



FOTO: BILL DIDDATO * TRADUCCIÓN: MARILÚ MASCARENAS

Los combustibles QUE VIENEN

Los estadounidenses consumieron poco más de 646,000 millones de litros de gasolina el año pasado –unos 72 millones de litros por hora–. Es un hábito caro cuando hoy se paga un dólar por litro (y se emiten 2.5 kilos de CO₂). No es difícil imaginar por qué el mercado busca más que nunca opciones como los biocombustibles, la electricidad y el hidrógeno. Y la tecnología por fin se está poniendo al día.

BIOCOMBUSTIBLES

Ha sido un largo verano. Con los precios internacionales del petróleo en sus máximos históricos, la crisis estacional ha resultado en particular dolorosa. La década ha estado llena de veranos largos, cada uno peor que el anterior: el precio promedio de la gasolina ha subido al menos cinco centavos de dólar cada año desde 2002, y se prevé que para este se eleve no menos de 25 centavos por litro (el diesel, casi 40 centavos). Los conductores ya no piden esquina, mejor buscan otras opciones.

Hace tres años, el etanol derivado del maíz parecía la alternativa obvia. Aprovechaba un cultivo ya producido con éxito mediante un proceso usado en la elaboración de cerveza. Para° estimular la naciente industria, el gobierno ordenó usar más combustibles renovables. El año pasado determinó la utilización de 163 mil millones de litros para 2022.

En cierto sentido, la ordenanza funcionó. El año pasado, las fábricas estadounidenses consumieron 30 mil millones de litros de etanol y

mil millones de litros de biodiesel. Pero como el 21% del maíz estadounidense y 13% de su soya se destinaron a la producción de biocombustible, los precios de los alimentos se elevaron. Y las importaciones de petróleo apenas disminuyeron. Es más, estudios recientes revelaron que los biocombustibles derivados de cultivos alimentarios no evitan el cambio climático. Una vez que sumas toda la energía usada para fertilizar, transportar y procesar los granos, y la vasta cantidad de carbono liberado al convertir tierra para cultivarlos, “tienes un biocombustible que libera más gas de efecto invernadero que la gasolina”, sentencia David Tilman, un ecologista de la Universidad de Minnesota. “De hecho, afecta el clima global”.

Por ello, la solución pronta no sirvió y demostró que encontrar un reemplazo de los combustibles fósiles no será sencillo ni rápido. El disparado precio de la gasolina añadió urgencia a los esfuerzos de investigación en tecnologías prometedoras, desde vehículos eléctricos mejorados, hasta novedosos métodos de aprovechamiento del hidrógeno.

Los científicos también han echado un vistazo a una segunda generación de biocombustibles, hechos de materias primas que crecen bien en tierra degradada y no exigen grandes cantidades de agua ni fertilizante, o bien elaborados con desechos para los cuales no se necesita tierra. "En verdad necesitamos entender el impacto de los combustibles que producimos en el ciclo de vida", señala Lena Hanson, consultora del Equipo de Energía y Recursos del Instituto de las Montañas Rocallosas. "Es sumamente importante reconocer que no todos los biocombustibles son iguales".

El azúcar de estas nuevas materias primas, como maleza y aserrín, está atrapada en lignocelulosa, un compuesto que resulta más complicado (y más caro) sintetizar que el maíz. "Sabemos cómo hacerlo", explica Hanson. "El reto que las compañías enfrentan es tratar de hallar el proceso o la enzima para hacerlo rentable". Varios afirman estar cerca de ello.

SunEthanol, de Massachussets, ha descubierto un microbio capaz de convertir la materia orgánica directamente en etanol, lo cual consolida varios costosos pasos. Coskata, compañía con sede en Illinois, usa primero un mechero de plasma que arde a 2,700 °C para transformar cualquier material con base de carbono, incluida la basura, en un gas sintético para así, aumentar el rendimiento.

La carrera por perfeccionar otro biocombustible de segunda generación (el biodiesel derivado de algas) se ha vuelto muy competida, pero los beneficios, si llegan a darse, prometen ser enormes. La producción de combustible a partir de algas será cientos de veces mayor a la de la soya. Además, el CO2 generado es la principal materia prima de las algas, así que el proceso tiene el potencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Un puñado de compañías trabajan ya en una tercera generación —biocombustibles que actúan como los combustibles usados hoy—. "La biología es muy buena para hacer moléculas específicas", indica Neil Renninger, cofundador de Amyris Biotechnologies, compañía creadora de una levadura que convierte el azúcar en hidrocarburos. "La molécula que producimos se encuentra en el diesel". Así que no sólo se adaptará fácil a la infraestructura actual, sino que produce más o menos la misma energía que su contraparte petrolera, pero con una combustión más eficiente.

Tilman estima que la unión americana puede generar sustentablemente unas 500 millones de toneladas de biomasa seca, suficientes para producir alrededor de 150 mil millones de litros de etanol, con los cuales se sustituiría la cuarta parte del consumo de gasolina estadounidense. Pero si bien es sencillo hacer autos que corran con etanol (hoy se venden 60 modelos en Estados Unidos que aceptan E85), las compañías de biocombustible deben mostrarse listas para el desafío. "No va a ser la solución rápida", advierte Dan Kammen, director del Laboratorio de Energía Renovable de la Universidad de California, campus Berkeley. "Será parte de una estrategia a largo plazo para diversificar nuestros combustibles, lejos de la gasolina, pero cerca de los que son menos contaminantes".

Mientras tanto, el laboratorio de Kammen ha analizado otra manera de explotar los biocombustibles: saltarse la etapa líquida. Gasificar la biomasa ayudaría a producir electricidad, y eso serviría para otra alternativa de transporte: los vehículos eléctricos.

VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En los próximos dos años llegarán al mercado varios autos eléctricos, hecho que pondrá en manos del consumidor años de investigación y desarrollo. Para 2010, Mercedes-Benz planea ofrecer una versión eléctrica del Smart, y tanto Nissan como Mitsubishi presentarán modelos eléctricos. Además de aprovechar la infraestructura existente, consumir electricidad en horas de baja demanda para cargar estos coches "reduce la dependencia estadounidense en el petróleo extranjero y usa fuentes domésticas de energía, como el carbón, el viento y el gas natural", señala Michael Webber, director asociado del Centro para Políticas Energéticas y Ambientales Internacionales de la Universidad de Texas, campus Austin. "También transfiere el impacto ambiental de 300 millones de tubos de escape a 150 plantas generadoras. Y si quieres mitigar los impactos ambientales, esta es una manera de hacerlo".

Pero por décadas, los ingenieros de autos eléctricos se han topado con el mismo problema: la batería. Kilo por kilo, las baterías de iones de litio (el estándar de los vehículos eléctricos) almacenan menos de una vigésima parte de la energía de la gasolina, lo que se traduce en autonomías cortas y largos periodos de recarga. En junio, el candidato

El Honda FCX Clarity, de motor a hidrógeno, rueda en las calles de California; el Lightning GT, totalmente eléctrico, está en preventa en Reino Unido; el Nissan Mixim eléctrico es todavía un concepto.



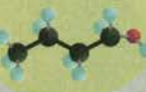
FOTOS: BILL ODDATO

Plantas piloto a pequeña escala en este laboratorio de Virent en Wisconsin usan catalizadores a fin de convertir la biomasa en biogasolina. Provee la misma energía que la gasolina regular y puede usarse en los motores actuales.

Biocombustibles de próxima generación

Olvida el maíz. Los combustibles del futuro vendrán de materias primas más prácticas. Además, cada generación usará menos recursos y alojará más energía que la anterior. **-Chris Ladd**

Química en tu tanque



Algunas vez alguien le preguntó a Clyde Barrow por qué robaba bancos. Se dice que contestó: "Porque ahí es donde está el dinero". Obvio.

Ahora, con todo el énfasis enfocado a reducir las emisiones de dióxido de carbono, ¿por qué molestarse en hacer biocombustibles parecidos a la gasolina, un líquido denso con carbono e hidrógeno?

Porque el carbono es donde está la energía. Específicamente, en los enlaces entre átomos de carbono.

Lo básico: Le añadimos oxígeno a los combustibles para quemarlos. Cuando se rompen los enlaces moleculares en el combustible y se forman unos nuevos con el oxígeno, obtenemos agua (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂). También se libera energía en forma de calor. Romper los enlaces entre los átomos de carbono provee más calor que romper los enlaces entre átomos de hidrógeno y carbono, o los del hidrógeno solamente.

La gasolina y el diesel son ricas en moléculas grandes que consisten en largas cadenas de hidrocarburos. En comparación, el etanol y el butanol son alcoholes hechos de moléculas más pequeñas y sencillas, con menos enlaces de carbono-carbono. Estos combustibles no son tan densos energéticamente, lo cual implica obtener menos kilómetros por litro. **-Mike Allen**

**PODRÍA VARIAR LIGERAMENTE EN CADA COMPAÑÍA.

***GALÓN POR GALONES DE COMBUSTIBLE, BASADOS EN PRIMERAS PROYECCIONES; LA CANTIDAD PODRÍA VARIAR DEPENDIENDO DEL PROCESO FINAL DE PRODUCCIÓN.

*** COMPARADO A UN GALÓN DE GASOLINA

COMBUSTIBLE

ETANOL CELULÓSICO
(método biológico)

PROCESO*

La biomasa es típicamente molida y tratada en un baño de vapor ácido antes de sumergirla en una enorme tina por varios días. Las enzimas rompen la celulosa en azúcares más simples, como la xilosa, similar al endulzante de la pasta dentífrica. Esta se fermenta con levadura o bacterias. Luego se destila como etanol de grado combustible.

ETANOL CELULÓSICO
(método de gasificación)

La caña de maíz, la basura y hasta neumáticos viejos con sometidos a calor de varios miles de grados en una cámara anaeróbica. Sin oxígeno, la biomasa no se consume. En lugar de ello, la materia prima se descompone en monóxido de carbono, hidrógeno y bióxido de carbono. Este gas sintético se limpia, se enfría y se mezcla con catalizadores (o se da como alimento a bacterias) para producir etanol y otros alcoholes.

EN RESUMIDAS CUENTAS

Fermentar la celulosa implica una gran cantidad de agua y varios pasos tardados. Se espera que la primera instalación comercial abra en Iowa para 2011.

Este método usa mucha menos agua y da un mayor rendimiento, pero requiere ser escalado a niveles que compitan con la industria de la fermentación de etanol. Hay plantas que abrirán en Georgia y Pennsylvania en 2009.

CONSUMO DE AGUA**



INNOVADORES

Logen (respaldado por Shell), POET, SunEthanol, Verenum

Coskata (apoyada por GM), Range Fuels

RENDIMIENTO ENERGÉTICO***

66%

66%

a la Presidencia de Estados Unidos, John McCain, subrayó la magnitud del problema con su Desafío del Auto Limpio, mediante el cual se premiará con 300 millones de dólares a quien desarrolle una pila que aumente la densidad energética y baje los costos.

Aun así, gracias a una serie de avances recientes, los expertos han comenzado a cuestionar la noción de que los autos eléctricos siempre serán patios automotrices. "Ha habido un gran renacimiento con respecto a la tecnología de las baterías de iones de litio", manifiesta Don Hillebrand, director del Centro para la Investigación en Transporte del Laboratorio Nacional Argonne. "Las laptops y los celulares impulsaron esa tecnología, y ahora estamos aprendiendo a escalar todos esos principios".

Al frente de la embestida está Superlattice Power, de Carolina del Norte, que en junio anunció el desarrollo de un material catódico diseñado para incrementar la densidad energética de las baterías de iones de litio. El material consiste en nanoesferas unidas en una configuración de celosía estrecha, lo cual permite a los ingenieros obtener más capacidad en menos espacio.

También fomenta una difusión rápida de iones, lo cual implica que se cargará y descargará más rápido. A123, un proveedor de baterías de Massachusetts, experimenta con químicos a nanoescala y retoques estructurales.

La división de Investigación Global de General Electric ha tomado una vía alterna: refinar un sistema que alterne entre dos baterías. Una está

BIODIESEL DE ALGA

Ciertas cepas de alga, seleccionadas o modificadas genéticamente, se cultivan en biorreactores cerrados (tubos o bolsas de plástico llenos de agua) con CO2 residual —de termoeléctricas, por ejemplo— como alimento. Las algas se separan después con fuerza centrífuga y se extrae aceite con un solvente. Entonces se procesa bajo condiciones de alta presión y temperatura para convertirlo en biodiesel.

Las algas producen miles de litros más de aceite por hectárea que cultivos como la soya o la palma, pero cultivarlas y procesarlas a gran escala representa aún un enorme reto. Varias instalaciones comenzarán a operar en EU en 2012.

GreenFuel, HR Biopetroleum (respaldada por Shell), Solazyme, Solix

103%

GASOLINA VERDE

Los azúcares simples —sean derivados de la celulosa o del azúcar de caña— reaccionan con catalizadores sólidos para remover el oxígeno atrapado en sus moléculas y formar hidrocarburos. Al igual que el petróleo empleado en las refinerías tradicionales, los azúcares se separan para crear las moléculas combustibles que conocemos como gasolina, diesel y gasavión.

Las versiones verdes de los combustibles de hoy son el santo grial, pero mientras la celulosa no pueda convertirse en azúcares simples con un método barato, el potencia doméstico será limitado. Virent prevé que venderá su gasolina para 2012.

Virent (apoyada por Shell y Honda)

100%

BIOBUTANOL

Al igual que el etanol, el biobutanol es fermentado por microorganismos a partir de azúcares, los cuales se obtienen de materia orgánica y se mezclan con agua. Pero para este proceso, los microbios han sido modificados genéticamente a fin de producir un alcohol cuya cadena de hidrocarburos es más larga. Como el butanol no es soluble en agua a altas concentraciones, es posible almacenar y transportar el combustible final en los oleoductos actuales.

El butanol es el combustible estrella de los alcoholes, pero es tradicionalmente derivado del petróleo. Plantas en construcción lo producirán de fuentes renovables a bajo costo a partir de 2012 en EU y Reino Unido.

N/A

Cobalt Biofuels, Dupont (apoyada por BP), Gevo, Tetravite Bioscience

90%

HIDROCARBUROS DE DISEÑO

Al cambiar sus genes, los científicos logran que microorganismos tales como E. Coli y levadura conviertan azúcares simples en diesel, gasolina y turbosina. Como en la producción tradicional de etanol, los microbios fermentan los azúcares (en este caso, de la caña de azúcar) y los convierten en una lechada, pero al no ser los combustibles finales solubles en agua, los hidrocarburos se separan con facilidad mediante centrifugación y sin necesidad de destilarlos.

Los combustibles de diseño están listos para usarse en nuestros motores, pero a menos que sean fabricados en ciclo cerrado, gastan mucha agua. La primera planta comercial se ubicará en Brasil y comenzará a producir diesel en 2010.

LS9, Amyris

106%

COMBUSTIBLE DE CUARTA GENERACIÓN

Los científicos han modificado algas genéticamente no sólo para convertir el CO2 en aceite, sino para expulsarlo directamente en el agua a su alrededor. Como el aceite flota, recolectarlo es una labor sencilla, comparada con el secado y la extracción empleados con algas típicas, las cuales almacenan el aceite dentro de sus paredes celulares. Al igual que los métodos de segunda generación, el aceite puede convertirse en biodiesel.

Si pueden producirse a gran escala, estas algas mutantes bien podrían cambiar paradigmas. Synthetic Genomics espera tener cantidades comerciales de biodiesel a la venta dentro de cinco años, aunque aún no se ha construido ninguna planta.

Synthetic Genomics

103%

optimizada para fuerza bruta —qué tan rápido puede fluir la energía hacia y desde la fuente—, mientras que la otra aloja una gran cantidad de energía en poco espacio. “Al pisar el acelerador, se necesita una batería con una alta densidad de potencia”, explica Vlatko Vlatkovic, ingeniero de GE. “Después de eso, si tu aceleración es constante, necesitas alta densidad energética. Con un sistema inteligente como éste, reducirías costos e incrementarías la autonomía”. Mitsuhiko Yamashita, vicepresidente ejecutivo de Nissan para investigación y desarrollo, predice que la autonomía promedio de los autos eléctricos estará arriba de 320 kilómetros para 2015 (hoy es como de la mitad).

Aunque las barreras tecnológicas poco a poco comienzan a caer, las económicas y las prácticas

aún prevalecen. Andy Burke, ingeniero de la Universidad de California, estima que las baterías de iones de litio cuestan hoy unos mil dólares por kilowatt-hora. Aun si esa cifra se reduce a la mitad por mejoras y producción en masa, el costo de una batería que llegue a los 320 kilómetros de autonomía sería de 15 mil dólares. Si consideramos que las baterías necesitarían reemplazarse al menos una vez en la vida útil del auto, es una inversión considerable, fuera del alcance de muchos compradores. La compañía Project Better Place pretende resolver ese problema en Israel al ofrecer una plan de arrendamiento de la batería.

Aumentar la capacidad de las pilas también incrementa ciertos riesgos para los pasajeros. Aunque la mayoría de los expertos coinciden en

Los expertos han comenzado a cuestionar la noción de que los vehículos eléctricos serán siempre patines automotrices.

que las baterías de iones de litio son una gran mejora respecto a las de níquel e hidruro metálico usadas en híbridos como el Toyota Prius, el litio tiene un mayor potencial de inestabilidad. Cuando la batería envejece, su electrodo negativo reacciona químicamente con el electrolito y esto podría generar una reacción térmica capaz de incendiar el auto. "Lo puedes resolver con un sensor que monitoree cada celda de la batería", indica Burke, "pero entonces entras de nuevo al terreno del costo".

Los híbridos enchufables que pronto estarán a la venta, como el Chevy Volt, ofrecen a los conductores la opción de depender del tanque de gasolina, pero también llevan la carga de tener dos motores: uno para gasolina y otro para electricidad. Para reducir el peso, porque restringe la autonomía, la mayoría de los modelos serán compactos. Los urbanitas los amarán, pero las grandes familias que planeen cruzar el país para vacacionar quizá nunca hallen la flexibilidad requerida en un auto eléctrico, ello significa que las mejoras a las baterías quizá sean redituables en los autos a hidrógeno.

HIDRÓGENO

Cuando el presidente de Estados Unidos, George Bush, anunció en 2003 la Iniciativa de Hidrógeno Combustible con una inversión de 1,200 millones de dólares, las pilas electroquímicas eran la moda en el mundo del combustible alterno. Nacieron nuevas compañías, fluyó dinero para investigación. "Fue como la burbuja de internet en pequeño", recuerda Keith Wipke, ingeniero del Laboratorio Nacional de Energía Renovable norteamericano. "Sólo que nunca reventó". El interés público desapareció, pero la investigación avanzó, aunque con tal lentitud que los pioneros de esta tecnología, Ballard Power, vendieron su división de pilas electroquímicas a Daimler y a Ford en enero.

Así que la producción del Honda FCX Clarity, con celdas de hidrógeno como combustible, tomó a muchos por sorpresa. Es un sedán con una autonomía de 450 kilómetros por tanque de hidrógeno y una eficiencia equivalente a 31 kpl. El FCX Clarity se rentará por 600 dólares al mes a 200 personas en California y Japón. Mientras tanto, General Motors tiene a conductores ordinarios probando 100 Equinox a hidrógeno en Nueva York, Washington D.C. y California. Y el híbrido eléctrico-hidrógeno de Toyota, el FCHV-adv, con una impresionante autonomía de 800 kilómetros por tanque, se rentará en Japón a fines de año.

En otras palabras, las pilas electroquímicas ya salieron de los laboratorios. Estos nuevos modelos "han demostrado que son vehículos reales", dice Larry Burns, vicepresidente de investigación y desarrollo de GM. Esto ha hecho resurgir una vieja cuestión: ¿habrá una infraestructura capaz de darles soporte? Los tres grandes obstáculos

(producción, distribución y almacenamiento) siguen ahí, a pesar del excedente de ideas brillantes.

El Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) ha financiado 69 diferentes proyectos, sólo para producción, y van, desde gasificación de aserrín, hasta electrólisis nuclear. Un par de enfoques renovables han generado particular interés. Los investigadores de la Universidad de Colorado usarán una 'estufa solar de alto flujo' para calentar la biomasa a más de 1,000 °C, a fin de generar un gas fácil de convertir en hidrógeno. Y varios grupos investigan bacterias que usan la fotosíntesis para producir hidrógeno con luz solar.

Pero por ahora, la mayoría del hidrógeno se extraerá del gas natural, como ocurrirá en la estación pública de reabastecimiento —empresa conjunta de GM y Clean Energy Fuels Corp.— que abrirá cerca del Aeropuerto Internacional de Los Ángeles este otoño. Los datos del DOE indican que el hidrógeno producido en sitios como este cuesta un dólar por litro equivalente de gasolina, más o menos, es decir, ya es rentable.

Debido a la baja densidad del hidrógeno, el verdadero escollo parece ser el almacenamiento. "Aun a 10,000 psi, es difícil guardar suficiente hidrógeno en un auto normal para recorrer 500 kilómetros con un tanque", señala Salvador Aceves, investigador del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore. El hidrógeno líquido, el cual debe almacenarse a -252 °C, es tres veces más denso que el gas comprimido; el Hydrogen 7, de BMW, usa el hidrógeno líquido, pero éste se evapora, y se agotaría aún sin utilizarlo. El grupo de Aceves presentó recientemente un nuevo tanque de 'presión criogénica' que almacena hidrógeno líquido, pero que también retiene el gas cuando se vaporiza, un avance que llama la atención de los fabricantes de autos.

La meta para lograr una larga autonomía y mayor seguridad es el almacenamiento de hidrógeno 'sólido', donde se usen componentes que atrapen este elemento de forma sólida y lo liberen cuando se necesite. El problema es hallar un compuesto que absorba suficiente hidrógeno en poco tiempo (el DOE quiere que no tardes más de tres minutos en llenar el tanque) y lo libere en la pila electroquímica sin requerir calor extremo. Independientemente, el avance hacia cada una de estas metas es constante, dice Lenni Klebanoff, de los Laboratorios Nacionales Sandia, pero consolidar todas las propiedades en un material ha sido más complicado.


Aunque algunos autos a hidrógeno ya están en las calles, tomará tiempo que lleguen a las salas

de exhibición. Ni siquiera el Honda FCX Clarity está listo para su producción en masa. Stephen Ellis, gerente de mercadotecnia de pilas electroquímicas para Honda en EU, estima que tal vez dentro de 10 años los costos disminuirán al nivel de un auto de lujo.

Los conductores deberán esperar todavía más para la creación de infraestructura que suministre hidrógeno cuando y donde se necesite.

Por otro lado, la tecnología básica para los biocombustibles de próxima generación y para los autos eléctricos ya está donde debe. En el corto plazo, "los biocombustibles, sumados a mejoras en la eficiencia de un híbrido enchufable, nos llevarán a un nuevo mundo de rendimiento de combustible", asevera David Cole, director del Centro de Investigación Automotriz. Algo así como 150 kpl, si el combustible es E85. Los enchufables

diseñados para usar pilas electroquímicas o combustión interna podrían maximizar el potencial de todas las tecnologías.

El Instituto Rocky Mountain estima que la flota automotriz de Estados Unidos habrá migrado a la siguiente generación hacia 2040. Para entonces, los vehículos optimizados que habrán evolucionado de los laboratorios de hoy podrían sostener la movilidad estadounidense usando sólo el petróleo local, junto con electricidad y combustibles renovables producidos dentro de sus fronteras. No importa en qué combinación se usen estas tecnologías alternativas, todos concuerdan en algo: todas se necesitarán para forjar un camino hacia la transportación en verdad sustentable. —Jennifer Bogo/ Alex Hutchinson, Erin Scottberg, Ben Stewart y Elizabeth Svoboda. 

Haz tu propio combustible

¿Estás dispuesto a producir tu propia alternativa a la gasolina? Estos productos te pueden servir de comienzo, pero la independencia energética no será barata.



ETANOL

El EFuel 100 MicroFueler produce etanol casero mediante la fermentación de una mezcla de azúcar y levadura dentro de un tanque de mil litros. El combustible resultante, que es 99.9% etanol, puede almacenarse en la unidad o bombearse al tanque del auto mediante una manguera de 15 metros. Se necesitan entre cuatro y siete kilos de azúcar para producir cuatro litros de etanol, así que el costo del combustible es tan barato como lo sean las materias primas. Se venderá a finales de año.

PRODUCCIÓN Hasta 132 litros por semana

PRECIO 9,995 dólares

COMPATIBILIDAD Con vehículos multi-combustible; con autos convencionales si se mezcla con 9/10 de gasolina.

BIODIESEL

El FuelMeister II opera con la corriente eléctrica de casa y mezcla aceite vegetal usado con lejía metano para producir biodiesel. El proceso toma unas siete horas de principio a fin, pero sólo una hora implica trabajo para uno, como conectar las mangueras, bombear metano y probar el producto final. El combustible cumple con los estándares ASTM para biodiesel y, a diferencia del aceite vegetal normal, es factible usarlo en motores a diesel comunes y corrientes.

PRODUCCIÓN 150 litros en cinco horas

PRECIO 2,995 dólares

COMPATIBILIDAD Cualquier vehículo a diesel

ELECTRICIDAD

El modular Envision Solar Lifeport soporta hasta 32 paneles fotovoltaicos policristalinos de 200 watts, con estos se logran producir 6.4 kilowatts de electricidad. Los paneles se conectan a un inversor y a la instalación de tu casa. Con esta configuración cubres las necesidades hogareñas, pero quienes gusten pueden modificar el Lifeport para llevar la electricidad generada a un enchufe donde se conecte el auto.

PRODUCCIÓN Hasta 6.4 kW

PRECIO 45,199 dólares por un kit de 4.8 kW nominales

COMPATIBILIDAD Híbridos enchufables y autos 100% eléctricos

HIDRÓGENO

Una mezcla de gas natural, aire y agua se cataliza en el reformador de la Honda Home Hydrogen Fueling Station para formar un gas que es entre 40 y 50% hidrógeno. Una membrana filtra el hidrógeno puro, el cual luego se comprime para usarlo como combustible. No tiene tanque de almacenamiento, así que el auto se llena por las noches. Le toma unas seis horas alcanzar la capacidad máxima (171 litros a 5,000 psi). Lo malo es que al usar gas para producir hidrógeno, se pierde el argumento de usarlo como combustible limpio, y Honda dice que los consumidores todavía tendrán que esperar varios años por uno.

PRODUCCIÓN 50 litros estándar por minuto

PRECIO No disponible

COMPATIBILIDAD Autos a hidrógeno