeneras, es probablemente la mayor barrera que ahora tenemos, la infraestructura en materia de hidrógeno.

Sólo la plataforma tecnológica del hidrógeno que básicamente tienen impulsor empresarial, ya tiene previsto invertir en los próximos años 350 millones de euros en proyectos de tecnología del hidrógeno. Esta sería la red de hidrogeneras en Europa, podrán observar que, ahora mismo, operativas en España tenemos una en Sevilla y la de Zaragoza, la de Huesca, aquí en Albacete se está terminando otra. Y sin operar en España tenemos la de Madrid, la de Barcelona y la de Valencia. Hay una banderita por aquí, que me da la sensación de que es en el sur de Francia. Y luego ustedes pueden ver perfectamente como los países escandinavos en toda la cosa ya tienen una red de hidrogenera muy tupida que se puede mover uno por las costas de los países escandinavos con toda tranquilidad con vehículos de hidrógeno, y luego el



Madrid, 3 de noviembre de 2010

gran fuerte esta en Dinamarca, Alemania y cruzan por Austria hasta Italia. Ahí tenemos prácticamente que un vehículo podría desplazarse con toda tranquilidad en este momento con hidrógeno, ahí tenemos nosotros un déficit importante en materia de infraestructuras, no seremos probablemente el país en el que se probarán los vehículos de hidrógeno. La industria de automoción tiene en nuestro país un pequeño punto débil en este aspecto.

La acción política, la puesta de Aragón en materia de tecnologías del hidrógeno, mire en el año 84 se estaba inaugurando el primer parque eólico de España en la muela, en Aragón, con máquinas de 30 kW, creo que VESTAS ha demostrado muy bien la diferencia de tamaño, 30 y 80 kW, nos llamaban a los aragoneses los locos de los molinitos, y ya saben lo que es el negocio eólico en España en este momento. En Aragón tenemos un sector energético muy importante, tenemos mucho conocimiento, muchos centros de investigación, el CIRCE es uno de los patronos de la fundación, tenemos un sector especializado que tienen mucho que ver con las tecnologías del hidrógeno, automoción, metalmecánico, tenemos un sector químico muy desarrollado, la empresa Aragonesas estuvo haciendo electrólisis del hidrógeno durante toda la posguerra española, precisamente para aprovechar los excedentes de energía eléctrica. Tenemos una localización estratégica, cualquier infraestructura del hidrógeno, lo mismo sea por gasoducto, que por carretera, precisará tener localizaciones estratégicas en la comunidad autónoma de Aragón y finalmente tenemos recursos humanos y formación. En el año 2003 hubo una reunión de centros de investigación, de empresas y de las administraciones públicas, y se pensó promover una estructura que impulsase las tecnologías del hidrógeno tratando de hacer al modo de los romanos cuando tiraban el estandarte, lo tiraban retiraba lejos y luego trataban de ir a recuperarlo. Nosotros creíamos que teníamos que poner el horizonte en un sitio donde verdaderamente nosotros pudiéramos llegar a tener objetivos tangibles, y nos pareció que 25 años era un buen horizonte por eso optamos por hidrógeno, y optamos por una fundación privada. En aquel momento había 27 patronos, ahora hay 64 patronos, aquí pueden ver a VESTAS, pueden ver a ENDESA, pueden ver a Brial, pueden ver al Consejo superior de investigaciones científicas.

Voy a ir contándoos cosas que hacemos. Lo primero hemos trabajado mucho en cooperación, cooperación pública, privada, sobre todo empresas grandes y empresas pequeñas, yo me he conseguido un modelo muy apreciado en Europa. En los proyectos europeos pues nos buscan a nosotros porque conseguimos socios en muchísimos sectores y con mucha facilidad. A su vez participamos en casi todas las estructuras tanto nacionales como internacionales en materia de hidrógeno, yo en este momento soy el vicepresidente de la asociación europea del hidrógeno, de regiones del hidrógeno, pero participamos así mismo la agencia nacional de la energía internacional, dirigimos un taller de trabajo de integración eólica hidrógeno. Información, se ha dicho aquí, no es tanto saber hacer sino hacer saber. El primer programa de formación profesional que se hizo a nivel europeo para enseñar tecnologías del hidrógeno nació en la comunidad autónoma de Aragón en colaboración con la fundación San Valero y la Universidad San Jorge. Participamos en diplomas de especialización, etc. Difusión, tenemos libros, publicaciones, explicamos quienes trabajan en materia de hidrógeno en Aragón. Hemos



Madrid, 3 de noviembre de 2010

tenido el Congreso europeo de pilas de combustible, de hidrógeno, nos han aprobado ser la sede del próximo Congreso mundial del hidrógeno en el año 2016, y finalmente quería hablar desde parques tecnológicos sostenibles. Estamos trabajando en el proyecto Cero High Tech Park, es un proyecto de cero emisiones, todo el edificio de la fundación es de cero emisiones.

Hemos hecho lo que todo el mundo decía que lo hace, todo el mundo iba a conectar a la red y a la vez a fabricar hidrógeno partiendo de energías renovables, en este momento sólo conocemos nuestro proyecto, nosotros generamos con energías renovables, con viento y con sol, estamos generando hidrógeno, estamos electrolizando ese hidrógeno, estamos produciendo el hidrógeno, lo estamos comprimiendo, lo estamos vendiendo en una hidrogenera, y a su vez estamos con ese hidrógeno, cuando no está conectada la instalación a la red o cuando está conectada podemos hacer lo que queramos con ella. Es un gran banco de ensayo de integración de renovables pero metiendo el factor hidrógeno en él, tanto para fabricar hidrógeno como para fabricar electricidad. Entonces ustedes pueden ver, todas estas son instalaciones existentes, electrolizador, almacenamiento, compresor, dispensador. De hecho cuando se fabricó, se inauguró la hidrogenera, tuvimos el honor de tener en la inauguración al director General Motors Europa en la inauguración.

La cogeneración, toda la instalación térmica de la fundación también proviene de placas solares, a su vez tenemos los sistemas de backup de todos los sistemas informáticos. La fundación está dentro de un parque tecnológico especializado en tecnologías de la información, especialmente sensibles a los problemas de la red eléctrica, el 84% de la energía eléctrica del parque tecnológico WALQA, en Huesca, procede de origen renovable. No conocemos en este momento ningún parque tecnológico en Europa que tenga este porcentaje de autogeneración energética. A su vez tenemos dos vehículos que nos cedió ENDESA, dos vehículos eléctricos que vamos a transformar en híbridos, de vehículo eléctrico con batería y con pila de combustible con tecnologías diferentes.

Proyecto SINTER, sistemas inteligentes estabilizadores de red, objeto: Estabilizar redes débiles para posibilitar generación distribuida. Se ha hablado mucho de esto esta mañana. Tenemos una red de generación distribuida en la provincia de Huesca, tenemos pequeños saltos hidroeléctricos sobre canal, tenemos energía eólica, fotovoltaica, pilas de combustible, y la potencia de red sería la generación, tenemos como carga los edificios del parque, el electrolizador es carga variable y súper condensadores, y finalmente querría decir de este proyecto, en la convocatoria especial del año 2009 de proyectos singulares fue el proyecto mejor valorado de toda España. También trabajamos en ella en este proyecto con CIRCE. Un carro propulsado por pila de combustible que quedo segundo, no quiero decir yo por qué, y es diseño total y absoluto de universidades aragonesas, la Politécnica de Almunia, la Universidad de Zaragoza, la Fundación del Hidrógeno, con frenos regenerativos, súper condensadores, electrónica propia. Tenemos más de 30 proyectos de los que se pueden ver y tocar en la Fundación del Hidrógeno. Para mi es imposible pensar en un futuro de las renovables y la eficiencia energética sin pensar en el vector hidrógeno. Muchas gracias.



Madrid, 3 de noviembre de 2010

Pregunta.

*Se está haciendo integración de los molinos en el entorno? Es decir, no sé si se está desarrollando diseño para integrar los molinos en el entorno. Y luego la otra era el tema de los pequeños molinos con la energía fotovoltaica, energía solar, es decir, la combinación que hace unos años parecía que iba a ser para las pequeñas instalaciones iba a ser el futuro, y creo que ha desaparecido, entonces es que no son rentables los pequeños molinos?*

Respecto a la integración de la eólica en el paisaje se ha hecho mucho y no se crea un aerogenerador en Dinamarca no es del mismo color que un aerogenerador en España, son distintas tonalidades, distintos grises, distintos colores, se han hecho y en experiencias, pintar aerogenerador de colores. Había un artista en Aragón importante que propuso fórmulas novedosas con colores muy llamativos pero que a la vez se integraban en el paisaje, aprovechando las curvas del horizonte, se han hecho muchas experiencias en muchos sitios. Aquí en España son grises, azul claro, en Dinamarca es prácticamente Blanco, y es porque tienen sus estudios hechos de que con esa tonalidad en el horizonte a lo largo de las horas del año, etc. Donde más se ha avanzado es con la escala de aerogenerador, el impacto visual del aerogenerador grande es prácticamente el mismo del aerogenerador pequeño, pero claro, la potencia es muy superior. Ya le digo, no soy un especialista, pero sí que soy una persona que me interesa el tema.

Respecto a la integración, yo creo que la integración eólica, sola, a nivel micro, el problema está que cuando se trabaja en isla esto es desconectado a la red, hay pocos problemas, pero cuando no se trabaja en isla pueden producir reversiones de energía no muy bien controladas a la red, y ahora mismo tenemos problemas en la reglamentación técnica, del propio reglamento de baja tensión, porque eso tendrían que ser generaciones en baja tensión, y además otro problema es la facturación de la energía, no es fácil conseguir contadores que cuenten en ambos sentidos, nosotros no sólo con un problema legal sino una barrera técnica real, no se crea un grupo electrógeno, usted no se lo puede poner en su casa y a su vez tener esa casa conectada a la red, cuando quiere pone su grupo y cuando quiere se conecta a la red. Entonces es un tema que está, desde luego, en vías de solución porque hay muchos países y muchos intereses con ganas de resolver este problema, pero todavía está sin resolver, vamos más deprisa que la legislación, esto es legislación Europea.