PANELES SOLARES COMO OPORTUNIDAD DE NEGOCIOS: SIMULACIÓN EN ESPAÑA Y ALEMANIA COMO CASOS REPRESENTATIVOS DE MÉXICO

Roberto Andrade Martínez

RESUMEN

A la luz de la creciente demanda de energía eléctrica a nivel nacional y global se realizó una simulación en el lenguaje de programación Python (v. 3.8) utilizando la librería [Atlite](https://atlite.readthedocs.io/en/latest/), desarrollada por PyPSA (Python for Power System Analysis), con el objetivo de demostrar la factibilidad tanto de potencial energético como de negocios de instalar paneles solares en zonas de desechos en México. El ejercicio consistió en la recopilación de datos de [Copernicus](https://www.copernicus.eu/en) –el programa de observación de la Tierra de la Unión Europea– de los años 2008 a 2017 para dos paises: Alemania y España. Estos datos fueron acotados a aquellos que se encontraban en espacios geográficos cuya denominación de uso de suelo era para desechos, para posteriormente insertarse en el modelo de Atlite; éste dió como resultado el potencial energético (en Gigawatts) por cada hora durante los 10 años considerados, en una serie de tiempo.

Con base en estos resultados se muestra la estabilidad en la potencial producción de electricidad con paneles solares flotantes en un año cualquiera y finalmente se hace una apología del uso de esta energía renovable como un nicho de mercado para México.

Palabras Clave: Energía renovable; Energía en México; Simulación; Python.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

La energía siempre ha sido y siempre será una necesidad y recurso estratégico imprescindible para un país por su papel en todas las actividades: esencialmente, sin energía, todo lo demás se paraliza. La demanda de energía eléctrica en México puede llegar a rebasar los 300 mil GWh en un año y, en vista del crecimiento tanto poblacional como de la economía, es previsible que esta demanda se incremente en el futuro.

Debido a esto, como país se deben considerar proyectos de producción de electricidad que garanticen el abasto de la futura demanda. A la luz de la escasez de recursos energéticos no renovables, así como la huella de carbono sumamente dañina para el ambiente y los ciudadanos de estos, una alternativa deseable a explorar puede ser la energía solar, cuyo potencial en México es muy alto.

1.2. Oportunidad

Una vez mencionado lo anterior, e independientemente del marco regulatorio vigente en cuanto al sector energético, desde el punto de vista de negocios resulta muy atractivo ese potencial energético en el país: se llega a decir que el peor sol en México produce más electricidad que el mejor sol en Alemania, país que ha invertido notoriamente en energía solar.

Sabiendo eso, ¿habrá alguna oportunidad para invertir en algún parque de energía en espacios que no hayan sido ocupados por empresas privadas o del Estado en el país?

**1.3. Paneles solares fotovoltaicos**

La luz solar entrega alrededor de 1 kilowatt de potencia por cada metro cuadrado de superficie en la Tierra, en el mejor de los escenarios. Actualmente existe tecnología de tal manera que los paneles solares fotovoltaicos tengan una eficiencia de conversión de energía de alrededor del 20%. Por esto, se dice que un panel solar de tamaño estándar, 1m x 1.65m, estaría generando entre 300 y 330 watts de energía. A esta generación se le llamará el *rating* del panel, y generará eso durante cada hora durante los picos de luz solar.

El pico de luz solar llega a ser de hasta 7 horas en regiones como Arizona, por ejemplo, y cerca de 3 horas en otras como Alaska. Por lo tanto, y considerando las fluctuaciones en la irradiación solar, potencial presencia de nubes, polvo y mantenimiento requerido, un panel solar de *rating* de 300 W estaría generando entre 1 y 2.5 kWh al día.

Estos números no son muy impresionantes como tal –un domicilio promedio en los EEUU consume 30 kWh en un día– pero considerando el muy pequeño tamaño de los paneles, al agruparse –en un parque– se podría obtener en suma una cantidad considerable de energía.

Ahora bien, como potenciales espacios para instalar paneles solares viene inmediatamente la idea de darles un uso doméstico e instalarlos en el techo de cada casa. Esto a pequeña escala podría ser útil para los consumidores al aliviar un tanto la carga que tienen sobre la red eléctrica y su inversión será recuperada rápidamente por los consiguientes descuentos en consumo de electricidad. Sin embargo para una producción a nivel industrial, ¿existirá algún espacio que esté ocioso y que tenga gran potencial de energía solar?

Ante la escasez de suelo utilizable para estos fines sin que se interfiera con la naturaleza un espacio potencial es aquel que actualmente ya es utilizado para fines de desalojo de desechos industriales y públicos. Esto ya se ha implementado con éxito y el implementarse a mayor escala puede traer grandes beneficios. A continuación se especificaran algunos ejemplos.

**Parque flotante en aguas residuales**

La empresa White Pine Renewables finalizó la instalación de una planta solar flotante en el norte de California, en Healdsburg y en donde actualmente se tiene una planta para trata de aguas residuales. La planta tiene un potencial de casi 5 MW y rebasa a una planta instalada en Sayreville, Nueva Jersey, cuyo potencial es de cerca de 4 MW como el proyecto más grande de paneles flotantes en EEUU. Ambos proyectos, además de realizarse en un terreno ocioso y que no interactua con flora ni fauna acuática, se ven beneficiados por los efectos que tiene el agua sobre los paneles: al enfriarse incrementa su eficiencia.

El éxito de estos proyectos, además de su rápido desarrollo (alrededor de seis meses) son motivos de optimismo para implementarlos en lugares equivalentes en nuestro país. Igualmente se puede inferir el éxito de proyectos similares en aguas no necesariamente residuales, sino quizás en donde se tengan desechos químicos, por ejemplo.

Imagen: White Pine Renewables

**Parques en vertederos y zonas previamente contaminadas (*Brownfields*)**

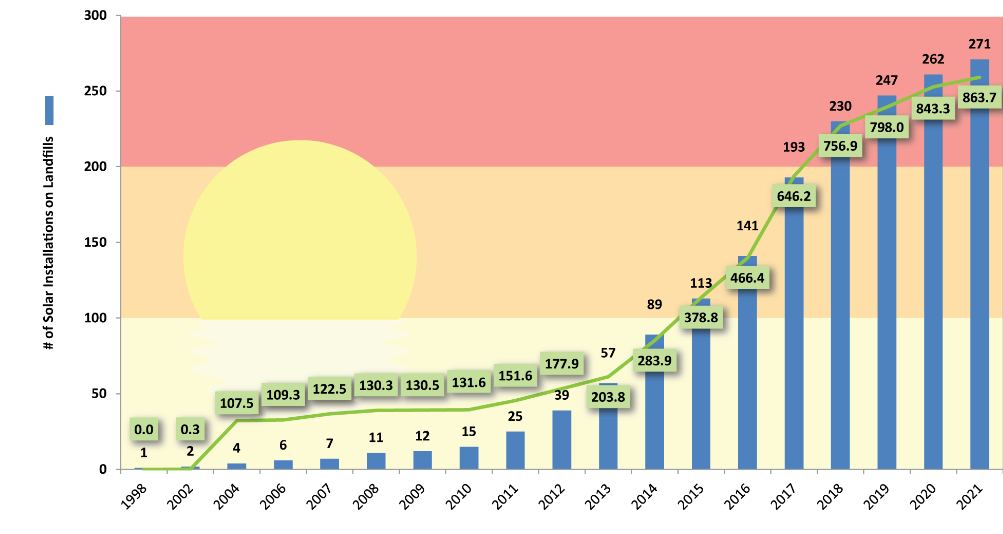
Estanque de residuos químicos (Bulgaria). : (Foto: Gy. Büttner)

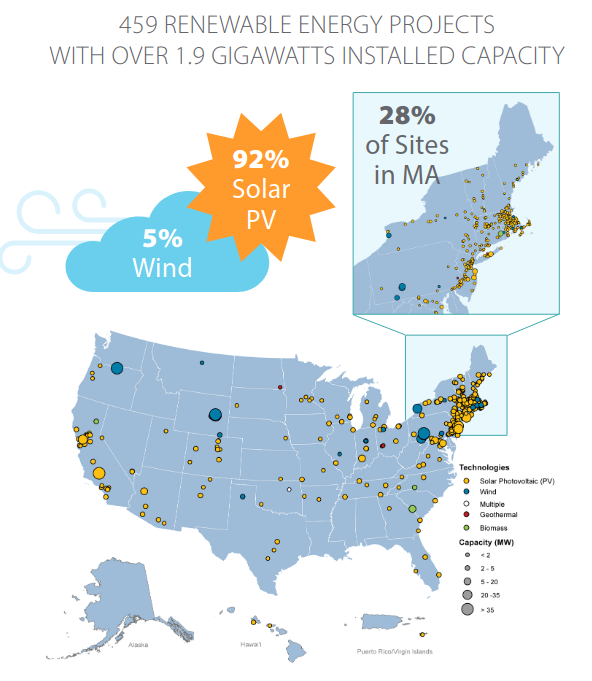
La agencia de protección ambiental de los EEUU, EPA, lanzó la iniciativa *RE-Powering America’s Land* en la que se alienta a desarrollar parques de energía renovable en terrenos actualmente o previamente contaminados, zonas industriales abandonadas, así como vertederos y minas. La iniciativa ha tenido éxito y en ese país hay hasta ahora más de 400 parques fotovoltaicos y un potencial total de casi 2 GW en capacidad instalada.

La iniciativa además muestra la tendencia claramente a la alza de esta clase de proyectos energéticos en los últimos años. Los proyectos han demostrado ser redituables económicamente además de los beneficios que traen implícitamente a las comunidades en donde estos se desarrollan.

Sin duda se deberá tomar en cuenta como una oportunidad de negocios en este país, sobre todo ahora que aún no se ha desarrollado y se podría acceder a estos terrenos a un precio bastante más bajo por la nula demanda que hay de estos.

Ahora bien, se pueden tomar algunas medidas para estar más seguros de la viabilidad de estos proyectos en el país:

****

RE-Powering America's Land Initiative: Project tracking matrix

1.4. Pregunta y objetivo de trabajo

Para asegurar que la alternativa es viable será necesario esclarecer los siguientes problemas: que la generación de energía sea suficientemente constante durante un año a pesar de los cambios estacionales y; la producción sea suficientemente grande para contribuir al sistema eléctrico nacional.

A lo largo del trabajo se responderán esas preguntas. Para analizar la viabilidad (en términos energéticos) de esos paneles en México se pueden tomar como referencia a algunos países de los que se tengan datos al respecto. Afortunadamente, la Unión Europea creó un observatorio meteorológico que ha recopilado información suficiente para estas evaluaciones.

1.5. Hipótesis del trabajo

Partiendo de la premisa de que un país, Alemania, cuyo potencial solar es pequeño debido a condiciones climatológicas adversas pero que con la inversión y tecnología adecuadas han logrado una generación estable y significativa para su red eléctrica, se presumirá que México tiene el potencial para implementar esas medidas efectivamente.

Cabe aclarar que el alcance del trabajo será únicamente para la generación de energía: no se indagará sobre la viabilidad de la transmisión a la red ni conservación.

1.6. Estrategia metodológica

Para el proyecto de investigación se hará, esencialmente, un trabajo de simulación. El plan es simular diez años de generación de energía con paneles solares fotovoltaicos; el plazo aparentemente elevado se utilizará para garantizar que los resultados simulados sean coherentes y robustos ante mediciones mensuales o anuales atípicas.

A su vez, la simulación se realizará dos veces para recopilar datos de dos regiones: Alemania y España, países cuyas condiciones meteorológicas y potencial energético solar son distintos. Con esto se tendrá mejor noción del potencial de estos paneles en un país con condiciones tan distintas regionalmente como México.

Para proceder con la simulación, en primer término, se tendrán que obtener los datos climatológicos del observatorio mencionado en **1.4.**, el programa Copernicus de Observación de la Tierra de la Unión Europea. En particular se utilizarán datos del servicio Copernicus Climate Change Service (C3S), utilizando el API del *Climate Data Store* que han hecho abierto para uso público.

Una vez que se tengan estos datos se introducirán al modelo para simulación que se tiene disponible, desarrollado por Python for Power System Analysis (PyPSA) y llamado Atlite. El modelo permitirá simular la producción de energía solar por hora durante el periodo establecido (en mega Watts) y en la zonas indicadas (para esto último se utilizará la librería GeoPandas de Python); igualmente permitirá seleccionar hacer simulaciones con paneles solares de Silicon o de Cadmio Telurio.

Tras realizar las simulaciones, se espera tener suficiente información para analizar la viabilidad energética de los paneles solares flotantes en Alemania y España, de lo cuál se podría inferir la viabilidad de estos para México.

**2. Desarrollo**

**2.1. Obtención de los datos para la simulación**

Como se mencionó en el apartado de la estrategia metodológica, la recopilación de los datos sería exclusivamente del repositorio de Copernicus Data Store (CDS), del proyecto de la Unión Europea. Ahora bien, afortunadamente existen herramientas de código abierto para accesar y manipular la información del CDS, de las que el proyecto se auxilió durante el desarrollo del mismo. En particular, de las librerías de Python *Atlite* y *GeoPandas*. A continuación se hará una breve descripción de éstas y cómo fueron utilizadas para el proyecto.

*Atlite* es una librería desarrollada inicialmente por el Frankfurt Institute for Advanced Studies y actualmente financiada por la Secretaría para Educación e Investigación de Alemania, que utiliza datos climatológicos para convertirlos en datos de sistemas energéticos. Es parte del proyecto PyPSA (Python for Power System Analysis) y en la práctica se utiliza para calcular potencial energético de energías renovables.

Para la implementación de este paquete, se requerirá, entre otras cosas, acotar a qué periodo y qué territorio es del que se quiere obtener los datos climatológicos, considerando que se tiene disponibilidad de los países de la Unión Europea (más el Reino Unido) desde 1965 y hasta 2019. En cuanto el periodo, esto fue sencillo pues únicamente se requirió insertar las fechas de interés en la función del modelo, sin embargo en cuanto al territorio fue necesario utilizar el paquete *GeoPandas*. Este paquete incluye, entre otras cosas, los datos precisos de cada país en cuanto a la localización de sus fronteras en todos los puntos. Con esto, se puede generar un mapa adecuado de cada país y, lo más importante para los fines del proyecto, permite insertar esos límites en la función del modelo. Con esos dos elementos, tiempo y espacio geográfico, se podrá ejecutar la *query* adecuada para solicitar la información necesaria al sistema de Copernicus.

Al ejecutar la función se generará un *cutout* y un correspondiente archivo con terminación nc en donde se almacenarán los datos climatológicos descargados del CDS. En la práctica, un archivo de estos en que se tienen los datos de un país por un año ocupa alrededor de 1 GB de memoria y toma cerca de una hora en descargar. Es sin duda una enorme cantidad de información la que se necesita.

La última entrada que el modelo requiere tiene que ver con el uso de suelo que se le da a cada punto dentro del territorio de un país. Para esto se descargó un archivo llamado Corine.tif de Copernicus, en el que dentro del mapa de la Unión Europea se designa cada punto entre 44 distintos usos de suelo. A gran escala, estos usos de suelo se dividen en cinco grandes categorías: superficies artificiales; áreas de agricultura; bosques y áreas seminaturales; humedales; y cuerpos de agua.

**2.2. Simulación**

Como se mencionó anteriormente en la descripción de la estrategia metodológica, se decidió realizar la investigación en dos países con condiciones climatológicas sumamente diferentes: Alemania y España, y en un periodo de diez años, que para este caso se ocuparon los años 2008 a 2017. Como se mencionó en **2.1.** la última entrada del modelo fue referente al uso de suelo que se tiene en cada punto del territorio. Para los fines de esta simulación, conforme a lo que se presentó como la oportunidad de negocios de interés, se consideraron los territorios con designación *dump* (desecho). Esta clase es descrita por Copernicus como aplicable para:

* vertederos de residuos públicos y comunales (*landfills*);
* vertederos de desechos industriales: desechos de roca después del procesamiento de diversas materias primas;
* vertederos de residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales;
* estanques de aguas residuales/residuos líquidos, productos de diversos procesos químicos;
* terrenos asociados a las minas donde se vierten materiales estériles.

Estas descripciones son consistentes con los ejemplos mencionados que han tenido éxito y donde potencialmente se podrían implementar en el país.

Finalmente, se puede correr la simulación. Para esto, se optó por utilizar paneles solares de silicon convencional (CSi), que si bien no generan tanto como unos más modernos de cadmio telurio (CdTe), son más baratos y sencillos de conseguir. Esto pensando desde el punto de vista de negocios posteriormente: los costos de entrada serán los mínimos posibles.

El resultado es una serie de tiempo en intervalos de una hora desde el 1 de enero de 2008 al 31 de diciembre de 2017, con dos columnas: una por la generación en cada uno de los países en cuestión, en Gigawatts.