

# **DISEÑO Y MODELADO TRIDIMENSIONAL DE UNA CASA SUSTENTABLE CON SISTEMA DE CELDA SOLAR – HIDROGENO – PILA DE COMBUSTIBLE**

A. Yunez Cano, Y. Quiroz Fuentes, R. de G. González Huerta\*

ESIQIE-IPN, Laboratorio de Electroquímica, UPALM, C.P. 07738, México, D.F.  
57296000 Ext: 55392; [rosgonzalez\\_h@yahoo.com.mx](mailto:rosgonzalez_h@yahoo.com.mx)

## **RESUMEN POSTER**

La insaciable necesidad humana por facilitarse la vida a través de la tecnología y al mismo tiempo de desarrollar sus capacidades, lo ha llevado cada día a depender más y más de fuentes de energía no renovables como lo son los combustibles fósiles, sin embargo el crecimiento incontrolable de la sociedad y constante aparición de instrumentos tecnológicos a traído por consecuencia una demanda de energía difícil de producir y costear, por lo tanto se requiere del desarrollo de energías alternas eficientes y lo más importante, limpias y sustentables. El hidrógeno como vector energético se contempla como una solución innovadora en conjunto con las energías renovables para resolver los problemas de contaminación y suministro de energía. El conocimiento de la tecnología del hidrógeno a nivel mundial es a base de prototipos, existiendo diversos modelos en aplicaciones móviles y estacionarias en diversas partes del mundo.

En este trabajo se contempla el diseño y modelado tridimensional de una casa con sistemas básicos de consumo de energía, utilizando tecnologías solar–hidrógeno-pilas de combustible. El objetivo global consiste en la integración de tecnología para la generación de energía eléctrica mediante la conversión de energía solar con paneles fotovoltaicos, para producir hidrógeno limpio por medio de la electrólisis, para almacenarlo y combinarlo con la generación de electricidad a través de pilas de combustible. Esta propuesta plantea una alternativa científica y tecnológica que pretende proveer un aseguramiento energético integral utilizando el esquema energía solar – hidrógeno – pilas de combustible

Palabras claves: Paneles solares, electrólisis, hidrógeno, pila de combustible.

## **1. Introducción**

La economía mundial no muestra signos reales de modificar las políticas de uso y explotación de combustibles primarios. Este dilema se acerca a condiciones críticas puesto que, de acuerdo con varios expertos, la humanidad está cerca del fin de la era de los hidrocarburos, esto es, según datos del departamento de energía de los Estados Unidos, el pico máximo en la distribución de petróleo se alcanzará en 2021. En México el complejo Cantarell llegó a su pico de producción en 2004 y desde entonces la extracción de crudo ha declinado año con año. La OPEP ha anunciado que su producción de hidrocarburos comenzará a decaer en 2012. En otras palabras, la mayor demanda mundial de petróleo parece que coincidirá con las primeras etapas de escasez del mismo. El resultado lógico es una escalada sin control en los precios del combustible que posiblemente ha iniciado ya. La búsqueda de energías y combustibles limpios y renovables, entonces, debería ser una prioridad máxima en países como México cuya economía es fósil-dependiente.

En nuestro país la generación de energía a través de combustibles fósiles no renovables y su consumo excesivo forman un grave problema para la contaminación del agua, suelo, medio ambiente y reservas ecológicas, así mismo los daños colaterales a la salud de las personas generan gastos invaluable y en realidad nadie cubre estos gastos y tampoco se tienen estadísticas del costo paralelo que existe por el consumo excesivo de los combustibles fósiles. Otros de los problemas que se pueden mencionar es el calentamiento global del planeta y derrames de combustible en el mar entre muchos más.

La quema de combustibles fósiles se traduce inevitablemente en emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Debido a esto, la concentración de este gas en la atmósfera casi se ha duplicado desde principios de siglo hasta ahora y de continuar con el actual consumo de combustibles fósiles, se teme que se vuelva a duplicar a mediados de este siglo.

Las fuentes alternativas son la clave para detener el cambio climático, debido a que no inciden en el calentamiento global ni a la contaminación de nuestro planeta. Muchos expertos explican que se debe empezar por construir una nueva cultura haciendo que los

consumidores contribuyan y dar incentivos que fomenten el uso de nuevas tecnologías limpias. Se debe comenzar por introducir poco a poco las nuevas fuentes de energía renovable tomando como puente el petróleo ya que no es fácil sustituirlo como primera fuente de energía [1-5].

Para resolver el problema de suministro energético, no existen soluciones únicas, se deben tomar en cuenta todos los recursos disponibles y combinarlos de tal manera que sean eficientes y sustentables. La producción y consumo de energía son vitales para el desarrollo de una sociedad y el bienestar de una población, pero esto no debe comprometer el medio ambiente, la salud de las personas y a las futuras generaciones, por lo que se requiere encontrar formas más eficientes de producir, distribuir y consumir energía. Se debe iniciar reduciendo el consumo energético, implementando las energías renovables para ir sustituyendo poco a poco los combustibles fósiles (energía no renovable). Las energías renovables tienen características comunes como: a) existe una gran variedad de energías alternas, b) son recursos que se encuentran distribuidos por todo el planeta por lo que se garantiza el suministro autóctono, c) las tecnologías de conversión son generalmente modulares y con cortos periodos de construcción, lo que permite un modelo de suministro basado en la demanda, d) los procesos tecnológicos relacionados con su aprovechamiento son relativamente sencillos, lo que proporciona su accesibilidad, e) tienen un reducido impacto ambiental, f) generalmente requieren de grandes inversiones iniciales pero tienen bajo coste de operación, este punto es un inconveniente para su uso generalizado, pero tiene la ventaja de eliminar las incertidumbres sobre la viabilidad de los precios energéticos.

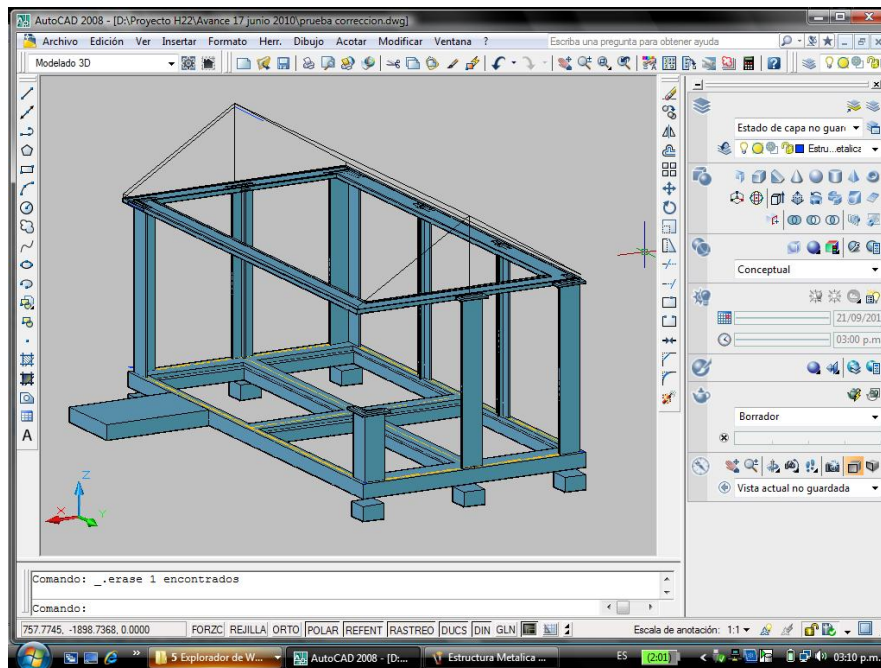
Por lo anterior las energías renovables son un elemento clave para reducir los tres grandes problemas de nuestro actual sistema energético: a) Contaminación ambiental, b) Agotamiento de recursos y c) Modelos de desarrollo centralizados. Entre las energías renovables más conocidas tenemos: a) Energía solar, b) Energía eólica, c) Energía Hidráulica, d) Geotermia, e) Biomasa, f) Mareas y olas.

La interrelación entre las energías renovables y su utilización son la electricidad y el hidrógeno, ya que ambos son vectores energéticos, la diferencia entre ellos radica en que la electricidad al ser producida, necesita que se consuma inmediatamente, mientras que el hidrógeno, denominado también vector energético, se puede producir de una gran variedad de fuentes primarias de energía, ser almacenado, transportado y distribuido hacia usuarios finales. Sin embargo, la electricidad cuenta con una gran infraestructura existente para su utilización, mientras que la infraestructura del hidrógeno como combustible prácticamente no existe. La introducción a los mercados de las pilas de combustible, para aplicaciones portátiles y sistemas estacionarios, debe estar acompañada con la comercialización de las tecnologías del hidrógeno que incluyen: producción, almacenamiento, transporte y distribución, incluyendo en cada etapa la seguridad. La tecnología del hidrógeno debe ir madurando en conjunto con las pilas de combustible [6-13].

En este trabajo se contempla el diseño y modelado tridimensional de una casa con sistemas básicos de consumo de energía, utilizando tecnologías solar-hidrógeno-pilas de combustible. El objetivo global consiste en la integración de tecnología para la generación de energía eléctrica mediante la conversión de energía solar con paneles fotovoltaicos, para producir hidrógeno limpio por medio de la electrólisis, para almacenarlo y combinarlo con la generación de electricidad a través de pilas de combustible. Esta propuesta plantea una alternativa científica y tecnológica que pretende proveer un aseguramiento energético integral utilizando el esquema energía solar – hidrógeno – pilas de combustible

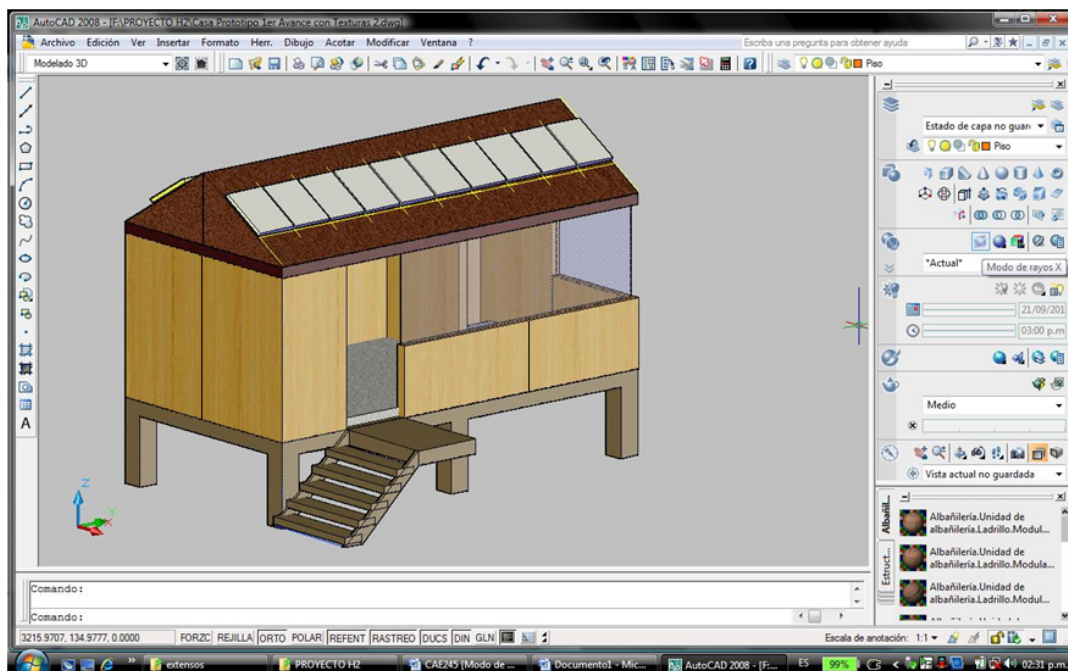
## **2.- Desarrollo modelo tridimensional**

El diseño previo de la casa modelo se realizó con el software Auto-Cad. Se consideraron dimensiones bases para en una segunda etapa se pueda ampliar en módulos hasta dos secciones más. La construcción será de materiales ligeros, la casa consta de una estructura base de acero tubular para darle soporte, figura 1. Sus medidas son de 4 por 6 metros. Su construcción será a base de módulos desmontables de 2 m cada uno para poder realizar ampliaciones en otras etapas del proyecto. Constará de una puerta lateral y una ventana panorámica para aprovechar la luz solar.



*Figura 1. Esquema de la estructura base de la casa prototipo*

Se integrará 1 kW de paneles solares colocados en el techo de la casa, el cual tendrá una caída de dos aguas, figura 2.



*Figura 2. Esquema arquitectónico preliminar de la casa prototipo*

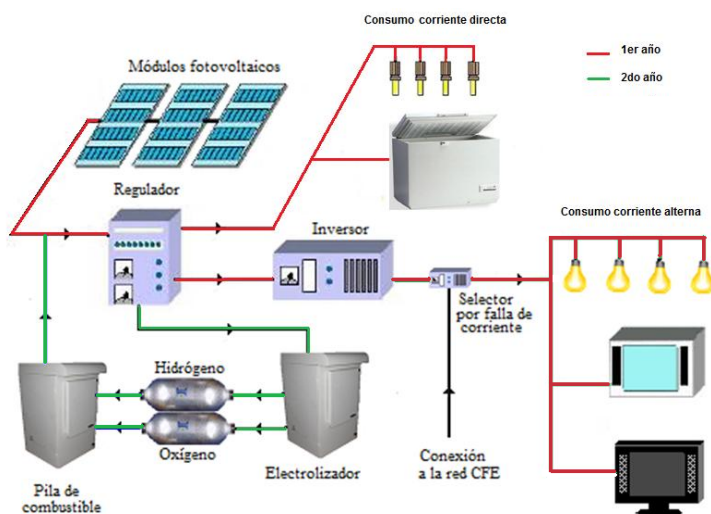
Los sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA) están constituidos, en lo fundamental, por un generador de energía eléctrica, los paneles fotovoltaicos, un acumulador para almacenar la energía, que en este caso se complementará con el sistema de electrólisis-pilas de combustible, para utilizarlo en los momentos de ausencia de la radiación solar y por último la carga eléctrica que se va a consumir, vía equipos eléctricos u otros. Los SFA son diseñados con el fin de proporcionar la energía eléctrica necesaria a una carga siendo esta una de las primeras restricciones que existen en su diseño, ya que es difícil calcular con precisión el consumo energético de cada una de las cargas. Generalmente para calcular el consumo eléctrico, se determina el valor de la potencia de cada una de las cargas que compondrán el SFA y se multiplica por el número de horas de funcionamiento al día (suponiendo el consumo de energía constante a lo largo del tiempo para cada una de las cargas). Por supuesto, esta evaluación es aproximada pero permite estimar el gasto energético [7].

En el diseño y uso de estos sistemas se necesita conocer también la radiación solar que incide sobre los paneles fotovoltaicos. El patrón de distribución de la radiación solar, la cantidad de energía solar por unidad de área, varía considerablemente a través del planeta, por día y por época del año y puede ser conocido mediante reportes de diversas instituciones.

Además de los SFA que funcionan con corriente directa (DC) existen los que trabajan con alterna (AC), donde es necesario un convertidor de DC/AC, que en la actualidad transfieren la energía eléctrica directa en alterna con una eficiencia de conversión superior al 95%. El esquemas, DC y AC, se muestran en la figura 3.

En este caso el sistema fotovoltaico estará conectados a la red eléctrica (SFCR), ya que constituyen una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que más atención están recibiendo en los últimos años, dado su elevado potencial de utilización en zonas urbanizadas próximas a la red eléctrica. Estos sistemas están compuestos por un generador fotovoltaico que se encuentra conectado a la red eléctrica convencional a través de un

inversor, produciéndose un intercambio energético entre la red eléctrica y el sistema fotovoltaico. Así, el sistema inyecta energía en la red cuando su producción supera el consumo local, y extrae energía de ella en caso contrario [7].



*Figura 3 . Esquema de un sistema eléctrico de la casa prototipo*

Para la casa prototipo se integrará 1 kW de paneles solares, los cuales suministrarán energía en dos líneas, una para componentes que utilizan corriente directa y otra para corriente alterna con su respectivo regulador e inversor.

El sistema electrólisis-pila de combustible de la casa constará de un sistema de electrólisis con una capacidad de generación de 600 cc/min de hidrógeno a 200 psig de presión. Se utilizarán tanques de almacenamiento de gases y se utilizarán dos pilas de combustible de 500 W., para realizar arreglos serie-paralelo, según se requiera.

#### **4.- Conclusiones**

En este trabajo se contempla el diseño y modelado tridimensional de una casa prototipo con sistemas básicos de consumo de energía, utilizando tecnologías solar-hidrógeno-pilas de combustible.

## 5.- Agradecimientos

Los autores agradecen ICYTDF (Proyecto PICS08-37) y al IPN (Proyecto SIP-20100530) y a la Red de Nanotecnología por el apoyo para el desarrollo de este proyecto.

## 6.- Referencias

- [1] Thomas Sh, Zalbowitz M. Pilas de Grove, Potencia Verde. Los Alamos 3M, 1998.
- [2] Boyle G., “Renewable Energy”, The Open University, Walton Hall, First Publisher in the United Kingdom, 2004.
- [3] Aldo Vieira de Rosa, “Fundamentals of Renewable Energy Processes”, Elsevier Inc., 2005.
- [4] McAlister R., “Solar Hydrogen Civilization”, United States of América, July 2003.
- [5] Morales Acevedo A., “La Electricidad que viene del sol: una fuente de energía limpia”, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V, 1996.
- [6] Hidrógeno: Introducción a la energía limpia, ISBN: 978-607-7798-02-6, Editor Universidad Autonoma de la Ciudad de México, 2009.
- [7] Libros de Ciencia y tecnología No. 2, ISBN 978-607-95065-0-6, Tecnología Solar-Eólica-Hidrógeno-Pilas de Combustible como Fuentes de Energía. Libro electrónico, Editor Tecnológico de Estudios Sup. Ecatepec, pp 319, Primera Edición 2009.
- [8] Libro: La Tecnología y la Ciencia desde el CINVESTAV, Editora Dra. Angelina Flores Parra, Editorial CINVESTAV, ISBN 968-9020-02-1, pp 175-191, 2006.
- [9] Vielstich W., *Handbook of Fuel Cells, Fundamental Technology and Applications*. W. Vielstich, A. Lamm, H. Gasteiger Editors. John Wiley, England, Vol 4, 2003.
- [10] Rifkin J., *The hydrogen economy*, Tarcher Putnam, USA, 2002.
- [11] Hoffmann P., *Tomorrow's energy*, MIT press, Massachusetts, 2001.
- [12] Barbir F., *PEM Fuel Cells: Theory and Practice*, ELSEVIER, 2005.
- [13] Rodríguez Castellanos A., “Diseño, construcción y estudio del desempeño de un electrolizador con membrana de intercambio protónico”, Tesis de licenciatura, IPN-ESIQIE, 2005.