

Estudio y dimensionamiento de huerto solar para Comunidades marginadas del Estado de Tabasco

Study and sizing of solar vegetable garden for marginalized communities of the Etate of Tabasco

PEREZ-DURAN, Marco Antonio†*, ZARATE, Marco Antonio, GARCÍA-FELIX, Luis Miguel y PÉREZ-UC, Daniel Alejandro

Instituto Tecnológico Superior de Centla, Cuerpo Académico en Formación Tecnologías y energías Alternativas

ID 1^{er} Autor: Marco Antonio, Perez-Duran / ORC ID: 0000-0002-8267-1443, CVU CONACYT ID: 497892

ID 1^{er} Coautor: Marco, Antonio-Zarate / ORC ID: 0000-0002-3977-5394, CVU CONACYT ID: 549508

ID 2^{do} Coautor: Luis Miguel, García-Felix / ORC ID: 0000-0002-7883-3681, CVU CONACYT ID: 666737

ID 3^{er} Coautor: Daniel Alejandro, Pérez-UC / ORC ID: 0000-0002-0781-8628, CVU CONACYT ID: 866011

Recibido Enero 20, 2018; Aceptado Marzo 30, 2018

Resumen

Existen en México y particularmente en el estado de Tabasco, comunidades con un alto índice de marginación, este es el caso de la comunidad Ejido el Faisán, en el que no se cuenta con servicios básicos como electrificación, drenaje, agua potable, alcantarillado, entre otros. El desarrollo del ser humano está íntimamente vinculado con el consumo de energía eléctrica, que permiten la producción y consumo de productos y servicios, tales como, alimentos, comunicación, educación, entre otros. Por lo que este trabajo se presenta como una alternativa para electrificar esta comunidad marginada del Municipio de Centla, desarrollando la memoria de cálculo para cubrir la potencia requerida de una vivienda de la localidad, a través de un Sistema Solar Fotovoltaico, fue necesario calcular las cargas involucradas, energía consumida, el número de paneles requeridos, ángulo de inclinación, así como el número de baterías y controlador de carga que deberán ser utilizados para generar la energía eléctrica, de forma eficiente y sustentable para una vivienda rural.

Comunidades de alta marginación, Huertos solares, Energía solar fotovoltaica, Cálculos de capacidad de paneles, Bancos de baterías

Abstract

There are in Mexico and particularly in the state of Tabasco, communities with a high rate of marginalization, this is the case of the Ejido el Faisan community, which does not have basic services such as electrification, drainage, potable water, sewerage, others. The development of the human being is intimately linked with the consumption of electrical energy, which allows the production and consumption of products and services, such as food, communication, education, among others. So this work is presented as an alternative to electrify this marginalized community of the Municipality of Centla, developing the calculation memory to cover the required power of a house in the town, through a Solar Photovoltaic System, it was necessary to calculate the charges involved, energy consumed, the number of panels required, angle of inclination, as well as the number of batteries and charge controller that should be used to generate electric power, efficiently and sustainably for a rural dwelling.

Communities of high marginalization, solar orchards, photovoltaic solar energy, Panel capacity calculations, Battery banks

Citación: PEREZ-DURAN, Marco Antonio, ZARATE, Marco Antonio, GARCÍA-FELIX, Luis Miguel y PÉREZ-UC, Daniel Alejandro. Estudio y dimensionamiento de huerto solar para Comunidades marginadas del Estado de Tabasco. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018. 2-5: 7-12.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: (marcoduran66@gmail.com)

Introducción

La energía eléctrica es uno de los principales motores del desarrollo económico y de la transformación social, dado que se encuentra presente en todas las facetas de la actividad económica tanto de producción, como de consumo. Por lo que es un elemento fundamental de la estructura de costes de nuestro sistema productivo, con un fuerte impacto social y medioambiental, es un factor básico para la economía.

El presente estudio, tiene como objetivo analizar la viabilidad de atender una fracción de la demanda de energía eléctrica en zonas marginadas no interconectadas, basados en energía renovable y alternativa, para este caso específico con energía solar fotovoltaica (ESF), por lo que se describirán y calcularán los componentes para la creación de un huerto solar, que consiste en instalaciones de paneles fotovoltaicos en una comunidad marginada, aprovechando la radiación solar que existe en el estado de Tabasco para generar electricidad.

La electricidad que se genera en estos paneles es en corriente continua, convirtiéndose posteriormente en corriente alterna, para ser finalmente almacenada o consumida por los habitantes de comunidades marginadas que no tienen acceso a la energía eléctrica suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Se tomara como base los requerimientos de la comunidad marginada llamada “El Faisán”, que se ubica en el Municipio de Centla Tabasco.

¿Es posible la determinación de requerimientos mínimos, para la proveer una nueva fuente de energía alternativa renovable y sustentable a comunidades de mediana y alta marginación en el estado de Tabasco?

Objetivos

- Diseñar un huerto solar a partir de la aplicación y uso de paneles fotovoltaicos para comunidades de mediana y alta marginación en el país que permita dotar de energía eléctrica a las mismas.
- Plantear la tecnología solar fotovoltaica que se adecue a cubrir las necesidades básicas (modular) en materia de electricidad, para una casa habitación rural marginada.

Metodología

Comunidades de mediana y alta marginación en el país: En el contexto expuesto por el Fondo de Población de las Naciones Unidas (CONAPO, Junio 2010) , es posible identificar una enorme cantidad de localidades marginadas en el estado de Tabasco, en las que es posible desarrollar una transferencia tecnológica para proveer de energía eléctrica sustentable, que permita incorporálas a la era tecnológica, e incrementar su calidad de vida.

El Faisán se localiza en el Municipio Centla del Estado de Tabasco México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud 92.565278 y latitud 18.547500 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2015).

- La localidad se encuentra a una mediana altura de 10 metros sobre el nivel del mar.
- La población total de El Faisán es de 171 personas, de cuales 88 son masculinos y 83 femeninas.
- Los ciudadanos se dividen en 100 menores de edad y 71 adultos, de cuales 6 tienen más de 60 años.
- Derecho a atención médica por el seguro social, tienen 65 habitantes de El Faisán.
- En El Faisán hay un total de 33 hogares.
- De estas 33 viviendas, 7 tienen piso de tierra y unos 12 consisten de una sola habitación.
- 25 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 0 son conectadas al servicio público, 16 tienen acceso a la luz eléctrica.
- La estructura económica permite a 0 viviendas tener una computadora, a 8 tener una lavadora y 23 tienen una televisión.

Por lo que en resumen el acceder a la energía eléctrica les permitiría incrementar el nivel de vida. De acuerdo a tabla 1, la distribución de energía eléctrica actualmente en el ejido el Faisán es la siguiente:

Total Casas	Casas con E. Eléctrica	Casas sin E. Eléctrica
33	17	16

Tabla 1 Casas sin energía eléctrica

Fuente: *Elaboración Propia*

Debido a que México goza de una situación privilegiada en cuanto a irradiación solar, con un promedio anual de 5.3 kWh/m² (National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2012) por día, es viable utilizarla para proveer de energía eléctrica fotovoltaica a las viviendas de comunidades marginadas. Para los cálculos se considera el siguiente caso:

Diseño de la fuente de energía fotovoltaica

a) Datos de referencia de la vivienda:

Dimensiones 11.20 x 8.40 m²

- 2 recámaras:
 - 2 lámparas.
 - 2 contactos.
- Sala:
 - 2 lámparas.
 - 2 Contactos.
- Cocina:
 - 1 Lámpara.
- Parte Exterior:
 - 2 lámparas con sensor.
- Altar:
 - 1 contacto.
 - 1 Lámpara.

b) Descripción de las cargas

- 6 puntos de luz = 15W.
- 2 puntos de luz con sensor = 40W.
- 1 televisión = 60W.
- 1 ventilador = 80W.
- 1 teléfono inalámbrico (antena)= 5W.
- 1 radio = 10W.
- 1 Refrigerador = 100W.

Utilizando la ecuación 1 y los datos de carga del inciso b) se obtiene la tabla 2.

Cantidad	Equipo	Potencia (W) C	Subpotencia (W) D= AXC	Hrs. E	Energía (W/h)
6	P. luz	15W	90W	5	450
2	P. luz sensor	39W	78W	5	390
1	Tele.	60W	60W	4	240
1	Vent.	80W	80W	4	320
1	Celular	5W	5W	2	10
1	Radio	10W	10W	2	30
1	Refri.	100W	100W	4	400
Total = W		W	Total = Wh/d		1840 Wh

Tabla 2 Cargas utilizadas en la vivienda

Fuente: Elaboración Propia

Los contactos y luminarias se distribuirán de acuerdo al siguiente plano eléctrico, ver figura 1.

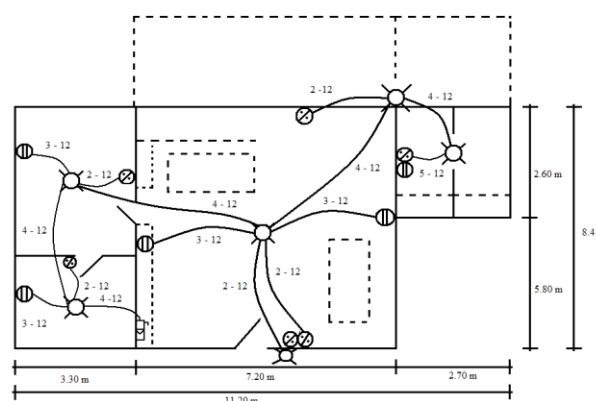


Figura 1 Plano eléctrico

Fuente: Diseño Propio

c) Energía Consumida

Esta se calcula utilizando la ecuación 1, y los datos de carga del inciso b) (Prado, 2008).

$$E_c = (P_1 t_1) + (P_2 t_2) + (P_3 t_3) + (P_n t_n) + \dots Wh \quad (1)$$

P = Potencia de cada una de las cargas (W).

t = Tiempo de uso de cada una de las cargas (hrs.).

Resultados

Cálculo del Arreglo Solar

Para calcular el número de paneles (módulos) solares que serán necesarios para cubrir la demanda de energía en la casa habitación, es necesario utilizar la ecuación 2 (Andrade Rodríguez, 2015).

$$M = \frac{E_c F_s}{I_M V_M H_p N_{Bat} N_{Inv}} \quad (2)$$

M = Número de módulos solares.

E_c = Energía consumida diariamente por las cargas (Wh/día).

F_s = Factor de sobre dimensionamiento del Sistema (Se sobre dimensiona 10% a 20%, F_s = 1.1 a 1.2).

I_m = Corriente del módulo solar (máxima insolación 1Kw/m²).

V_m = Voltaje promedio de operación del módulo solar (No confundirlo con el voltaje de baterías).

H_p = Radiación de la localidad en el mes de menor insolación expresada en horas máximas de insolación.

$N_{Inv.}$ = Eficiencia del inversor CD/CA en caso de que el equipo opere en: C.A. valores típicos 0.8 a 0.9. C.D. valor es de 1.

N_{Bat} = Eficiencia de carga de la batería 0.87 a 0.9 “0.81”.

Al sustituir los valores en la ecuación 2, se obtiene el número de paneles o módulos que se necesitan para cubrir la demanda.

$$M = \frac{(1790Whr/dia)(1.2)}{(6.93Amp)(28.9V)(4.84)(0.81)(0.9)}$$

$$M = 3.039 \approx 3 \text{ paneles}$$

Por lo tanto, se utilizarán 3 paneles de 325W, con una tensión de 36.3 V y una corriente de 7.77Amp.

Cálculo del ángulo de inclinación y del ángulo de orientación

Para determinar el ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos, algunos proveedores recomiendan que se utilice el valor de la latitud del lugar donde se encuentra localizada la comunidad del Faisán, Centla Tabasco al cual se le suma 5°.

$$\angle_{INC} = \angle_{LAT} + 5^\circ \quad (3)$$

$$\angle_{INC} = 17,789 + 5^\circ$$

$$\angle_{INC} = 22.789^\circ$$

Por lo tanto, el ángulo de inclinación en el que se deben de colocar los paneles solares orientados hacia el sur es de 22.789°.

Cálculo del banco de baterías

Un aspecto importante en la utilización de energía solar fotovoltaica es, la independencia del sistema, la cual parte de la idea que, en caso de días nublados o con lluvia, permita la continuidad del proceso (independencia), para lo cual es necesario utilizar la ecuación 4, para calcular el banco de baterías.

$$C_B = \frac{A_u E_c}{V_B F_U F_1 N_{Inv}} \quad (4)$$

C_B = Capacidad del banco de baterías.

E_c = Energía consumida diariamente.

A_u = Autonomía deseada en el banco de baterías (días) varía entre 4 días con buena insolación y hasta 6 días para lugares nublados.

V_B = Voltaje nominal al cual trabajará el banco de baterías.

F_U = Fracción de la capacidad total de la batería que se usa para dar la autonomía de diseño del sistema evitando que las baterías se descarguen totalmente. $F_u = 0.5$ baterías de placa delgada. $F_u = 0.8$ baterías de placa gruesa.

F_i = Factor de incremento de la capacidad de la batería respecto a su valor nominal comercial como resultado de una razón (tiempo) de descarga. Este valor varía desde 1.05 en baterías de placa delgada hasta 1.35 en baterías de placa gruesa tipo tabular.

Sustituyendo los valores en la ecuación 4, para cubrir 5 días de independencia, se ocupa una capacidad del banco de:

$$C_B = \frac{(5días)(1790Whr)}{(12V)(0.8)(1.35)(0.9)}$$

$$C_B = 767.31 \text{ Amp} - hr$$

Cálculo del número de baterías

La ecuación 5 nos permite calcular el número de baterías (Pericas, 2014) a utilizar por el sistema fotovoltaico.

$$N_B = \frac{C_R}{C_B} \quad (5)$$

N_B = Número de baterías que se necesitan.

C_R = Capacidad de energía requerida para funcionar en días nublados (Ah).

C_B = Capacidad de la batería (Ah).

$$N_B = \frac{C_R}{C_B}$$

$$N_B = \frac{767.318Ah}{144Ah}$$

$$N_B = 5,32 \text{ bat.} \approx 6 \text{ baterías}$$

Cálculo del controlador de carga

El inversor será el equipo encargado de convertir la corriente continua de la batería, a corriente alterna, para ser consumida dentro del hogar.

$$I_{max} = I_{SC} N_P \quad (6)$$

$$I_{max} = (7.77A)(3\text{paneles})$$

$$I_{max} = 23.31 \text{ Amp}$$

Especificación del inversor

Aplicando la ecuación número 7, se calcula la potencia del inversor requerido.

$$INV = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 \quad (7)$$

INV = Potencia del Inversor (W)

W = Potencia de cada una de las cargas (W)

Sustituyendo los valores correspondientes en la ecuación 7 se obtiene:

$$INV = (15W * 6) + (39W * 2) + 60W + 80W + 5W + 10W + 100W$$

$$INV = 423W$$

Con respecto al valor calculado se concluye que el tipo de inversor conveniente es:

Un Inversor de 3000 W, Onda Senoidal Modificada, 12VCD - 120VAC.

A continuación en la figura 2, se esquematiza el diagrama físico del proyecto.

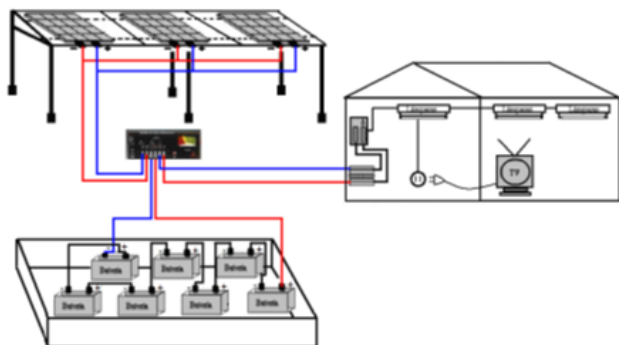


Figura 2 Diagrama físico del proyecto

Fuente: Diseño Propio

Agradecimientos

Expresamos un especial agradecimiento a los pobladores de la Comunidad Ejido el Faisán, en el Municipio de Centla, Tabasco, por las facilidades brindadas para el levantamiento, de los requerimientos de este estudio.

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Centla, por el apoyo y liderazgo mostrado en temas relacionados a la aplicación tecnológica con enfoque sustentable, que posibilitan estos estudios.

Conclusiones

Existen dos cálculos para completar el sistema que son: el de los conductores de la instalación y el de las dimensiones de los soportes para los paneles fotovoltaicos. Sin embargo no serán abordados en este trabajo ya que no es el propósito del mismo.

El trabajo realizado consiste en solucionar el problema del suministro de energía eléctrica en la comunidad de Ejido el Faisán, está considerada dentro de un nivel de marginación Alto, y se encuentra localizada en el municipio de Centla Estado de Tabasco, la cual no cuenta con este fluido en pleno siglo XXI, sinónimo de desarrollo para el hombre. Con la presente aplicación de este trabajo se podrán lograr los siguientes beneficios:

- Dar a conocer las características principales y los beneficios que nos ofrece las energías renovables a través de paneles fotovoltaicos.
- Aplicar la energía fotovoltaica para solucionar la necesidad de electrificación en comunidades rurales con alto grado de marginación como lo es El Faisán.
- Como puede observarse en los resultados de este trabajo, es posible cubrir los requerimientos mínimos de electrificación de comunidades rurales, a través de energía solar fotovoltaica. Que es una energía alternativa sustentable, para la cual se han calculado la demanda y los componentes básicos necesarios para su aplicación, como son:
 - El número de paneles necesario para cubrir la demanda estimada.
 - El ángulo de inclinación y orientación para colocar los paneles fotovoltaicos.
 - El cálculo del banco de baterías, así como su número.
 - Cálculo del controlador de carga.

Con esta información es posible realizar los cálculos financieros, que permitan estimar los montos económicos, para la aplicación modular de cada casa en esta comunidad rural, que permitan el acceso a la energía eléctrica de manera sustentable, e independiente.

Referencias

Andrade Rodríguez, J. (2015). *Propuesta de Suministro de Energía Eléctrica por medio de un Sistema Solar Fotovoltaico para una Casa Habitación*. México: Escuela superior de Ingeniería Mecánica Eléctrica (IPN). Recuperado el Octubre de 2017

CONAPO. (Junio 2010). *Indice de Marginacion 2010*. Mexico, D.F: Fondo de Población de las Naciones Unidas. Recuperado el Octubre de 2017

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (30 de Octubre de 2015). (Dirección General de Geografía y Medio Ambiente) Recuperado el Diciembre de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogosclaves.aspx>

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2012). Estados Unidos de Norteamérica. Recuperado el Octubre de 2017, de <http://eosweb.larc.nasa.gov>

Pericas, R. (2014). *Energías Renovables, Energía Solar Fotovoltaica*. España: Universidad Politécnica de Catalunya. Recuperado el Octubre de 2017

Prado. (2008). *Diseño de un Sistema Eléctrico Fotovoltaico para una Comunidad Aislada*. Costa Rica: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Recuperado el Octubre de 2017