

Investigación y desarrollo de las energías renovables en Sonora y Baja California

RUELAS, José*†, LUCERO, Baldomero, RÍOS, Norma y GARCÍA-PUCH, Benjamín.

Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, División de Investigación y Posgrado, Carretera Internacional a Nogales km 2. Col. Amaneceres II, Cd. Obregón Sonora, Tel. 01 644 4108650, C.P. 85100,

Recibido Julio 11, 2016; Aceptado Septiembre 5, 2016

Resumen

En los estados de Sonora y Baja California aproximadamente un 20% energía eléctrica que se consume es proveniente de fuentes renovables de energía. En este contexto el presente trabajo plantea una perspectiva referente a los factores que intervienen en la investigación y desarrollo de las tecnologías, para el aprovechamiento de las energías limpias en estos estados, con la finalidad de conocer las barreras tecnológicas, políticas, geográficas, entre otros aspectos que favorecen o desalientan el uso de estas tecnologías, y con ello plantear un escenario que pueda ser empleado como marco de referencia. Para ello, se realiza una investigación documental recopilando información respecto a las acciones que realizan instituciones públicas y privadas, en cuanto al aprovechamiento de las energías renovables en los estados de Sonora y de Baja California. Destacando el papel que juegan las Universidades como promotores de las tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, además de la participación del gobierno que establece políticas de beneficio social y de factibilidad económica, para la incorporación de estas tecnologías en la generación de energía eléctrica.

Energías renovables, investigación y desarrollo, energía eléctrica, Sonora, baja California

Abstract

In the states of Sonora and Baja California approximately a 20% electrical energy that is consumed is from renewable sources. In this context the present work raises a perspective concerning to the factors that involved in the research and development of technologies for the renewable energies in these states. With the purpose of knowing the technological barriers, political, geographic, among others that aspect that promote or put off the use of these technologies and therefore create a scenario that can be used as a enclose of reference. To do this, is conducting a documentary research collecting information in regard to the actions carried out by the public and private institutions in regard to the use of renewable energies in the states of Sonora and Baja California. Highlighting the role played by universities as promoters of technologies for the use of renewable energies, in addition to the participation of the government that establishes policies of social benefit and economic feasibility for the incorporation of these technologies in the generation of electrical energy.

Renewable energies, research and development, electric power, Sonora, Baja California

Citación: RUELAS, José, LUCERO, Baldomero, RÍOS, Norma y GARCÍA-PUCH, Benjamín. Investigación y desarrollo de las energías renovables en Sonora y Baja California. *Revista de Investigación y Desarrollo* 2016, 2-5: 1-10

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: eruelas@itesca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Algunos de los sucesos ocurridos recientemente en el mundo, como es el caso de los conflictos en el Líbano, los daños a las plantas nucleares en Japón por tsunamis, las tormentas de nieve que cubrieron más del 70% del territorio de Estados Unidos en el 2014, por mencionar algunos, han sido en parte atribuidos a efectos del calentamiento global (Bernat 2014). Por ello los países del mundo han establecido políticas para mitigar estos efectos del cambio climático.

En el caso de Estados Unidos, el estado de California estableció como meta para el año 2020 que el 50% de la energía que consume debe provenir de fuentes de energía limpia (Achim Steiner, Christiana Figueres y Udo Steffens, 2016). En el caso de México se estableció como meta para el 2024 que el 35 % de la energía que consume provenga de fuente de energía limpia, esto de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER), actualmente, de acuerdo con un reporte de la secretaria de energía se tiene que 28.31% de la capacidad total instalada proviene de fuente de energía limpia (SENER, 2015), aunque existen diferentes factores ambientales, geográficos, económicos y políticos que intervienen dependiendo de la región, deben ser considerados en la implementación de las tecnologías limpias de generación eléctrica (Muñoz-Meléndez, G., Quintero-Núñez, M., y Sweedler, 2014).

En el caso de los estados de Sonora y Baja California se realizan una serie de acciones con el fin de incrementar el consumo de las energías limpias, las cuales son coordinadas por las comisiones de energía de cada estado y alineadas a instituciones nacionales que se encargan del manejo, promoción y desarrollo del sector energético, como la Comisión Reguladora de Energía (CRE), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Secretaría de Energía (SENER), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y fideicomiso del Gobierno de México que promueve el comercio y la inversión internacional (PROMEXICO), además del marco de la Reforma Energética establecidas en el 2013 y las Leyes secundarias de la reforma energética (Electricidad y Geotermia) establecidas el 2014 y considerando las opiniones de expertos y de asociaciones nacionales e internacionales como la Asociación Mexicana de Energía, Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES).

A nivel nacional (Cabanillas, 1999) presenta un estudio sobre el potencial de México en energías renovables, y recientemente el gobierno federal creó el organismo conocido como ProMéxico, encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento de la participación de México en la economía internacional, y acciones para promover el desarrollo de los diferentes sectores, incluyendo el sector de las energías renovables en México.

En el caso del estado de Sonora la Comisión Estatal de Energía del Estado de Sonora (CEES) presenta en el 2010 un balance de energía, recientemente la Universidad de Sonora (UNISON) presenta en un estudio el potencial de energías renovables del estado de Sonora (Universidad de Sonora, 2011), por otro lado, en el caso del estado de Baja California la Comisión Estatal de Energía de Baja California (CEEBC) presenta el perfil energético como una propuesta para el Desarrollo de Prospectivas Estatales mediante un estudio realizado por la Universidad de Autónoma de Baja California (UABC), en conjunto con otras universidades a través de Quintero Núñez (Gabriela Muñoz Meléndez, Héctor Enrique Campbell Ramírez, Eliseo Díaz González, Margarito Quintero Nuñez, 2012) que en resumen representa un estudio que plantea el desarrollo sustentable de sector energético en la frontera de Baja California.

Pese a los estudios y esfuerzos nacionales como estatales, actualmente no se cuenta con una investigación que evidencie los principales obstáculos tecnológicos, geográficos así como el impacto de las políticas nacionales e internacionales, que alientan o desalientan la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias en la región de Sonora y Baja California, por ello el presente estudio plantea proporcionar un panorama de la región en cuanto a la investigación y desarrollo en el sector de las energías limpias.

Descripción del método

La metodología empleada en el presente trabajo consiste primeramente en realizar una recopilación de información referente al perfil de consumo, distribución y generación de energía eléctrica en Sonora y Baja California, así como principales proyectos de investigación, aplicación y desarrollo de energías limpias, realizados tanto por instituciones particulares como públicas de estos estados, para posteriormente tomar como referencia estos datos y plantear un esquema de reporte, y determinar cuáles han sido los principales factores que han intervenido positiva o negativamente en la investigación y desarrollo de estos proyectos.

Consumo de energía eléctrica en los estados de Sonora y Baja California

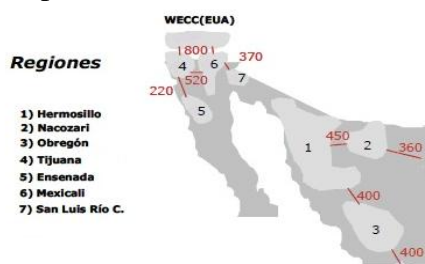
En el estado de Baja California se tiene registros que al 2010 hay una demanda máxima estimada de 1909 Mega Watts (MW), mientras que en Sonora es de 2872 MW, que en conjunto suman 4781 MW lo cual, representa el 10.5% del total de demanda máxima en el país, (figura 1) de acuerdo con los datos de la CFE, sin embargo considerando un crecimiento de la demanda anual de 2% de acuerdo con la proyección de la CFE, se estima que actualmente se tiene una demanda máxima de 5384 MW (Eric Bolívar Villagómez, 2007).



Figura 1 Demanda de energía eléctrica Sonora y Baja California en (MW).

Transmisión de energía eléctrica en los estados de Sonora y Baja California.

Los estado de Sonora y Baja California cuentan con un esquema de interconexión de energía eléctrica, en el cual se interconectan la ciudad de San Luís Río Colorado en Sonora y de la ciudad de Mexicali en Baja California, además cuenta con una interconexión internacional con el estado California en los Estados Unidos, la cual es regulada a través del Centro Nacional de Control de Energía en Mexicali (CENACE), mientras que el resto del estado de Sonora se encuentra interconectado a la red nacional con líneas de transmisión hacia los estados de Chihuahua y Sinaloa (figura 2, Comisión Federal de Electricidad 2007), en este esquema de interconexión se realiza la compra y venta de energía renovable que en su mayoría proviene de la geotérmica de cerro prieto.



Capacidad de transmisión entre regiones (MW)

Figura 2 Transmisión de energía eléctrica Sonora y Baja California.

Generación de energía eléctrica Sonora y Baja California

Es los estados de Sonora y Baja California cuentan con una capacidad instalada de generación de 5866.6 MW y efectiva de operación estimada de 4290 MW y considerando que la demanda de energía eléctrica es de 5384 MW, se tiene déficit de 1093 MW energía que obtiene de otros estados o en su defecto de la Unión Americana, además la fuente primaria de energía proviene principalmente de gas natural importado, como se muestra en los datos de la tabla 1 de acuerdo a datos presentados por la CFE (CFE 2015), en este ámbito el gobierno federal ha planteado alternativas y proyectos sustentables de generación de energía los cuales se mencionan en la siguiente sección.

Proyectos de Generación de energía eléctrica limpia en Sonora y Baja California.

En el estado de sonora destaca el proyecto de la primera Central de Ciclo Combinado con Campo Solar en Agua Prieta, la cual se estima en un costo de 347 MDD y una donación de 49.3 millones de dólares del Banco Mundial. Esta planta contará con una capacidad de producción de 400 MW, de los cuales 14 MW serán provenientes de energía solar térmica, mientras que el resto de gas natural (SENER 2013).



Figura 4 Central de Ciclo Combinado con Campo Solar Agua Prieta II.

En el estado de Baja California destaca el proyecto de explotación del recurso eólico de la rumorosa (figura 5), que al igual que el proyecto anterior, cuenta con excelentes condiciones para su explotación, estas condiciones son:

Nombre de la planta	Tipo de insumo de energía	Capacidad (MW)	Ubicación	Factor de planta (2010)	Capacidad estimada (MW)
Panarco Elias Calles (el Novillo)	Hidroenergía	135	Soyopa, Sonora	0.54	72.9
Oviachic	Hidroenergía	19.2	Cajeme Sonora	0.72	13.824
Mocuzazi	Hidroenergía	9.6	Alamos Sonora	0.61	5.856
Puerto Libertad	Combustóleo	852	Miquito Sonora	0.44	215.08
Carlos Rodríguez Ruvero (Guaymas II)	Combustóleo	484	Guaymas Sonora	0.3	145.2
Hermosillo	Gas natural	227.02	Hermosillo Sonora	0.8	181.616
Hermosillo	Gas natural	250	Hermosillo Sonora	0.88	220
Naco-Nogales	Gas natural	238	Agua Prieta Sonora	0.97	230.26
Ciudad Obregon	Diesel	28	Cajeme Sonora	0.009	0.252
Caborca	Diesel	42	Caborca Sonora	0.018	0.812
Yecora	Diesel	1.8	Yecora Sonora	0.09	0.162
Presidente Juárez	Gas natural	498	Tijuana Baja California	0.9	448.4
Presidente Juárez	Combustóleo	620	Tijuana Baja California	0.8	496
Turbo gas Cipres	Combustóleo	35	Ensenada Baja California	0.8	44
Termoelectrica Mexicali	Gas natural	650	Mexicali Baja California	0.88	572
La Norma Mexicali	Gas natural	560	Mexicali Baja California	0.88	492.8
Cerro Prieto	Geotermico	720	Mexicali Baja California	0.88	633.6
Ciclo combinado Mexicali	Gas natural	489	Mexicali Baja California	0.97	474.3
Tijuana Combustóleo	Combustóleo	210	Tijuana Baja California	0.88	184.8
Total					4290

Tabla 1 Principales generadoras de energía.

- Facilidad para acceder al sitio con potencial eólico o solar.
- Sitios con potencial energético cercano a los centros demandantes de energía.
- Se tienen carreteras y red eléctrica en el sitio de potencial fuente primaria.
- Apoyo estatal para la ejecución de proyectos de infraestructura.

En particular en este proyecto, el gobierno de éste estado aplica una política de uso de los recursos originados por los ahorros de emplear energía renovable, para destinarlos como apoyo para el pago de la energía eléctrica de algunas familias de escasos recursos, así como la asignación de una compensación por la energía eléctrica producida, aplicada directamente en el consumo ocasionado por el alumbrado público (figura 5 y 6). Los 5 Aerogeneradores de 2 MW de potencia producen mas de 27'000,000 kWh al año, evitando emitir 14 mil toneladas de CO₂ con energía limpia este beneficios se traduce en un apoyo de \$1,100.00 pesos al año a 35,000 familias del programa Tu Energía y una disminución en la facturación por abastecimiento de 80 % de consumo eléctrico del Alumbrado Público de Mexicali.



Figura 5 Parque eólico de la Rumorosa.

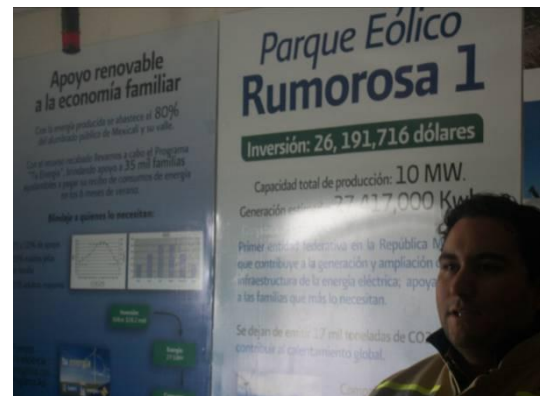


Figura 6 Esquemas de producción y aprovechamiento del parque eólico la rumorosa.

Por otro lado en lo que refiere a plantas fotovoltaicas en el estado de Sonora, destaca que se tienen otorgados permisos para plantas fotovoltaicas de organismos municipales y empresas particulares en el orden de 527.8 MW, en todo el estado, pero a la fecha se estima que solo se tiene instalado aproximadamente 2 MW (CRE, 2016), por ejemplo el gobierno del Estado de Sonora financió la construcción de la primer Planta Tratadora de Aguas Residuales que trabaja con energía fotovoltaica en el país, en Nogales con mas 3 mil celdas solares y una capacidad de generación de 0.8 MW, la cuál se espera genere un ahorro al organismo operador de 500 mil pesos mensuales figura 7.



Figura 7 Planta Tratadora de Aguas Residuales que trabaja con energía fotovoltaica.



Figura 7 Planta de Autoabastecimiento de Puertecitos Baja California.

En Baja California, en la comunidad de Puertecitos fué puesta en marcha una planta de autoabastecimiento con interconexión de 80 kW (figura 8), la primera planta generadora de energía eléctrica híbrida existente en el estado (fotovoltaica, eólica y combustión interna), proyecto que pudo concretarse gracias a la aportación de la UABC, la Universidad de Chile y la Secretaría de Energía, en colaboración con la administración estatal, esto con el fin brindar a la población oportunidades de desarrollo integral y una mejor calidad de vida.

Proyectos de investigación y desarrollo de energía eléctrica limpia en Sonora y Baja California.

En el estado de Sonora destaca la participación de la Universidad de Sonora UNISON del área de física, con el proyecto Campo Experimental de Torre Central (CETOC), el cual ha sido creado conjuntamente con la Universidad Nacional Autónoma de México (figura 9). Este proyecto cuenta actualmente con una infraestructura de 23 helióstatos, un torre central de concentración solar y edificio de mandos, los cuales se encuentran en campos del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Es un proyecto único en su tipo en América Latina y en el cual se han invertido más de 40 millones de pesos.



Figura 9 Campo de Helióstatos.

En Baja California destaca el Centro de Estudios de las Energías Renovables (CEENER), este centro pertenece a la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). En este ámbito, este centro participa como promotor y desarrollador de tecnología de concentración solar (figura 10), donde el principal problema que se encuentra es la falta de financiamiento, así como la adquisición de equipos y mano de obra especializada. Otro papel importante de la universidad es su papel como certificador y evaluador de equipos comerciales de calentamiento de agua por medio del sol, para su implementación en la ciudad de Mexicali.

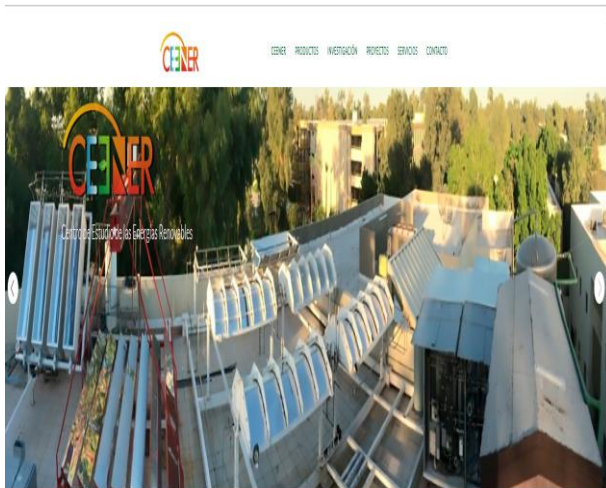


Figura 10 Instalaciones del CENER



Figura 11 Plataforma solar ITESCA.

Por último, algunas instituciones educativas participan en menor medida de acuerdo con sus capacidades, desarrollando proyectos sobre el aprovechamiento de las energías renovables por ejemplo, en el Instituto tecnológico superior de Cajeme (ITESCA), se desarrolló el proyecto de la PLATAFORMA SOLAR ITESCA, la cual tiene la finalidad de evaluar y proponer mejoras para las implantación de estas tecnologías a nivel regional (figura 11).

Adicionalmente, otras universidades participan en la investigación y promoción de tecnologías limpias por medio de la organización de foros, talleres, cursos, carreras y posgrados, en este ámbito encontramos a CICESE, UNISON, UABC, ITESCA, ULSA NOROESTE, entre otras.

Resultados

Del perfil energético de la región comprendida por los estados de Sonora y Baja California (Figura 12), se tiene que el 83 % de la fuente primaria de energía proviene de algún combustible fósil, del cual 45% proviene de gas natural de importación en comparación con el 17 % que proviene de energías limpias, en este ámbito destaca la oportunidad que representa la tecnología de aprovechamiento de la energía solar, en la que destacan los sistemas fotovoltaicos que actualmente tiene otorgados permisos para la generación de 500 MW, y solo se están generando 2 MW con fotovoltaico.

De la figura 12, se observa que la principal fuente de energía limpia en la región es la energía geotérmica, que participa con un 13.2% seguida de la hidroenergía, que participa con el 3%, y por último la energía fotovoltaica que participa con el 0.2%, aún menos que la energía eólica considerando el potencial de energía solar, y de acuerdo con estos resultados la región sigue sin aprovechar el gran potencial de esta energía.

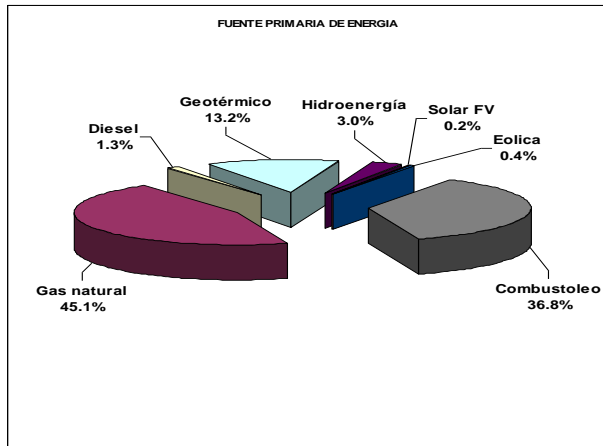


Figura 12 Principales fuentes primarias de energía en la región.

Por otro lado, de la recopilación de experiencias mostradas anteriormente se puede resumir que en el aprovechamiento de las energías renovables los diferentes sectores de la sociedad en Sonora y Baja California, se enfrenta a diferentes barreras que impiden su desarrollo, las cuales son: tecnológica, geográfica y financiera, donde cada una de estas barreras intervienen de manera específica, dependiendo del sector y el ámbito del proyecto de aprovechamiento de las energías renovables (tabla 2). Estas barreras no son propias de la región sino más bien pertenecen a las tecnologías de aprovechamiento de las energías renovables.

	TECNOLÓGICA	GEOGRÁFICAS	FINANCIERAS
PROBLEMÁTICA	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a adoptar nuevas tecnologías por parte de los usuarios. - Alto costo de la inversión inicial. - Falta de conocimiento de los recursos sobre el potencial energético. - Desconocimiento de la tecnología. - Falta de normas y estándares sobre la tecnología. - Poco conocimiento de la tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades para acceder a las comunidades y sitios con potencial energético. - Sitios con potencial energético distantes de los centros demandantes de energía. - No hay carreteras y no se tiene red eléctrica en el sitio en el que se hace la explotación de los recursos. - Creencia en el paternalismo estatal para la ejecución de proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de experiencia de la banca comercial. - Falta de información sobre financiamientos disponibles. - Falta de líneas adecuadas de crédito (plazos cortos y tasa altas). - Falta de incentivos fiscales y de importación para el inicio de los proyectos.

Tabla 2 Clasificación de la Problemática.

Conclusiones

Las políticas respecto al aprovechamiento de las energías renovables, deben apoyar a los diferentes sectores para vencer las barreras que se enfrentan en el aprovechamiento de las energías limpias, principalmente en el factor económico que permitirá la utilización eficiente de nuestros recursos naturales, como la energía solar y de esa manera contribuir a la disminución de combustibles fósiles y la dependencia de otros países.

Por otro lado las universidades además de participar en la investigación y desarrollo de tecnologías limpias participan como agentes de convencimiento para que el sector público y privado se decida a participar en la implementación de las energías limpias.

Referencias

Achim Steiner, Christiana Figueres And Udo Steffens (2016), Global trends in renewable energy investment 2016, Disponible en: http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/16008nef_smallversionkomp.pdf [con acceso el 06-09-2016].

Cambio climático (2014), Bernat Armangué, Disponible en: <http://www.nationalgeographic.es/noticias/medio-ambiente/calentamiento-global/cambio-climatico-el-mundo-al-revs> [con acceso el 06-09-2016].

Eduardo A. Rincón Mejía, 1999, Estado del Arte Investigación en Energía Renovable en México, Disponible en: http://www.anes.org/cms/contenido/docs/libros/Edo_Arte_Investigacion_Energia_Renovable_Solar_Mexico.pdf [con acceso el 06-09-2016].

Eric Bolívar Villagómez, 2007, El sistema Nacional eléctrico Disponible en: http://www.cigre.org.mx/uploads/media/SIN_Mexico-CIGRE.pdf [con acceso el 06-09-2016].

Comisión Federal de Electricidad, (2007) Programa de inversión en obras del sector eléctrico 2007- 2016 Disponible en: http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Lists/POISE%20documentos/Attachments/6/POISE20072016jun.pdf [con acceso el 06-09-2016].

Comisión Federal de Electricidad 2015, Informe Anual 2014. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/inversionistas/Style%20Library/assets/pdf/InformeAnual.pdf> [con acceso el 06-09-2016].

El Informador.mx 2011, Construyen en Sonora la primera planta de energía solar del país. Disponible en: <http://www.informador.com.mx/economia/2011/298462/6/construyen-en-sonora-la-primeraplanta-de-energia-solar-del-pais.htm> [con acceso el 06-09-2016].

SENER, 2013, Planta de Ciclo Combinado Agua Prieta II. Disponible en: <http://www.poweroilandgas.sener.es/proyecto/planta-ciclo-combinado-agua-prieta-2> [con acceso el 06-09-2016].

CRE 2016, Tabla de permisos de Generación e Importación de Energía Eléctrica Administrados al 30 de junio de 2016. Disponible en: www.cre.gob.mx/documento/1814.xlsx [con acceso el 06-09-2016].

Gabriela Muñoz Meléndez, Hector Enrique Campbell Ramírez, Eliseo Díaz González, Margarito Quintero Nuñez, (2012), Propuesta y Análisis de Indicadores

Energéticos para el Desarrollo de Prospectivas Estatales. Disponible en : <http://www.energiabc.gob.mx/files/public/pdf/PerfilEnergeticoBC2010-2020.pdf> [con acceso el 06-09-2016].

Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar. 2016. Disponible en: www.concentrationsolar.org.mx/ [con acceso el 06-09-2016].

Muñoz-Meléndez, G., Quintero-Núñez, M., & Sweedler, A. Energy for a Sustainable Border Region in 2030. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265083131_Energy_for_a_Sustainable_Border_Region_in_2030 [con acceso el 06-09-2016].

SENER 2016, Reporte de avance de energías limpias 2015. Disponible en: <http://www.gob.mx/sener/documentos/informe-sobre-la-participacion-de-las-energias-renovables-en-la-generacion-de-electricidad-en-mexico-al-30-de-junio> [con acceso el 06-09-2016].

Universidad de Sonora (2011), Potencial de Energías Renovables Para el Estado de Sonora.

Disponible en:

<http://www.coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Potencial-de-Energias-Renovables-Sonora.pdf> [con acceso el 06-09-2016].