

APROVECHAMIENTO DE CORTINAS Y EMBALSES DE PRESAS EN MÉXICO PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

María de los Angeles Baltazar Lazaro¹, Felipe I. Arreguín Cortés²
y Claudia Elizabeth Cervantes Jaimes³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, México.

²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.

³Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.

E-mail: angela9104@hotmail.com, felipe_arreguin@tlaloc.imta.mx, elizabeth_cervantes@tlaloc.imta.mx

Introducción

México tiene un gran potencial para la generación de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos, debido a su ubicación geográfica dentro de las latitudes que comprenden el cinturón solar. Su irradiación promedio diaria varía entre 4 kWh/m² y 6 kWh/m², lo que coloca a México en el tercer país que recibe mayor radiación solar a nivel mundial.

Al hacer una revisión de la infraestructura hidráulica en México, es evidente que las presas representan un gran potencial para la generación de energía eléctrica por medio de la instalación de sistemas fotovoltaicos, las cuales en muchos casos ofrecen protección a los sistemas fotovoltaicos ante un posible robo o daño. Además, por las vías de comunicación y líneas de transmisión de energía eléctrica presentes.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo estimar el potencial fotovoltaico para generación de energía eléctrica con paneles solares instalados en cortinas y embalses de las presas en México.

Algunas de las necesidades energéticas que podrían cubrirse se encuentran en el bombeo para el sector agrícola, potabilización y tratamiento de aguas residuales.

Estado de arte

A nivel mundial la generación fotovoltaica está en constante crecimiento, se estima que en 2015 representó el 1.3% de la generación de energía eléctrica. Los países con mayor generación son China, Japón y Estados Unidos con una capacidad instalada de 15.2 GW, 11 GW y 7.3 GW respectivamente. En Latinoamérica se estima que en 2015 se tenía una capacidad instalada de 2.3 GW, y en México de **170.24 MW** (IEA, 2018).

Según Roca S. A (2017), a finales del año 2016 se cuantificaba en más de 70 el número de plantas fotovoltaicas flotantes en el mundo, que sumaban aproximadamente 93 MW de capacidad instalada. En Japón se encuentran localizadas 45 de estas plantas.



Figura 1.- Presa Yamakura, Ichihara, Japón.

En 2018 entrará en operación la segunda planta fotovoltaica flotante más grande a nivel mundial con capacidad instalada de

13.7 MW, en la Presa Yamakura (Prefectura de Chiba, Japón).

En 2017 se instaló la primera planta fotovoltaica flotante en una presa hidroeléctrica, Alto Rabagão en Portugal, es el primer sistema híbrido de generación de este tipo y tiene una capacidad instalada de 220 kW.

A continuación se presentan 11 de las plantas solares fotovoltaicas flotantes con mayor capacidad instalada del mundo:

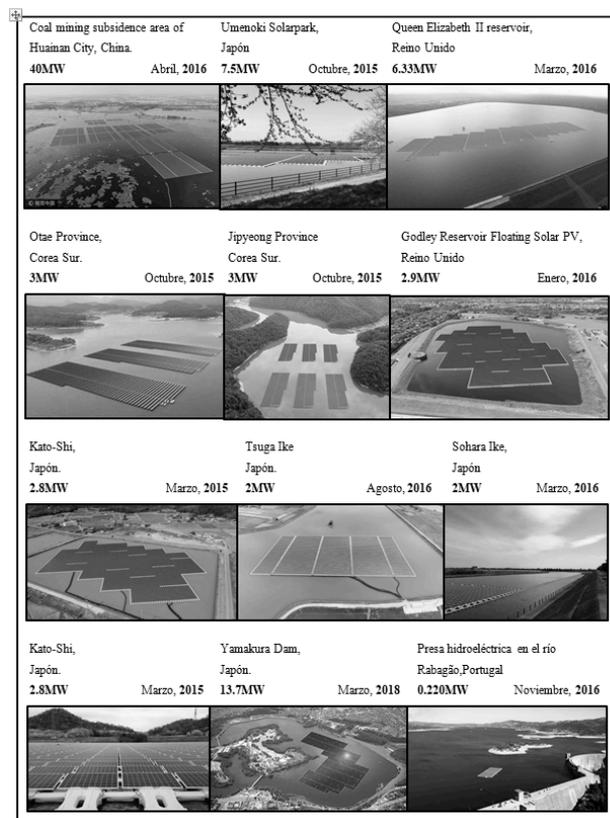


Figura 2.- Principales plantas solares fotovoltaicas flotantes.

Metodología

La estimación del potencial fotovoltaico en presas implicó en primer lugar la identificación del recurso renovable disponible para su aprovechamiento a nivel nacional, los factores que influyen en él, así como su variación espacial y temporal. La información considerada para las estimaciones es la que proporciona el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL). Estos datos están disponibles en formato vectorial para su manejo en un sistema de información geográfica. Para fines de este trabajo, se utilizó el vector de irradiación global media diaria anual con una resolución espacial de 1.5 km.

A continuación se aplicó el criterio de selección propuesto para establecer las presas receptoras de los sistemas solares fotovoltaicos; se identificaron las bases y particularidades del funcionamiento y eficiencia de los componentes de un sistema

solar fotovoltaico, como celdas, reguladores de carga e inversores, y la variedad de estructuras de soporte disponibles.

En cuanto a la estimación del potencial fotovoltaico mediante sistemas flotantes, se realizaron consultas a expertos en la instalación, operación y mantenimiento de este tipo de tecnología, quienes proporcionaron una visión realista de los principales desafíos de la generación eléctrica a partir de estos sistemas fotovoltaicos. Para la estimación del potencial se eligió un panel monocristalino de silicio, que una vez instalado el módulo en tierra, tiene una eficiencia superior al 17 % (Martin & Domínguez, 2015), sin embargo, se espera que la eficiencia de los paneles colocados en el embalse aumente, debido al efecto refrigerante del agua.

Finalmente se hizo la estimación del potencial, conjuntando el área disponible en los embalses y cortinas, la irradiación en la zona y la capacidad de generación de un sistema solar fotovoltaico promedio. El potencial de generación fotovoltaica se calculó a partir de la irradiación global incidente sobre el plano del panel fotovoltaico, ajustada por una eficiencia de conversión de energía y por factores promedio de pérdida en proyectos fotovoltaicos.

Resultados

Para fines de este proyecto se utilizó la información contenida en el Sistema de Seguridad de Presas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2017) para 1503 presas cuya distribución en el territorio nacional se muestra en la siguiente figura:

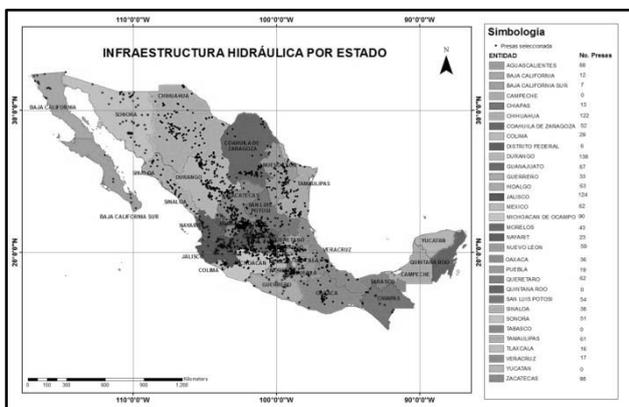


Figura 3.- Infraestructura hidráulica de México.

Capacidad instalada: depende de la irradiación anual recibida, el área disponible de la presa para instalación de módulos y la eficiencia de la tecnología seleccionada. En la siguiente figura se desglosa la estimación de la capacidad instalada en 1503 cortinas para cada entidad federativa, siendo el total nacional 22,525.16 MW. La capacidad instalada estimada para 180 embalses a nivel nacional es igual a 49,972.22 MW, lo que suma un total nacional de 72,497.38 MW.

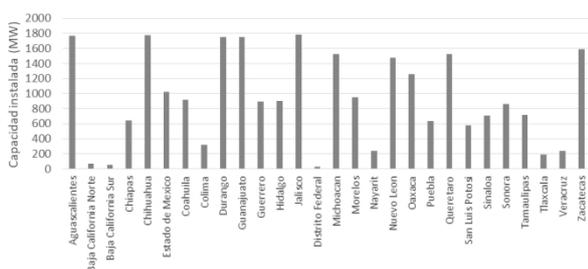


Figura 4.- Estimación de la capacidad instalada en cortina por estado.

Energía generada: influenciada por diversos factores como la variabilidad estacional debida a los cambios en la posición relativa del sol, la nubosidad, el mantenimiento y limpieza de los paneles y la eficiencia de la tecnología. El potencial estimado de generación de electricidad anual nacional por sistemas instalados en cortina es de 8,221.68 GWh, a continuación se muestran los valores por estado.

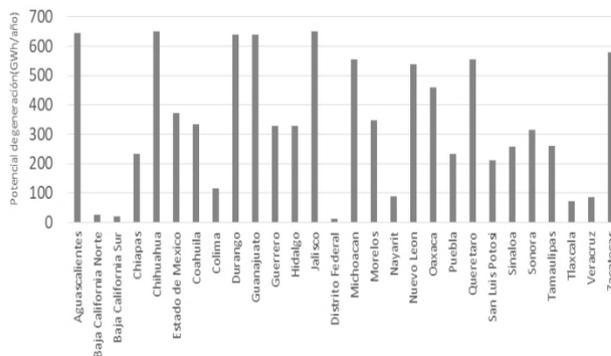


Figura 5.- Estimación de energía generada en cortina por estado.

Conclusiones

Las cortinas de las presas en México tienen un alto potencial fotovoltaico que no ha sido aprovechado y podría satisfacer el consumo energético actual por bombeo del sector agrícola, además el potencial de los embalses podría contribuir a la demanda de energía para el tratamiento de aguas residuales.

Al comparar las necesidades energéticas identificadas como posible destino de la energía resultante de los sistemas solares fotovoltaicos propuestos, podemos decir que el potencial estimado de generación nacional fotovoltaico en cortinas (8,221.68 GWh/año) cubre el 95% de la demanda para bombeo en el sector agrícola, igual a 8,580.1 GWh/año. Por otro lado, el potencial estimado de generación de electricidad anual nacional por sistemas instalados en embalse, 65,663.5 GWh, es equivalente al 40% de la generación en centrales de ciclo combinado, donde se produce el 50% de la electricidad en México.

El potencial estimado de generación total nacional es de 73,885.18 GWh, una cantidad considerable, ya que la generación de energía a partir de fuentes renovables en México durante 2017 fue de 69,397 GWh. Sin embargo, la distribución por entidad federativa de la demanda no es siempre equiparable al potencial de generación estimado, por lo que cabe mencionar la posibilidad de contratar el servicio de porteo. A nivel nacional este servicio ya es usado por la iniciativa privada.

Referencias bibliográficas

Comisión Nacional del Agua (2017). *Inventario de Seguridad de Presas* revisado en la página de la <http://201.116.60.136/inventario/hinicio.aspx>. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). *Banco de Información económica*. México.

Roca S. A.(2017). *Periódico de la energía*, 2017.

International Energy Agency (2018). *Photovoltaic Power Systems Programme* revisado del sitio web <http://www.iea-pvps.org/>

Martín A.A.M. & Domínguez B. J. (2015). “Desarrollo de un modelo geográfico para la evaluación del potencial fotovoltaico en entornos urbanos”. Congreso AGE: Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación. Universidad de Zaragoza pp. 715. España.