

Evaluation of Rural Power Grids Systems of the Cerrito de los Morreños Island in the Gulf of Guayaquil, Ecuador

Peralta Juan, PhD¹ , Delgado Emérita, PhD¹ , Andrés Benitez¹ , Armando Neira¹ , Gustavo Aveigal

¹ Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencia de la Producción, Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable, Ecuador; jperal@espol.edu.ec, eadeldgad@espol.edu.ec, abenitez@espol.edu.ec, apneira@espol.edu.ec,

Abstract– The purpose of this paper is to apply a methodology of to gather information based on technical visits to identify and assess the main problems with power systems that were installed on the island of "Cerro de los Morrenos", located in the Gulf of Guayaquil. Energetic social and community situation described, in addition to the inventory of power systems, including the main problems detected technical and operational level. Finally, is present the solutions based on the optimal use of resources, existing loads and community training in managing of systems energization?

Keywords: energy, solar, community, systems.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.276>

ISBN: 978-0-9822896-9-1

ISSN: 2414-6390

14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering Innovation for Global Sustainability", 20-22 July 2016, San Jose, Costa Rica.

Evaluación de los sistemas de energización rural de la Isla de Cerrito de los Morreños en el Golfo de Guayaquil -Ecuador

Peralta Juan, PhD¹, Delgado Emérita, PhD¹, Andrés Benitez¹, Armando Neira¹, Gustavo Aveiga¹
¹ Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencia de la Producción, Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable, Ecuador; jperal@espol.edu.ec, eadelgad@espol.edu.ec, abenitez@espol.edu.ec, apneira@espol.edu.ec.

Abstract– The purpose of this paper is to apply a methodology of to gather information based on technical visits to identify and assess the main problems with power systems that were installed on the island of "Cerro de los Morrenos", located in the Gulf of Guayaquil. energetic social and community situation described, in addition to the inventory of power systems, including the main problems detected technical and operational level. Finally, is present the solutions based on the optimal use of resources , existing loads and community training in managing of systems energization

Keywords: energy, solar, community, systems.

I. INTRODUCTION

La energía es un sector estratégico establecido en las políticas de gestión y desarrollo del gobierno ecuatoriano, dentro de este contexto el plan nacional del buen vivir plantea transformación o migración de la actual matriz energética del Ecuador a un modelo sostenible con el objetivo de minimizar la presencia de combustibles convencionales en la generación de energía, por ende ha promovido la creación de varios proyectos basados en energía renovables en donde la bioenergía, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica se presenta al momento como fuentes auxiliares que permitan completar la generación de energía eléctrica. [1]

De igual manera, hay que considerar también la demanda de energía eléctrica en zonas rurales, remotas o aisladas donde es difícil llegar con un tendido eléctrico, lo que ha generado la utilización de generadores termoeléctricos a base de diésel que proveen energía pocas horas al día con un costo implícito al usuario. Por estas razones, en el año 2010 dentro de los programas de desarrollo del FERUM (Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal) se optó por la instalación de sistemas autónomos de energía solar fotovoltaica como fuente de suministro eléctrico en las zonas aisladas y remotas de Ecuador. [2]

Un caso particular de estudio de comportamiento y funcionamiento de sistemas energización aislados se presenta en la comunidad Cerrito de los Morreños la cual se encuentra ubicada en la isla Chupadores Chico, en la parte central del golfo de Guayaquil, siendo parte de la parroquia urbana

Ximena de la ciudad de Guayaquil. En donde la única forma de ingreso es por vía marítima encareciendo radicalmente los costos de vida en la isla. Se encuentra cerca de la desembocadura del Golfo a 2°, 28' 25" latitud sur y 79°, 54, '25" longitud oeste.

II. METODOLOGÍA

En la siguiente figura se presenta el esquema general de trabajo realizado en 4 meses en la comunidad para el levantamiento de la información a nivel socio energético. Las variables empleadas dentro de estudio se dividiendo en variables sociales, energéticas y geográficas.

Asimismo, previo al trabajo de campo se procedió al diseño de una guía de técnica de inspección de sistemas de generación y una encuesta que permita conocer las necesidades locales desde un punto de vista energético.

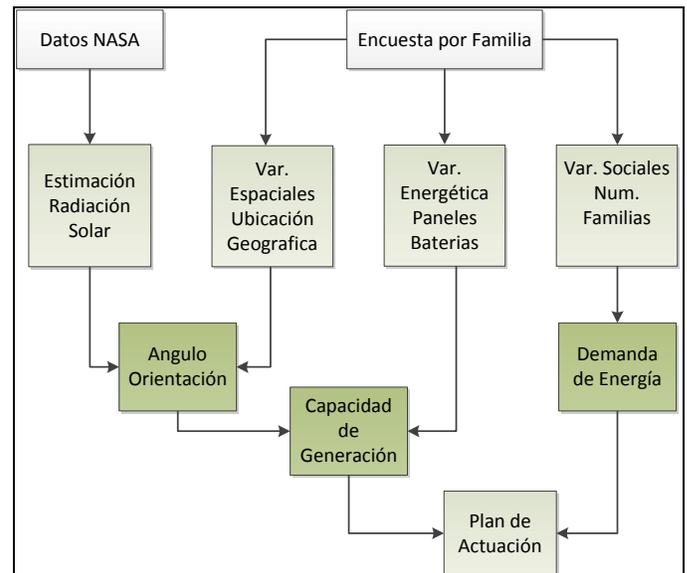


Fig. 1. Esquema de trabajo

Cabe recordar, que los sistemas fotovoltaicos (SFV) transforman la energía renovable del sol directamente en energía eléctrica. En los sistemas fotovoltaicos aislados la

corriente producida por los paneles fotovoltaicos se almacena en un banco de baterías a través del regulador de carga que controla el voltaje y la corriente del SFV. La conexión a las cargas en corriente continua es directa, para poder satisfacer las de corriente alterna se debe instalar un inversor. . [3] [4]

De igual manera, en el diseño de un sistema fotovoltaico aislado se debe tomar en consideración las siguientes variables o parámetros:

- Localización del emplazamiento
- Radiación solar del emplazamiento
- Orientación del panel
- Inclinación del panel
- Energía promedio diaria
- Días de Autonomía
- Obstáculos y/o sombras.

Dentro de este orden de ideas, se procedió primero al levantamiento de información en la comunidad para conocer el estado de funcionamiento actual en la que se encuentra los sistemas autónomos de energización instalados en cada vivienda, considerando aspectos como orientación, funcionamiento del sistema, equipos existentes, entre otros

La isla Cerrito de los Morreños cuenta con dos fuentes de generación de energía eléctrica, las cuales son:

- Paneles fotovoltaicos aislados residenciales de 155 Wp cada uno instalados en cada vivienda de la comunidad. Donde cada usuario es responsable del mantenimiento y limpieza de los mismos.
- Generador de 145KW que funciona con diésel, satisfaciendo la demanda de la comunidad durante un horario ya establecido, que es de 18:00 a 22:00. Para adquirir este servicio cada vivienda debe cancelar un valor de 0.50 centavos diarios



Fig 2. Actividades de Levantamiento de Información.

Las actividades realizadas incluyeron inspecciones visuales de los sistemas de energización, además de los establecimientos comunitarios como lo son las escuelas, dispensario médico e iglesia. (Fig. 2)

III. RESULTADOS

Durante el trabajo de campo se verificó que existen dos tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- El sistema básico, que consta de un panel y una batería que alimentan 3 focos y un inversor que satisface la demanda de corriente alterna.
- El sistema estándar, con la diferencia que cuenta con dos paneles, dos baterías y alimentan 5 focos.

Finalmente, se identificó que 46 sistemas corresponden a sistemas básicos (panel y una batería); 20 corresponden a sistema estándar (dos paneles y dos baterías), finalmente una vivienda presenta ambos sistemas instalados. (Fig. 3)

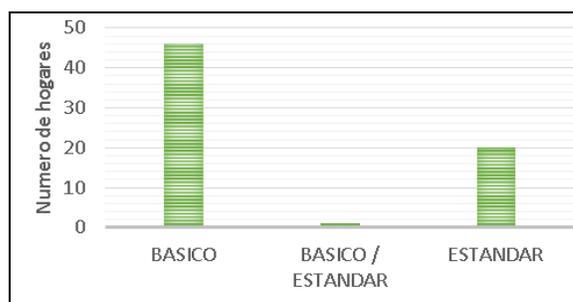


Fig 3. Clasificación de los sistemas

Adicionalmente, se procedió a evaluar si los sistemas se encontraban en operación. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de las inspecciones.

TABLA 1. Funcionamiento de los Sistemas

SISTEMA	SERVICIO		TOTAL GENERAL
	NO	SI	
Básico	12	32	44
Básico / Estándar		1	1
Estándar	4	11	15
TOTAL GENERAL	16	44	60

De la evaluación socioenergética realizada se determinó que los problemas existentes en la comunidad principalmente eran generados por falta de mantenimiento, orientación equivocada y una mala ubicación espacial.

Adicionalmente, a los datos obtenidos de las inspecciones mostrados en la Fig. 4, se logró determinar que solo 6 sistemas presentan una orientación correcta hacia el norte a partir de los cálculos realizados y la ubicación geográfica dentro de la isla. Los demás paneles, presentan una orientación predominante sur-este. En la práctica esta mala orientación repercute en la eficiencia de generación del sistema.

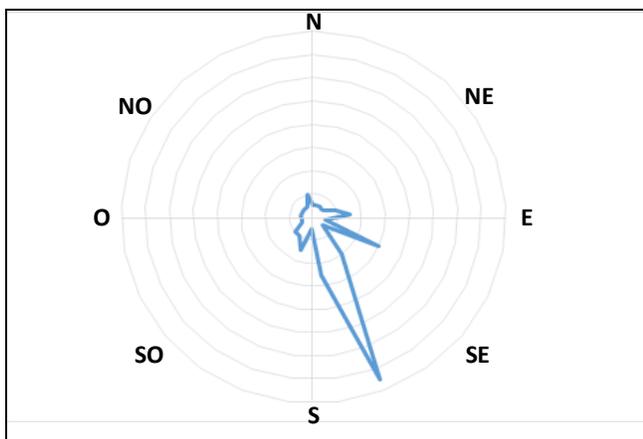


Fig 4. Distribución de la Orientación de los paneles

En el marco de las observaciones anteriores, se determinó que existen varios problemas derivados por la implantación de los sistemas, principalmente en lo relacionado a sombras, obstrucciones del campo de captación e inclinaciones que repercuten en la baja eficiencia del sistema. (Fig 5)



Fig 5. Panel Sombreado

Sobre la base de los datos obtenidos en el trabajo de campo se realizó un análisis de alternativas de diseño para

optimizar la captación solar en la zona de estudio. (Fig 6). Según la norma Ecuatoriana de Construcción, la ventaja del sistema fotovoltaico en micro red es que mejora la confiabilidad en el servicio y se reduce la potencia total comparado con los sistemas residenciales. Sin embargo en nuestro caso de estudio esta alternativa tiene muchas desventajas en comparación al sistema fotovoltaico residencial [7], como por ejemplo:

- En esta comunidad, la red pública hoy en día se encuentra muy deteriorada ocasionando muchas pérdidas a los largo de la distribución por lo que se necesitaría una red de distribución nueva con un costo bastante elevado.
- No se cuenta con un sistema de medidores de energía consumida, lo que puede genera un problema en la medición o exceso del consumo de energía eléctrica de la red por familia,
- Además se cuenta con problemas geográficos para poner un sistema centralizado.

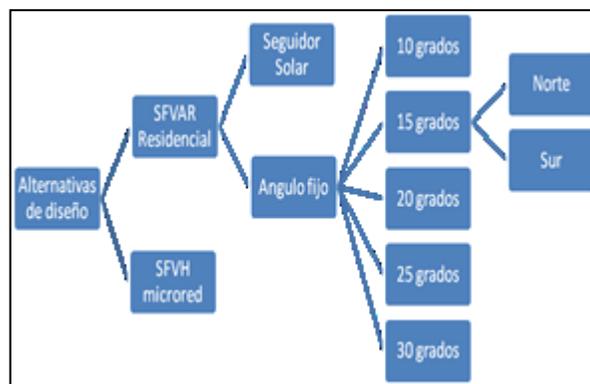


Fig 6. Alternativas de Análisis.

La zona de estudio no cuenta con información meteorológica local, la estación más cercana se encuentra en la ciudad de Guayaquil y no representa la climatología local de la zona, por ende, el cálculo de la mejor inclinación del campo de captación fotovoltaico se baso en la información obtenida del portal Surface meteorology and Solar Energy de la NASA [6]. A partir de este proceso se determinó que el mayor aprovechamiento de la radiación solar se genera en un ángulo de 15 grados.

A continuación, en la Fig. 7, se muestra los valores estimados para las pérdidas de energía en función a la eficiencia del panel y demás componentes del sistema. [6] [7] [8] [9] [10] [11]



Fig 7. Perdidas a través del sistema Fotovoltaico

Otro aspecto importante a considerar, es el requerimiento de energía que deben cubrir los sistemas fotovoltaicos; considerando las limitaciones que tiene cada hogar con respecto al uso de aparatos eléctricos y capacidad de generación en el mes en donde recibe la menor radiación solar el panel. Las estimaciones realizadas nos indican que la demanda promedio de energía de una vivienda es 492 Wh/día y el panel en mes de menor incidente el panel puede producir 539 Wh/día.[12]

Significa entonces, que los paneles fotovoltaicos de 155 Wp instalados según su optimización y con un programa de mantenimiento adecuado estarán en capacidad de cumplir con los requerimientos de cada hogar, en base a las condiciones actuales; es importante recalcar que en el caso de incluir otros aparatos eléctricos se deberá dimensionar y rediseñar un sistema aumentando el número de paneles o cambiar por paneles de mayor potencia.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se ha estimado que valor inversión actual para solventar el problema de generación sería de \$800 por sistema. Este valor considera los costos de reemplazos de equipos y costo de manufactura de los soportes.

IV. CONCLUSIONES

Es conveniente recalcar que no existir un proyecto de electrificación rural sostenible sin el compromiso de una entidad pública o privada del seguimiento y mantenimiento de todos los sistemas.

Para que los sistemas autónomos de energía operen apropiadamente es necesaria la reubicación del 67%, orientar correctamente el 90 % de los paneles fotovoltaicos y además es necesario el cambio de todos los sistemas acumuladores de energía.

El costo estimado para dejar operativos el 100% de los sistemas autónomos de energía, considerando costos de

reemplazo de equipos, mano de obra e instalación es de \$56,810 dólares americanos.

Finalmente dado a que generalmente los usuarios no están capacitados para realizar un mantenimiento adecuado de los equipos, la mayoría de los sistemas autónomos fallan por la falta de proveedores de servicios y repuestos que pueda realizar un adecuado servicio de postventa a los usuarios

V. REFERENCIAS

- [1] Secretaria Nacional, P. Obtenido de Buen Vivir Plan Nacional 2013-2017: <http://www.buenvivir.gob.ec/>, (02 de 2016).
- [2] CONELEC, INSTRUCTIVO PARA PROGRAMAS DEL F.E.R.U.M. Quito, 1999
- [3] A. Neira, A. Betinez., Tesis de Grado, “Rediseño del Sistema de Gestión Energético de la Comunidad Cerrito de los Morreños, Ecuador”, ESPOL, 2015
- [4] J. Peralta, Tesis de Maestría, “Estudio de viabilidad de un sistema energético sostenible en la Isla Cerro de los Morreños”, USC, 2011
- [5] Comité Ejecutivo del código Ecuatoriano de construcción. (2009). “Sistemas de Generación con Energía Solar Fotovoltaica para Sistemas Aislados y Conexión a red de Hasta 100 KW en el Ecuador”. Quito, Ecuador: Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC 10).
- [6] A. Rivera, E. Delgado, J. Guevara, J. Peralta, “Introducción al Estudio de Fuentes Renovables de Energía”. Guayaquil, Ecuador, ESPOL LATIN, 2014
- [7] M. Shobokshy, F. M. Hussein. “Effect of dust with different physical properties on the performance of photovoltaic cells.”,2013
- [8] G.N.Tiwari, “SOLAR ENERGY.Fundamental, Design,Modelling and Applications.”, Indian Institute of Technology.New Delhi.: Alpha Science, 2002
- [9] M. Egido, M. Camino. “Guía de Normas y Protocolos Técnicos para la Electrificación Rural”. Madrid, España: Trama Tecno ambiental.
- [10] C. Castellanos, D. Flores, C. Heredia, L. Moncada, I. Reysancho. “Energía solar”. Ecuador: EPN, 2006
- [11] M. Abella, “Sistemas Fotovoltaicos. Introducción al Diseño y Dimensionado de instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. España: Ediciones S.A.P.T. Publicaciones Técnicas S.L., 2005
- [12] M. Romero, Energía Solar Fotovoltaica. Barcelona (España): Ediciones CEAC, 2010.