

LA ENERGÍA SOLAR COMO PROMOTORA DEL DESARROLLO REGIONAL: ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN EN BAJA CALIFORNIA

Virginia Guadalupe López Torres, Universidad Autónoma de Baja California

Luis Ramón Moreno Moreno, Universidad Autónoma de Baja California

Ma. Enselmina Marín Vargas, Universidad Autónoma de Baja California

RESUMEN

La utilización de energía renovable no es nada nuevo, desde antes de la revolución industrial, ya se utilizaba la fuerza del viento, el agua y la concentración de calor proveniente de la radicación solar como fuente de energía. Pero en la actualidad, se vive un impulso renovado en el discurso público, para transitar hacia la utilización de fuentes de energía renovable motivado principalmente por el calentamiento global. En ese sentido, Baja California busca convertirse en una entidad que marque la pauta a nivel nacional como un estado verde. Derivado de ello, el presente trabajo, busca identificar los sitios en el estado cuyo potencial de radiación solar directa (DNI) se encuentran por encima de 6.0, que representa un indicativo de rentabilidad económica. Los resultados documentan que las áreas rurales (ejidales) de los municipios de Mexicali, Ensenada y Tecate cuentan con niveles de DNI superiores a 7.0 lo que las convierte en áreas potenciales de generación de energía renovable que incentivaría el desarrollo rural. Cabría destacar que en México, se han presentado una serie de modificaciones en la legislación tendientes a incentivar la inversión en el sector, pero no existe una política clara, en ese marco, falta aún mucho por hacer.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo Regional, Energías renovables, energía solar.

SOLAR ENERGY AS SOURCE OF REGIONAL DEVELOPMENT: ANALYSIS OF BAJA CALIFORNIA POTENTIAL TO GENERATE SOLAR ENERGY

ABSTRACT

The use of renewable energy is not something new. Before the industrial revolution the wind force, water and the concentration of heat from sun radiation were used as sources of energy. There is currently a renewed push to move towards the use of renewable energy, mainly due to global warming. Baja California is seeking to set the tone on a national level as a green state. This paper looks to identify sites in the state with direct solar radiation potential (DNI) above 6.0, which indicates cost effectiveness. The results document that the rural areas of the cities of Mexicali, Ensenada and Tecate have DNI levels above 7.0 indicating potential areas of renewable energy generation that encourages rural development. Mexico has filed a series of amendments to legislation aimed at encouraging investment in the sector, but there is no clear policy in this context.

JEL: 013

KEYWORDS: Regional Development, Renewable Energies, Solar Energy.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se percibe una preocupación en el discurso político y en la sociedad en general, respecto a la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía. En ese marco, esta inquietud no solo se manifiesta en el caso de México, sino también en el entorno internacional, lo que puede deberse a entre otras cosas: i) la volatilidad de los precios internacionales; ii) los recientes accidentes en el manejo del petróleo; iii) el agotamiento de las reservas de hidrocarburos a poca profundidad (en México), y por supuesto, iv) el calentamiento global.

En ese sentido, el renovado interés en la utilización de fuentes de energía alternativa que promueva el crecimiento económico, no solo se queda allí; la creación de infraestructura y uso de la energía resultante, busca dotar a las regiones *atrasadas* o *desvinculadas* con las áreas urbanas, elementos locales que incentiven el desarrollo regional.

En ese marco, para Miguel *et al* (2007), el desarrollo regional se entiende como el proceso de cambio sostenido, cuya finalidad es el progreso permanente de la región, de la comunidad regional como un todo y de cada individuo residente en ella. Sin embargo, en los últimos años este concepto se ha complementado con el paradigma de la sustentabilidad, para dar paso al desarrollo regional sustentable como una forma de impulsar el progreso de las regiones a través de prácticas que protejan al medio ambiente.

Según Wong (2009), desde el último cuarto del siglo XX, el paradigma de la sustentabilidad toma un posicionamiento creciente en la mayoría de las dimensiones de la actividad *societal* (económica, social, cultural, tecnológica, política e institucional). Dado que se trata de un paradigma que ha sido adoptado tanto por grupos ambientalistas preocupados por la conservación del medio ambiente, como por académicos e investigadores, tomadores de decisiones de empresas y políticos. De tal forma que en distintos escenarios, el uso del concepto de sustentabilidad en la retórica se ha convertido, interesantemente, en una práctica cotidiana.

Sin embargo, Aguilera (2006) argumenta que el desarrollo sostenible es una conjunción de dos términos contradictorios que se unen para dar lugar a uno nuevo, dado que incorpora a la economía la idea de que la naturaleza forma parte de la realidad económica. Idea que fue abandonada cuando los economistas centraron su objetivo en el mercado, olvidando el papel del medio ambiente tras la cortina de la mentalidad mecanicista. Por ello, en los manuales de economía hasta hace poco se encontraba la definición de bienes libres (ó bienes públicos) como aquéllos que podían ser consumidos de manera gratuita y cuya reposición era automática, como el agua o el aire. Pero actualmente se asiste a un cambio, donde nadie piensa que el agua es un bien del todo libre; al menos no si se hace desde un punto de vista local.

Jiménez (2003) en el mismo tenor, argumenta que la economía y la ecología se deben complementar para generar un nuevo paradigma de desarrollo que supere las concepciones antropocéntricas de un crecimiento ilimitado basado en una disponibilidad infinita de recursos naturales y tome debidamente en cuenta, las complejas interrelaciones entre la actividad humana y su entorno ambiental. El concepto de desarrollo sostenible, que combina el mejoramiento cualitativo de los niveles de bienestar social en el largo plazo con el manejo adecuado de los recursos biofísicos y geoquímicos del planeta, se está imponiendo tanto en el plano teórico como en el operativo.

Según Aguilera (2006), la economía ecológica es una opción de y para el futuro, que a corto plazo se enfrenta a los problemas de la falta de sensibilidad de una gran parte de la sociedad. Esto se ve claramente reflejado en los casos de Estados Unidos y Australia, quienes se han negado a suscribir el protocolo de Kyoto con el argumento de que su cumplimiento perjudicaría a su economía.

Esta negación en la mayoría de los casos, obedece al hecho de que estos países como muchas empresas y gobiernos, anteponen los beneficios del crecimiento económico a corto plazo (aumentos de renta, mayores niveles de empleo, etc.) a los costos que implica el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, costos que consideran no están relacionados con el cambio climático.

Sin embargo, desde el punto de vista de la economía ambiental la alternativa no es elegir entre crecimiento económico y aumento de la contaminación, sino entre crecimiento económico y la posible modificación del equilibrio climático, que traería consigo una crisis ambiental, humana y por extensión, económica (Aguilera, 2006).

Es importante destacar que el riesgo del cambio climático y el consecuente calentamiento global del planeta, tienen su origen en la producción y consumo de energéticos cuyos procesos liberan Gases de Efecto Invernadero (GEI). También debe señalarse que el crecimiento económico es el principal factor de activación de la demanda de energía, por lo que las actividades de aprovechamiento energético de recursos primarios (como el petróleo), su transformación y el posterior consumo final de sus derivados, son factores que deberían ser modificados para reducir y/o eliminar los GEI. Esto necesariamente implica cambios en los actuales patrones de consumo y bienestar.

El cambio climático es una de las principales preocupaciones, como resultado de las emisiones de GEI que se originan por el incremento continuo de la demanda energética mundial que incide directamente en el aumento de las emisiones de Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), y Hexafluoruro de azufre (SF₆).

En los últimos años, el mundo ha presenciado los efectos del cambio climático entre los que se encuentran sequías prolongadas y lluvias intensas, producto del cada vez mayor deterioro ambiental; ante esto, es urgente evidenciar las razones por las cuales el medio ambiente posee un valor económico, valor que en muchas ocasiones es imposible de evidenciar o directamente infinito y, por definición, incalculable pero no inexistente (Aguilera, 2006). Cabe destacar, que cuando se hace referencia a valor básicamente se entiende como valor económico o de mercado, y en ese sentido, la economía argumenta que para que un bien o servicio tenga *valor* debiera intercambiarse en el mercado (comprarse o venderse). Constanza *et al* (1997) y Constanza (1999), son de los pocos autores quienes han tratado de valorar desde el punto de vista económico la importancia de los servicios del ecosistema mundial y el capital natural, así como el papel de los océanos.

Al respecto Díaz-Bautista (2008) propone la disminución en el ritmo de consumo de los combustibles fósiles (carbón y petróleo) y el desarrollo de las energías renovables, tales como la eólica, geotérmica, biomasa, solar, hidráulica y mareomotriz, para reducir las emisiones de los GEI de forma tal, que se provoque un efecto positivo en la temperatura global del planeta.

Pero a pesar de los estragos del calentamiento global, pocos países han transitado al uso de energías renovables (ER); en ese sentido, se hace necesario enfatizar que los escenarios energéticos actuales no son sostenibles en el siglo XXI si se busca limitar las peligrosas consecuencias del cambio climático, dado que para lograrlo debe producirse un cambio a la energía limpia en todo el mundo. Esto necesariamente implica una rápida y drástica reducción de las emisiones de GEI. Cabe destacar que un cambio hacia energías limpias no es suficiente, sino que este debe ir acompañado de una revolución profunda en la eficiencia energética.

De acuerdo con Díaz y Montserrat (2002), las continuas constataciones científicas sobre la realidad y la gravedad de los diversos problemas ambientales, han provocado que algunas empresas, como principales responsables directos o indirectos de esos problemas, hagan frente a las presiones ejercidas por diferentes organizaciones y por una sociedad civil cada vez más sensible al deterioro ambiental.

Ante ello, se perfila una nueva concepción de empresa, que no sólo debe ser una unidad de producción y distribución de bienes y servicios requeridos por la sociedad, sino que debe actuar conforme a una responsabilidad social que se concreta, entre otros aspectos, en la preservación del medio ambiente y en la racionalidad en el consumo de energía.

Pero la sociedad también debe ser protagonista y asumir un proceso de cambio en sus hábitos de consumo en el hogar, y en demandar a los gobiernos políticas públicas que impulsen el uso de ER, la utilización de materiales no contaminantes y la vigilancia de la emisión de gases y residuos dañinos al aire y agua.

Bajo este marco, el presente trabajo tiene como propósito fundamental destacar las ventajas comparativas que posee Baja California (B.C.), México para la generación de energía solar. Esto evidentemente responde al hecho de que, no solo el cambio debe provenir desde las empresas mediante la utilización de tecnologías más amigables con el medio ambiente en sus procesos productivos ó de la sociedad a través de la modificación en sus pautas de consumo, sino desde la academia que deberá analizar la pertinencia y justificación económica de las inversiones a realizar para tal fin. En ese sentido, la pregunta que se intenta responder es: ¿cuáles son los sitios donde se cuenta con los mayores niveles de radiación normal directa (DNI), que permitan la generación de energía eléctrica competitiva?

Teniendo en cuenta lo anterior, el trabajo se articula en cinco apartados. El primero de ellos se compone de la presente introducción; en un segundo momento, se revisan distintas concepciones y referencias sobre el desarrollo regional, además de abordar el tema de las energías renovables, posteriormente, en el tercer apartado se describe el método utilizado para determinar las áreas potenciales de generación de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar. Finalmente, los últimos dos apartados muestran los principales resultados encontrados para concluir con las conclusiones del estudio.

REVISIÓN LITERARIA

Para Terluin (2003), la definición de desarrollo desde el punto de vista económico, tiene un significado estricto como base fundamental del incremento en la producción que puede verse reflejada en el Producto Interno Bruto (PIB) o PIB per cápita; sin embargo, en una concepción más amplia, también incluye variables socioculturales y políticas, donde la dimensión sociocultural refleja las necesidades culturales e identidad comunitaria y las políticas, se refieren a la toma de decisiones y participación de las personas en el proceso de la toma de decisiones y formulación de políticas.

Moreno (2008) por otro lado, plantea que el concepto de región se caracteriza por ser muy ambiguo, dado que se utiliza en muchas disciplinas del conocimiento. En particular, en el presente trabajo interesa únicamente desde el enfoque de la economía regional. Dado el contexto actual de México, se establece que de acuerdo con la ortodoxia neoliberal, la apertura y la desregulación económica traen consigo el incentivo al crecimiento convergente regional (Rionda, 2010).

Se hace necesario entonces, diseñar políticas de desarrollo regional y multisectorial, donde lo local se inscriba a lo regional con base en sus propias potencialidades y según se vea en lo regional, las ventajas competitivas que le permitan superar las limitaciones en cuanto a crecimiento. Al respecto Jiménez (2003), destaca la relevancia de la geografía física y el entorno natural en el crecimiento económico de los territorios, y bajo este contexto, adquieren importancia los factores como el clima y los recursos naturales, entre otros.

Asimismo Moreno (2008), señala que en el nuevo contexto de la economía global, el desarrollo económico regional adopta nuevas modalidades. En este, las políticas se orientan básicamente hacia la atracción de inversiones y al fortalecimiento de la competitividad de las empresas locales, por ello es necesario intensificar las relaciones horizontales entre ciudades y regiones.

Jiménez (2003) cita al geógrafo económico Michael Storper (1995), para argumentar que el término “*territorialización*” se utiliza para describir el rango de las actividades económicas que dependen de recursos que son territorialmente específicos. De esta forma, una nueva agenda del desarrollo debe incorporar una aproximación de abajo-arriba basada en el potencial endógeno de los territorios, que substituya los enfoques tradicionales de arriba-abajo presididos por una lógica funcional y sectorial del crecimiento y la acumulación.

Existen diferentes formas de enfocar el desarrollo regional. En este trabajo, interesa la perspectiva del desarrollo endógeno, que establece que el desarrollo regional se fundamenta en los recursos y capacidades propias de la región para generar valor, cuyos beneficios obtenidos se quedan dentro de la economía regional y se valoran las potencialidades con las que cuenta la zona en términos de la generación de bienestar en sus diferentes formas (Terluin, 2003).

Por otra parte, la sustentabilidad se considera la opción para promover el desarrollo económico y social en equilibrio con la utilización de los recursos naturales que poseen las regiones. Actualmente se reconoce que si una región no posee niveles de sustentabilidad aceptables, de nada le serviría el lograr altos niveles de equidad y eficiencia, pues éstos, tarde o temprano, perderían su sustento; esto obedece a que las regiones sustentables son contextos espacio-temporales capaces de asegurar en el corto, mediano y largo plazos el bienestar y la riqueza económica (de todo tipo) de la población que alberga. De ahí entonces, que el desarrollo regional debe ser sustentable.

Al respecto Palos *et al* (2003) plantean que el desarrollo regional sustentable consiste en aprovechar de manera equitativa y racional los recursos naturales territoriales e involucrar a las comunidades en el bienestar social que de ello se derive como parte de su progreso, sin menoscabo de lesionar a las generaciones venideras. Jiménez (2003), puntualiza que el concepto de región sustentable es aplicable a cualquier región que practique un modelo y unas políticas de desarrollo sostenible y cita a Boisier (2001:113 y ss) para focalizar que “No es la región en sí misma la sustentable, sino la forma de intervención en ella”.

En este sentido, puede decirse que el modelo de crecimiento de México y en particular el de Baja California, no ha seguido un desarrollo sustentable. Esta entidad, al igual que el resto del país, ha privilegiado el crecimiento económico, descuidando las demandas sociales y relegando en gran medida, la conservación de los recursos naturales. Ello demanda un cambio hacia el desarrollo sustentable, lo que implica incorporar una nueva visión holística del proceso de desarrollo que busca integrar varias áreas del saber humano. El punto crucial del desarrollo, consiste en cómo armonizar la expansión productiva con base en los recursos que la hacen posible, es decir, constituir y fortalecer estrategias del desarrollo económico, del bienestar de la población y las prioridades de conservación de los recursos naturales.

Energías Renovables

La adhesión de México a la Conferencia de Bonn fue un paso importante para la sociedad mundial según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2004) dado que el índice de dominancia petrolera (IDP: relación entre la oferta de energía primaria de petróleo y la oferta total de fuentes de energía renovables de un país) de México presenta la mayor dependencia de los combustibles fósiles de América Latina y la zona del Caribe 1 (formada por Suriname, Guyana, Barbados, Trinidad y Tabago, Jamaica y Granada) cuyo índice alcanza el 500%. Esto demuestra que México posee una generación de energía particularmente contaminante en términos de emisiones de CO₂, derivada del papel predominante de los combustibles fósiles en la generación de energía (casi el 70% del parque es térmico).

Es importante destacar que el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 tiene como principio rector el desarrollo humano sustentable, definido éste como aquel desarrollo que garantiza las necesidades de las

generaciones presentes sin poner en peligro las necesidades de las generaciones futuras. Sin embargo el PND reconoce que en México el 61% de las emisiones de GEI provienen de la generación de electricidad, el uso de combustibles fósiles, el sector transporte, el sector manufacturero e industria de la construcción, el sector comercial, residencial y agrícola, y las emisiones fugitivas de metano durante la conducción y distribución del gas natural (Diario Oficial de la Federación, 2007).

Díaz-Bautista (2008) argumenta que México genera el 2% de GEI del mundo, con emisiones per cápita que corresponden al promedio mundial de cuatro toneladas de CO₂ anual por habitante en la quema de combustibles fósiles. Empero, el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Juan Elvira Quesada, señala que México se encuentra en el lugar 13 entre los países que más GEI emiten, y cada persona genera 6.4 toneladas de CO₂, mientras que la Unión Europea aporta 10.4 toneladas per cápita de ese gas (Enciso, 2010).

En los últimos años a raíz de los compromisos internacionales y ante la caída de la producción de petróleo, México ha tenido cierta apertura hacia la transición a ER, muestra de ello es la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) promulgada en 2008, cuyo objetivo es regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética (Diario Oficial de la Federación, 2008).

Sin embargo a diferencia de otros países, en México la generación de energía se limita en la ley, desde la Constitución Política que en su Artículo 27, establece que “corresponde a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, ... no se otorgarán concesiones a particulares y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines” (Diario Oficial de la Federación, 2010:19).

De acuerdo a esto, el gobierno sería el único ente con facultades de generación de energía eléctrica a través de cualquier fuente, siempre y cuando sea para la prestación de servicio público. Esto evidentemente se vuelve un obstáculo al desarrollo de infraestructura de generación de energía eléctrica para el sector privado nacional y extranjero que desee proveer al resto de los sectores de la economía.

En los últimos años, particularmente en la LAERFTE se reconoce que es imperativo desarrollar fuentes de energía renovable a la brevedad posible, a fin de iniciar una transición. Esto da la posibilidad a personas físicas y morales de generar energía a partir de fuentes renovables principalmente para autoabastecimiento o proyectos de cogeneración.

LAERFTE define las energías renovables como aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se obtienen a partir del viento, la radiación solar, en todas sus formas; el movimiento del agua en cauces naturales o artificiales; la energía oceánica en sus distintas formas, a saber: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal; así como aquella proveniente del calor de los yacimientos geotérmicos (Diario Oficial de la Federación, 2008).

Un paso trascendental resultado de esta ley, es que actualmente es posible instalar en viviendas residenciales o negocios, fuentes propias de energía renovable o sistemas de cogeneración en pequeña ó mediana escala y realizar un contrato de interconexión con la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Con ello, los usuarios podrían ahorrar en el gasto por concepto de consumo de energía, contribuir en la utilización de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, en el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y por ende, en la conservación del medio ambiente (Comisión Federal de Electricidad, 2010).

Con esta política, el gobierno mexicano pretende impulsar la transición a ER permitiendo que el usuario que lo desee, genere su propia energía siempre y cuando cumpla con los requisitos de tener un contrato de interconexión en pequeña escala con la CFE; asimismo, deberá contar con un contrato de suministro normal en baja tensión, que sus instalaciones cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y con las especificaciones de CFE, y que la potencia de su fuente no sea mayor de 10 kw si la instalación se realiza en una casa habitación ó de 30 kw si se instala en un negocio. Además, la duración del contrato es indefinida y puede terminarse cuando el usuario lo deseé (Comisión Federal de Electricidad, 2010).

Esta política abre un amplio mercado para la generación de energía de fuentes renovables a lo largo y ancho del país, dado que distintas regiones poseen ventajas comparativas para ello; según la CEPAL (2004), el conocimiento general que se tiene con respecto a la energía solar indica que más de la mitad del territorio mexicano presenta una densidad promedio de radiación solar de 5 kwh por metro cuadrado al día.

Los datos de radiación solar, cobran importancia dado que la Carta Magna no limita su propiedad y uso a la nación, y en ese marco, el presente trabajo se concentra únicamente en la energía renovable generada a partir del sol (DNI).

Mohr (2007) señala que la energía solar es aquella que proviene directamente de la radiación solar, energía que se obtiene mediante colectores térmicos o paneles solares. Actualmente existen varias tecnologías para aprovechar la energía solar, entre las que se encuentra la energía solar fotovoltaica y la termoeléctrica. En el caso de la primera, utiliza placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar, produciendo energía eléctrica; en lo que respecta a la segunda, la energía eléctrica se produce con un ciclo termodinámico convencional, a partir de un fluido calentado por el sol. Es decir se reemplaza la ignición de un combustible fósil, por el calor extraído de los rayos solares. Según Meza *et al.* (2008) la radiación solar es de tipo electromagnética. Por ello se establece que las ER ofrecen más que energía, “reducen los riesgos de la volatilidad de precios de hidrocarburos, contribuyen a la seguridad energética, mitigan el cambio climático, reducen los impactos locales en el medio ambiente y la salud, promueven el desarrollo regional y crean empleos” (Best, s.f.:2).

Sin embargo, es pertinente precisar que los mercados por sí solos rara vez toman en cuenta el valor de estos beneficios no energéticos (considerados externalidades), e incluso, las ventajas económicas más tangibles, como la reducción de riesgos, no se consideran en las evaluaciones financieras de los proyectos. Empero, para que los países incluyendo México puedan aprovechar a gran escala sus propios recursos naturales, es necesario valorar estos beneficios no energéticos.

METODOLOGÍA

Para determinar los sitios que en Baja California poseen las ventajas comparativas de DNI, se consultaron las bases de datos del National Renewable Energy Laboratory (NREL) y del Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA). En el caso de NREL se utilizó *Prospector*, una herramienta de trazado y diseño desarrollada para la industria de concentración de energía solar (CSP por sus siglas en inglés). Esta es una herramienta interactiva que apoya en la localización de los sitios con gran escala de concentración de CSP en Estados Unidos y el norte de México. El sistema *Prospector* comprende datos del periodo 1998 a 2005, con una resolución de 10 kilómetros. Los datos de DNI indican el recurso solar promedio por mes expresado en kwh/m²/día.

El sistema SWERA proporciona fácil acceso a información de alta calidad de energía renovable a usuarios de todo el mundo. Su meta es ayudar a facilitar el diseño de políticas a favor de la inversión en energía renovable. Los productos de SWERA incluyen datos de sistemas de información geográfica (GIS)

y series de tiempo. El SWERA Renewable energy Resource EXplorer (RREX) es una herramienta en línea del GIS que permite ver los datos de recursos renovables (fue la herramienta utilizada).

En términos generales, los conjuntos de datos de RREX están en una resolución fina (celdas pequeñas, tales como de 1 a 10 kilómetros) y son útiles para determinar la sustentabilidad de sistemas de energía renovable en determinadas localidades al capturar las menores variaciones alrededor de las características geográficas. Los datos obtenidos de SWERA, se encuentran en términos de coordenadas de latitud y longitud, por lo que se hizo necesario apoyarse en la herramienta Google Earth para el establecimiento de los sitios. Las escalas de interpretación utilizadas corresponden a las establecidas por NREL (sf), que indican que entre más intenso sea el color rojo mayor cantidad de energía eléctrica puede obtenerse. La regla general es que si un sitio cuenta con un valor de DNI superior a seis, se considera un área rentable.

RESULTADOS

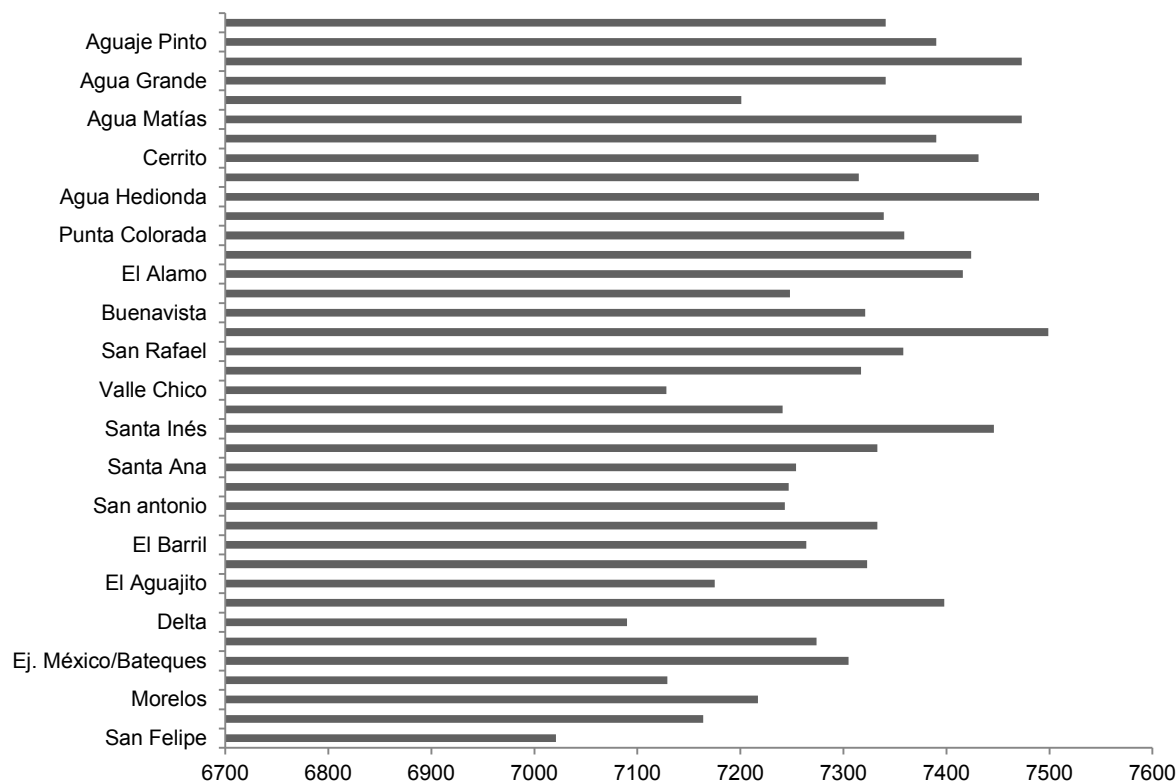
De acuerdo con el análisis de generación de energía mediante radiación solar de la base de datos de NREL, en Baja California los municipios de Ensenada, Mexicali y Tecate poseen sitios cuyo nivel de DNI se ubica por arriba de los 6.5 KW/m²/día. La figura 1 muestra los lugares que en estos municipios presentan un alto potencial para la instalación de plantas solares, sobresaliendo algunos ejidos del valle de Mexicali, como Delta (7.09), Ciudad Coahuila (7.27), Ejido México y Bataques ((7.29), Puebla (7.12) y Morelos (7.20), así como la ciudad de Mexicali (7.15) y el puerto turístico de San Felipe (7.021). Todas estas comunidades cuentan con niveles de DNI por encima de 7 Kw/m²/día.

En el caso de Ensenada, los sitios con mayor potencial para el aprovechamiento de DNI al igual que en Mexicali, son en su mayoría comunidades ejidales que se encuentran alejadas de las líneas de distribución de energía que posee la CFE. Estas áreas cuentan con niveles de DNI por arriba de 7 KW/m²/día, entre ellas destacan El Álamo (7.41), Santa Inés (7.44), Lázaro Cárdenas (7.39), Punta Colorada (7.35) y San Rafael (7.35). En el caso del municipio de Tecate los sitios con potencial también se encuentran bajo la figura de ejidos, con niveles de DNI superiores a 7.2 Kw/m²/día, sobresaliendo Agua Matías (7.47), Manchón Blanco (7.20), y Agua León (7.35).

Cabe destacar que en la actualidad, una de las principales limitantes de la utilización de energías renovables, es la variable costo; por ejemplo, un kilowatt/hora generado con energía solar cuesta 20 centavos de dólar comparado con los 11 centavos de dólar que cuesta la electricidad que se genera actualmente por medio de la utilización de combustibles fósiles (Ortiz, 2009). Aunque para el organismo Ciudadanos Unidos por la Energía Renovable y la Sostenibilidad (CURES, 2004), los sistemas energéticos habituales se encuentran favorecidos frente a las energías renovables, ya que CURES señala que los combustibles fósiles reciben entre 200 y 250 mil millones de euros en subsidios de los contribuyentes cada año, lo que los hace artificialmente competitivos.

Asimismo, y siguiendo a Salbidegoitia (2008), en la actualidad, a la hora de generar grandes cantidades de energía mediante radiación solar, con las últimas tecnologías aplicadas, las plantas de energía solar de concentración se consideran las más eficientes, funcionan con radiación solar directa, a diferencia de la fotovoltaica, que utiliza la radiación global. Considerando este argumento, en Baja California podrían instalarse plantas de concentración de energía solar para general ER y propiciar el desarrollo económico de las comunidades que poseen las ventajas comparativas en nivel de DNI.

Figura 1: Lugares Potenciales para Generación de Energía Según DNI Anual en Ensenada, Mexicali y Tecate



*Esta figura ilustra aquellos lugares localizados en los municipios de Ensenada, Mexicali y Tecate que poseen un DNI mayor de 7000 W/m²/día
Fuente: Elaboración propia con datos de NREL (s.f.) disponibles en <http://mercator.nrel.gov/csp/>*

Es importante destacar que el gobierno actual de Baja California a través de la Comisión Estatal de Energía (CEE) impulsa la generación de energía por medios renovables, ya concreto la instalación de un parque eólico en la Rumorosa y el uso de celdas solares en algunas poblaciones rurales. Pero esto debe verse como el principio de muchos proyectos que pueden desarrollarse. Sin embargo, es necesaria una reforma energética que de certeza jurídica a las empresas que deseen invertir en la generación de energía renovable, asimismo la creación de incentivos fiscales para atraer inversión extranjera directa.

También es pertinente señalar que algunas organizaciones como la Asociación de la Industria Maquiladora de Tijuana (AIM), impulsan entre sus miembros prácticas de responsabilidad social y cuidado ambiental, dentro de las cuales el uso de celdas solares en los techos ha resultado ser muy atractiva y rentable, dado que contribuye a reducir los costos de operación por consumo de energía eléctrica y combustibles, particularmente en las empresas que cotizan en tarifa H-S cuyo monto varía según la demanda y si se trata de energía base, intermedia, semipunta o punta.

CONCLUSIONES

Bajo la perspectiva del desarrollo endógeno, puede decirse que B.C. posee recursos (niveles altos de DNI en distintos sitios) para generar valor, que hasta ahora constituyen ventajas comparativas no explotadas, de ahí la pertinencia de transitar hacia el uso de las ER, como un primer paso en el impulso del desarrollo regional donde la economía ecológica sea la disciplina que oriente la toma de decisiones de empresarios y gobernantes a fin de propiciar el desarrollo económico y social en equilibrio con la naturaleza, es decir dar paso al desarrollo regional sustentable.

Dado que hasta ahora se ha privilegiado el desarrollo económico que impacta negativamente al medio ambiente, al respecto González (2007), señala que la frontera norte de México además de su importancia económica, es actualmente una de las zonas con mayor volumen de emisión de GEI, que en su mayoría provienen del transporte vehicular, la generación de electricidad y las actividades industriales, como la manufactura. Ejemplo de ello es B.C. particularmente la ciudad de Tijuana, que según estudios de CFE (2010) con base en la norma: NOM-O40-ECOL-1993, que se refiere al control de niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera —humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno— y que regula las zonas de acuerdo con la capacidad del equipo de combustión en fuentes fijas que utilizan combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, es un municipio considerado como zona crítica.

Ante ello, es necesario e imperioso aprovechar las ventajas comparativas que posee B.C. en cuanto a su *dotación* de energía solar y elevados niveles de DNI, a través de su uso en la generación de ER, para constituirse en un estado verde. En este entorno, se busca que la industria, el comercio, el gobierno y los ciudadanos utilicen la energía solar como un motor de desarrollo regional sustentable.

La riqueza en DNI en Mexicali, Ensenada y Tecate es importante, dado que los niveles se encuentran por encima de los valores rentables desde el punto de vista económico. Estos sitios pueden desarrollarse a partir de la instalación de torres solares de concentración que proporcionen energía a la industria, además, puede impulsarse la construcción de viviendas y edificios verdes, que a través de la energía solar cubran su demanda de energía eléctrica. Sin embargo, no sólo es importante tener los niveles adecuados de DNI, también es pertinente que se trabaje en el diseño de políticas públicas que den certidumbre a los inversionistas, así como la aplicación de estímulos fiscales para atraer y retener a empresas sustentables y socialmente responsables.

REFERENCIAS

Aguilera U. (2006). El Valor Económico del Medio Ambiente *Ecosistemas*, mayo-septiembre, XV(002) Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España pp. 1-6.

Best R. (s.f.). *Potencial de la Energía Solar Térmica de Baja y Media Temperatura*. Consultado el 17 de octubre de 2009, de: http://xml.cie.unam.mx/xml/eventos/Conf_Debate/Conf-RBest.pdf

CEPAL (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y El Caribe Situación y Propuestas de Políticas, Consultado el 12 de enero de 2010, de: http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/14982/Lcl2132e_s.pdf

Comisión Federal de Electricidad (2010). Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2010-2024, Subdirección de Programación, Coordinación de Planificación, consultado el 28 de mayo del 2010, de: www.cfe.gob.mx/.../Planeación%20del%20sistema%20eléctrico%20nacional.aspx

Costanza, Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farberk, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Suttonk y Marjan van den Belt (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *NATURE*, vol. 387, 15 may, 253-260.

Constanza, R. (1999). The ecological, economic, and social importance of the oceans. *Ecological Economics*, 31(1999) 199-213.

Ciudadanos Unidos por la Energía Renovable y la Sostenibilidad (2004). El Futuro es Renovable, Declaración para la Conferencia sobre Energías Renovables de Bonn 2004, Consultado el 12 de enero de 2010, de: http://www.cures-network.org/docs/dec_esp_201103_lay.pdf

Diario Oficial de la Federación (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Consultado el 12 de enero de 2010, de: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf

------(2008). Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el Financiamiento de la transición energética. Consultado el 12 de enero de 2010, de:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf>.

------(2010). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Consultado el 12 de enero de 2010, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>

Díaz-Bautista A. (2008). Un Análisis Económico Político para México del Protocolo de Kyoto, Desarrollo Local Sostenible, 1(1) Consultado el 12 de enero de 2010, de:
<http://www.eumed.net/rev/delos/01/adb.htm>

Díaz L. y Montserrat M. (2002). “Marketing ecológico y sistemas de gestión ambiental: conceptos, y estrategias empresariales”. Revista Gallega de Economía, 11(002).

Enciso A. (2010). Mecanismo alternativo al Protocolo de Kyoto podría integrar a India y EU, Consultado el 21 de junio de 2010, de:
<http://www.jornada.unam.mx/2010/05/21/index.php?section=sociedad&article=041n2soc>

González Ávila M. E. (2007) La Frontera Norte de México ante el Cambio Climático Global y Los Mercados de Carbono, *Frontera Norte*, julio-diciembre, 19(038) El Colegio de la Frontera Norte Tijuana, México pp. 219-226.

Jiménez, É. (2003). Nuevas teorías y enfoques conceptuales sobre el desarrollo regional: ¿hacia un nuevo paradigma? (Spanish). Revista de Economía Institucional, 5(8), 32-65. Retrieved from Fuente Académica database.

Meza R., Báez A. y Rodríguez M. (2008). “Reporte Climatológico Julio a Diciembre de 2007”, Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. La Paz, B.C.S., México.

Miguel V. A., Maldonado C. P. y Torres V. J. (2007). Desigualdad del desarrollo regional en México, Problemas de Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía, Vol. 38, núm. 151, octubre-diciembre, p. 87-102

Mohr R. (2007). Inserción de Generadores de Energía Renovable en Redes de distribución. Consultado el 7 de marzo de 2009, de: <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/mohr.pdf>

Moreno P. S. (2008). Desarrollo Regional y competitividad en México, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP), #39, abril.

NREL (s.f.) Solar Power Prospector. Consultado el 18 de febrero de 2010, de:
http://mercator.nrel.gov/prospector_beta/

Ortiz S. (2009). EU marca la pauta en energía renovable, Publicado: Miércoles 15 de julio, Consultado el 22 de febrero de 2010, de: <http://www.cnnexpansion.com/manufactura/2009/07/15/eu-marca-la-pauta-en-energia-renovable>.

Rionda R. J. (2010) Neoliberalismo y Desarrollo Regional (la nueva ortodoxia en la economía regional) El Cotidiano, núm. 159, enero-febrero, p. 79-82.

Palos, H., Sánchez, J., y Gómez, S. (2006). "Jalisco, un desarrollo regional no sustentable y sus efectos a la población." (Spanish). Folletos Gerenciales, 10(11), 19-33. Retrieved from Academic Search Complete database.

Salbidegoitia, I. (2008). "Energía solar". *Dyna*, 83 (9), 561-566.

Terluin I. J. (2003). Differences in economic development in rural regions of advanced countries: an overview and critical analysis of theories, *Journal of Rural studies*, 19(3), 327-344.

Wong-González, P. (2009). Ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial: retos para la gestión del desarrollo regional sustentable en el siglo XXI. (Spanish). *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica*, 9-39. Retrieved from Fuente Académica database.

BIOGRAFÍA

Virginia Guadalupe López Torres, Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Doctora en Ciencias Administrativas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo: vglopeztorres@gmail.com

Luis Ramón Moreno Moreno, Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Autónoma de Baja California, Doctor en Ciencias Económicas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo: nomarsiul@gmail.com

Ma. Enselmina Marín Vargas, Docente investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California, Doctora en Ciencias Administrativas, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo: enselmina@gmail.com