

Modelos de Sistema Híbrido Eólico-Solar Fotovoltaico para la Generación de Energía Eléctrica en Viviendas Rurales de la Comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflor Moropotente, Municipio de Condega.

Jorge Ulises Sandoval Sánchez

Ismael Navarro Ramírez

Dayton Isidoro Avilés Urbina

Juan Albero Betanco Maradiaga

RESUMEN

Esta investigación evalúa los modelos de sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico como fuente de generación eléctrica en la comunidad El Jilguero ubicada en la Reserva Natural Miraflor Moropotente del municipio de Condega. A fin de utilizar energías renovables como fuente primaria, aumentando considerablemente el desarrollo socioeconómico poblacional; en el planteamiento de opciones de electrificación se emplea la utilización de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, en el que se abordó una posible demanda de energía eléctrica que sería cubierta por este sistema, el impacto socioeconómico para la condición de los habitantes de la zona, asimismo mejorar su calidad de vida. El enfoque de la investigación es cuantitativo. Se aplicó la observación como fuente de confiable de recolección de datos y se aplicaron cuestionarios a cierto grupo de la población de la comunidad quienes brindaron información confiable. Se recomienda profundizar e incentivar a realizar investigaciones en cuanto al desarrollo de las energías renovables en las comunidades que no cuentan con servicio eléctrico, asimismo se insta a analizar el impacto social que las energías renovables provocarían en la sociedad.

Palabras clave: Sistema Híbrido, energía renovable, sistema eólico, sistema solar.

INTRODUCCIÓN

La demanda energética mundial ha aumentado considerablemente tras el desarrollo poblacional, según Europa (2015) “Las proyecciones efectuadas, durante el período 2000-2030 la demanda mundial de energía aumentará a un ritmo aproximado del 1,8% anual. El impacto del crecimiento económico y del crecimiento demográfico (que se situarán, respectivamente, en una media anual del 3,1% y el 1%) se verá equilibrado por una disminución anual de la intensidad energética del 1,2%, como consecuencia del efecto combinado de los cambios estructurales en la economía, los avances tecnológicos y el incremento del coste de la energía”.

Nicaragua no es la excepción, posee un fuerte potencial de recursos hídrico, eólico y geotérmico para la generación de energías renovables, las que experimenta un crecimiento considerablemente apostando al desarrollo sostenible. Para Tiffer, (2016) “Los avances que desarrolla Nicaragua en el cambio de la matriz energética, siendo uno de sus objetivos principales, incrementar la generación de las energías renovables para alcanzar un 90% de generación total para el año 2020”.

Bajo este contexto la presente investigación abordará la temática “Sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica en viviendas rurales de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, municipio de Condega”, el cual es un estudio de alternativas energética que permitirá avances significativos a las comunidades.

Cuyo objetivo general es “Dimensionar un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para el consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el

Jilguero de la Reserva Natural de Miraflores Moropotente, del municipio de Condega”.

La importancia de la investigación, consiste en abordar la viabilidad que poseen los sistemas de energías renovables para el desarrollo comunitario, los aspectos relacionados a la implementación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, desde la parte de tecnologías que conforman un sistema híbrido, hasta la parte social.

Esta investigación presenta un enfoque de estudio cuantitativo, ya que la recolección de datos sirve para probar la hipótesis planteada con base en medición numérica y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento de los recursos Sol y viento en la comunidad El Jilguero.

MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo la investigación “Modelos de Sistema Híbrido Eólico-Solar Fotovoltaico para la Generación de Energía Eléctrica en Viviendas Rurales de la Comunidad el Jilguero de la Reserva Natural Miraflores Moropotente, Municipio de Condega”, se utilizaron fuentes de carácter cuantitativo cuyos instrumentos fueron la observación de la comunidad para determinar la rugosidad para facilitar datos en el diseño del sistema híbrido apto para la generación de energía eléctrica en la comunidad y el cuestionario cuyo objetivo fue la evaluación de la aceptación de la población de la comunidad en cuanto al uso de energías renovables. El universo de estudio y la población son: 123 habitantes de la comunidad el Jilguero, calculando una muestra de 40 personas las que son aptas para responder con

claridad y precisión, el tipo de muestreo es probabilístico, ya que se seleccionaron sistemas con equipos tecnológicos de generación eléctrica que facilitaron la recolección de datos de los recursos Sol y viento. También se hizo revisión bibliográfica en diferentes libros y trabajos encontrados en la Web para enriquecer y dar veracidad a la información obtenida durante esta investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

“Evaluación del potencial energético solar y eólico de la comunidad el Jilguero de la Reserva Natural de Miraflores Moropotente.”

Para la recolección de datos se realizaron viajes a la zona de estudio, en este caso la comunidad el Jilguero del municipio de Condega.

Se utilizó el método de la observación para determinar la rugosidad del lugar, esta fue recopilada en una ficha de caracterización de rugosidades, que fue elaborada por los investigadores, de una manera que tomara en cuenta parámetros que permitiera calificar el tipo de rugosidad a través de la tabla de Longitud de rugosidad.

Se utilizaron datos de un año de evaluación, de INITER en la estación meteorológica del municipio de Condega del departamento de Estelí, lo que facilitó la obtención de datos confiables que permitirán conocer la viabilidad del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, para una posible instalación en la comunidad,

Para la evaluación del recurso Sol y viento, se tomaron en cuenta los datos que nos ofrece la NASA en su sitio web, esto permitió tener una media promedio

del viento y la radiación solar en la comunidad evaluada.

Para obtener el potencial eólico:

Se utiliza el programa WindRose Pro3, el que realizará una serie de cálculos automáticamente, determinando valores como lo son: las velocidades promedio del viento por cada mes, predominancias en cuanto a la dirección, frecuencia con respecto a la velocidad del viento (weibull), que son fundamentales para la obtención del potencial eólico de la zona de estudio.

El diagrama de weibull permitirá la predicción de la velocidad del viento de la comunidad el Jilguero un dato esencial para determinar el potencial eólico a través del teorema de Betz que según la potencia eólica disponible no es aprovechada totalmente por los aerogeneradores existe un límite superior, determinado por este dato la potencia aprovechable a través de la siguiente ecuación:

$$P_a = \frac{\rho}{4} (v_1^2 - v_2^2)(v_1 - v_2)$$

Siendo:

ρ : la densidad del aire (1,225 Kg/m³ en condiciones estándar)

$v = v_1 + v_2/2$: la velocidad media aguas arriba y aguas abajo del aerogenerador.

A : el área del aerogenerador.

Con esta fórmula finalmente podremos determinar el potencial eólico aprovechable en la zona de estudio en este caso por cada metro cuadrado, es decir se determinará el potencial aprovechable por cada metro cuadrado de área que tenga el aerogenerador a seleccionar.

Luego se procesaron los datos de irradiación solar a través de tabla de Excel obteniendo media de horas solares en el transcurso del año, conociendo los rangos de horas solares entre mínimas y

máximas por lo que según el dato de la radiación solar también contiene el número de horas por día que la radiación solar tiene un valor de 1,000 W. Es decir que cada hora solar que se tenga equivalen a 1,000 W aprovechables por cada metro cuadrado de un sistema solar fotovoltaico.

“Dimensionado de los sistemas eólicos y solares fotovoltaicos, aptos para la generación y consumo de energía eléctrica en viviendas de la comunidad el Jilguero”.

Mediante un censo de carga de los equipos, que los habitantes necesitarían en sus hogares para mejorar su calidad de vida (confort), se identificó por cada casa de habitación el consumo promedio, esto permitirá cubrir la demanda existente en el hogar. Y conociendo el potencial energético solar y eólico de la zona de estudio, teniendo estos dos factores en cuenta se dimensiona un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

Consiste en dimensionar dos sistemas por separado, pero, de una forma que estos puedan trabajar eficientemente como uno solo, en primer lugar se dividió proporcionalmente la generación requerida para satisfacer la demanda en dos partes, pero esta no se hace proporcionalmente sino que a través de la potencia disponible de la zona se dividen.

Dimensionamiento del sistema eólico:

Como el consumo se reparte a lo largo de todo el día y no es constante, se aplica un coeficiente de utilización **ku** (adimensional) que equivale a 0.5, para determinar la potencia mínima que se debe suministrar mediante el aerogenerador **Pdiaria = P. ku**

Suponiendo que el consumo diario es uniforme durante todo el año la energía

consumida a lo largo de este **será P_{anual} = P_{diario}. 365**

Una vez sabemos la energía que consumiremos al año debemos garantizar una energía mínima la cual ha de garantizar y proporcionar nuestro aerogenerador.

Imponemos la condición de que sea capaz de abastecer un consumo mínimo aproximado del 70% de la demanda energética total. El resto de dicha demanda lo cubrirá, la otra parte de la instalación híbrida, en este caso por el sistema solar fotovoltaico.

A través de la velocidad de weibull obtenemos la distribución equivalente para cada velocidad del muestreo y el consumo que hemos estimado, podremos determinar que el aerogenerador a utilizarse según la curva de potencia que estos tengan probando hasta encontrar el más adecuado para la generación de energía eléctrica que este produzca según la velocidad media que se tiene en la zona de estudio.

Dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico:

Como este solo cubrirá el otro 30% de generación del sistema, se harán los cálculos respectivos con este porcentaje de demanda energética, dimensionando todo el sistema como lo es la cantidad de paneles a utilizarse según su potencia, el controlador, el banco de baterías e inversor.

Cabe destacar que este banco de baterías es apto para suministrar energía en caso de que en un momento ambos sistemas no estén generando, por eso no se calcula un banco de batería aparte para el aerogenerador, así mismo el controlador será híbrido para que el exceso de energía producida por el aerogenerador pueda ser almacenado.

Para los momentos en los que la producción supere el máximo marcado

por consumo y disponga de más energía de la necesaria para cargar los acumuladores, ésta se eliminaría a través de la resistencia de dispersión del regulador de la instalación.

Fórmulas para del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico

→ Potencia de generación demandada.

$$P_{gen} = f. E_{total} (Wh) / \Delta t \text{ so}(h)$$

→ Número de Paneles solares.

$$N_{ps} = P_{gen} / P_{pv}$$

→ Potencia que producirán los paneles solares.

$$P_p = N_{ps} * P_{pv}$$

→ Energía necesaria que se acumulara en el banco de baterías.

$$E_{bat} = E_{bat} (wh/dia) * \tau (dia) / \int p$$

→ Tipos de baterías:

De 1260 wh, 105 Ah a 12 v

De 2640 wh, 220 Ah a 12 v

→ Selección del número de baterías.

$$N^{\circ} \text{ batería} = E_{bat} / \text{tipo de baterías}$$

→ Energía que se acumulara en las baterías.

$$E_{bat} (wh) = (\text{Numero de baterías})(\text{tipo de batería})$$

→ Regulador de carga.

$$R_c = P_{produccion} / v_{sist}$$

→ Inversor.

$$Inv = P_{instalada} / 120v$$

→ Días que se cargará la batería

$$\text{Días} = (\text{potencia de produccion } W)(5.1 \text{ h})$$

Luego se realizó un listado de todos los equipos a utilizarse en el sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, según marcas y eficiencia, de los que se encontraron disponibles en los distintos abastecimientos de Estelí.

Para presentar de una manera gráfica el sistema este se diseñó en **Google SketchUp**, para visualizar el montaje que debe de tener el sistema.

“Calificación de la opinión de la población de la comunidad el Jilguero, para conocer el nivel de aceptación del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, como fuente generadora de energía”.

Para cumplir con este objetivo se realizó una serie de cuestionarios semiestructurados con preguntas de tipo cerradas que facilita a los habitantes de la comunidad el Jilguero responder de forma opcional, lo que requirió la realización de viajes al área de investigación, el objetivo principal de estos es la recolección de información clave, en cuanto a la aceptación del sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, como fuente generadora de energía eléctrica.

Seguidamente se procede al análisis de la información recolectada, la cual será de forma cuantitativa a través de una tabla Excel, la que será representada por el gráfico de pastel, el cuestionario se basa en el impacto que producirá el sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico como fuente generadora de energía eléctrica y la aceptación que este tendrá en la población en estudio, esto con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Basados en la experiencia de los pocos pobladores que poseen sistemas solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.

CONCLUSIONES

Se logró realizar la evaluación del potencial energético eólico y solar de la zona de estudio, a través de datos proporcionados por INETER Condega, quien facilitó todos los datos recolectados en una evaluación periódica por el transcurso de un año del 2015 a 2016, que fueron corroborados con mediciones puntuales realizadas en campo, y por datos obtenidos de la NASA, a través de las fórmulas correspondientes a 5000 a 6000 W/m².

Se diseñó un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico, que sea eficiente según el potencial eólico y solar de la zona de estudio, asimismo la demanda que se pretende tener, esto a través del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico y eólico que da como fuente de generación un aerogenerador de 400w/h, un panel solar fotovoltaico de 75w/h, que son capaces de suministrar la energía requerida, a través de un sistema de control y almacenamiento de energía excedente que será utilizada en los momentos de baja producción, asimismo cuando haya una demanda total de toda la carga instalada.

Se logró valorar la opinión de los pobladores a través de entrevistas realizadas que nos determinaron el interés que tienen los pobladores de esta zona por tener el servicio de energía eléctrica por medio de fuentes de generación renovables en este caso un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se presentan a continuación son dirigidas a los lectores interesados en el desarrollo de sistemas híbridos como fuentes generadoras de

energía eléctrica en las comunidades que aún no cuentan con este servicio o a quienes deseen información para la elaboración de informes.

- Se recomienda a empresas estatales y distribuidoras de energía eléctrica en el país realicen evaluaciones y estrategias de desarrollo de sistemas de energías renovables, esto con el fin de brindar opciones a las comunidades que aún no cuentan con servicio eléctrico.
- Se recomienda a los pobladores de la comunidad el Jilguero optar por las energías renovables como fuente de desarrollo eléctrico, debido a que la comunidad cuenta con potencial para el desarrollo de energías renovables.
- Se recomienda profundizar en el estudio de los sistemas híbridos para brindar acceso a información, ya que de este tipo de sistemas se sabe muy poco.

BIBLIOGRAFIA

- Alberto, E. P. (Mayo 1998). Mixto Eólico Fotovoltaico en vivienda rural basada basada en el concepto de "Permacultura". Piña de Esgueva-España.
- Alcor, E. (1995). Instalaciones solares Fotovoltaicas . Barcelona: PROGENSA.
- Creswell, J. (2005). Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative Research (2da. ed.). Upper Saddle River: Pearson Education Inc.
- Cruz, I. C. (s.f.). Principios de conversión de la energía eólica. capítulo 18: generadores de velocidad constante

Sampieri, C. y. (2010). Metodología de la investigación 5ta. ed. Mexico: McGraw-Hill Interamericana