

Peligros, vulnerabilidades y riesgos en parques fotovoltaicos

Por Dr. C. Rafael Martínez Silva*

*Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca
martinez@upr.edu.cu

Resumen

El sol nos da cada día la energía equivalente a 0,5 L de petróleo en cada metro cuadrado de la isla; si calculamos la cantidad para 110 mil kilómetros cuadrados que tiene Cuba, llegamos a la conclusión que el país recibe diariamente en energía solar el equivalente a 55 millones de toneladas de petróleo. Es evidente que esta energía se necesita utilizar para el desarrollo del país, lo que implica la construcción de parques fotovoltaicos, los cuales emplean paneles solares que transforman la energía solar en electricidad y tienen como peligro más inminente la ocurrencia de ciclones cuya categoría puede llegar a cinco en la escala Saffir Simpson. La instalación de paneles solares que permitan su utilización más eficiente y al mismo tiempo sean menos vulnerables a los ciclones tropicales constituye el problema que se debe resolver.

Palabras clave: Parque solar fotovoltaico, peligro, vulnerabilidad y riesgos.

Hazards, vulnerabilities and risks in solar farms

Abstract

The sun gives us every day the energy equivalent of 0.5 liters of oil on each square meter of the island, if we calculate the quantity for 110 thousand square kilometers that has Cuba, we came to the conclusion that the country receives in solar energy the equivalent daily to 55 million tons of oil. It's evident that he needs to use it said developmental energy of the country. This implicates the construction of photovoltaic parks which use solar panels that turn the solar energy into electricity and they have like more imminent danger the funny remark of cyclones whose category can come to five in the scale Saffir Simpson. The installation of solar panels that enable her most efficient utilization and at the same time are less vulnerable to the tropical cyclones constitutes the problem to take a resolution.

Keywords: Solar photovoltaic farm, hazards, vulnerabilities and risks.

Introducción

Para la Agenda 2030 relacionada con el desarrollo sostenible se plantea en su objetivo No. 9 desarrollar las innovaciones [ONU, 2015].

El desarrollo sostenible lleva implícito la preservación del medioambiente y es debido a esto que en los sectores priorizados para el quinquenio 2016-2021 el Partido Comunista de Cuba haya priorizado la utilización de las fuentes renovables de energía [Lineamientos, 2016].

Considerando la distancia que separa al Sol de la Tierra, la proporción de energía radiante que recibe nuestro planeta con respecto al total emitido por el sol es de apenas una mi-

lésima parte por millón, pero aun así, a la Tierra llegan 1,5 x 10¹⁸ kWh/año, cantidad que equivale a varios miles de veces la energía que utiliza toda la humanidad [Sarmiento, 2016].

El desarrollo de la energía fotovoltaica implica la construcción de «parques» que conectados al Sistema Nacional pueden constituir una importante ayuda para la sociedad cubana.

Los «parques» tienen como inconvenientes que en países, como Cuba, donde son frecuentes los huracanes tropicales su estructura se manifiesta vulnerable y es preciso trabajar en ellas. Por tanto, «La instalación de paneles solares que permitan su utilización más eficiente y al mismo tiempo sean lo menos vulnerables a los ciclones tropicales consti-

tuye el problema que hay que resolver». Para la solución de este problema se desarrollaron las tareas siguientes:

1. Influencia de los ciclones tropicales.
2. Prototipo de estructura variante.
3. Análisis de cimentación de las mesas en los sistemas fotovoltaicos.

1. Influencia de los ciclones tropicales [Villazón, 2017].

En la solución del problema se utilizó el Método de Gumbel para un período de 166 años (Tabla 1).

Tabla 1. Probabilidad y período de retorno de los ciclones tropicales en el extremo occidental de Cuba

Categoría	km/h	Cantidad	Período de retorno (años)	Probabilidad anual	Probabilidad en 25 años (%)
SS1	119-153	14	11,9	0,084	88,9
SS2	154-177	10	16,6	0,060	78,8
SS3	178-208	5	33,2	0,030	53,4
SS4	209-251	8	20,8	0,048	70,8
SS5	252 o mayor	1	166,0	0,006	14,0
≥SS3	≥ 178	14	11,9	0,084	88,9
Cualquiera	≥ 119	38	4,4	0,229	99,8

Según la norma internacional de fabricación de paneles solares (NC IEC 61215) adoptada en Cuba, las superficies frontal y trasera del módulo deben resistir una presión de 2400 pascal aplicada uniformemente, la cual corresponde a una presión de viento de 130 km/h (\cong 800 pascal), con un factor de seguridad de tres para las ráfagas de viento. Para los sistemas fotovoltaicos los valores de resistencia al viento dados por los fabricantes corresponden, generalmente, a velocidades de 150 a 160 km/h.

Es evidente que para la escala Saffir-Simpson (SS) y tomando en cuenta lo expresado en la Norma, se está anualmente en peligro de la ocurrencia de un ciclón tropical.

2. Prototipo de estructura variante [García, 2017].

Una estructura de este tipo se emplea en las obras subterráneas en aquellos lugares donde la presión minera no se estabiliza aumentando su intensidad. La estructura pierde su forma, pero no su capacidad portante [Martínez, 2000].

Tal idea se utiliza para la construcción de la que se propone en este epígrafe y disminuir la vulnerabilidad del parque.

Se necesita además utilizar el «ángulo más eficiente» en que debe inclinarse con relación a la incidencia del sol, y para ello se empleó el propuesto, que coincide con la latitud del lugar (Fig. 1).

En este caso, para una región con latitud 20° se observa que la inclinación que logra mayor captación de energía solar es la que coincide con la latitud del lugar. También se aprecia que para desviaciones de $\pm 10^\circ$ (inclinaciones de 10° y 30°), las

disminuciones relativas de la captación anual corresponden aproximadamente con 0,5 % y 2,0 %, respectivamente.

Con relación a la influencia del azimut (para inclinación constante e igual a la latitud del lugar), se aprecia que para el sitio del ejemplo, con inclinación de 20° para los receptores, existe una reducida influencia de las variaciones del azimut en la captación anual, ya que una desviación de $\pm 10^\circ$ en el azimut solo produce una disminución en la captación del orden de 1 % [Sarmiento, 2016].

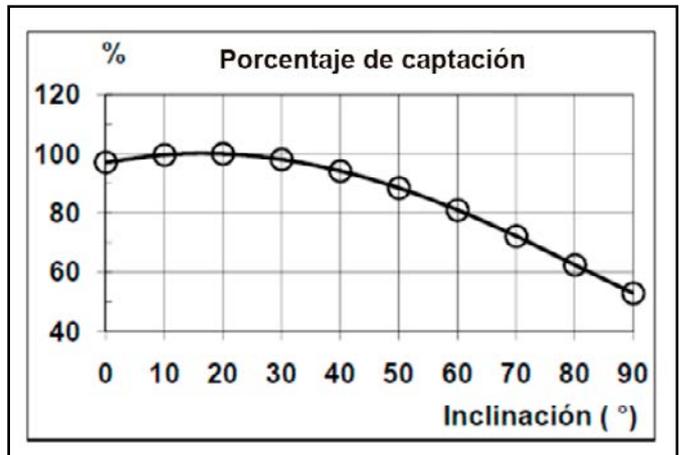


Fig. 1. Captación contra inclinación óptima.

El ángulo para Cuba es de 20° norte al encontrarse esta entre los 20° y 23° de latitud norte, como se observa en la Figura 2.



Fig. 2. Posición de trabajo (superior) y de seguridad (inferior).

3. Análisis de cimentación de las mesas en los sistemas fotovoltaicos [Borges, 2017].

Es necesario que la mesa pueda colocarse de forma tal que en posición de trabajo y de seguridad (ver Figs. 2 y 3) la zapata sirva de «pantalla» para evitar la penetración del viento, actuando en sentido vertical hacia arriba.

Además, la tecnología constructiva debe ser sencilla, adaptarse a cualquier tipo de suelo y que propicie mecanizar su construcción.

Para tal objetivo se utiliza el esquema de la Figura. 3.

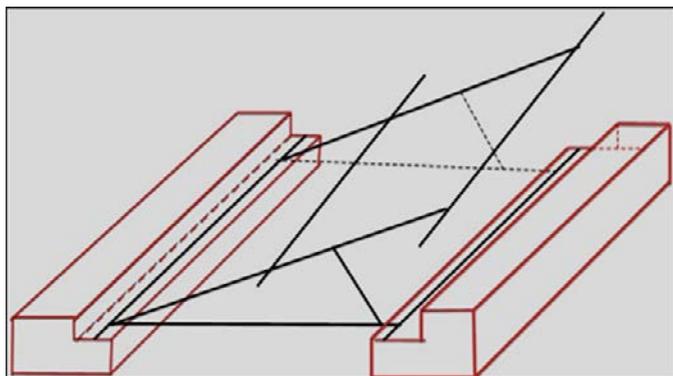


Fig. 3. Posición de la estructura en la zapata de cimentación.

Conclusión

El prototipo construido satisface las exigencias y debe someterse a prueba.

Recomendación

Continuar el trabajo de «maniobrabilidad» de la estructura para mejorar el tiempo en su posición de trabajo.

Agradecimientos

Para la realización del trabajo se agradece a: Rafael Martínez Silva, Roxana Villazón Denis, Daniel García Borrego, Olga Leivy Borges Castillo, Nilo Cecilia Simón, Francisco Lorenzo González, Juan Carlos Guzmán Canda, Yovany Hernández Hernández, Alberto Pérez Govea, José Antonio García Gutiérrez, Ángel René Díaz Deulofeu, Carlos R. Rosa Saavedra, Juan Ramón Acosta Vento, Jesús Hernández Azcuy y José Carlos Valdés Fernández.

Bibliografía

- BORGES CASTILLO, O. L. (2017). «Peligro, vulnerabilidad y riesgos (PVR) en los parques fotovoltaicos en la región occidental de Cuba (influencia de los ciclones tropicales)». Tesis en opción al título de ingeniero geólogo 2017. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- GARCÍA BORREGO, D. (2017). «Prototipo de estructura variante para soportes de sistemas fotovoltaicos». Tesis en opción al título de ingeniero mecánico. 2017. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- LINEAMIENTOS VII CONGRESO DEL PARTIDO COMUNISTA DE CUBA (2016). La Habana.
- MARTÍNEZ SILVA, R. (2000). «Construcciones subterráneas». Premio Anual de la Academia de Ciencias de Cuba, Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, (2015). «Septuagésimo período de sesiones de la Asamblea General. Temas 15 y 116 del Programa *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*».
- SARMIENTO SERA, A. (2016). *Energía solar fotovoltaica*. C.d.E.d.T. Energéticas and R. (Ceter), Editors. La Habana, Cuba.
- VILLAZÓN DENIS, R. (2017). «Peligro, vulnerabilidad y riesgos (PVR) en los parques fotovoltaicos en la región occidental de Cuba (influencia de los ciclones tropicales)». Tesis en opción al título de ingeniero geólogo 2017. Universidad de Pinar del Río, Cuba.