

Desarrollo de un Centro de Innovación e Investigación en Energías Renovables (CIEER) para la Transferencia Tecnológica en la Educación Superior

Eduardo Ríos-Urbán*, Elisa Sánchez-Cruces, Frida Beyda Alaníz Pérez, Carlos D. Saavedra-Leal, José Francisco Dorado Cruz.

Ingeniería en Energías Renovables, Tecnológico Nacional de México Campus Chicoloapan, Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: eduardo.rios@teschic.edu.mx, Tel.: 5560003243

Desarrollo Sustentable.

Palabras clave: Desarrollo Comunitario, Energías Limpias, Educación Superior.

Introducción. La aparición de la pandemia por COVID-19 intensificó la urgencia de la transición energética hacia las energías renovables en el sector agropecuario a nivel mundial (Genus, 2020. Sebi, 2020. Pons, 2020). Para atender este problema, en este trabajo integral se han diseñado y construido sistemas de energías renovables (**SER**) que brindan soluciones específicas, a saber: 1) Bombeo solar fotovoltaico para sistemas de agitación en la producción de tilapia en invernaderos sin acceso a la red, 2) Deshidratadores solares fotovoltaicos, 3) Aerogeneradores para aplicaciones residenciales, 4) Sistema fotovoltaico autónomo para sistemas de ventilación, 5) Cocinas solares parabólicas para su uso en zonas marginadas. Se presenta la metodología para el desarrollo de los sistemas citados: 1) Modelación y simulación, 2) Diseño con software especializado, 3) Construcción y Evaluación. Con base en los sistemas de energías renovables obtenidos, se propone en este trabajo el desarrollo de un Centro de Innovación e Investigación en Energías Renovables (**CIER**) que tiene el objetivo principal de realizar la transferencia tecnológica y sensibilización de la población de la región en el uso de las energías renovables para mejorar sus procesos productivos, tales como agricultura, ganadería, artesanía, uso residencial, uso industrial, uso empresarial, entre otros.

Materiales y Métodos.

Etapas 1: Modelación matemática, Diseño y Construcción de los SER. Se desarrollaron los modelos matemáticos de los sistemas y se resolvieron mediante el software MatLab, las ecuaciones 1 y 2, representan el modelo matemático dinámico desarrollado para un deshidratador solar de tipo parabólico con cubierta de policarbonato que predice la temperatura y humedad.

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{m_a c_p} [A_c \tau (1 - \alpha) R_{ext} - A_c K_c (T - T_{ext}) - \rho \dot{V} (c_p (T - T_{ext}) + \lambda_v (\omega - \omega_{ext}))] \quad (1)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\rho}{m_a} \dot{V} (\omega - \omega_{ext}) \quad (2)$$

Etapas 2. Diseño del Centro de Innovación e Investigación en Energías Renovables. A partir de la construcción de los SER, se realizó la proyección del Centro de Innovación e Investigación en Energías Renovables cuya construcción iniciará el 12 de octubre y terminará el 15 de noviembre de 2022 y tendrá un costo de \$250,000.00 MXN, el cual estará financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Resultados.

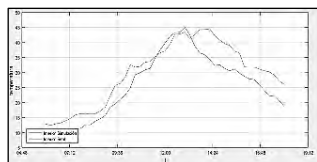


Fig. 1. Resultado de modelación: Variación de temperatura en un deshidratador solar parabólico.

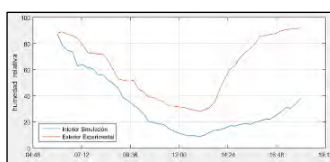


Fig. 2. Resultado de modelación: Variación de humedad relativa en un deshidratador solar parabólico.

Las variables de estado de los SER desarrollados en este trabajo se predicen mediante los modelos matemáticos mostrados en las ecuaciones 1 y 2 y son resueltos en MatLab, principalmente mediante el método de coeficientes indeterminados cuyas representaciones gráficas se muestran en las Figuras 1 y 2. En las ecuaciones 3 y 4 se muestran las soluciones generales de las ecuaciones 1 y 2. +

$$T(t) = c_1 \left(\frac{-b}{a+d} \right) \exp^{at} + c_2 \exp^{-at} + \left(\frac{cd - be}{ad} \right) \quad (3)$$

$$\omega(t) = c_1 \exp^{at} + \frac{e}{d} \quad (4)$$

En la Fig. 3 se muestran los SER construidos con base en la modelación y que serán objeto de investigación, así como medio de capacitación y transferencia tecnológica en el **CIER**.



Fig. 3. Sistemas de Energías Renovables construidos en este trabajo por más de 100 alumnos de las Ingenierías de Energías Renovables y Desarrollo Comunitario.



Fig. 4. Diseño gráfico del CIEER.

El **CIER** contará con 1500 m² de superficie total y se construirá en las instalaciones del TecNM Campus Chicoloapan, contará con un lago artificial de 80 m² de superficie, tendrá capacidad para 150 visitantes, en este lugar se realizarán actividades de investigación científica por parte de Investigadores Nacionales adscritos al SNI, eventos de difusión científica y capacitación a la comunidad en general sobre el uso de las Energías Renovables.

Conclusiones. Con base en las necesidades actuales que propician la transición energética de las Comunidades, se construyeron los **SER** a partir de modelación matemática, los cuales tienen la finalidad de

resolver problemas específicos de poblaciones vulnerables y serán utilizados en un **CIER**. Los modelos matemáticos fueron validados con variables experimentales. Las soluciones generales (ecuaciones 3 y 4) requieren las condiciones iniciales para obtener las soluciones explícitas, dichas condiciones iniciales pueden ser modificadas de acuerdo con el lugar donde sean utilizadas. Los resultados presentados en este trabajo pueden ser reproducidos para cualquier sitio, con esto, se pueden utilizar para realizar modelación, diseño y construcción de sistemas de energías renovables. El CIER se utilizará con fines de investigación, docencia, difusión y promoción de las Energías Renovables a nivel Superior.

Bibliografía.

- Genus A., M. Iskandarova, Transforming the energy system? Technology and organisational legitimacy and the institutionalisation of community renewable energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 125, 2020, 109795, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109795>.
- Sebi C., Anne-Lorène Vernay. Community renewable energy in France: The state of development and the way forward, *Energy Policy*, Volume 147, 2020, 111874, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111874>.
- Pons-Seres de Brauwer, J.J. Cohen. Analysing the potential of citizen-financed community renewable energy to drive Europe's low-carbon energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 133, 2020, 110300, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110300>.