



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES.

“Estudio de inteligencia competitiva: la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones”

TESIS

QUE PARA OBTENERE EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN POLÍTICA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

PRESENTA:

López Rico Sara Mariana

DIRECTORAS DE TESIS:

Dra. Katya Amparo Luna López

Dra. Hortensia Gómez Víquez

México D.F.

Noviembre. 2015



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F., siendo las 12:30 horas del día 05 del mes de noviembre del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIECAS para examinar la tesis titulada:

Estudio de inteligencia competitiva: la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones

Presentada por el alumno:

López
Apellido paterno

Rico
Apellido materno

Sara Mariana
Nombre(s)

Con registro:

B	1	3	0	2	3	0
---	---	---	---	---	---	---

Maestría en Política y Gestión del Cambio Tecnológico

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dra. Katya Amparo Luna López

Dra. Hortensia Gómez Viquez

Dr. Federico Andrés Stezano Pérez

Dr. Rubén Oliver Espinoza

M. en C. Juan Carlos Becerril Elías



PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dra. Gabriela María Luisa Riquelme Alcantar



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 01 del mes de Octubre del año 2015, la que suscribe SARA MARIANA LÓPEZ RICO, alumna del Programa de MAESTRÍA EN POLÍTICA Y GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO, con número de registro B130230, adscrita al CENTRO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES, manifiesta que es la autora intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Katya Amparo Luna López y la Dra. Hortensia Gómez Viquez, y cede los derechos del trabajo titulado “**Estudio de inteligencia competitiva: la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones**”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones sarm_31@hotmail.com, hgomezviquez@yahoo.com.mx, katluna22@yahoo.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Sara Mariana López Rico

RESUMEN

Este estudio muestra una visión de la evolución de la tecnología fotovoltaica (FV) utilizada en edificaciones, a través de la aplicación del concepto de inteligencia competitiva. Por lo que se podrá observar la dinámica industrial y las condiciones económicas mediante las que se desenvuelve la tecnología en cuestión, en México, durante un periodo de estudio de 2006 a 2014, aunado a esto se observarán las tendencias tecnológicas mediante un estudio de bibliometría, y se visualizara la trayectoria que ha seguido la tecnología FV en base a un estudio de patentes. Posteriormente serán identificadas las condiciones que incentivan o limitan el desarrollo de la misma. Todo esto con la finalidad de identificar alguna posible ventaja competitiva en cuanto al desarrollo de esta tecnología en el país.

ABSTRACT

This study shows a view of the evolution of photovoltaic (PV) technology used in buildings, through the application of the concept of competitive intelligence. As you can observe the industrial dynamics and economic conditions through which the technology in question, in Mexico, operates over a study period of 2006-2014, coupled with this technology trends will be observed by a bibliometrics study, and the path followed PV technology based on a patent study is displayed. Subsequently the conditions that encourage or limit the development of FV technology will be identified. All this in order to identify any possible competitive advantage in the development of this technology in the country.

ÍNDICE

Resumen	3
Abstract	3
Glosario	10
Introducción	14
CAPÍTULO I. Vigilancia tecnológica E INTELIGENCIA COMPETITIVA	23
1.1 Vigilancia Tecnológica	23
1.2 Inteligencia Competitiva	34
CAPÍTULO 2. Entorno de regulación	41
2.1 Reglamentación que impactan al sector	43
2.2 Fondos	48
2.3 Incentivos fiscales	53
2.4 Financiamiento	53
2.5 Proyectos	54
2.6 Otras iniciativas gubernamentales que promueven el uso y desarrollo de la efv	56
2.7 Fortalezas y debilidades	59
CAPÍTULO 3. ENTORNO ECONÓMICO	64
3.1 Energía en México	65
CAPÍTULO 4. ENTORNO CIENTÍFICO	89
4.1. Publicaciones alrededor del mundo	89
4.2. Publicaciones en México	118
4.3. Observaciones	132
CAPÍTULO 5. Entorno tecnológico	134
5.1 Sistemas fotovoltaicos	134
5.2 Análisis de patentes	136
5.3. Trayectoria tecnológica	159

5.4. Observaciones	167
CAPÍTULO 6. entorno comercial	168
6.1 Observaciones	175
Conclusiones	177
Bibliografía	191
Anexos	195
Anexo 1. Tabla comparativa	195
Anexo 2. Formato de solicitud de interconexión	205
Anexo 3. Ejemplo contrato de interconexión	207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Generación de electricidad por tipo de energía	18
Figura 2. Etapas desarrolladas en la Vigilancia Tecnológica	27
Figura 3. Proceso de inteligencia competitiva	29
Figura 4. Vigilancia Tecnológica, entornos	31
Figura 5. Pirámide de la Inteligencia Tecnológica Competitiva	36
Figura 6. Metodología a seguir	40
Figura 7. Fondo de Sustentabilidad Energética	50
Figura 8. Radiación solar por día	81
Figura 9. Ubicación de plantas de energía solar	81
Figura 10. Evolución de conocimiento, por temas	113
Figura 11. Concentración de palabras, por temas	114
Figura 12. Temática de publicaciones	130
Figura 13. Dibujo de la patente concedida	139

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. . Costo por generación de energía. Centavos de dolar/kWh.	42
Gráfica 2. Producción de energía procedente de combustibles fósiles (% del total).	66
Gráfica 3. Dependencia de combustibles fósiles.	67
Gráfica 4. Evolución del Precio del petróleo. Pesos mexicanos por barril.	68
Gráfica 5. Evolución del Precio del Gas Natural. Pesos mexicanos por millón de BTU.	69
Gráfica 6. Variación porcentual mensual en los precios. %.	70
Gráfica 7. Exportaciones VS Importaciones. Miles de barriles por día.	71
Gráfica 8. Producción de hidrocarburos. Miles de barriles por día.	72
Gráfica 9. Producción de energía. Promedio anual. Miles de millones de watts/hora.	72
Gráfica 10. Consumo de energía. Promedio anual. Miles de millones de watts/hora.	73
Gráfica 11. Reservas de hidrocarburos. Millones de barriles.	73
Gráfica 12. Emisiones de CO2. Kt.	74
Gráfica 13. Generación de energía. Miles de millones de watts/hora.	75
Gráfica 14. Generación de energía termoeléctrica. Miles de millones de watts/hora.	76
Gráfica 15. . Incremento en la capacidad instalada a nivel mundial. Porcentaje.	78
Gráfica 16. Países con mayor capacidad instalada de EF.	78
Gráfica 17. Costo por generación de energía. Centavos de dolar/kWh.	79
Gráfica 18. Proyectos de energía fotovoltaica.	82
Gráfica 19. Consumo de energía a base de combustibles fósiles.	84
Gráfica 20. Porcentaje de viviendas con energía eléctrica.	85
Gráfica 21. Viviendas con energía eléctrica.	87
Gráfica 22. Fuente de divulgación del conocimiento.	91
Gráfica 23. Áreas de conocimiento.	92
Gráfica 24. Nacionalidad de las publicaciones.	96
Gráfica 25. . Investigadores con mayor número de publicaciones.	98
Gráfica 26. . Documentos por año.	100

Gráfica 27. Revistas con mayor número de publicaciones.	102
Gráfica 28. Artículos citados VS no citados.	104
Gráfica 29. Citas por año.	104
Gráfica 30. Tasa de crecimiento.	105
Gráfica 31. Revistas con mayor número de publicaciones con cita.	106
Gráfica 32. Artículos más citados.	107
Gráfica 33. Divulgación del conocimiento.	119
Gráfica 34. Áreas del conocimiento.	120
Gráfica 35. Instituciones con mayor número de publicaciones.	122
Gráfica 36. Estados con mayor número de publicaciones.	123
Gráfica 37. Autores con más publicaciones.	124
Gráfica 38. Tasa de crecimiento.	127
Gráfica 39. Documentos no citados VS documentos citados.	127
Gráfica 40. Evolución de citas.	128
Gráfica 41. Evolución del conocimiento.	131
Gráfica 42. Origen de patentes.	140
Gráfica 43. Fecha de aplicación.	142
Gráfica 44. Fecha de publicación.	144
Gráfica 45. Aplicación VS Publicación.	145
Gráfica 46. Apicante.	147
Gráfica 47. Temática IBM.	148
Gráfica 48. Temática Dow Global Technologies.	149
Gráfica 49. Temática Solaria Corporation.	150
Gráfica 50. Inventores.	151
Gráfica 51. Origen de patentes.	153
Gráfica 52. Tipo de organizaciones.	154
Gráfica 53. Fecha de aplicación.	155

Gráfica 54. Fecha de publicación	156
Gráfica 55. Tasa de crecimiento	157
Gráfica 56. Temática	158
Gráfica 57. Trayectoria tecnológica	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos del FSE	51
Tabla 2. Monto adicional	57
Tabla 3. Leyes (fortalezas y debilidades)	59
Tabla 4. Instrumentos específicos	62
Tabla 5. Universidades con mayor número de publicaciones	93
Tabla 6. Investigadores con mayor número de publicaciones	97
Tabla 7. Tasa de crecimiento	99
Tabla 8. Artículos más citados	108
Tabla 9. Análisis de redes	115
Tabla 10. Tasa de crecimiento.....	126
Tabla 11. Artículos con más citas.....	131
Tabla 12. Clasificación internacional relacionada con desarrollos fotovoltaicos.....	140
Tabla 13. Empresas seleccionadas a partir del entorno tecnológico	168
Tabla 14. Empresas con gran actividad comercial en México	170
Tabla 15. Proveedores	171
Tabla 16. Actividad principal	173
Tabla 17. Entorno Económico	177
Tabla 18. Entorno científico	178
Tabla 19. Entorno tecnológico	179
Tabla 20. Entorno de regulación.....	180
Tabla 21. Entorno comercial	181

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Vigilancia tecnológica, bajo el contexto de gestión tecnológica.....	25
Cuadro 2. VT Aspectos relacionados a cada entorno.....	32
Cuadro 3. Aspectos relacionados a cada entorno.....	35
Cuadro 4. Capacidad instalada de energía renovable en México.....	79
Cuadro 5. Generación eléctrica actual de energías renovables (GWh/a).....	82
Cuadro 6. Red de conceptos	117
Cuadro 7. Fondos y proyectos.....	117

- Bioenergético.** Combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente.
- Biogás.** Gas, mezcla de metano y dióxido de carbono, producido por la fermentación bacteriana de los residuos orgánicos, que se utiliza como combustible.
- Combustible fósil.** Depósitos geológicos de materiales orgánicos combustibles que se encuentran enterrados y que se formaron por la descomposición de plantas y animales que fueron posteriormente convertidos en petróleo crudo, carbón, gas natural o aceites pesados al estar sometidos al calor y presión de la corteza terrestre durante cientos de millones de años.
- Dióxido de carbono.** Molécula contiene dos átomos de oxígeno y un átomo de carbono, producto del proceso de combustión de combustibles fósiles. Las altas concentraciones de este gas, producen graves afectaciones en el medio ambiente.

- Dopaje materiales).** (de) Proceso mediante el cual se agregan impurezas a un material puro con el fin de modificar sus propiedades, para términos de la presente tesis el material dopado es el silicio.
- Edificación.** Construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para otros usos
- Eficiencia energética** Conjunto de acciones que permiten utilizar la menor cantidad de recursos energéticos posibles para satisfacer la misma demanda de energía, es decir optimizar al máximo los recursos energéticos.
- Energía biomasa.** de Energía que se obtiene a partir de compuestos orgánicos mediante procesos naturales.
- Energía eólica.** Tipo de generación de energía, que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad.
- Energía fotovoltaica.** Tipo de generación de energía que utiliza la luz solar para generar electricidad, mediante un efecto denominado "efecto fotovoltaico", el cual consiste en convertir los fotones de luz en energía eléctrica.
- Energía geotérmica.** Tipo de generación de energía que aprovecha el calor del interior de la tierra para producir energía eléctrica.
- Energía híbrida.** Tipo de generación de energía que combina dos fuentes renovables de energía para producir

electricidad.

- Energía hidroeléctrica.** Tipo de energía que aprovecha el movimiento del agua para producir energía eléctrica.
- Energía limpia.** Generación de energía eléctrica que no produce contaminantes o residuos.
- Energía renovable.** Tipo de energía que se obtiene a partir de fuentes naturales e inagotables.
- Energía solar.** Tipo de energía que se obtiene a partir del aprovechamiento ya sea de la luz o el calor del sol para producir energía eléctrica.
- Gases de efecto invernadero.** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero.
- Hidrocarburo.** Grupo de compuestos orgánicos constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.
- Hidrogenación.** Proceso por el que se adiciona hidrógeno a compuestos orgánicos no saturados.
- Huella ecológica.** Tipo de indicador de sostenibilidad que integra el

conjunto de impactos que ejerce una comunidad humana sobre su entorno, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados para el mantenimiento del modelo de consumo de la comunidad

Inteligencia competitiva.

Proceso de análisis de la información obtenida y que será el proceso clave para la generación de conocimiento respecto a tecnología, avance científico, mercado, competidores y regulación de los sistemas de energía fotovoltaica utilizados en edificaciones

Sostenible.

Que se sostener o sustentar por sí mismo.

Sustentable.

Que se puede sostener por sí mismo debido a las condiciones económicas, sociales o ambientales lo permiten.

Transmisividad

Proporción de radiación solar incidente sobre un material que es capaz de ser transmitida por ese material.

Termoeléctrica.

Que desarrolla energía eléctrica a partir o por acción de calor.

Vigilancia tecnológica.

Actividad cuyo principal objetivo es identificar las evoluciones y novedades de una tecnología, con el fin de determinar las oportunidades y amenazas, provenientes del entorno que puedan incidir en el desarrollo de determinada tecnología

INTRODUCCIÓN

El modelo de crecimiento económico adoptado aproximadamente desde el siglo pasado, el cual está enfocado principalmente a producir más y en menor tiempo, estado contribuyendo al continuo deterioro del medio ambiente, situación que no es sostenible para el bienestar presente y futuro del mundo y de sus habitantes, por ésta razón, uno de los temas que ha tenido un gran impacto en los último años es el cuidado y desarrollo del medio ambiente, es por ello que en el mundo se han desarrollado una serie de políticas que buscan favorecer el crecimiento sustentable. En México se puede observar una prueba de ello plasmada en el Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECiTI) y en el Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2013-2018), en donde uno de los principales objetivos es "Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible" (DOF: 30/04/2014) y entre los principales sectores que se busca desarrollar, se encuentra el medio ambiente. Otro de los sectores estratégicos que se marca en el PCiTI y en el PND es el sector energético, lo que implica que el desarrollo de energías que favorezcan el medio ambiente, también se considera como parte esencial para el desarrollo del país. En el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI) generado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), se establecieron 5 estrategias, las cuales son:

1. Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica, y desarrollo tecnológico, crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB
2. Contribuir a la formación y fortalecimiento de capital humano de alto nivel

3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.
4. Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento, vinculando a las Instituciones de educación superior y a los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

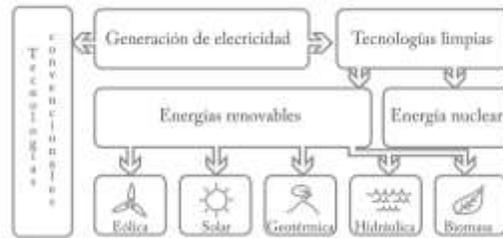
Sin embargo, a pesar de estar definidos sectores tecnológicos a desarrollar, la metodología utilizada para cumplir con cada uno de los objetivos no está del todo definida, por lo cual y dado que se trata de estrategias tecnológicas, se propone que para definir específicamente las tecnologías con mayor oportunidad a desarrollar en México, se recurra a una de las herramientas que ha resultado de gran utilidad en la definición de líneas de acción para el desarrollo de competitividad en las empresas, con esto me refiero a la herramienta de inteligencia competitiva.

Adicionalmente, el tema energético es relevante ya que según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto invernadero (2010), se muestra que actualmente el sector energético es el que genera más Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el país, debido a la dependencia que tiene la generación de energía actual con la quema de combustibles fósiles (a pesar de los esfuerzos que ha realizado la CFE por el desarrollo de energía hidroeléctrica y eólica). La elevada contribución del sector energético a la generación de GEI, se debe a la gran demanda de energía por parte de las edificaciones tanto domésticas como industriales que necesitan para operar, es por ello que se puede decir que en la actualidad las edificaciones son una de las principales fuentes de

emisiones de contaminantes. Ante todo esto surge la necesidad de utilizar fuentes renovables de energía que puedan ser aplicables para satisfacer las demandas energéticas de las edificaciones. En este tenor, uno de los Organismos del Gobierno Federal encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento de la participación de México en la economía internacional, PROMÉXICO, en su publicación "*Desarrollo sustentable y el crecimiento económico en México*" (Octubre, 2013), menciona que en un futuro muy cercano, será crucial que las empresas incorporen medidas ambientales para generar valor en su organización, debido a que en los próximos años las cuestiones de sustentabilidad y cambio climático serán el nuevo escenario competitivo de los negocios y un fuerte elemento por el que los indicadores financieros valorarán a las organizaciones, por lo que es crucial incorporar en las edificaciones de empresas u organizaciones medidas sustentables y de eficiencia energética.

En estudios recientes de la OCDE entre los que se encuentran "Edificaciones sustentables en América del Norte: Oportunidades y retos" (2008), "Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México" (2013), "Mejores políticas para una vida mejor" (2013), hacen mención a que en México se debe hacer hincapié en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones, con el fin de reducir el impacto ambiental que las edificaciones generan en el país y para ello es importante ahorrar, optimizar la energía y reducir al mínimo el uso de combustibles fósiles para la generación de la misma. Por lo que una alternativa considerable es fomentar el desarrollo de fuentes renovables de energía es decir a aquellas energías que se renuevan de forma continua, entre ellas se encuentran: el sol, el viento, el agua, la biomasa y el calor proveniente del núcleo de la Tierra. Es preciso señalar que dependiendo del tipo de fuente utilizada, las energías renovables se clasifican en:

Figura 1. Generación de electricidad por tipo de energía



SENER, Promexico, 2013

Debido a la ubicación geográfica del país, es recomendable propiciar el uso de la energía solar fotovoltaica, ya que el territorio mexicano forma parte del llamado "cinturón solar" (países que se encuentran en la latitud + – 35 con respecto al Ecuador son conocidos como el cinturón solar debido a que tienen los niveles más altos de radiación solar al año del planeta), que lo ubica entre los principales países con un alto potencial para el desarrollo de energía solar, esto permite que los sistemas de energía fotovoltaica sean una excelente opción, para ser incorporadas en edificaciones, con el fin de reducir el impacto ambiental que las edificaciones generan y para atender a la petición de la OCDE de mejorar la eficiencia energética de las mismas.

En México existen diversas instancias que han tratado de propiciar el uso eficiente de energía en edificaciones, en primera lugar está la Conuee que es la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, la cual desarrolla programas de eficiencia energética para edificaciones, publica lineamientos, da seguimiento a sus programas y proporciona asesoría a toda persona que lo solicite, también está el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) el cual es un fideicomiso privado, sin fines de lucro, el cual surge en apoyo al Programa de Ahorro de Energía Eléctrica; con la finalidad de coadyuvar en las acciones relacionadas con el ahorro

y uso eficiente de la energía eléctrica, éstos y otros programas han ayudado a estimular el uso de tecnologías energéticamente eficientes como lo es la tecnología de energía fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica tiene sus orígenes en el siglo XIX sin embargo, su periodo de evolución comienza hasta los años 50 del siglo XX. Actualmente el uso de los sistemas de EFV se ha enfocado principalmente en amortiguar los picos de consumo altos en edificaciones, y en cuanto a su desarrollo ha alcanzado un periodo de madurez que le permite tener un determinado desarrollo industrial que está basado en la tecnología del silicio principalmente. Entre las ventajas del aprovechamiento y desarrollo de EFV están:

- El recurso solar es gratuito.
- Instalación poco compleja.
- Compatibilidad con otras fuentes de energía .
- No requiere espacio adicional (se integra a la edificación).
- Los costos de mantenimiento son mínimos.
- Contribuye a la sostenibilidad del sistema energético (no produce ruido, emisiones nocivas, ni gases contaminantes).
- Sistema modular.

Sin embargo la popularidad de la tecnología fotovoltaica se ha basado en su fácil uso, relativo bajo costo de mantenimiento y la disponibilidad del recurso solar. Se considera como ventaja la modularidad de los sistemas ya que debido a que son modulares, los sistemas fotovoltaicos pueden ser dimensionados a fin de satisfacer las necesidades energéticas exactas de cada usuario, de este modo se incrementa al máximo la eficiencia del sistema. Por lo tanto conforme aumentan o disminuyen las necesidades energéticas del usuario, el tamaño del sistema (potencia) aumenta o

disminuye en la misma proporción, por lo que es utilizable tanto en pequeñas viviendas, como en grandes construcciones.

Las edificaciones domésticas e industriales demandan aproximadamente el 88% de la energía consumida en el país, por lo tanto es indispensable contar con alternativas energéticas que puedan satisfacer la gran demanda de energía de las edificaciones y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental. Los sistemas basados en energía fotovoltaica, debido a que son una fuente de energía renovable, representan una muy buena opción para reducir contaminantes, generar energía suficiente y reducir la huella ecológica de las edificaciones.

Identificar las tecnologías de energía fotovoltaica utilizadas en edificaciones que están disponibles a nivel mundial, permitirá visualizar un panorama general de ésta tecnología y seleccionar las tecnologías más adecuadas energéticamente hablando.

La presente investigación a diferencia de los estudios de vigilancia tecnología de energía fotovoltaica actuales, tiene un enfoque integral, considerando además del entorno científico – tecnológico, limitando el análisis de oportunidades y amenazas a éstos, integra el entorno de mercado y regulación, así como el reconocimiento de la dinámica económica, a fin de estar en posibilidad de detectar una ventaja competitiva real para México. Esto es, se realizará un estudio de inteligencia competitiva y no sólo de vigilancia tecnológica.

En este tenor, se considera que entender e identificar las oportunidades y amenazas que se enfrentan en el desarrollo de dicha tecnología es un factor determinante para el país, dado que se constituye en la plataforma sobre la cual desarrollar planes y estrategias que permitan la incorporación de dichas tecnologías, que contribuyan a la competitividad, y que a la vez

les permitan enfrentar los cambios tecnológicos que se presenten. En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las oportunidades y amenazas presentes en el entorno en el cual se desenvuelve la energía fotovoltaica y cómo han evolucionado, y que se deben considerar si se pretende que esta tecnología emergente se fortalezca en México?

Acorde a la pregunta de investigación, el objetivo general de la presente tesis es el siguiente: Desarrollar un marco del entorno que prevalece respecto a la energía fotovoltaica, que permita identificar las oportunidades y amenazas para el uso de dicha tecnología emergente en México. Para ello es menester un entendimiento de las tendencias científicas y tecnológicas (trayectorias), pero también, el reconocimiento de las condiciones económicas y de dinámica industrial, de regulación y de mercado que prevalecen en el país. Esto es, es primordial identificar las fuentes de conocimiento y la posición del país, así como, la evolución tecnológica y cómo ésta se ha dado en el país, sin embargo, es menester considerar los factores de generan incentivos positivos o negativos a dicho desarrollo (regulación), las condiciones bajo las cuales se relacionan los diferentes agentes (mercado) y la situación económica que puede favorecer o destruir empresas. Esta caracterización del entorno permitirá determinar sí el país realmente tiene la posibilidad de desarrollo tecnológico en esta área, a fin de que se constituya en una ventaja competitiva o no.

Por lo que se plantean los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Identificar el entorno de regulación.
- ✓ Identificar las condiciones económicas y de dinámica industrial.
- ✓ Identificar el entorno científico – tecnológico.

- ✓ Identificar el entorno de mercado.
- ✓ Reconocer las oportunidades y amenazas respecto al desarrollo de la energía fotovoltaica en México y, por ende, una ventaja competitiva o no.

El trabajo permitirá informar sobre la energía fotovoltaica en México, generando una descripción general de la situación actual y una previsión de los retos para el futuro, a fin de que se constituya en una ventaja competitiva para el país. Por lo tanto, no se plantea hipótesis.

La tesis se desarrollará en 6 capítulos. En el primero, se presenta la discusión del concepto de inteligencia competitiva derivado de vigilancia tecnológica, y contextualización para efecto de la investigación. En el segundo se identifican las normas, leyes y reglamentos que impactan al sector mientras que en el tercer capítulo se reconoce la tendencia económica y dinámica industrial del sector, a fin de caracterizar al objeto de estudio (la energía fotovoltaica). En el cuarto y quinto, se presenta la evidencia empírica del entorno científico y tecnológico (respectivamente). En el sexto se muestra un análisis del entorno comercial. Finalmente, en el cómo conclusión el análisis conjunto de los entornos, a fin de identificar las oportunidades y amenazas, y por tanto, la posible ventaja competitiva que podría desarrollar México.

1.1 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La Vigilancia tecnológica se encuentra formando parte de diversos modelos de gestión de tecnología, mismos que pueden referenciarse como el conjunto de procesos o actividades de administración que se emplean con la finalidad de asegurar que la tecnología se use de forma adecuada para el logro de los objetivos de la organización, y de manera especial, para aumentar sus ventajas competitivas (Porter, 1995). Dicha definición puede complementarse con la aportada por la Fundación COTEC para la innovación tecnológica (1998) en donde hace referencia a que la Gestión Tecnológica capacita a una organización para hacer el mejor uso posible de la ciencia y la tecnología generada también fuera de la misma, incrementando sus posibilidades de innovar y de ser un rival altamente competitivo en el mercado. Por lo tanto se puede decir que la gestión tecnológica es de gran utilidad para dar dirección a las posibles investigaciones y desarrollos tecnológicos, es por ello que para contribuir a todos los esfuerzos realizados en la generación de estrategias tecnológicas la incorporación de algún modelo de gestión de tecnología es de gran utilidad. Dentro de estos modelos la herramienta clave para la definición de líneas de acción en el área tecnológica es la vigilancia tecnológica, la cual es una herramienta que comenzó a tener un gran auge en España debido a la metodología de seguimiento de sectores productivos y en Francia debido al mapeo científico, prueba de ello es que en este lugar desarrolló el primer software de redes de conocimiento. Esta herramienta comúnmente es incorporada dentro de los modelos de gestión tecnológica utilizados por diversas organizaciones, los cuales son:

1. Modelo Nacional de Gestión de Tecnología del Premio Nacional de Tecnología e Innovación. En el cual la función de Vigilancia tecnológica se inserta como la primera actividad que se debe realizar, partiendo del hecho de que a partir de la información encontrada, se puede hacer la planeación tecnológica, es decir definir qué rumbo va a tomar y con base en ello, y allegarse de las capacidades que sean necesarias. Para este modelo se menciona que las herramientas específicas para hacer el ejercicio de Vigilancia Tecnológica son: benchmarking, estudios de mercado y de clientes, estudios de competitividad y monitoreo tecnológico. Herramientas que se relacionan directamente con diversos entornos, los cuales deben ser monitoreados con la misma intensidad.

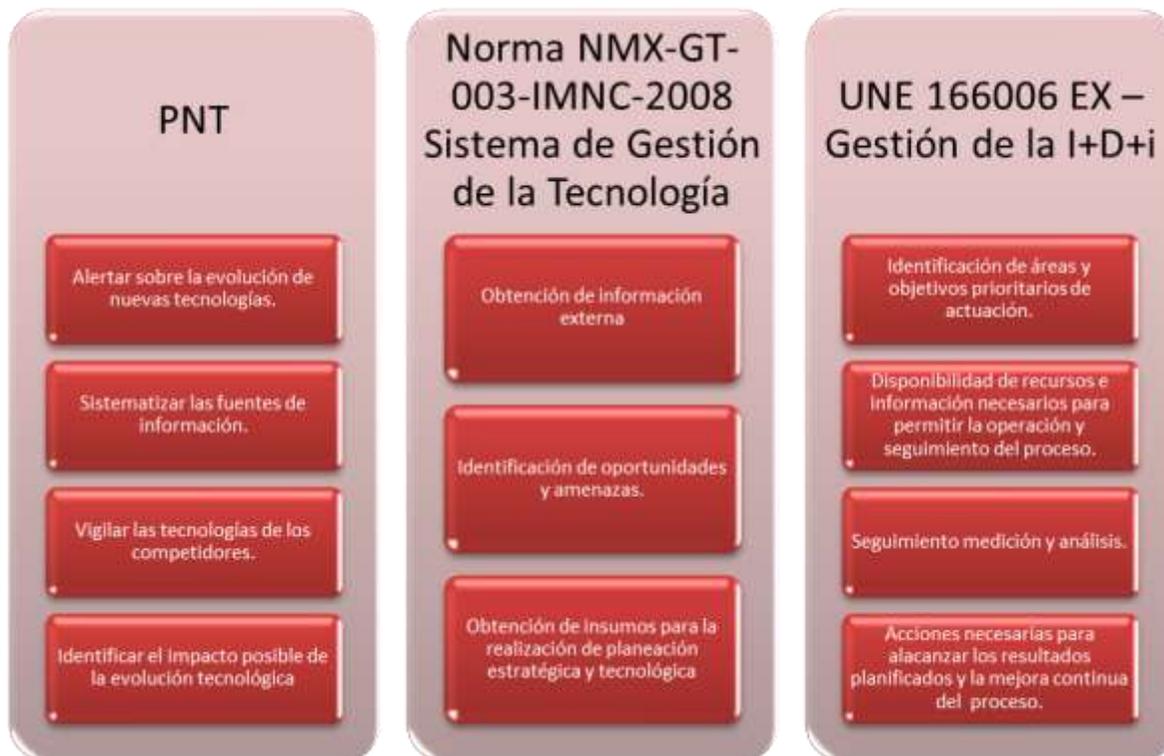
2. Norma NMX-GT-003-IMNC-2008 Sistema de Gestión de la Tecnología. En este modelo de gestión, el proceso de Vigilancia Tecnológica se inscribe dentro del Sistema como uno de los procesos sustantivos para generar ventajas competitivas en cualquier organización, a partir de la adaptación de su estructura y funciones internas hacia el desarrollo tecnológico o innovaciones propias. La actividad de Vigilar se encuentra dentro de este Modelo como una actividad clave para detonar proyectos tecnológicos a partir de estrategias bien definidas que contemplen el monitoreo del entorno y las capacidades organizacionales. La Vigilancia forma parte del Enfoque Competitivo, dado que se centra principalmente en la obtención de información externa, para identificar amenazas u oportunidades y dotar a la organización de insumos para la realización su planeación estratégica y tecnológica, es decir, definir los rumbos tecnológicos que tomará con base en dicha información.

3. UNE 166006 EX – Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica. La Vigilancia Tecnológica, de acuerdo con este modelo de gestión es la que “detecta, analiza, difunde, comunica y explota las

informaciones técnicas útiles para la organización, alerta sobre las innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades, y amenazas para la misma, investiga los hallazgos realizados para el desarrollo de productos, servicios y procesos y en algunos casos busca soluciones tecnológicas a problemas concretos de la organización”. Los procesos involucrados en la VT van encaminados a obtener información del entorno tecnológico para que transformada en conocimiento, además que de que sea un elemento de apoyo para ajustar el rumbo, marque posibles caminos de evolución tecnológica, de interés para la organización.

Para cada modelo, la vigilancia tecnológica tiene un objetivo específico, el cual se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Vigilancia tecnológica, bajo el contexto de gestión tecnológica.



Fuente: Elaboración propia, a partir de los modelos de gestión tecnológica mencionados

Con base a los modelos anteriores se puede decir que la vigilancia es una función de la organización que tiene continuidad en el tiempo y se encuentra ligada a los aspectos estratégicos. Según Palop y Vicente (1999), la vigilancia tecnológica se define como el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma, por poder implicar una oportunidad o amenaza para ésta. En tanto que Escorsa (1997) señala que un "sistema de vigilancia tecnológica" puede definirse como la búsqueda, detección, análisis y comunicación a los directivos de la empresa de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y la tecnología.

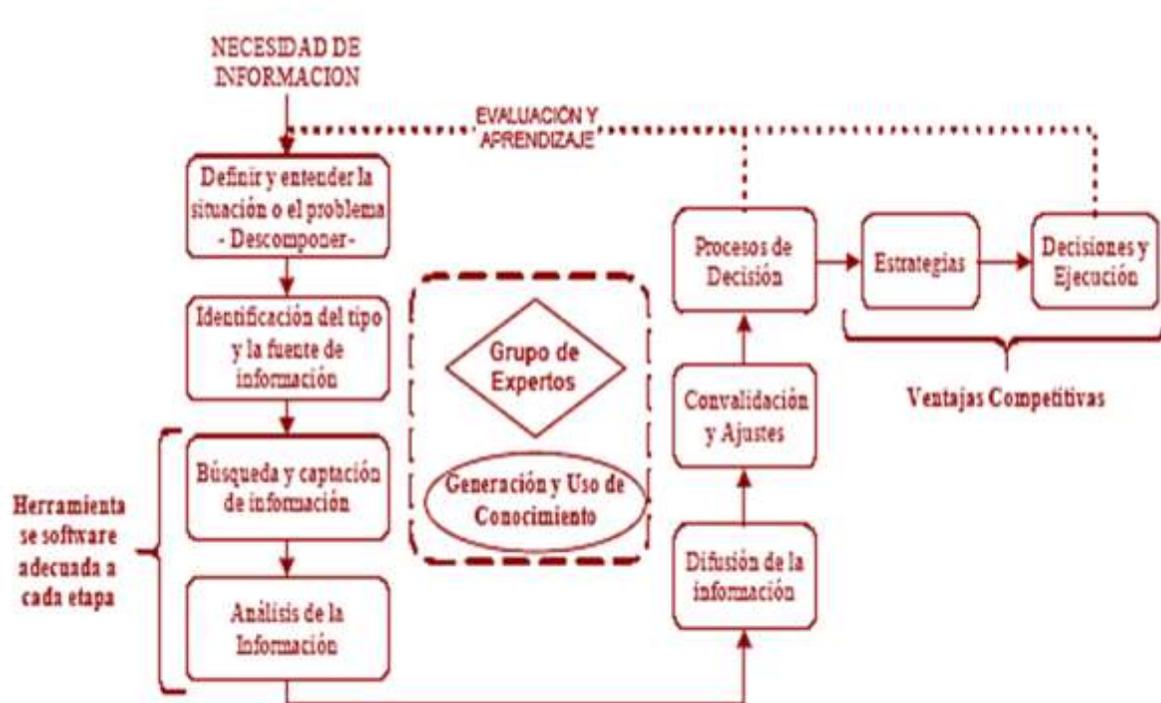
De acuerdo con las definiciones anteriores, y para efectos del presente trabajo, se entenderá la Vigilancia Tecnológica como una actividad cuyo principal objetivo es identificar las evoluciones y novedades de una tecnología, con el fin de determinar las oportunidades y amenazas, provenientes del entorno que puedan incidir en el desarrollo de determinada tecnología.

Es preciso mencionar que existen diversos modelos que han sido de gran ayuda para el desarrollo del proceso de vigilancia tecnológica, entre ellos se encuentra el modelo de Oscar F. Castellanos, Andrés M. León y Víctor M. Montañez (2008), en donde se propone un modelo de vigilancia tecnológica, el cual se enfoca a definir necesidades de información, para ello resulta indispensable definir y entender el problema a partir de un proceso de descomposición, una vez descompuesto el problema se pueden identificar con mayor eficacia las fuentes de información. Este

modelo incorpora herramientas informáticas como softwares especializados en la búsqueda, captación y análisis de información (ver figura 2).

Una vez obtenida la información, ésta se difunde al interior de la organización para posteriormente, llevarla a un proceso de convalidación y ajustes, es decir el análisis de la información en su conjunto con el “*expertis*” de las personas relacionadas con el proyecto, y por último se pasa a un proceso de toma de decisiones en donde se plantea una estrategia tecnológica se procede con su implementación.

Figura ¡Error! Marcador no definido.. **Etapas desarrolladas en la Vigilancia Tecnológica**



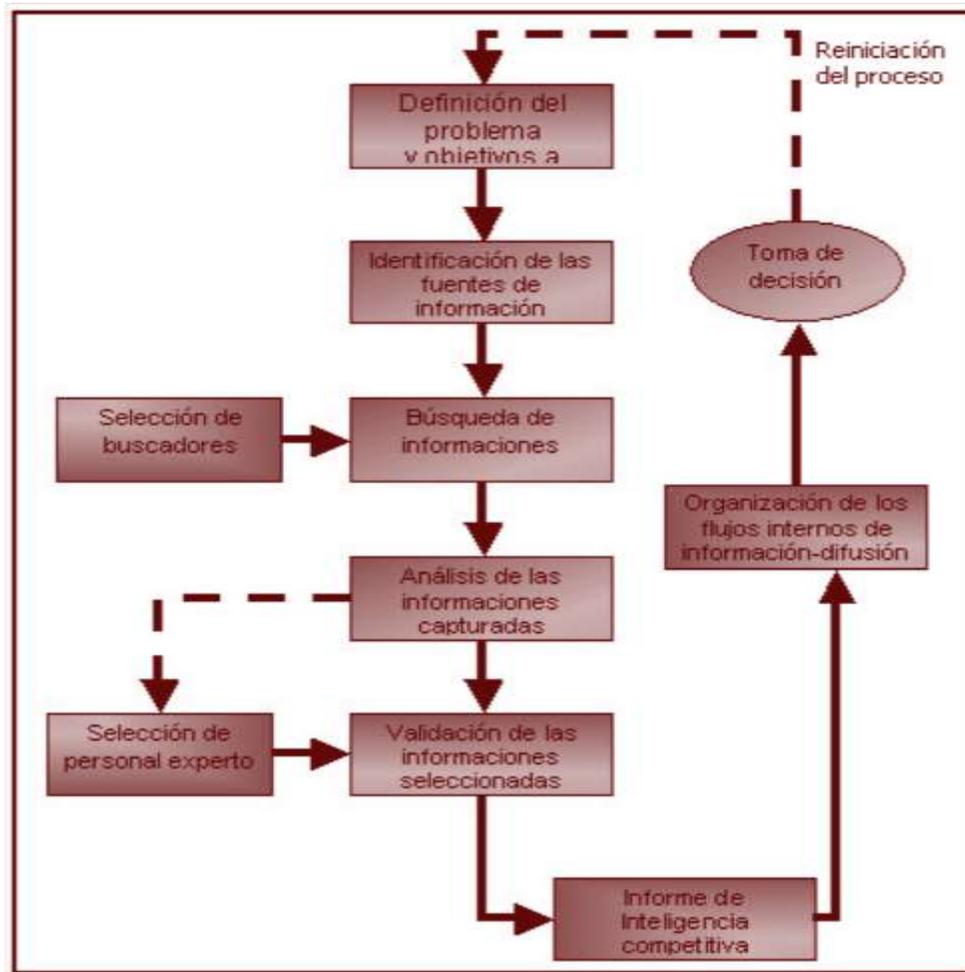
Fuente: Castellanos, León y Montañez (2008).

Por otro lado, el modelo de Morcillo (2003), sigue una secuencia similar al modelo de vigilancia tecnológica de Castellanos, León y Montañez, en donde el primer paso es la definición del problema, en este caso con la finalidad de identificar los objetivos tecnológicos de la organización, misma identificación servirá para detectar si la organización tiene o no la capacidad para desarrollar cierta tecnología. Cabe señalar que mientras en el modelo de castellanos, hace énfasis especial en el conocimiento y experiencia de las personas involucradas en el proyecto, en este modelo se resalta la identificación de fuentes de información, así como la búsqueda de la misma. Una vez obtenida la información se lleva a un proceso de clasificación, análisis y estructuración, para posteriormente poder validarla con ayuda de algún experto que puede ser algún científico y/o tecnólogo (ver figura 3).

La información obtenida, será de gran utilidad al momento de generar un informe de inteligencia competitiva, o dicho de otro modo, una vez obtenida la información se analizara de manera estratégica para poder darle un valor agregado, con la finalidad de que la organización pueda tomar decisiones.

Por lo tanto, este modelo deja ver que la vigilancia tecnológica es un proceso que se hace para poder observar la el exterior de una organización de tal forma que la información obtenida pueda ser de gran utilidad al momento de tomar decisiones al interior de la empresa.

Figura ¡Error! Marcador no definido.. Proceso de inteligencia competitiva



Fuente: Morcillo (2003).

Por otro lado, el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) también propone un modelo para la realización de proceso de vigilancia tecnológica, el cual consta de la identificación de necesidades, fuentes y medios de acceso a la información, para poder realizar la búsqueda, tratamiento de la misma, posteriormente se procede a darle valor a la información obtenida y por último divulgarla.

En cada modelo se puede observar que la principal herramienta de la vigilancia tecnológica es la información obtenida, por lo que independientemente del tipo de tecnología y de las herramientas de

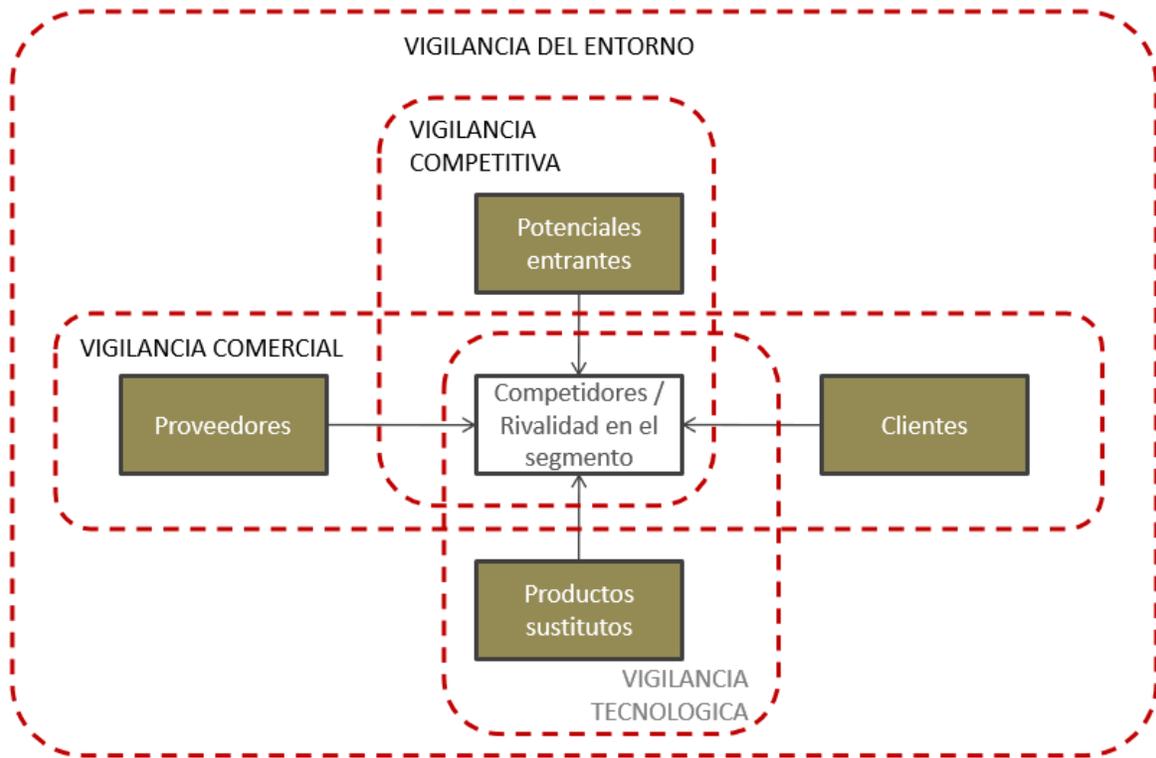
búsqueda es primordial mencionar que existen tres tipos de fuentes de información que son: Blanca, gris y negra. La primera hace referencia a fuentes que son de libre acceso, mientras que las gris se refiere a cierto tipo de información a la que no todos tienen acceso, sin embargo los métodos de obtención caen dentro de un marco ético, y por último, las fuentes negras, las cuales están relacionadas con el espionaje industria, es decir, son métodos ilegales de obtención de información, por lo que no se recomienda recurrir a esta fuente de información, por razones principalmente éticas.

Como complemento para entender el proceso de vigilancia tecnológica, es preciso mencionar que entre los objetivos ésta se encuentra los siguientes:

- Anticipar cambios. Ante nuevas tecnologías, oportunidades de mercado, y detección de competidores.
- Reducir riesgos. Mediante la elección adecuada de protección de la propiedad intelectual, identificación de regulaciones, posibles alianzas, y detección de nuevas inversiones.
- Detectar amenazas. Mediante la identificación de cambios del entorno en diversos entornos, como puede ser el entorno político, ambiental, social, económico y/o legal.
- Innovar. Mediante la detección de nuevas ideas, necesidades, demandas y sus posibles soluciones

Es debido a estos objetivos que aunque la vigilancia tecnológica está enfocada al sector técnico y tecnológico, comúnmente en su desarrollo se incluyan diversos entornos, como los propuestos por De los Santos y Millán (2012), pero ellos ya abordan el tema de inteligencia competitiva. (Ver figura 4)

Figura 2. Vigilancia Tecnológica, entornos.



Fuente: De los Santos y Millán (2012).

En donde se definen tres entornos principales: Vigilancia tecnológica, enfocado a la identificación de productos existentes que compiten en un mismo mercado y a la detección de posibles sustitutos tecnológicos. Vigilancia competitiva, enfocada a la identificación de competidores actuales y posibles, es decir aquellos que actualmente no son competidores pero podría llegar a serlo. Y por último, la vigilancia comercial, que se enfoca a identificar proveedores y clientes.

En este mismo contexto, Escorsa y Maspons (2001) reconocen la necesidad de abordar el tema de vigilancia competitiva, al cual aborda cuatro entornos. El primero refiere a competencia, e implica detectar a los competidores actuales y potenciales, es decir, detectar a todas aquellas organizaciones que ofrecen el mismo producto con mayor o menor valor agregado, además de identificar a los competidores emergente que son

los que se caracterizaban por hacer uso de las tecnologías pero que tiene interés en producirla, comúnmente en primera instancia para uso interno, sin embargo una vez que estos comienzan a utilizar y/o desarrollar las tecnologías que antes consumían, los convierte en un competidor. La vigilancia comercial, que consiste en identificar a los clientes, los mercados y los proveedores. La vigilancia tecnológica, que se refiere a la identificación de tecnologías disponibles y emergentes. Y por último la vigilancia de entornos, en donde se identifica el contexto bajo el cual se desarrolla la tecnología, e incluye aspectos regulatorios, sociales y políticos (ver cuadro 2).

Cuadro 2. VT Aspectos relacionados a cada entorno



Fuente. Elaboración propia, en base a los modelos de vigilancia descritos.

Es debido a la consideración de diversos entornos que en los trabajos de vigilancia tecnológica se pueden encontrar:

- 1) Líneas de investigación. En donde se identifican las principales líneas de investigación, para poder definir el rumbo del ejercicio de vigilancia.
- 2) Tecnologías emergentes. En donde se consideran las tecnologías actuales y emergentes.
- 3) Competidores. Detección de competidores que se fortalecen dentro de la actividad productiva, competidores que salen de la actividad productiva y competidores que se están integrando en la actividad productiva, es decir, competidores actuales y potenciales.
- 4) Líderes. Quien haya desarrollado de manera más eficiente la tecnología en cuestión.

Con todo lo revisado se puede observar que la vigilancia tecnológica está enfocada principalmente a la revisión y obtención de información del exterior de la organización, y que es preciso darle un valor agregado a la información obtenida, esto se hace mediante un proceso conocido como inteligencia competitiva, cuya finalidad es que la organización pueda tomar las mejores decisiones en base a la información obtenida. No obstante, y considerando que los trabajos desarrollados reconocen que no es suficiente con el reconocimiento del entorno tecnológico, sino una visión más integral del entorno, con el uso de herramientas que realmente permitan convertir la información en conocimiento para la toma de decisiones de alto valor estratégico en las organizaciones, es menester enfocar la presente investigación hacia inteligencia competitiva más que a vigilancia tecnológica.

1.2 INTELIGENCIA COMPETITIVA

El concepto de Inteligencia Competitiva (IC) ha sido abordado por diversos autores debido a la importancia estratégica y evolución actual de su aplicación. El enfoque que propone Kahaner (1997) sobre la IC hace referencia a que es una disciplina que permite a los líderes de las organizaciones tomar decisiones de nivel estratégico para generar ventajas competitivas con respecto a la competencia, su principal insumo entonces es la información convertida en conocimiento, cuyo proceso involucra una serie de pasos:

- La planeación y dirección de la estrategia
- La recolección de datos útiles
- El análisis de la información para transformarla en conocimiento y
- Su difusión a quienes puedan darle un uso de valor para el negocio.

Es preciso señalar que entre los aspectos más relevantes de este concepto, es el hecho de que la inteligencia competitiva no se limita a identificar amenazas. La IC abarca la información de los diferentes entornos que pueden afectar de manera positiva o negativa el rumbo de la organización o línea de negocio. Esto es, dado que se trata de obtener información para tomar decisiones, resulta igualmente importante que detectar las amenazas, conocer si hay oportunidades para introducir un nuevo producto o servicio, hacia donde se dirigen las trayectorias tecnológicas, si es factible entrar a nuevos mercados internacionales, cómo responderán los clientes a una nueva tecnología, entre otros aspectos.

Por lo tanto, inteligencia competitiva también está relacionada con anticiparse a los cambios y/o demandas del entorno, no sólo reconocerlas y dar seguimiento, sino tener una acción proactiva. Si bien existe una alta incertidumbre que caracteriza a las economías, a través de una aplicación adecuada del proceso de IC es posible que una organización detecte las tendencias tecnológicas a mediano o largo plazo, de manera que pueda prepararse con suficiente tiempo para allegarse de las capacidades científicas y tecnológicas que le permitirán competir en los mercados.

De lo anterior, se desprende que la IC comprende cuatro categorías principales que permiten obtener un análisis integral de los diferentes entornos de la organización y que se encuentran alineadas a los cuatro entornos definidos en la vigilancia tecnológica:

Cuadro 3. IC, Aspectos relacionados a cada entorno



Fuente. Elaboración propia, con base en el modelo de IC descrito.

Un análisis integral del entorno deberá contemplar preferentemente estas cuatro categorías, sin embargo, dependiendo de la situación y objetivos

de la organización, se podrá hacer más énfasis en uno u otro aspecto del entorno para corregir o determinar rumbos de acción.

Es importante señalar que un concepto que se maneja de manera diferenciada por los autores es la “Inteligencia Tecnológica Competitiva” o ITC, el cual de acuerdo con Solleiro y Castañón (2008) es una herramienta de la gestión tecnológica que permite a los directivos de una institución, tener la sensibilidad sobre los desarrollos científicos y tecnológicos externos que pueden representar oportunidades o amenazas para la empresa, y actuar oportunamente en la elaboración de medidas preventivas (planes, programas y proyectos tecnológicos relevantes).

Lo anterior significa que la ITC se centra principalmente, el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de las amenazas u oportunidades que genera. En la siguiente figura se explica de manera sencilla y clara el proceso que conlleva la Inteligencia Tecnológica Competitiva:

Figura ¡Error! Marcador no definido.. **Pirámide de la Inteligencia Tecnológica Competitiva.**



Fuente: Solleiro y Castañón (2008: 56)

Por lo que con el fin de tener un enfoque integral y no sólo tecnológico, es que la presente investigación se apegará al concepto de Inteligencia Competitiva. Cabe señalar que la IC no debe entenderse como una actividad que dependa únicamente de medios tecnológicos, el factor humano es una parte esencial e imprescindible en ese proceso, dado que es la capacidad de análisis de las personas especialistas en diversos temas, la que dota a la información de valor para convertirla en conocimiento que sea aplicable, por lo tanto, en el desarrollo de este proceso es recomendable concientizar a la gente que trabaja en las organizaciones sobre la importancia de la IC en el éxito o fracaso del proyecto.

La Inteligencia Competitiva y la vigilancia tecnológica se han convertido en una de las prácticas mejor consideradas para recoger información externa y son parte fundamental del proceso de dirección estratégica. A pesar de que se le atribuyen las mismas categorías al concepto de Vigilancia tecnológica, su principal diferencia con la Inteligencia Competitiva es que esta última es más proactiva ya que se anticipa a las oportunidades o amenazas que pueden suceder en el entorno, a diferencia de la Vigilancia Tecnológica que identifica aquéllos cambios que ya acontecieron.

La Vigilancia Tecnológica está unida a la Inteligencia Competitiva, incluso en muchas ocasiones se usan los dos términos juntos, sin embargo, mientras que la Vigilancia pone el énfasis en la búsqueda y la obtención de información relevante de los diferentes entornos, la Inteligencia Competitiva se refiere al mismo proceso, pero poniendo el énfasis en el análisis de esta información.

Entre las diferencias que diversos autores han recopilado se encuentran las siguientes:

- La Vigilancia es un seguimiento pasivo de información, mientras que la Inteligencia es un seguimiento activo ya que implica el análisis
- La Inteligencia supone información más elaborada y mejor preparada que la de la Vigilancia, para la toma de decisiones
- La Inteligencia es de carácter global e integra los resultados de los diferentes ámbitos de la vigilancia tecnológica.

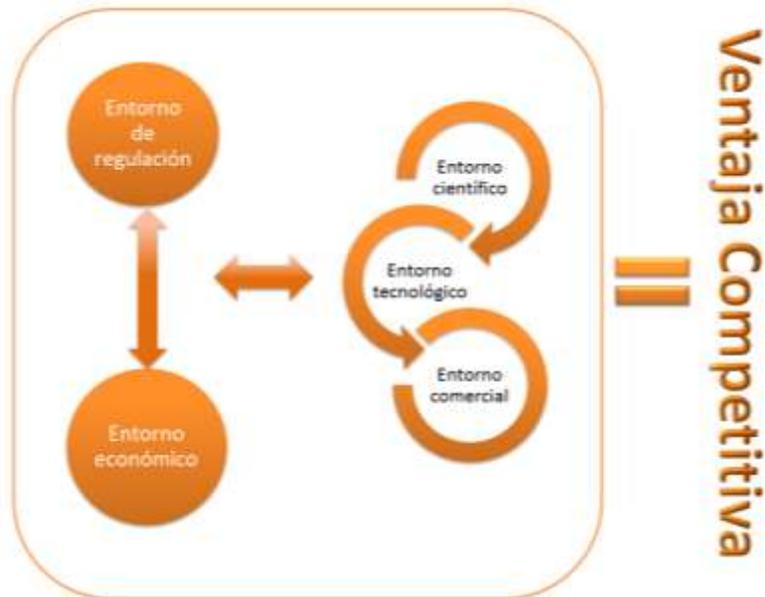
Para efectos del presente trabajo, se entenderá la inteligencia competitiva como el proceso de análisis de la información obtenida y que será el proceso clave para la generación de conocimiento respecto a tecnología, avance científico, mercado, competidores y regulación de los sistemas de energía fotovoltaica utilizados en edificaciones. Esto será la base para la identificación de oportunidades y amenazas, que se encuentran en el entorno y que deberán considerarse sí es que en México se desea fortalecer este tipo de tecnologías. Así mismo, en este caso se consideraran los siguientes entornos:

- Entorno científico. Se identificarán los artículos científicos para identificar, las tendencias de la investigación científica respecto a la EFV y la posición de México.
- Entorno tecnológico. Será de gran utilidad para definir la evolución de la tecnología y con ello poder visualizar en rumbo que podría tomar, a partir de la posición actual de México.
- Entorno comercial. Con el fin de identificar la oferta de tecnologías de energía fotovoltaica (competidores) y a los posibles consumidores, y compararlo con los entornos tecnológico y científico, para identificar el rumbo que podría tener esta tecnología en México.

- Entorno regulatorio. Identificar las condiciones bajo las cuales se desarrolla la tecnología de energía fotovoltaica en México.
- Entorno económico. Se caracterizará el sector mediante la identificación de la dinámica industrial.

La metodología a seguir consiste, primero identificar la reglamentación y condiciones de incentivos generados por la política pública para el desarrollo o limitación de la EFV (capítulo 2) para complementar este entorno, en un siguiente capítulo (capítulo 3) se identificará la dinámica industrial a través de su comportamiento económico. En este tenor, las tendencias económicas y de dinámica industrial, serán la base para la caracterización de la situación actual de la EFV en México, constituyéndose en la plataforma del análisis de Inteligencia Competitiva y por tanto de los entornos a desarrollar. Posteriormente, a través de bibliometría, se estudiará el avance en el ámbito científico, a fin de identificar tendencias y analizar a la luz del entorno económico y las tendencias tecnológicas (Capítulo 4). Una vez identificadas las tendencias de participación en mercados, es posible intuir en dónde están los mercados tecnológicos (que son justamente aquellos mercados en los que se tiene posibilidad de comercializar), por lo que se continuará con el análisis de patentes a través del cual se desarrollará el entorno tecnológico, y se desarrollará la trayectoria tecnológica (Capítulo 5). Dado que la comercialización es fundamental para el desarrollo tecnológico, aun cuando existe evolución científica, si no hay comercialización el impacto es relativo, por lo que es fundamental este apartado y se desarrollará con base en el análisis de la competencia (Capítulo 6).

Figura 3. Metodología a seguir.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Finalmente, si bien es cierto que el modelo de IC genera conocimiento de alto valor agregado para la toma de decisiones de una organización, el sólo reconocimiento del entorno, la combinación de la información obtenida que sea base de conocimiento de elementos críticos, son insumos fundamentales para la promoción del desarrollo económico que le resulte más viable a cada país, en función en su propia estructura y de sus objetivos de transformación competitiva. En esta última línea se inscribe el presente trabajo, considerando que en el PND vigente, sí reconoce el uso de energías alternativas como una prioridad nacional, entre ellas la EFV. Adicionalmente, es menester señalar que sí se han desarrollado trabajos de EFV enfocados a la identificación de la trayectoria tecnológica, la presente investigación es más amplia dado que considera el entorno industrial, de regulación comercial y científico, por lo que las amenazas y oportunidades detectadas tendrán mayor impacto, en la planeación a nivel país para impulsar ésta tecnología emergente.

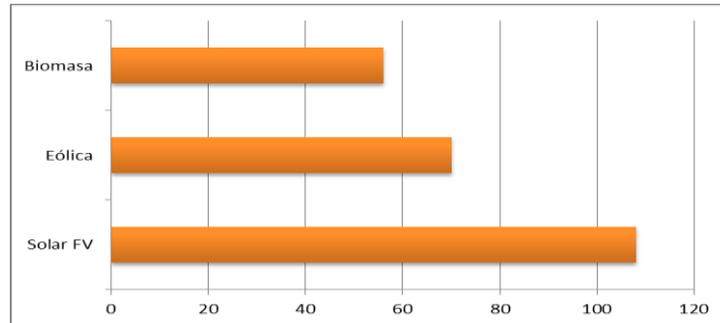
En México ya se ha emprendido un camino hacia la diversificación de los combustibles que se utilizan en la generación de electricidad ya que en la actualidad según los datos proporcionados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) en el Banco de Información Económica (BIE), el 73% (Véase capítulo3) de la energía generada se basa en combustibles fósiles, lo que implica que en el país aún se cuenta con un alto grado de dependencia a los combustibles fósiles, situación que afecta la seguridad energética, además de que impacta en el medio ambiente y en la salud debido a la emisión de gases de efecto invernadero asociada con la generación de energía a partir de combustibles fósiles. Razón por la que México se ha iniciado una etapa de continuo desarrollado de políticas, leyes, reglamentos y normativa enfocadas en fomentar e incrementar la implementación de fuentes de energía que causen un menor impacto principalmente al medio ambiente, como las energías renovables y limpias.

Es preciso señalar que entre las energías renovables la fotovoltaica es el tipo de energía que mayor dinamismo presenta a nivel internacional, ya que en los últimos años ha aumentado en gran medida su capacidad instalada, del 2004 a la fecha creció la capacidad instalada de energía fotovoltaica un 70%, siendo Alemania, Italia y China los países con mayor aumento de capacidad instalada de energía fotovoltaica. (Para información más detallada consultar el capítulo 3 del presente trabajo)

En la actualidad, según el Inventario Nacional de Energías Renovables, México cuenta con 9 plantas generadoras de energía fotovoltaica las cuales en el 2014 generaron 34000 GWh. Es preciso mencionar que el costo por generación de generación de energía FV hoy en día es el más elevado

en el contexto de energías renovables. Como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 1. . Costo por generación de energía. Centavos de dolar/kWh.



Fuente: Elaboración propia en base a "10 YEARS OF RENEWABLE ENERGY PROGRESS".
REN21, 2014

Dentro de las energías renovables la energía fotovoltaica es una de las que mayores beneficios ofrece sin embargo un gran obstáculo para su desarrollo es el alto costo de la tecnología es por ello, que para el desarrollo de este tipo de tecnología es necesaria la intervención del estado ya que según Stiglitz el estado debe intervenir únicamente en los campos en donde los fallos de mercado sean más notorios; por lo tanto entre las principales razones que hacen que el gobierno impulse la energía fotovoltaica es debido a que se trata de una de las tecnologías más recientes (comparada con la eólica, hidráulica o geotérmica) lo que implica un alto grado de incertidumbre como para que las empresas inviertan en el desarrollo y uso de este tipo de tecnología, por otro lado, debido a su reciente aparición en el mercado de energías renovables los costos es ese tipo de energía aún son muy elevados lo que implica que si el estado no interviene mediante programas o financiamientos será muy difícil que por sí sola esta tecnología logre impulsarse. Por lo tanto para que México pueda cumplir con una de sus metas en materia de energía la cual se trata de que en el "2024 la participación de las fuentes no fósiles en la

generación de electricidad será del 35%" (SENER, 2015) será necesario el desarrollo de todo tipo de energías renovables por lo cual para que la energía fotovoltaica pueda contribuir a la diversificación de energías será necesario que el estado intervenga mediante la incorporación de políticas públicas que impulsen su uso, desarrollo y sostenibilidad.

2.1 REGLAMENTACIÓN QUE IMPACTAN AL SECTOR

Dentro del marco regulativo y normativo existen diversas leyes, reglamentos y normas que impactan directa o indirectamente al sector tecnológico relacionado con energía fotovoltaica, la ley que encabeza la lista de regulaciones en el área de tecnología fotovoltaica es **la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía** la cual entro en vigor el 28 de noviembre de 2008 y tiene como objetivo propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo; también se encuentra la **Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética (2008, última modificación 2013)** la cual tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Recientemente en el país se han hecho reformas en diversas leyes que están relacionadas con el fomento y uso de energía fotovoltaica en México, la modificación que mayormente impacta al sector es la realizada el 20 de diciembre de 2013 en la **ley de los órganos reguladores coordinados en materia energética**, específicamente en el Artículo 28

Constitucional, reformado hace referencia a que el Poder Ejecutivo Federal contará con dos órganos reguladores coordinados en materia energética, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), en los términos que determine la ley, la CRE deberá regular el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de bioenergéticos, así como la generación de electricidad, los servicios públicos de transmisión y distribución eléctrica, la transmisión y distribución eléctrica que no forma parte del servicio público y la comercialización de electricidad. Así mismo, dentro de los transitorios específicamente en el Décimo séptimo se establece que "En materia de electricidad, la ley establecerá a los participantes de la industria eléctrica obligaciones de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes".

La energía fotovoltaica, no solo se encuentra relacionada con el sector energético, también se encuentra estrechamente relacionada con los temas referentes a la protección del medio ambiente y desarrollo sustentable, ya que al ser un tipo de energía renovable, está enfocada más que al suministro de energía, a la conservación de recursos naturales, y reducción de emisiones de CO₂, en este sentido se puede hacer referencia a que hace poco más de dos décadas en México se comenzaron implementar acciones para la protección del medio ambiente y el desarrollo sustentables, prueba de ello es **ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente** publicada por primera vez el 28 de enero de 1988 y cuya última actualización se da el 23 de febrero de 2005, y se puede observar que entre sus principales funciones se encuentra: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; la preservación, el aprovechamiento sustentable, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención

de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; entre otros. Se entiende que preocupación por el medio ambiente se debe en gran medida a que en México los recursos naturales son una de las principales riquezas del país, es por ello que actualmente se tiene un gran interés y compromiso por fomentar el desarrollo sustentable, mismo que se ve reflejado en **el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 -2018**, en donde se reconoce que existen "retos importantes para propiciar el crecimiento y el desarrollo económicos, a la vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar" (PND 2013-2018).

Lo anterior implica que para poder cumplir con estos retos, se apuesta principalmente por el sector energético, ya que entre las principales líneas de acción para llevar a México hacia el camino de la sustentabilidad se encuentra la reducción de emisiones de bióxido de carbono (CO₂) producido principalmente por las sectores productivos primarios, además de "promover el uso de sistemas y tecnologías avanzadas, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero." (PND 2013-2018), es por ello que es de vital importancia que en el país se incorporen nuevas fuentes de generación de energías, las cuales ayuden a reducir la emisión de gases de efecto invernadero, como lo es la energía solar fotovoltaica.

También es preciso mencionar que para impulsar el desarrollo de energía como la fotovoltaica, y como una herramienta para hacer cumplir el objetivo 3.5 del PND (2013-2018), que hace referencia a "Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible." se desprende lo que se conoce como el

Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-1018, en cual es generado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y tiene la principal misión de fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y cuyas actividades primordiales son todas aquellas relacionadas con la vinculación entre las universidades y centros de investigación principalmente con las empresas, además del desarrollo de capital humano especializado en sectores estratégicos entre los cuales se encuentra el sector energético. En relación a la generación de energías limpias el PECiTI propone las siguientes líneas de acción:

- Investigación en energías renovables.
- Capital humano de alto nivel en el manejo e implementación de energías renovables (principalmente en el sector turístico).
- Tránsito de conocimiento en materia de energías renovables
- Fortalecer la infraestructura científica y tecnológica del país que ayuden a fomentar el desarrollo de energías renovables
- Fomentar el consumo sustentable y el desarrollo y aprovechamiento de energías limpias y renovables.

Todas estas líneas de acción están alineadas al desarrollo de energías limpias y renovables entre las cuales se encuentra la energía fotovoltaica.

Por otro lado dentro de los instrumentos de política pública relacionados con el fomento y uso de energía fotovoltaica y que se encuentra alineado al sector energético, y al PND (2013-2018) es sus objetivos 1.6 el cual se refiere a "Salvaguardar la población a sus bienes y a su entorno ante un desastre natural y humano"(PND, México en paz) y al objetivo 4.4 el cual se refiere a "impulsar y orientar un crecimiento verde, incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo de que genere

riqueza, competitividad y empleo" "(PND, México próspero), se encuentra el **Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC)**, el cual se desprende de la **Ley general del cambio climático** (última reforma mayo de 2015) y tiene como finalidad "reducir la vulnerabilidad de la población y de los sectores productivos así como conservar y proteger los ecosistemas y los servicios ambientales que nos proveen e incrementar la resistencia de la infraestructura estratégica ante los impactos adversos del cambio climático" (PECC, 2014-2018), es preciso destacar que este programa fue publicado por la secretaría del medio ambiente y recursos naturales en abril de 2014 y en él se reflejan acciones del sector energético en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero principalmente, entre las acciones específicas relacionadas con el sector fotovoltaico se encuentran las siguientes:

- Incorporar criterios de cambio climático en los planes de gestión de la infraestructura energética. [SENER/CRE]
- Generar programas de gestión de la vulnerabilidad y aumento de la resistencia de infraestructura, considerando también los ecosistemas de la región. [Sener]
- Fomentar la inversión en redes inteligentes que faciliten la incorporación de energías renovables variables y reducción de pérdidas
- Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias. [Sener/CFE/CRE]
- Facilitar la inclusión social de la población alejada de centros urbanos, mediante la electrificación rural con energías renovables. [Sener]

- Revisar y adecuar el marco regulatorio vigente sobre permisos requeridos para la generación de electricidad mediante fuentes renovables. [CRE]
- Implementar procesos administrativos simplificados para el desarrollo de proyectos de energía renovable, aprovechando la Ventanilla Nacional Única. [Sener]
- Impulsar la normalización del sector eléctrico atendiendo el uso incremental de energías renovables, sistemas de cogeneración eficiente y redes inteligentes. [CRE]
- Promover políticas para incrementar el aprovechamiento de los potenciales de cogeneración eficiente en los sectores de consumo final. [Conuee]
- Impulsar a los emprendedores y a las MIPyMES en el mercado de proveeduría para energías renovables.[Sener]

Es preciso mencionar que estas leyes planes y programas han dado pie a la creación de fondos, incentivos, financiamientos y proyectos que pueden ser aprovechados por el sector fotovoltaico, entre ellos se encuentran:

2.2 FONDOS

Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTASE): tiene como objetivo impulsar el sector energético del país mediante proyectos, programas y acciones que promuevan el desarrollo de las ER y la eficiencia energética para reducir el incremento en las emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero). Es preciso señalar que para el ejercicio 2014, el presupuesto de egresos de la federación, otorgó al fondo un monto por \$1,000,000,000.00 destinados al apoyo a eficiencia energética y energías renovables

Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética SENER-Conacyt (Fondo de sustentabilidad Energética FSE): El fondo para sustentabilidad energética, nace como parte del decreto publicado en el diario oficial de la federación del 1ro de octubre de 2007 en el cual se reformaron y adicionaron disposiciones a la Ley federal de Derechos, en materia de hidrocarburos en donde se estableció que “PEMEX Exploración y Producción estará obligado al pago anual del derecho para la investigación científica y tecnológica en materia de energía, aplicando la tasa del 0.65% al valor anual del petróleo crudo y gas natural extraídos en el año” (Ley Federal De Derechos, Artículo 254 Bis, 2007). Además se establece que el 63% de la recaudación anual que se genere de la aplicación de este derecho se concentrará en el Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos, (Fondo de Sustentabilidad Energética (FSE)), que se crearía conforme a lo dispuesto por la Ley de Ciencia y Tecnología. Sin embargo fue hasta el 7 de diciembre de 2007 que se autorizó la creación del FSE durante la Vigésima Tercera Sesión Ordinaria de la Junta de Gobierno del CONACYT.

El FSE se creó con la finalidad de fomentar la adopción y asimilación de nuevas tecnologías, fomentar el desarrollo tecnológico, la innovación así como la investigación en áreas referentes a fuentes renovables de energía, eficiencia energética, tecnologías limpias y la diversificación de fuentes de energía (Ver Figura 7).

Figura 4. Fondo de Sustentabilidad Energética.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para lograr su finalidad se establecieron 10 objetivos, mismo que se muestran en la siguiente tabla, para lograr cada objetivo, se establecieron líneas de acción las cuales permitirán desarrollar capacidades en la academia, la industria y la instituciones públicas, así como también impulsar la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la innovación y el despliegue de productos y servicios en el sector energético, para que posteriormente generar capital humano capacitado en lo referente a energías limpias para fomentar una cultura de cooperación internacional en el área en cuestión.

Es preciso mencionar que el FSE contempla cuatro posibles sujetos de apoyo: Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, Empresas y Personas. Aunque dentro de la convocatoria no existe restricción en cuanto al monto de apoyo y es indispensable considerar el

Tabla 1. Objetivos del FSE.

Objetivos	
DESARROLLO DE CAPACIDADES	Objetivo 1: Desarrollar capacidades científicas, tecnológicas y de innovación en la academia, industria, sociedad y gobierno
	Objetivo 2: Propiciar la vinculación entre los diferentes actores del sector energía.
	Objetivo 3: Incidir en el desarrollo de competencias para la formulación de proyectos de innovación
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y DESPLIEGUE	Objetivo 4: Identificar y priorizar las oportunidades de desarrollo tecnológico.
	Objetivo 5: Impulsar la investigación que transite el conocimiento hacia la aplicación comercial.
FORMACIÓN DE TALENTO	Objetivo 6: Propiciar la coordinación e información para la toma de decisiones oportunas
	Objetivo 7: Coadyuvar en la formación de personal capacitado para atender las operaciones del sector
	Objetivo 8: Crear talento que aplica y genera conocimiento, productos y servicios de alto valor.
	Objetivo 9: Promover que el sector energético atraiga talento.
AGENDA INTERNACIONAL	Objetivo 10: Promover que los programas, proyectos y actividades de los fondos materialicen la colaboración internacional.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

mérito científico-tecnológico, la pertinencia, los impactos del proyecto y la relevancia de las propuestas presentadas, ya que estos elementos son los

factores determinantes para la selección de las propuestas que recibirán apoyo por el Fondo.

Fondo Sectorial Para Investigación Y Desarrollo Tecnológico En Energía

CFE-Conacyt: busca atender las principales problemáticas que afectan a la Comisión Federal de Electricidad, así como el de apoyar al crecimiento y fortalecimiento y diversificación del sector eléctrico nacional, mediante la promoción de la investigación y el desarrollo tecnológico.

Fondo Mixto Gobierno del Estado de Durango-Conacyt. Cuyo propósito es apoyar proyectos que generen el conocimiento necesario para atender los problemas, necesidades u oportunidades del Estado de Durango, formar recursos humanos de alto nivel, consolidar grupos de investigación, así como fortalecer la competitividad científica y tecnológica del sector académico y productivo de la Entidad, mediante la creación del Centro de Innovación y Competitividad en Energías Renovables y Medio Ambiente de Durango.

Fondo Mixto Gobierno del Estado de Querétaro-Conacyt. Busca apoyar proyectos que generen el conocimiento necesario para atender los problemas, necesidades u oportunidades del Estado de Querétaro, la formación de recursos humanos de alto nivel que consoliden los grupos de investigación y de tecnología, y fortalezcan la competitividad científica y tecnológica del sector académico y productivo de la Entidad, para lograr un mayor desarrollo, armónico y equilibrado, mediante la creación de un campo experimental de energías híbridas, entre otras.

Fondo Mixto Gobierno del Estado de Morelos-Conacyt. Entre sus objetivos está el fortalecimiento de un laboratorio especializado en convertidores electrónicos de potencia para fuentes renovables y ahorro de energía.

2.3 INCENTIVOS FISCALES

Arancel cero: exenta del pago de impuesto general de importación o de exportación a equipos anticontaminantes y sus partes: maquinaria, equipo, instrumentos, materiales, animales, plantas y demás artículos para investigación y desarrollo tecnológico.

Depreciación acelerada de activos fijos: permite la depreciación del 100% de las inversiones en equipo y maquinaria para la generación de energía a través de fuentes renovables

2.4 FINANCIAMIENTO

Nacional Financiera, S.N.C. (NAFIN), se encarga de financiar el desarrollo de proyectos de ER a través del fondeo con recursos de organismos internacionales, financiamiento con emisión de capital y colocación de deuda para proyectos en construcción o en operación.

Banco Nacional de Obras y Servicios, S.N.C. (BANOBRAS): Banco de Desarrollo que trabaja con el sector público y privado a través del financiamiento de proyectos de infraestructura y servicios públicos de los gobiernos locales, apoya su fortalecimiento financiero e institucional e promueve la inversión y financiamiento privado.

Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext) cuenta con fondeo externo para proyectos sustentables a largo plazo que incluyen proyectos de generación de ER, protección y mejora ambiental y Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) financia la instalación de tecnologías de ER y eficiencia energética utilizadas en para agronegocios de áreas rurales.

Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Financiamiento a proyectos de generación y cogeneración de energía eléctrica, para la adquisición e instalación de equipos y sistemas, con el uso de fuentes de ER.

Empresas de servicios energéticos o *Energy Services Companies* (ESCO): Se trata de empresas que desarrollan proyectos de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables. Estos proyectos son financiados parcial o totalmente por la ESCO, es decir, las empresas asumen el riesgo financiero del proyecto, el cual, se paga mediante los ahorros alcanzados con la implementación de medidas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables. Existe una relación contractual (contrato de desempeño) entre la ESCO y el usuario de energía, en la cual se establecen las condiciones del servicio prestado y el porcentaje de utilidad para la ESCO, así como del ahorro para la dependencia, ambos derivados de la reducción en el pago de la facturación energética. Es decir, el proyecto se paga con los ahorros alcanzados por medio de la implementación de medidas de eficiencia energética en las instalaciones del usuario de energía.

2.5 PROYECTOS

Servicios Integrales de Energía (SIE) para Pequeñas Comunidades Rurales en México: proyecto de electrificación rural que tiene como objetivo proveer de servicio eléctrico a aquellas comunidades aisladas del SEN con fuentes renovables. Este programa tiene como meta beneficiar a 50,000 viviendas (aproximadamente 250,000 habitantes) en un período de ejecución de cinco años. La primera fase se desarrolla en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

Sistema Nacional de Identificación del Capital Humano especializado para el Sector Energético Mexicano, SINASEM: Proyecto que se desprende del Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Materia Energética (PEFRHME) y cuyo propósito es el de “contar con una línea base de conocimiento sobre las capacidades nacionales para la formación del capital humano en el sector energético en los subsistemas de educación media superior, superior y posgrado orientado al sector energético y sus subsectores de hidrocarburos, electricidad y energías alternas” (PEFRHME, 2015).

Ventanilla de Energías Renovables (VER): Tiene el propósito de contribuir a fomentar la inversión en proyectos de energías renovables a través de la simplificación de los requisitos y los trámites solicitados a los desarrolladores. Es un mecanismo para contribuir a incrementar la capacidad instalada de generación de electricidad mediante la automatización de los procesos involucrados. Este proyecto se encuentra por concluir su primera etapa

Estos instrumentos de políticas públicas que impactan al sector fotovoltaico han dado pie a instrumentos más específicos relacionados específicamente con el uso y fomento de este tipo de energía.

Programa de Abastecimiento de Energía Eléctrica Limpia para Servicios Públicos Municipales: Este es un proyecto presentado por la SENER, el cual se encuentra en etapa de desarrollo, con este proyecto, el Gobierno de México busca la implementación de medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático, y además de participar en forma activa en la reducción de gases efecto invernadero. Con este proyecto, el gobierno del estado de Morelos se propone instalar un total de 33 MWp (1MWp por municipio) en centrales solares fotovoltaicas distribuidas en varias plantas, donde se establezcan las condiciones más favorables.

2.6 OTRAS INICIATIVAS GUBERNAMENTALES QUE PROMUEVEN EL USO Y DESARROLLO DE LA EFV

Proyectos de eficiencia energética del FIDE, Este tipo de proyectos están orientados al sector productivo, mediante el otorgamiento de asesoría y asistencia técnica (con y sin financiamiento), para la modernización de instalaciones, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, de tal forma que con el ahorro y la eficiencia energética se contribuya a la conservación de los recursos naturales no renovables, al aprovechamiento sustentable de la energía y la disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estos proyectos permiten además desarrollar un mercado de consultoría y tecnologías de alta eficiencia, contribuyendo al crecimiento del empleo. Cabe mencionar que están enfocados a, comercios y servicios; industrias; micro, pequeñas y medianas empresas; así como también a municipios. El monto máximo de financiamiento, está en función de la capacidad de pago del usuario, ahorro energético del proyecto y tarifa contratada con la CFE. Dentro de los equipos a financiar se encuentran los generadores de energía eléctrica en pequeña escala hasta 500 kW con fuentes alternas (fotovoltaicas, biogás, gas natural y eólicas).

Programa de Capacitación en Energías Renovables. Ofrece cursos en línea sin costo, con el fin de desarrollar conocimiento teórico y práctico en las áreas de energías renovables y cambio climático. Los cursos están disponibles en español, portugués e inglés, están diseñados para cumplir con el objetivo de promover el acceso al conocimiento en áreas de generación de energía limpia así como al concepto de eficiencia energética en la industria de la construcción. Los cursos que se ofrecen son:

- Energía y cambio climático,

- Energía Termo-solar,
- Sistemas fotovoltaicos,
- Pequeñas hidroeléctricas,
- Biogás,
- Energía eólica,
- Eficiencia Energética en edificios

Programa De Fomento De Sistemas Fotovoltaicos En México (PROSOLAR): Programa que pretende impulsar en el corto y mediano plazo la tecnología solar fotovoltaica y garantizar el crecimiento del mercado con calidad. Esto a través de cuatro líneas de acción: 1) marco regulatorio y normativo adecuado, 2) financiamiento, 3) capacitación; e 4) información y difusión.

Hipotecas Verdes del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit): Mediante el cual se busca que las viviendas incorporen tecnologías limpias, se trata de un monto adicional al crédito otorgado el cual se fija de acuerdo con el salario, y las ecotecnologías que se instalen. Y se calcula de la siguiente manera:

Tabla 2. Monto adicional

Ingreso mensual	Monto máximo de crédito adicional
De \$2,131.04 a \$3,409.65	\$4,262.08
De \$3,409.66 a \$8,524.15	\$21,310.40

De \$8,524.16 a \$14,917.27	\$21,310.40
De \$14,917.28 a \$23,441.43	\$31,965.60
De \$23,441.44 en adelante	\$42,620.80

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INFONAVIT, 2015.

Entre las ecotecnologías que se pueden instalar se encuentran los sistemas fotovoltaicos.

Es preciso señalar que la Comisión Federal de Electricidad juega un papel muy importante en cuanto en lo que a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones se refiere, ya que cuenta con contratos de interconexión a la red eléctrica los cuales pueden ser solicitados (Véase Anexo 2) una vez que se tenga instalado un sistema fotovoltaico bajo los lineamientos marcados por ésta institución. El contrato de puede solicitar bajo dos modalidades:

1. Interconexión a pequeña escala.- En donde la potencia de la fuente, en este caso el sistema fotovoltaico no sea mayor de 10 kW si es instalada en casa habitación o de 30W si es instalada en algún negocio.
2. Interconexión a mediana escala: En donde la potencia del sistema fotovoltaico no sea mayor de 500 kW

El contrato de interconexión (Véase Anexo 3) marca los lineamientos mediante las cuales es posible consumir energía proveniente de la CFE y/o consumir energía proveniente del sistema fotovoltaico, así como también permite “vender” a la CFE la energía generada por el sistema fotovoltaico. Cabe mencionar que la venta de energía a la CFE será de manera

simbólica ya que, no existe un pago monetario, el tipo de cambio es un abono en kW reflejada en la siguiente factura emitida por la CFE.

Por último es preciso señalar que esta instancia pone a disposición del usuario generado un medidor bidireccional de energía, el cual permitirá tener un control de la cantidad de energía utilizada y generada, el cual tiene un costo de instalación de \$850.00 MNX

2.7 FORTALEZAS Y DEBILIDADES

A continuación se presenta un esquema de fortalezas y debilidades de las principales leyes que impactan al sector de energías renovables. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Leyes (fortalezas y debilidades)

	Fortalezas	Debilidades
la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía	<ul style="list-style-type: none"> Se indica la creación de un programa para el aprovechamiento sustentable el cual debe incluir objetivos acciones, metas, estrategias. Hace referencia a la creación de programas permanentes. Se refleja la importancia de propiciar la investigación científica y tecnológica, así como la, formación de 	<ul style="list-style-type: none"> Las dependencias deben de Hacer cumplir los programas, situación que se expresa de manera ambigua. Se les otorga muchas libertades y pocas restricciones a las instancias que deben de hacer cumplir el la ley. No se hace cumplir la creación de programas

	<p>especialistas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se articula con el sector educativo al indicar la inclusión en los programas de estudios de temas de aprovechamiento sustentable. 	<p>permanentes.</p>
<p>Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias. • Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. • Promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables. • Se propone una evaluación anual de la evolución de los programas asociados a esta ley. 	<ul style="list-style-type: none"> • La puesta en marcha de esta ley se encuentra otorga muchas libertades al poder el poder ejecutivo. • En su última actualización, aún se dictan acciones específicas para la inexistente Compañía de Luz y Fuerza del Centro.
<p>ley de los órganos reguladores coordinados en materia energética</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dos órganos reguladores coordinados en materia energética, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la Comisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Aún no pueden observarse los resultados de la puesta en marcha de esta ley • Conlleva muchas re-

	<p>Reguladora de Energía (CRE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expresa explícitamente la función de cada uno de los órganos 	<p>estructuraciones en el sistema energético que pueden obstaculizar los pocos o muchos avances en el área de energías renovables.</p>
--	---	--

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En relación al sector de energías renovables, en el plan nacional de desarrollo se puede observar una buena articulación de diversos sectores que pueden fomentar el desarrollo del país, aunque no explícitamente, se observa que las tecnologías renovables son elementos clave para que el PND se desarrolle favorablemente, dentro de este plan se desprenden dos programas especiales que están relacionados con la energía fotovoltaica, por tratarse de una nueva tecnología que es amigable con el medio ambiente, se relaciona directamente con el PECITI y el PECC, programas que son clave para el fomento de esta y otras tecnologías, en el primero se encuentran líneas de acción relacionadas desarrollo tecnológico, específicamente de tecnologías relacionadas con energía renovables, sin embargo no mencionan acciones específicas, lo cual implica que en la práctica, las acciones mencionadas representen un gran reto para llevarlas a su ejecución, el segundo programa es más específico incluso con las instancias a las que les corresponde cada acción plasmada, sin embargo muchas de las acciones se encuentran en una primera etapa de investigación, por lo que aunque se lee muy prometedor, aún es incierto el rumbo que pueda tomar el programa.

En lo referente a los fondos, incentivos, financiamiento y proyectos, se puede decir que cada uno por separado está correctamente argumentado, generado a partir de ciertas necesidades de la sociedad,

impacta directamente en el desarrollo y fomento del uso de energías renovables, sin embargo carecen de una correcta articulación es decir, todos quieren empezar desde cero sin darse cuenta que se puede crear un esquema bajo el cual mientras los fondos apoyan a la investigación y desarrollo, los incentivos y fideicomisos apoyen la aplicación de los proyectos financiados y por lo tanto los proyectos reflejen los resultados de los apoyos mencionados.

Dentro de los instrumentos de política pública específicos de sector se observa que: (Ver tabla 4)

Tabla 4. Instrumentos específicos

	Fortalezas	Debilidades
Programa de Capacitación en Energías Renovables	Alineado a la ley Gratuito Accesible	Poca difusión del contenido
Programa De Fomento De Sistemas Fotovoltaicos En México (PROSOLAR):	Programa muy completo Evoluciona por etapas	No hay continuidad del proyecto
Hipotecas Verdes del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit)	Promueve el uso de energías renovables	Para que funcione con sistemas fotovoltaicos es necesario conjuntarlo con algún otro proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2015.

A pesar de que existe toda una serie de políticas públicas relacionadas con energías renovables, son muy pocos los instrumentos de política que impactan al sector de energías renovables.

En el desarrollo de este capítulo se ha podido observar que existe un gran interés por parte del Estado por el fomento de energías limpias y

renovables, con el principal fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el país, la principal línea de acción para resolver esta problemática es la diversificación en la generación de energía, la meta es que para el año 2024 la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad sea del 35%, sabiendo que actualmente tiene una participación del 27%, para lograr la meta se pueden observar diversas líneas de acción poco específicas entre las cuales se encuentran el fomento de todo tipo de energías renovables, sin embargo la situación es poco clara, las estrategias son superficiales, y no existen elementos que muestren que pueda ser posible el fomento de la energía fotovoltaica a partir de los instrumentos de política pública diseñados específicamente para el sector en cuestión, pareciera que se trata de una especie de política de inacción que refleja el poco interés por parte del gobierno por fomentar el uso de este tipo de tecnología, ya que los programas que encuentran desarticulados.

La energía que proporciona el sol, es un elemento que ha permitido la existencia y permanencia de prácticamente todos los seres vivos que habitan en el planeta, la naturaleza nos ha mostrado que existen diversas formas de aprovechar esta energía, gran prueba de ello es la fotosíntesis, mediante la cual las plantas transforman la energía del sol en energía química. La especie humana ha tenido la habilidad de aprender de lo que la naturaleza nos ha enseñado en este sentido, se ha dado cuenta que la energía que proviene del sol puede ser aprovechada de dos principales formas: por medio del calor o de la luz. El efecto fotovoltaico, se basa prácticamente en convertir la energía luminosa (luz) en energía eléctrica. Por lo tanto cuando se hable de energía fotovoltaica se podrá entender a la energía eléctrica que se genera a partir de la energía luminosa proveniente del sol.

En la actualidad existen diversas formas de aprovechar la Energía Fotovoltaica, estas pueden ser, en diversos aparatos electrónicos (dispositivos de carga), sistemas de iluminación, en las telecomunicaciones y sistemas de monitoreo remoto, sin embargo entre los más utilizados y que han tenido un mayor impacto a la fecha es la tecnología fotovoltaicos utilizados en edificaciones, para suministrar energía a las mismas.

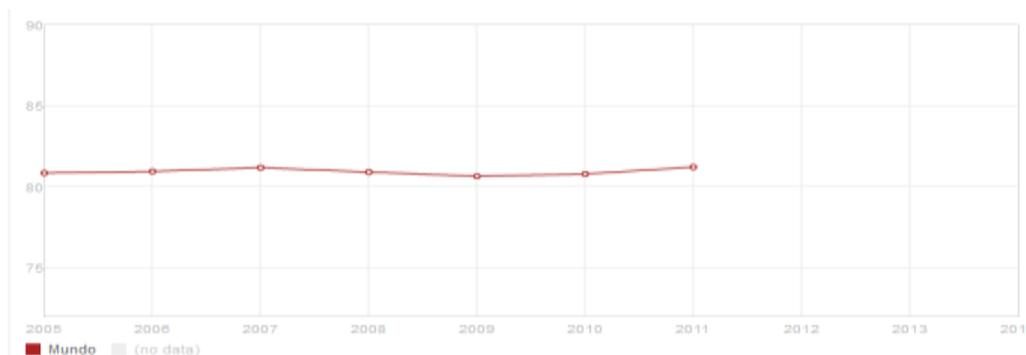
La tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones han tenido gran relevancia ya que han proporcionado una alternativa sustentable para generar energía a partir de una fuente renovable como lo es el sol, y eso a su vez implica una reducción de la dependencia de los combustibles fósiles (altamente contaminantes) para la generación de energía.

3.1 ENERGÍA EN MÉXICO

La generación de energía a partir de fuentes renovables, según un estudio sobre el potencial de la energía fotovoltaica “INICIATIVA PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO: Energía Fotovoltaica” (2012) realizado por la SENER responde a tres grandes problemáticas con las que se enfrentan la gran mayoría de los países, la primera es la gran dependencia que tiene la generación de energía con los combustibles fósiles, la segunda se trata del deterioro del medio ambiente que provoca la generación de energía a partir de hidrocarburos, y la tercera se refiere al incremento y volatilidad del precio del petróleo y el gas natural, dicho esto, se analizará la situación en México partiendo de estos tres parámetros.

En el contexto internacional según datos del banco mundial, hasta el año 2011 en promedio, en el mundo entre el 80% y el 81% de la energía fue producida a partir de combustibles fósiles, como son carbón, aceite, petróleo y gas natural, este promedio ha permanecido así desde el año 2005. (Ver gráfica 2)

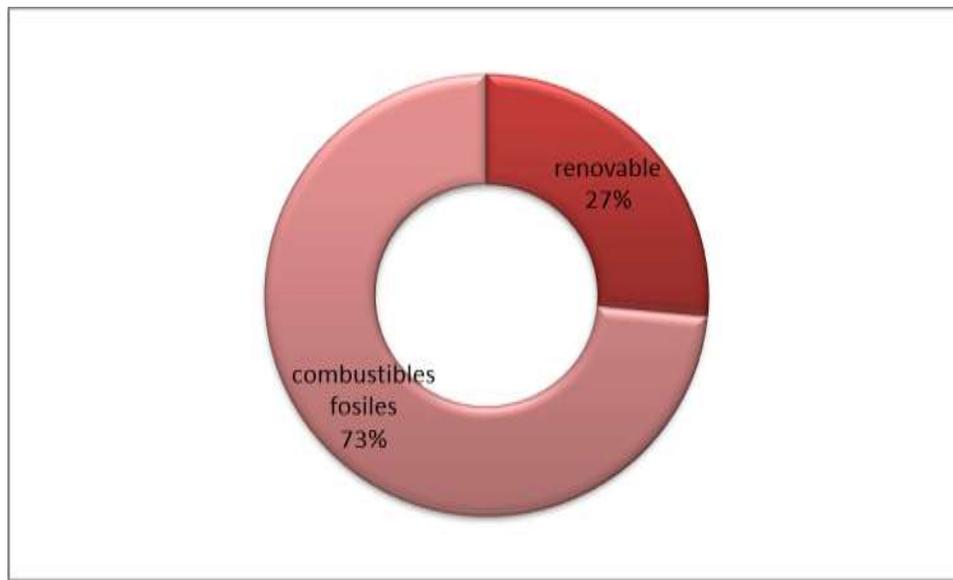
Gráfica 2. Producción de energía procedente de combustibles fósiles (% del total).



Fuente: Banco mundial, enero 2015.

En México la situación no es muy distinta, en promedio, del año 2005 al 2011, (último año que se muestra en el banco mundial) el porcentaje de energía generada en base a combustibles fósiles es de aproximadamente 76%. Sin embargo con base en los datos proporcionados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) en el Banco de Información Económica (BIE), en la sección de energía, se puede observar que en el último año la energía generada a partir de combustible fósil, se reduce al 73% del total generado. (Ver gráfica 3)

Gráfica 3. Dependencia de combustibles fósiles.



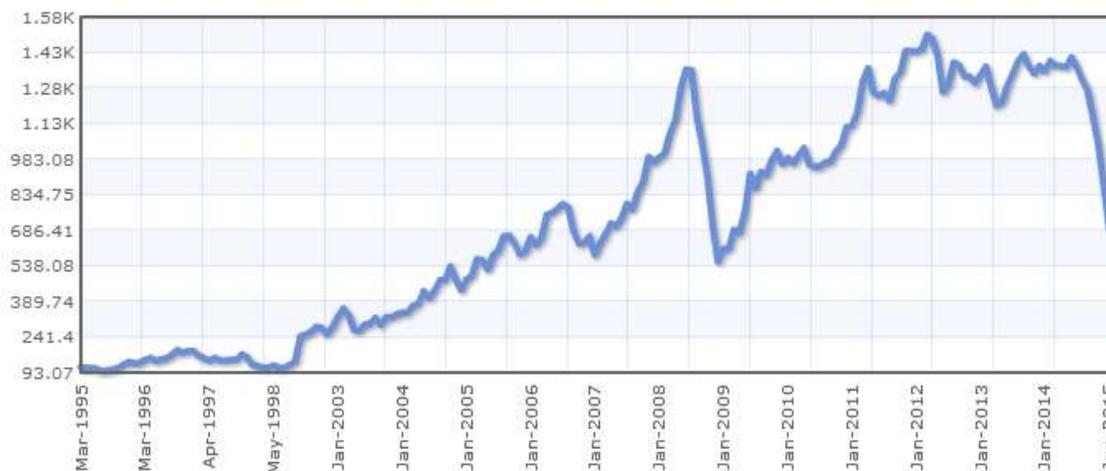
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del BIE, (Energía/generación de energía eléctrica/2014)

Lo que implica que en el país aún se cuenta con un alto grado de dependencia a los combustibles fósiles, en lo que se refiere a generación de energía, por lo tanto se debe poner énfasis en buscar la manera de impulsar las energías renovables ya que este tipo de recursos son agotables y son altamente dañinos para el medio ambiente.

Esta alta dependencia del recurso, hasta el momento está contribuyendo a la escases (a largo plazo) del recurso, lo que ha implicado grandes

oscilaciones en los precios, debido a su alta demanda y la incertidumbre de recursos disponibles, esto se puede observar en las gráficas 4 y 5 en donde se muestra la evolución de los precios del petróleo y el gas natural, los cuales son los principales combustibles fósiles utilizados para generar energía.

Gráfica 4. Evolución del Precio del petróleo. Pesos mexicanos por barril.

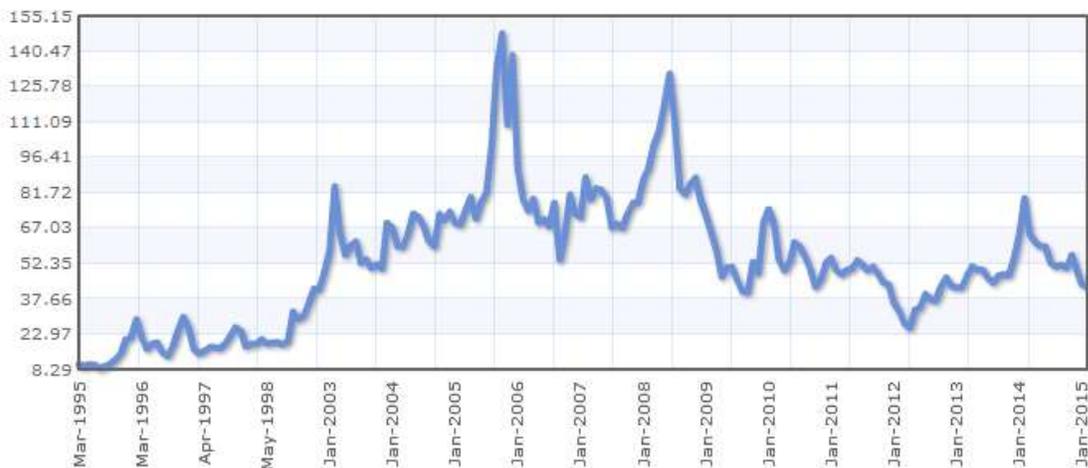


Fuente: Index Mundi: Energía/precio del petróleo crudo,(2015)

En la gráfica anterior se muestra la evolución de los precios del petróleo desde 1995 hasta diciembre de 2014, los datos son un promedio entre los precios de tres tipos de crudo, el Brent, el West Texas Intermediate y el Dubái, ya que estos tipos de petróleo marcan la generación de los precios de los demás crudos, es preciso mencionar que los precios no solo se determinan debido a sus características, ya que cada crudo posee propiedades distintas, según la publicación '*Precio spot y precio futuro de los marcadores Brent y WT*' en la fijación de los precios de este tipo de productos también influye "una agencia internacional denominada Platt's, que se hace cargo de la determinación de los precios *spot* sobre la base de transacciones e informaciones adquiridas en el mercado" (Pulitano y Borgucci, 2010, pp.180). Es preciso señalar que el petróleo es un producto bastante complejo, por lo que la determinación de su precio

también los es, incluso existen diversas teorías que buscan entender y explicar la fijación del precio del producto en cuestión, y aunque no es un tema que se discutirá en este trabajo, es preciso mencionar que la fijación del mismo se encuentra estrechamente relacionado (además de los factores ya mencionados) con el agotamiento de las reservas largo plazo, la producción máxima del hidrocarburo (oferta), y la demanda generada por el agotamiento del mismo. En la gráfica 5 se puede observar que el mayor aumento en los precios de crudo se dio durante el 2008, situación que puede estar relacionada con una alta demanda debido a la dependencia de los precios seguida por una visualización a futuro del agotamiento de reservas a largo plazo, además de un posible aumento en la calidad de algún tipo de crudo (de los que determinan la fijación de los precios).

Gráfica 5. Evolución del Precio del Gas Natural. Pesos mexicanos por millón de BTU.



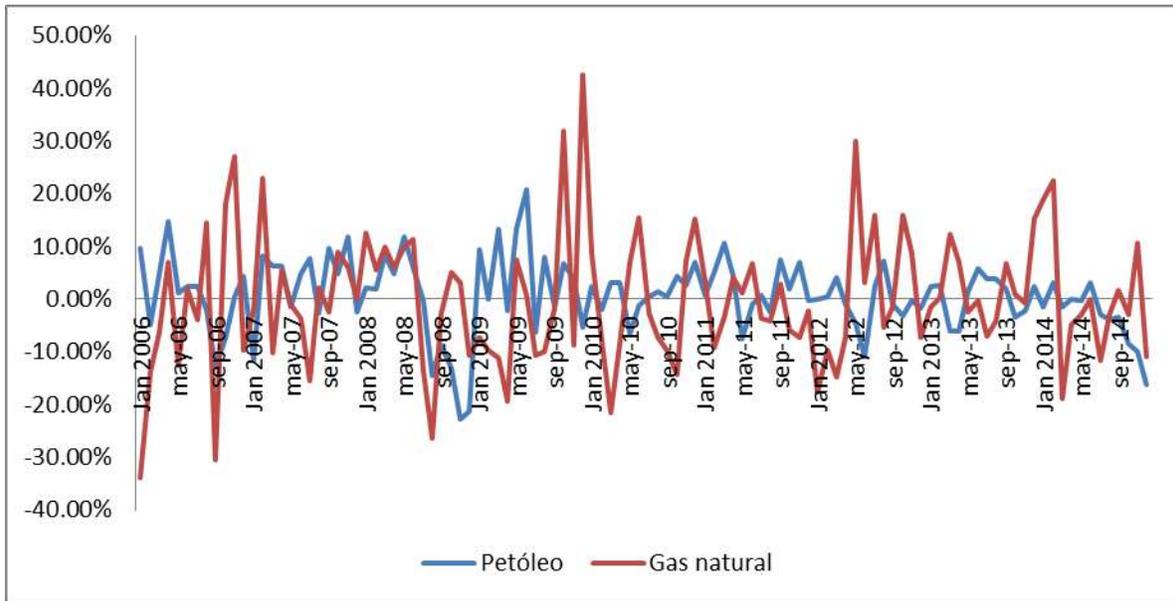
Fuente: Index Mundi: Energía/precio del gas natural,(2015)

Algo similar sucede con los precios del gas natural, ya que al ser un recurso agotable proveniente de combustibles fósiles la fijación de los precios depende de factores muy parecidos a los del petróleo, la diferencia es

que las características del mismo no son tan variables como las del petróleo, sin embargo un factor que es determinante para la fijación del precio es la producción máxima, la cual está relacionada con el agotamiento a largo plazo del recurso e implica inversión en la búsqueda de nuevas fuentes del combustible fósil. En la gráfica 6 se puede observar que en el año 2005 se dio el más elevado incremento en los precios. Como se ha mencionado con anterioridad, el objetivo de este capítulo es identificar el comportamiento de la industria de energías renovables, es específico la de la Energía Fotovoltaica, en consecuencia a los elevados incrementos en los precios del petróleo y gas natural dados en la primera mitad del 2008 y finales de 2005 respectivamente, que son los principales combustibles utilizados en la generación de energía, por lo que se limitará el periodo de estudio al año posterior al incremento del precio del gas natural que es el 2006, contemplando la segunda mitad del 2008, que fue posterior al mayor aumento de los precios del petróleo hasta la actualidad.

Como se ha mencionado, la complejidad de los combustibles fósiles se ve reflejada en una gran complejidad en la determinación de sus precios y como consecuencia en la volatilidad de los mismos, según la enciclopedia económica, está definida como una “Medida de la variabilidad de las trayectorias o fluctuaciones de los precios”.

Gráfica 6. Variación porcentual mensual en los precios. %.



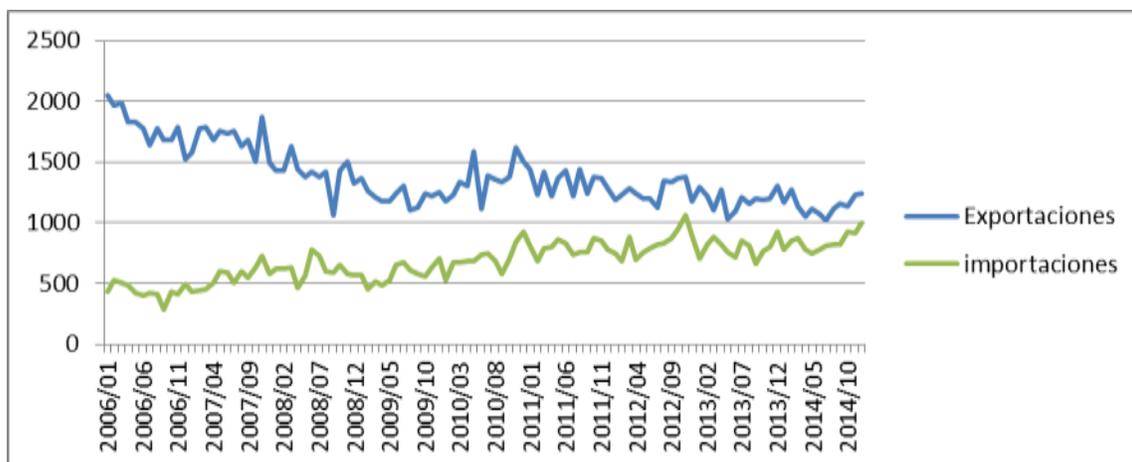
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Index Mundi: Energía (2015)

Estas fluctuaciones en los precios se pueden observar en la gráfica anterior, lo que implica que la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles hacen a este mercado inestable y de alto riesgo tanto para los demandantes como para los oferentes, lo que una vez más muestra la importancia de diversificar la generación de energía para que esta no dependa de un mercado tan inestable.

México, por ser un país con grandes yacimientos de petróleo, no tendría porque alarmarse de esta situación, además es preciso mencionar que en el país las exportaciones de hidrocarburos en términos de miles de barriles por día durante el 2006 aún fueron mucho mayores que las importaciones, sin embargo en los últimos años las exportaciones de combustibles fósiles han disminuido considerablemente, mientras que las importaciones se están incrementando (ver gráfica 7), lo que implica el país se está incorporando en el mercado de los combustibles fósiles pero desde el punto de vista de los demandantes, y considerando que los precios de los

mismos aumentan considerablemente día a día es posible que esta situación no le favorezca al país.

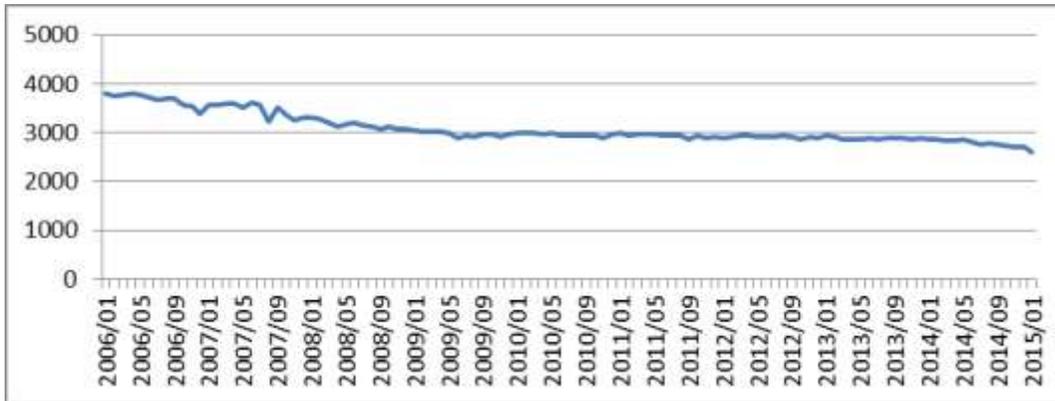
Gráfica 7. Exportaciones VS Importaciones. Miles de barriles por día.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector petróleo > Importaciones y Exportaciones, (2015)

Además, según datos del banco de información económica del INEGI la producción de hidrocarburos ha disminuido, ya que mientras en el 2006 se contaba con una producción promedio de 3683 miles de barriles por día, en el 2014 se produjeron en promedio 2788 miles de barriles por día. En la siguiente gráfica se observa la evolución en la disminución de los precios de los hidrocarburos a partir del 2006. (Ver gráfica 8).

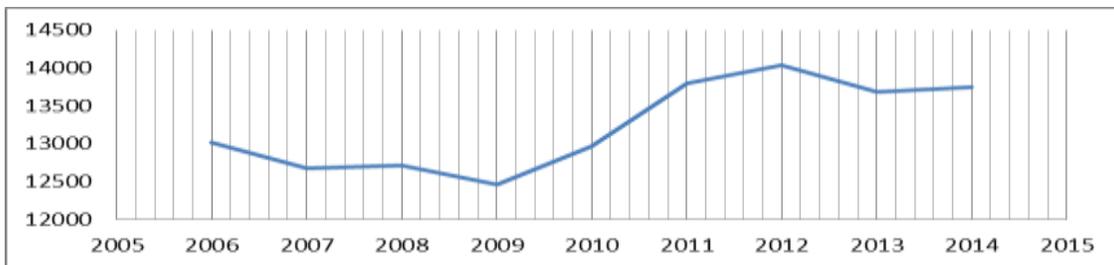
Gráfica 8. Producción de hidrocarburos. Miles de barriles por día.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector petrolero > Producción y elaboración. (2015)

Si a la disminución de hidrocarburos se le suma el hecho de que la producción de energía se ha elevado, llegando a su punto máximo en el año 2012 con un promedio anual de 14033 miles de millones de watts/hora. (Ver gráfica 9).

Gráfica 9. Producción de energía. Promedio anual. Miles de millones de watts/hora.

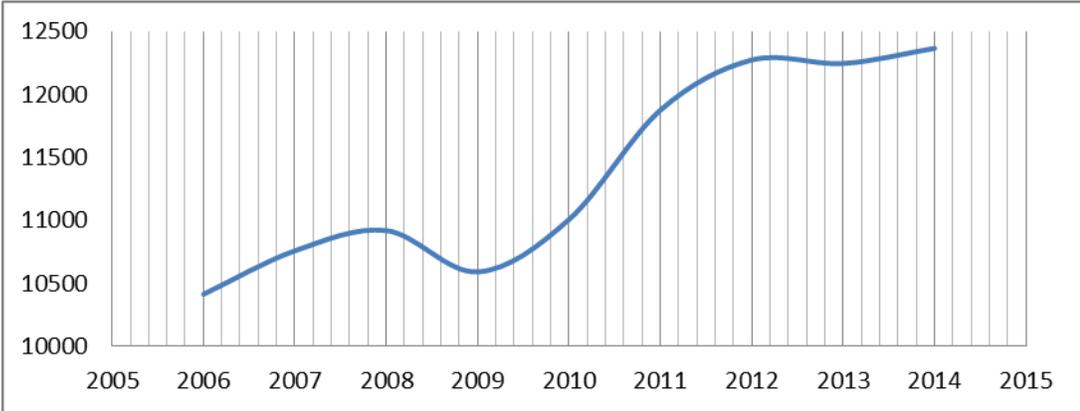


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector energía > Energía generada total (2015)

Y considerando que el consumo de energía promedio anual también se está incrementando, con una mayor aceleración a partir del año 2009, manteniéndose incremental hasta el 2014, como se muestra en la siguiente

gráfica. Se considera que la situación es alarmante, por lo que es preciso que el camino iniciado por diversificar la generación de contribuya en gran medida a que se reduzca la dependencia a los combustibles fósiles.

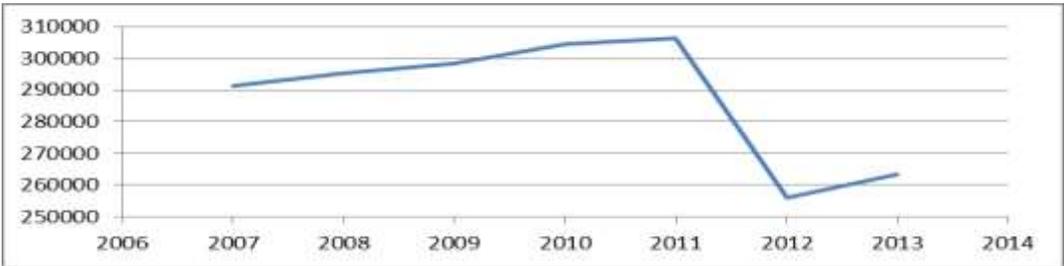
Gráfica 10. Consumo de energía. Promedio anual. Miles de millones de watts/hora.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector energía > Consumo de energía (2015)

Ya que además de la situación ya mencionada, las reservas de hidrocarburos, están disminuyendo considerablemente, la disminución más drástica se puede observar del año 2011 al 2012, en donde se disminuyeron las reservas de 306443.8 a 255913.2 millones de barriles. (Ver gráfica 11)

Gráfica 11. Reservas de hidrocarburos. Millones de barriles.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Reservas de hidrocarburos, (2015)

Como se mencionó anteriormente, dentro de las principales razones que impulsan el desarrollo de energías renovables es el hecho que las

generación de energía actual es muy contaminante y emite muchos gases de efecto invernadero como lo es el dióxido de carbono (CO₂).

Gráfica 12. Emisiones de CO₂. Kt.



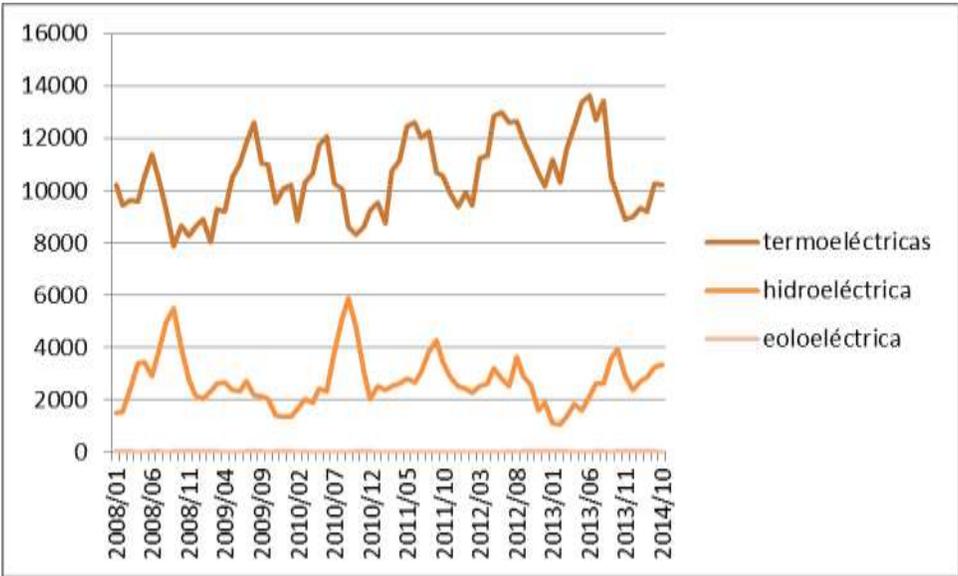
Fuente: Index Mundi: Indicadores ambientales>emisiones de CO₂, (2015)

Las emisiones de CO₂ son las que provienen de la quema de combustibles fósiles principalmente. En la gráfica 12 se observa la cantidad de emisiones de cada país por intensidad de color, se puede observar que los países que generan la mayor cantidad de emisiones, son China, Rusia y Estados Unidos, sin embargo México no se queda atrás, ya que ocupa el lugar número 11 a nivel mundial con 446237.2 kt de emisiones de CO₂, lo cual muestra que se están generando demasiadas emisiones de CO₂ y una vez más se muestra que existe una gran necesidad por diversificar las fuentes de generación de energía, optando por generación de energías limpias, es decir que no emitan CO₂ para su generación.

Por lo que en México se han hecho grandes esfuerzos en relación a la generación de energías limpias, es por ello que la Secretaría de Energía

(SENER) en colaboración con la Comisión Nacional de Electricidad (CFE) ha logrado la implementación de infraestructura para la generación de energía hidroeléctrica, la cual ha resultado de gran éxito, además en el sexenio pasado se contó con el apoyo del gobierno para el desarrollo de energía eólica. En la siguiente gráfica obtenida a partir de datos del BIE del INEGI se puede observar el resultado de esos esfuerzos por generar energía limpia.

Gráfica 13. Generación de energía. Miles de millones de watts/hora.

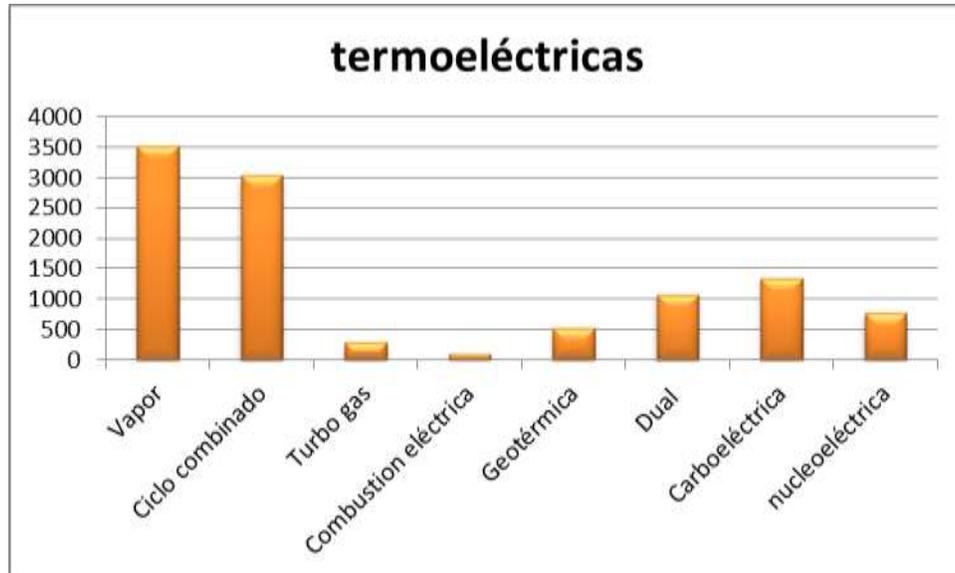


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector energía > Energía generada tipo (2006-2014)

En la gráfica 13 se puede observar una comparación entre la energía en México generada a partir de las diferentes tipos de generación de energía de base termoeléctrica y la generación de energías limpias como la hidroeléctrica y la eolo-eléctrica, y se puede observar que a pesar que producción hidroeléctrica tiene una gran presencia en la generación de

energía, las termoeléctricas siguen siendo la principal fuente de generación de energía en el país.

Gráfica 14. Generación de energía termoeléctrica. Miles de millones de watts/hora.

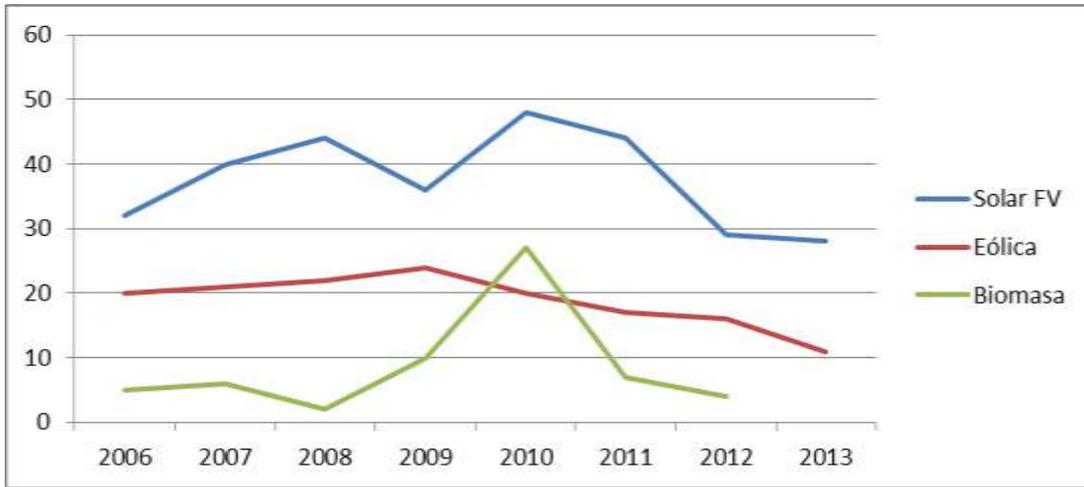


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector energía > Energía generada tipo (2006-2014)

En la gráfica 14 se muestran, los diferentes tipos de generación de energía de base termoeléctrica, a partir de las cuales se produce energía en México, y se puede observar que la producción termoeléctrica de vapor, ocupa la primera posición en cuanto a generación de energía, lo que resulta preocupante debido a que en las plantas termoeléctricas de vapor se utilizan combustibles fósiles los cuales se queman para producir vapor, esto genera grandes cantidades de CO₂ que son arrojados a la atmosfera, lo cual contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global. También se puede observar que en el país se genera gran parte de la energía en base a la termoeléctrica de ciclos combinados, este tipo de generación de energía también es contaminante debido a que en el proceso de generación de energía emite óxido de azufre, el cual al ser arrojado a la atmosfera, se convierte en ácido sulfúrico el cual es causante

de la lluvia ácida, además de que en el proceso de generación también es necesario quemar combustibles fósiles que generan CO₂, por lo tanto se puede decir que en la actualidad, la generación de energía en México aún es muy contaminante, pues se está produciendo gran parte de la energía en base a los combustibles fósiles los cuales siguen siendo la principal fuente de generación de energía, la más predominante son termoeléctrica de vapor y por ciclos combinados las cuales han ido en aumento desde el 2008, la única fuente de energía limpia destacables es la hidroeléctrica y los esfuerzos por impulsar otro tipo las energías limpias como la energía eólica (gráfica 13) no se han consolidado, por lo que es importante identificar otros tipos de tecnologías, que puedan contribuir a la generación de energías limpias, como lo es la EFV, ya que este tipo de energía además de no emitir gases de efecto invernadero al momento de generar energía, también es posible afirmar que la materia prima para la generación de la misma que es la luz solar, está disponible en grandes cantidades, no es un recurso que pueda agotarse y no depende de un mercado muy volátil ya que la luz del sol es gratuita. Estas características relacionadas con energía solar han sido identificadas y aprovechadas por otros países, prueba de ello que en los informes más recientes de la situación global en energías renovables, publicados por la red de políticas de Energía Renovable para el Siglo 21 (REN21) indican que la capacidad instalada de energía fotovoltaica en los últimos años ha presentado un mayor aumento en comparación con otras energías renovables como biomasa y eólica. (Ver gráfica15)

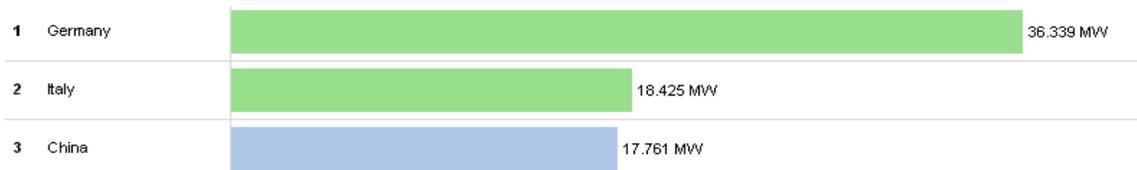
Gráfica 15. . Incremento en la capacidad instalada a nivel mundial. Porcentaje.



Fuente: Elaboración propia en base a "10 YEARS OF RENEWABLE ENERGY PROGRESS". REN21, 2014

Siendo Alemania el país con mayor capacidad instalada en EF, seguido de Italia y China, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 16. Países con mayor capacidad instalada de EF.

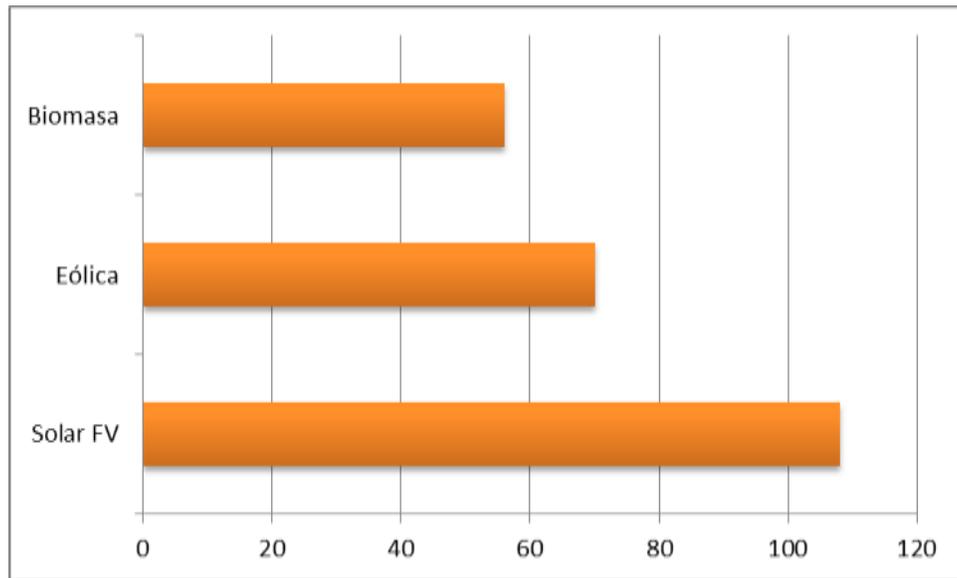


Fuente: Agencia Internacional de Energía Renovable > Posición por país > Solar FV, (IRENA, 2014)

Sin embargo también es necesario tomar en cuenta que el costo por generación de energía FV hoy en día sigue siendo el más elevado en el contexto de energías renovables, ya que comparándolo con el precio de generación de energía de biomasa y eólica, la solar fotovoltaica tiene un costo promedio de 108 centavos de dólar/kWh, que

es casi el doble que el costo por generación de energía de biomasa. (gráfica 17)

Gráfica 17. Costo por generación de energía. Centavos de dolar/kWh.



Fuente: Elaboración propia en base a "10 YEARS OF RENEWABLE ENERGY PROGRESS". REN21, 2014

Cuadro 4. Capacidad instalada de energía renovable en México

TIPO DE CENTRAL	GENERACIÓN (GWh/a)
Hidráulica	38 312.00
Geotérmica	6 168.00
Eólica	4 546.00
Biomasa	1 324.00
Solar	34.00

Fuente: Inventario anual de energías renovables (SENER,2014)

Por otro lado, es remarcable mencionar que china, siendo uno de los países con mayores emisiones de CO₂, está apostando por la generación de energía a partir de fuentes renovables como lo es la EF. En México aún se tiene que hacer grande esfuerzos por generar energía mediante la tecnología FV ya que según el Inventario Nacional de Energías Renovables

(2013) aún no se logra visualizar la participación de la energía solar fotovoltaica, a pesar de que puede ayudar a disminuir el grado contaminante que tiene la producción de energía actual además de que en México este tipo de tecnologías pueda incrementar su rendimiento debido a su posición geográfica ya que se encuentran en la región conocida como el cinturón solar, es decir, en una latitud de + – 35 con respecto al Ecuador, y los países que se encuentran dentro de estas latitud tienen los niveles más altos de radiación solar al año del planeta.

México cuenta con un nivel de radiación promedio de 5kWh/m² por día. En la zona centro del país la radiación promedio por día es de 4.4 kWh/m² y en la zona norte la radiación es de 6.3 kWh/m² por día (ver figura 8). De acuerdo al “Programa de Fomento de Sistemas Fotovoltaicos en México” (2012) esta cifra se encuentra muy por encima de la irradiación promedio al día de los países en los que se ha desarrollado más ampliamente este tipo de tecnología y cuentan con una gran capacidad instalada de la misma, como son: Alemania, Italia, y China. En la figura 6 se muestra la distribución de radiación solar al día, en el territorio mexicano, y se puede observar que en los estados en los que mejor se puede aprovechar la energía que ofrece el Sol son: Baja California Norte y Sur, Sonora, Nayarit, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes y la frontera entre Chihuahua y Coahuila. Sin embargo en cuanto al aprovechamiento de la energía ofrecida por el Sol, todos los estados se encuentran en posibilidad de aprovechamiento de la misma.

Figura 5. Radiación solar por día.



Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas, 2014.

Cabe mencionar, que independientemente de que el nivel de producción de energía a partir de EF sea bajo, México cuenta con nueve plantas generadoras de energía solar, las cuales estratégicamente se encuentran ubicadas en las zonas con mayor nivel de radiación solar al día. (Figura 6)

Figura 6. Ubicación de plantas de energía solar.



Fuente: Inventario anual de energías renovables (SENER,2014)

Dos de las plantas se encuentran ubicadas en Baja California, otras dos en Baja California Sur, otras dos en Guanajuato, además de las que se encuentran en Sonora, Durango y Aguascalientes. De las cuales siete de las 9 existentes pertenecen al sector privado, mismas que generan el 64% de la EF producida en México. (Cuadro 5)

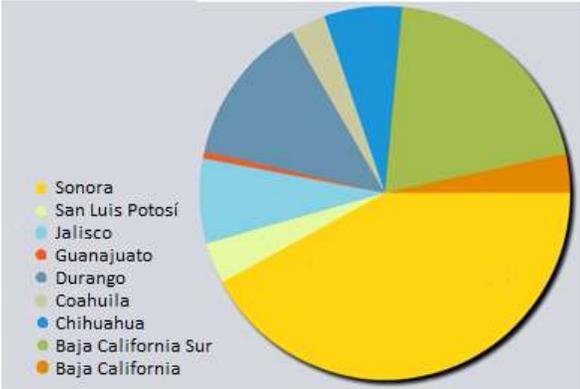
Cuadro 5. Generación eléctrica actual de energías renovables (GWh/a)

ENERGÍAS	Geotérmica	Hidráulica >30 MW	Hidráulica ≤ 30 MW	Oceánica	Eólica	Solar	Biomasa
CFE	6 168.00	36 488.00	1 130.00	No Genera	197.00	12.00	No Genera
PRIVADOS	No Genera	71.00	622.00	No Genera	4 350.00	21.00	1 324.00

Fuente: Inventario anual de energías renovables (SENER,2014)

Por otro lado, La SENER ha identificado diversos proyectos de energía fotovoltaica a lo largo de la república los cuales se encuentran distribuidos como se muestra en la siguiente gráfica. (Gráfica 18)

Gráfica 18. Proyectos de energía fotovoltaica.



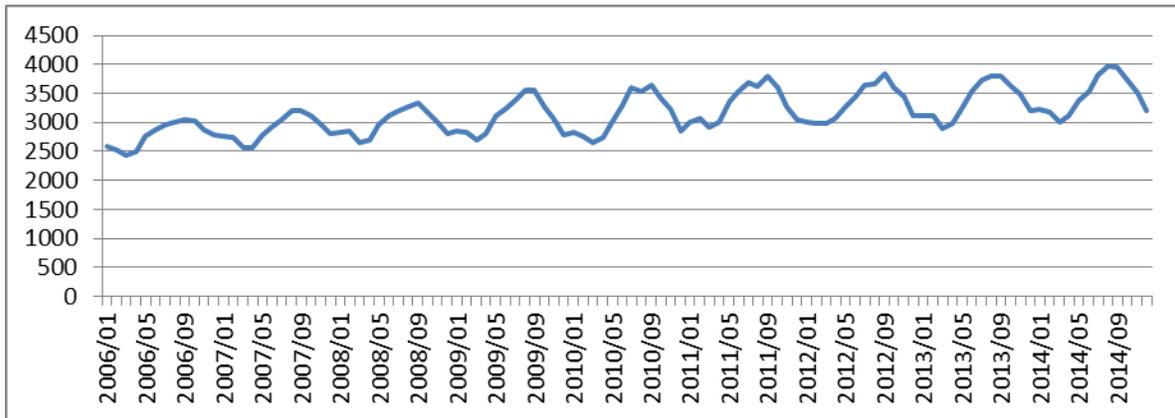
Fuente: SENER. 2014

Los proyectos detectados por la SENER ya han sido aprobados y se encuentran en etapa de desarrollo, según el inventario de Energías Renovables (SENER,2013) se prospecta que al término de los proyectos,

México (fecha incierta) se puedan generar 6500000 GWh/a, mediante el uso de energía fotovoltaica, por lo que, para poder lograr esta meta es necesario diseñar una serie de acciones estratégicas, mismas que puedan ser útiles no solo para el correcto desarrollo de estos proyectos, sino también para el desarrollo nuevos y mejores proyectos.

Es conveniente mencionar que las 9 generadoras de energía solar con las que se cuenta en el país son de EFV, lo cual indica que pueden ser útiles para que México pueda desarrollar conocimiento tácito y explícito para la generación de este tipo de energía, y mediante la experiencia adquirida, se puedan ir desarrollando cada vez más políticas en favor del desarrollo e EFV en edificaciones. Ya que una de las ventajas de esta tecnología es que no solo pueden producir energía a partir de grandes generadoras, por medio de la EF, también existe la posibilidad de generar energía en a partir de módulos que pueden ser instalados en diversos tipos de edificaciones, para satisfacer sus necesidades energéticas, pueden ser desde grandes edificios, hasta pequeñas edificaciones rurales. El hecho de que se pueda generar conocimiento a partir de las centrales FV actuales, y transformarlo en hecho políticas e incentivos que favorezcan la generación de energía FV para uso en edificaciones, podría atender a una problemática nacional que es lograr satisfacer las necesidades de consumo energético en toda la población, según el INEGI, el consumo de energía eléctrica asciende en temporadas de mayor consumo a casi 14000 miles de millones de watts/hora, juntando el consumo de edificaciones industriales y domésticas (gráfica 19).

Gráfica 19. Consumo de energía a base de combustibles fósiles.



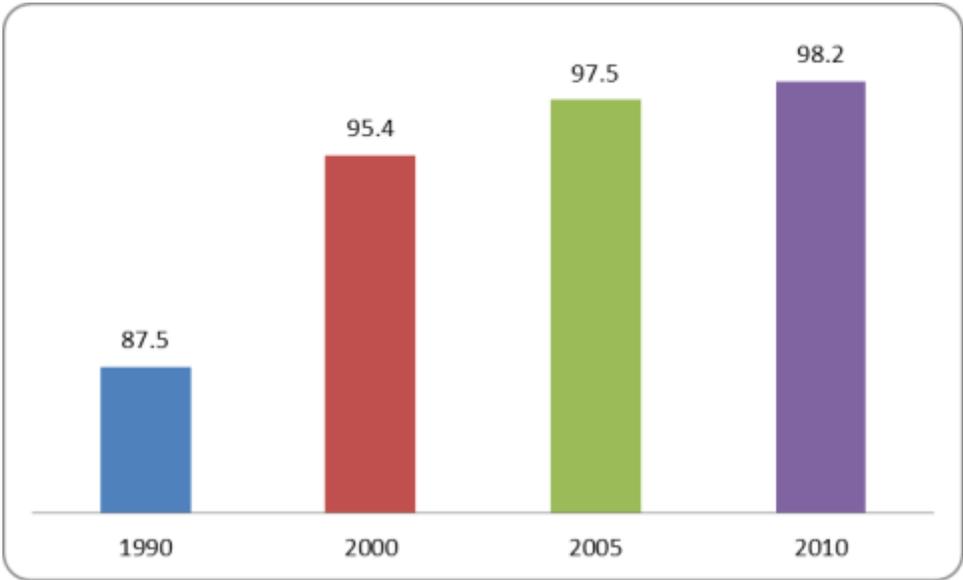
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del BIE del INEGI: Energía > Subsector energía > Energía generada tipo (2006-2014)

En la gráfica 19, se muestra que la temporada con mayor consumo es entre octubre y noviembre, contrario con la gráfica 13 de generación de energía, en donde se observa que los meses de mayor generación de energía entre mayo y agosto, lo cual podría representar un conflicto si existiera una sobredemanda de energía consumida ya que la energía generada podría no satisfacer la consumida, esto representa un incentivo para el desarrollo de energía fotovoltaica ya que los sistemas fotovoltaicos, pueden ser instalados en cada edificación, lo que indica que los mismos consumidores de energía pueden producir la energía que consumen, por lo tanto, en dado caso de que, exista una sobre demanda de energía los consumidores mismos podrían ser capaces de satisfacer sus necesidades. Para dejar más claro lo antes mencionado, es preciso mencionar que los sistemas fotovoltaicos se pueden dividir en 2 grupos: sistemas aislados y sistemas interconectados a la red eléctrica. Los primeros son utilizados principalmente en comunidades rurales o zonas aisladas, en las cuales no es económicamente viable construir una red eléctrica para su interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y los segundos se encuentran principalmente en zonas urbanas o rurales, las cuales están

interconectadas al SEN. De acuerdo con la Asociación Nacional de Energía Solar, hasta el año 2006, prácticamente todos los sistemas fotovoltaicos, instalados en México, se encontraban en aplicaciones aisladas de la red eléctrica, ahora con el surgimiento de sistemas interconectados, no solo es posible generar la energías que se consume, sino también se puede proporcionar a la red eléctrica, la energía sobrante, lo que puede contribuir a aumentar la energía consumida y a reducir el consumo de energía de la red.

Por otro lado, haciendo un enfoque hacia al área doméstica, se ha detectado que en la actualidad el 98.2% de las viviendas habitadas cuentan con energía eléctrica, lo que hace referencia a que la CFE ha logrado satisfacer las necesidades energéticas de gran parte de la población (Gráfica 20).

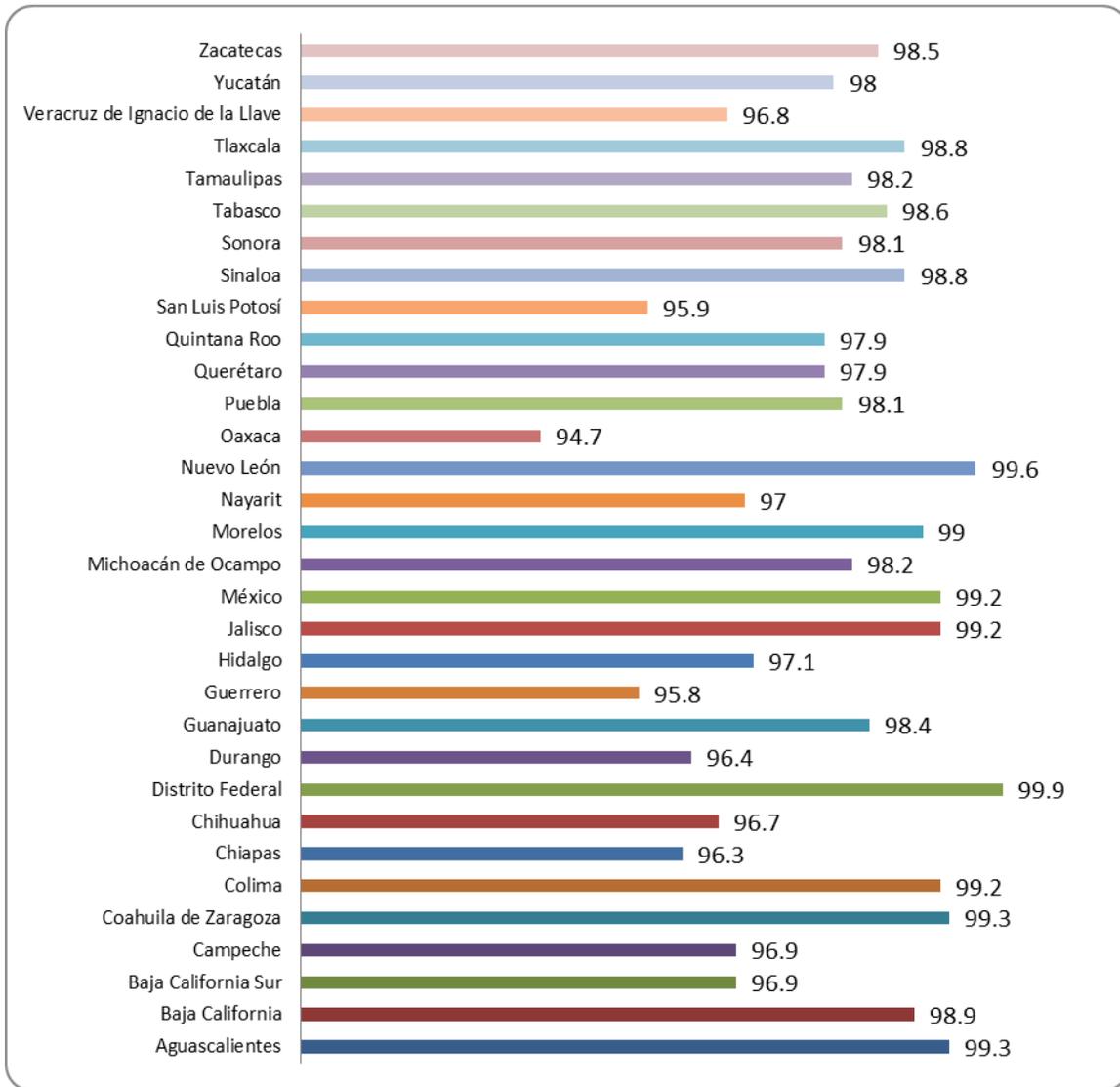
Gráfica 20. Porcentaje de viviendas con energía eléctrica.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI: Servicios de bienes y vivienda > porcentaje de viviendas con energía eléctrica>senso2010

Sin embargo aún existen necesidades por cubrir, en la siguiente gráfica se muestra que los estados en los que no se ha tenido mucho éxito en cuanto a la satisfacción de necesidades energéticas son: Oaxaca, Guerrero y Chiapas, principalmente. Hay que recordar que en estos territorios muchas zonas son poco accesibles, además de que existe pobreza extrema, lo que puede ser un factor por el cual la CFE no ha logrado llegar a satisfacer las necesidades energéticas. Es ahí en donde entra otro factor para el desarrollo de los sistemas fotovoltaicos, ya que su costo de mantenimiento es mínimo y puede instalarse en zonas aisladas sin necesidad de conexión a la red de la SENER. Es preciso mencionar que los costos de compra e instalación de sistemas fotovoltaicos son elevados, por lo que es necesario la intervención del gobierno en cuanto al financiamiento de esos costos, mediante programas de fomento a la EFV, de los cuales se hablarán más adelante.

Gráfica 21. Viviendas con energía eléctrica.



Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI: Servicios de bienes y vivienda > viviendas con energía eléctrica

En base a todo lo mencionado, se puede decir que México existe la necesidad de diversificar la generación de energías con el fin de no ser tan dependientes de los combustibles fósiles, para que la energía generada no sea tan contaminante. La EFV en México a pesar de que aún no es ampliamente desarrollada, tiene un alto potencial, debido principalmente

a la ubicación geográfica del territorio nacional, a la necesidad de alargar del ciclo de vida de las reservas nacionales de petróleo, para evitar que el país se convierta por completo en importados de petróleo antes que exportado y como elemento adicional, atiende a la problemática actual del país de aún no lograr satisfacer energéticamente a toda su población ya que estos sistemas no necesitan de grandes instalaciones para poder generar energía y pueden ser instalados en cualquier lugar en donde se cuente con luz solar.

Es preciso resaltar que actualmente este tipo de energía se está generando por particulares, lo cual abre un panorama totalmente distinto al que se había estado considerando en el país, en cuanto a la distribución y venta de la energía, por lo que para que se pueda desarrollar favorablemente este tipo de distribuciones, se tendrá que diseñar un marco regulatorio específico para la EF generada mediante el cual el país y sus pobladores puedan obtener la mayor ventaja de este tipo de tecnología.

El análisis del entorno científico a través de la bibliometría permite conocer el tipo de investigaciones que se están realizando en el campo de interés, en este caso se centró el estudio en investigaciones relacionadas con paneles solares de energía fotovoltaica utilizados en edificaciones.

Mediante el uso de indicadores bibliométricos es posible conocer las colaboraciones entre investigadores así como el impacto de sus publicaciones en la difusión del conocimiento; por otro lado, los indicadores de bibliometría brindan un panorama de la evolución del conocimiento en el campo de investigación a estudiar, para conocer las tendencias de la misma a través del tiempo.

4.1. PUBLICACIONES ALREDEDOR DEL MUNDO

Para conocer las tendencias en investigación acerca del tema de paneles de energía fotovoltaica utilizados en edificaciones, se realizó la búsqueda de artículos científicos en la base de datos Scopus, ya que esta base de datos cuenta con un gran número de revistas científicas indexadas y por lo tanto una gran colección de artículos científicos, además de que la interfaz de usuario con la que cuenta, facilita el manejo de datos para su análisis.

4.1.1 .ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Palabra clave: **Photovoltaic, panel, roof.**

Estas palabras clave se eligieron en función del campo de interés ya que lo que se pretende es identificar las investigaciones relacionadas con energía fotovoltaica, específicamente en paneles que se utilicen en edificaciones,

mismos que se colocan principalmente en el techo ya que es en donde mayor incidencia solar existe en una edificación.

Palabra clave a buscar en: Se eligió buscar las palabras clave en título, **resumen, palabras clave**, ya que en estas secciones se puede resaltar el contenido del artículo, por lo que se eligió buscar las palabras de interés en estas secciones.

Periodo de tiempo: De acuerdo al periodo de estudio mencionado en capítulos anteriores se limitó la búsqueda al año **2006 a la fecha**.

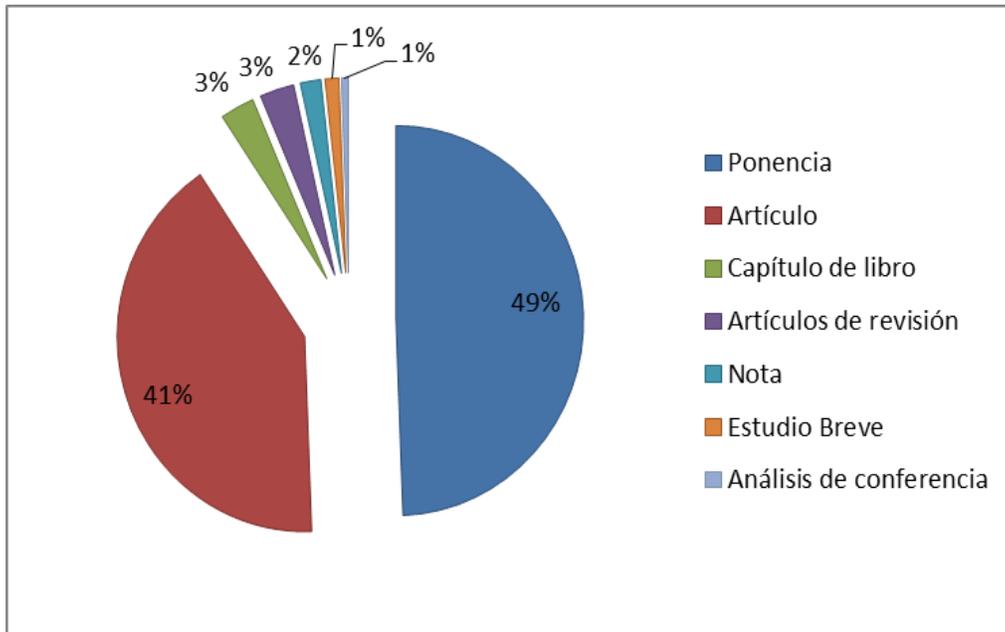
Áreas del conocimiento incluidas: Con el fin de identificar el rumbo que están tomando las investigaciones en el área, no se limitó la búsqueda a algún área del conocimiento.

Por medio de esta búsqueda se obtuvieron 170 artículos científicos relacionados con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, los cuales se analizarán a continuación a través de indicadores de bibliometría con el fin de conocer el estado de la tecnología en el periodo de tiempo determinado.

4.1.2. FUENTE DE DIVULGACIÓN DE CONOCIMIENTO

A continuación se muestran los medios en los que se encuentran las 170 publicaciones contenidas en SCOPUS sobre la tecnología de interés durante el periodo de estudio, esto permite conocer el medio por el cual los científicos han divulgado sus resultados sobre las investigaciones.

Gráfica 22. Fuente de divulgación del conocimiento.



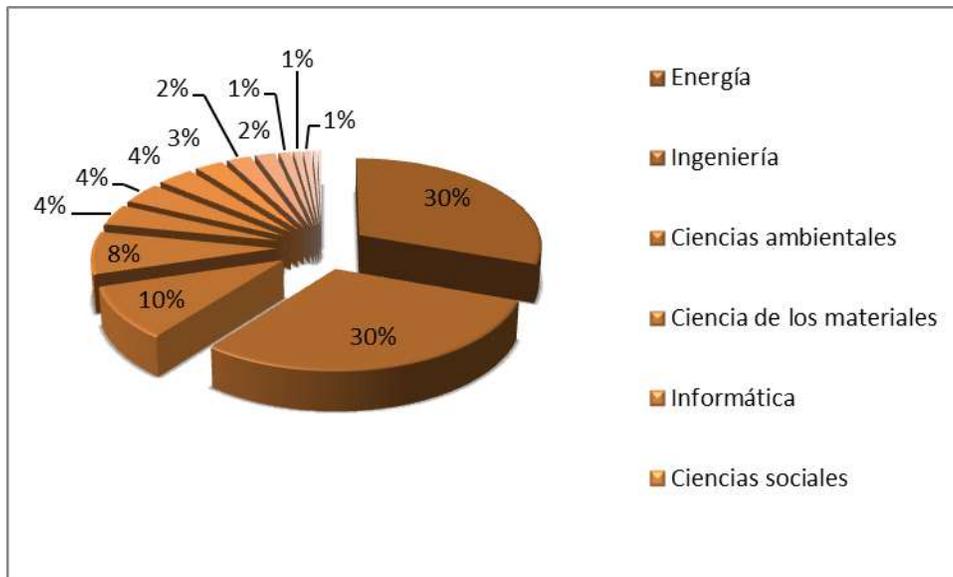
Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Como se puede observar en la gráfica 22, el 49% de la información acerca de las investigaciones se encuentra contenida en ponencias lo que indica que la energía fotovoltaica en utilizada en edificaciones es de mucho interés para exponer en congresos lo cual se traduce en un gran interés en informar a la sociedad acerca del tema, el 41% de la información procede de artículos de investigación, es decir, es la culminación de muchos trabajos de investigación es decir, lo cuál es la pauta para posibles innovaciones en el área, cabe mencionar que las fuentes menos recurridas para la divulgación del tema en cuestión son los capítulos de libros, artículos de revisión, notas, estudios breves y los análisis de ponencias. La elección de fuentes por parte de los investigadores se debe en gran medida al grado de especialización del conocimiento y el público de interés para el mismo.

4.1.3. ÁREAS DE CONOCIMIENTO

Las áreas del conocimiento hablan acerca de las disciplinas que están realizando investigación acerca de energía fotovoltaica, en específico la utilizada en edificaciones.

Gráfica 23. Áreas de conocimiento



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

El área de conocimiento que cuenta con mayor número de publicaciones en el de *energía* (ver gráfica 23), lo que es evidente ya que el tema en cuestión se trata de un tipo de generación de energía, sin embargo en la gráfica anterior se puede observar que una de las áreas que muestra interés en la publicación de artículos relacionados con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones es la de ingeniería, debido a la gran cantidad de artículos publicados, mismo que se encuentran estrechamente vinculados con la modelación de sistemas más eficientes, análisis de los sistemas de enfriamiento de los sistemas utilizados en edificaciones, eficiencia de los mismo, así como análisis mecánicos, de diseño y estructurales.

Un área del conocimiento relevante es el de ciencias ambientales, ya que este tipo de tecnologías están muy relacionadas con el cuidado del medio ambiente, por lo que se pueden encontrar artículos relacionados con el impacto ambiental de los sistemas así como de los beneficios que ofrecen ante la reducción de gases de efecto invernadero.

De acuerdo a los resultados obtenidos de SCOPUS en el periodo de estudio, los paneles fotovoltaicos utilizados en edificaciones son de interés en otras áreas del conocimiento como ciencias de los materiales, pues se pueden encontrar artículos que hablan de nuevas *celdas solares con propiedades flexibles*; informática, ya que en diversos artículos se pueden encontrar software de modelación para medir la eficiencia de los mismos; y ciencias sociales, ya que por la relevancia del tema se pueden encontrar artículos relacionados con la asimilación de la tecnología por parte de los usuarios.

4.1.4. INSTITUCIONES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES

A continuación se muestra una lista de las 20 instituciones con mayor número de publicaciones en el tema de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones

Tabla 5. Universidades con mayor número de publicaciones

Universidad	No. De publicaciones
Universitie Concordia	5
University of Nottingham	4
Politecnico di Milano	4
Arizona State University	3

Florida International University	3
Ecole Polytechnique Federale de Laussane	3
CPP Inc	2
University of Illinois at Urbana-Campaign	2
Technologiko Ekpaideutiko Idrima, Athinas	2
California Energy Comission	2
Universita di Salerno	2
Lawrence Berkely National laboratory	2
University of South Florida Tampa	2
BRAC University	2
Westrn University	2
Bharat Heavy Electricals Ltd	2
Ceske vysoke unceni technicke v Praze	2
University of Pittsburg	2
Netherlands Organisation for scientific research	2
Oak Ridge National Laboratory	2

Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En primera instancia es preciso mencionar que todas las publicaciones realizadas, provienen de instituciones y universidades, ya que dentro de los fines de este tipo de organizaciones se encuentra la difusión del conocimiento, es por ello que las publicaciones provienen de estas instancias y no de empresas además de que a esta últimas no les favorece la publicación de artículos científicos debido a que otras empresas podrían utilizar el conocimiento en su contra.

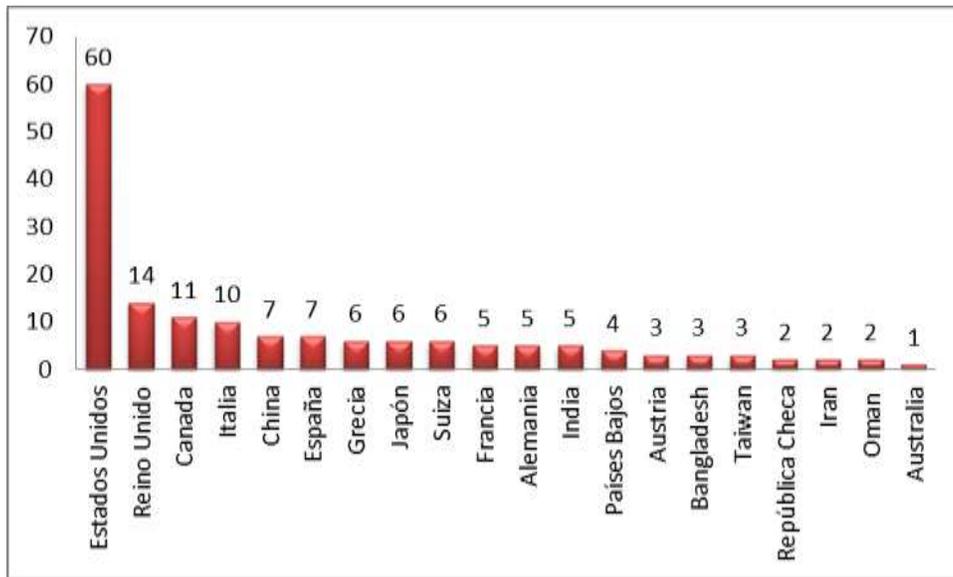
De estas instituciones se puede observar que no se concentran los artículos en alguna institución, el conocimiento en el tema está muy bien diversificado, lo que implica la poca necesidad de instituciones con alta especialidad en el tema para el desarrollo de artículos científicos en el área de sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones, sin embargo si se puede observar que el mayor número de artículos proviene de instituciones de Estadounidenses.

También se puede observar que la institución con mayor numero publicaciones es "Universitié Concordia", ubicada en Canadá, en el estado de Montreal con cinco artículos, seguida por "University of Nottingham" de Inglaterra y el "Politecnico di Milano" en Italia, ambas con cuatro artículos. Cabe mencionar que estas tres universidades son de carácter público por lo que el contenido de las investigaciones realizadas es estos institutos está estrechamente relacionado con atender a necesidades sociales.

4.1.5. NACIONALIDAD DE LAS PUBLICACIONES

Con respecto a la nacionalidad de las publicaciones se puede decir, que esto muestra la concentración geográfica del conocimiento en materia de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, lo cual nos permite conocer la intensidad en investigación de un país acerca del tema de estudio. En la siguiente gráfica, se muestran los países con mayor número de publicaciones en el periodo de estudio.

Gráfica 24. Nacionalidad de las publicaciones.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Los datos mostrados en la gráfica anterior, indican que el país con mayor concentración de conocimiento es Estados Unidos, seguido de Reino Unido con 14 publicaciones en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones; Canadá es el país que ocupa la tercera posición, situación curiosa ya que la generación de energía de este país se basa en energía nuclear, misma que es completamente renovable y poco contaminante, además es uno de los países con menor índice de radiación solar al año. Es relevante la presencia de China ya que este país cuenta con uno de los mercados más grandes del mundo, haciendo investigación en energía solar fotovoltaica.

A pesar de que la concentración más importante de conocimiento en el tema del tema de interés se encuentra en América del Norte, es preciso señalar que son los únicos países (Estados Unidos y Canadá) del continente americano que cuentan con publicaciones en el área de interés, sin embargo, continentes como Asia y Europa muestran un gran interés en el

tema de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones ya que cuentan con gran actividad de investigación en el tema, por otro lado, es preciso señalar la presencia de la India, que al igual que México es uno de los países con mayor potencial de aprovechamiento de energía solar (en cuanto al índice de radiación solar por día).

4.1.6. AUTORES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES EN SCOPUS

La identificación de autores que cuentan con un mayor número de publicaciones, habla acerca de quiénes son los principales investigadores en el tema de interés, lo cual, puede ser útil para asesorías y/o colaboraciones entre institutos o entre empresa-universidad.

En la siguiente tabla se muestra una lista de 20 de los investigadores con mayor número de publicaciones, y se puede observar que son tres los investigadores con mayor número de publicaciones, estos son Stathopoulos, T., Investigador de “Universitie Concordia”, profesor del departamento de Ingeniería civil y experimental y perteneciente a la facultad de ingeniería e informática en Montreal, Canadá cuya experiencia se centra en el estudio de construcciones aerodinámica y efectos del viento; Xypnitou, E. perteneciente a la misma universidad y departamento, es una investigadora con experiencia en análisis de climas; por último Zisis, I. Investigador perteneciente a “The Centre for Research and Technology, Hellas” en Grecia cuya especialidad se enfoca en sensores y control a distancia.

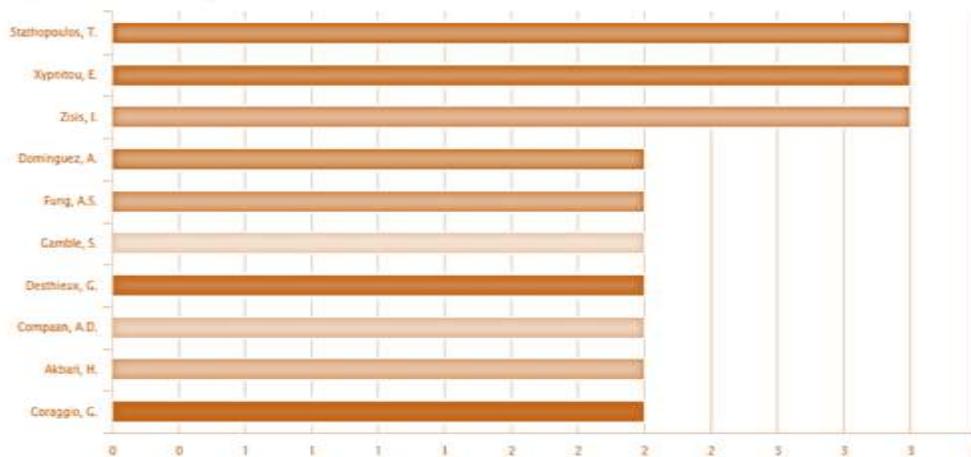
Tabla 6. Investigadores con mayor número de publicaciones

Investigador	Documentos
Stathopoulos, T.	3
Xypnitou, E.	3
Zisis, I.	3

Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Sin embargo no se concentra en ellos el conocimiento acerca del tema de interés ya que en la tabla y en la siguiente gráfica, se puede observar que el conocimiento se encuentra distribuido en un gran número de investigadores.

Gráfica 25. . Investigadores con mayor número de publicaciones.



Fuente: Scopus, 2015

Es preciso mencionar que a pesar de que el conocimiento en el área se encuentra ampliamente distribuido, en base a la experiencia de los autores con mayor número de publicaciones relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, se puede intuir el rumbo que han tomado gran parte de las publicaciones, es decir, se centran en análisis de clima, específicamente en el efecto que tiene el viento sobre los módulos fotovoltaicos usados en edificaciones, y en el control a distancia de los mismos, con el fin de potencializar su eficiencia.

4.1.7. PUBLICACIONES POR AÑO

El número de publicaciones por año, ayuda a cuantificar la actividad científica y a conocer las tendencias de la producción científica a lo largo del periodo de estudio.

Tabla 7. Tasa de crecimiento

Año	Documentos	Tasa de crecimiento
2006	13	0.00%
2007	6	-0.53846154
2008	9	0.5
2009	22	1.44444444
2010	18	-0.18181818
2011	17	-0.05555556
2012	32	0.88235294
2013	26	-0.1875
2014	21	-0.19230769
2015	6	-0.71428571

Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la tabla anterior, se muestra el número de artículos por año publicados en SCOPUS del 2006 al 2014.

Gráfica 26. . Documentos por año.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la gráfica anterior, se muestra cómo ha evolucionado la tendencia en relación al número de publicaciones científicas realizadas por año, como se puede observar en el inicio del periodo de estudio, el número de publicaciones respecto a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones fue considerable, sin embargo en el 2007 solo un pequeño grupo de investigadores mostraba interés en realizar publicaciones del tema en cuestión, en el 2008 comienza a incrementar lentamente la publicación de documentos relacionados con el tema, muy probablemente porque se comenzaba a tener buenas experiencias con los resultados de las investigaciones realizadas en años anteriores, es por eso que en el año 2009 la actividad científica se vuelve más dinámica en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, esto se ve reflejado en el mayor incremento en la tasa de crecimiento de publicaciones generadas por año, aunque en los siguientes dos años se reducen las publicaciones, el

tema en cuestión sigue teniendo un dinamismo considerable, es decir aunque no se generan muchas publicaciones, los investigadores siguen teniendo interés en el área, esto se observa en el incremento de publicaciones generado en el año 2012, en el que se muestra el mayor número de publicaciones por año, mientras que en el 2013 y 2014 el número de publicaciones va en decremento lo que implica que la comunidad científica comienza a perder el interés en el tema en cuestión. Esta dinámica tecnológica nos habla de una tecnología inestable con bases poco firmes y que además podría entrar en un estado de madurez.

Debido a que recién estamos finalizando el segundo trimestre del año 2015, aún no se puede evaluar la tendencia de la producción científica respecto a energía solar fotovoltaica utilizada en edificaciones este año.

4.1.8. REVISTAS CON MÁS PUBLICACIONES

A continuación en la siguiente gráfica, se presentan las revistas con un mayor número de publicaciones en el periodo de estudio, lo cual habla del prestigio y relevancia que éstas tienen en cuestión en la difusión del conocimiento del tema de estudio, energía fotovoltaica utilizada en edificaciones. También habla de las fuentes de mayor interés para los científicos para divulgar los resultados y hallazgos de sus investigaciones.

Gráfica 27. Revistas con mayor número de publicaciones.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

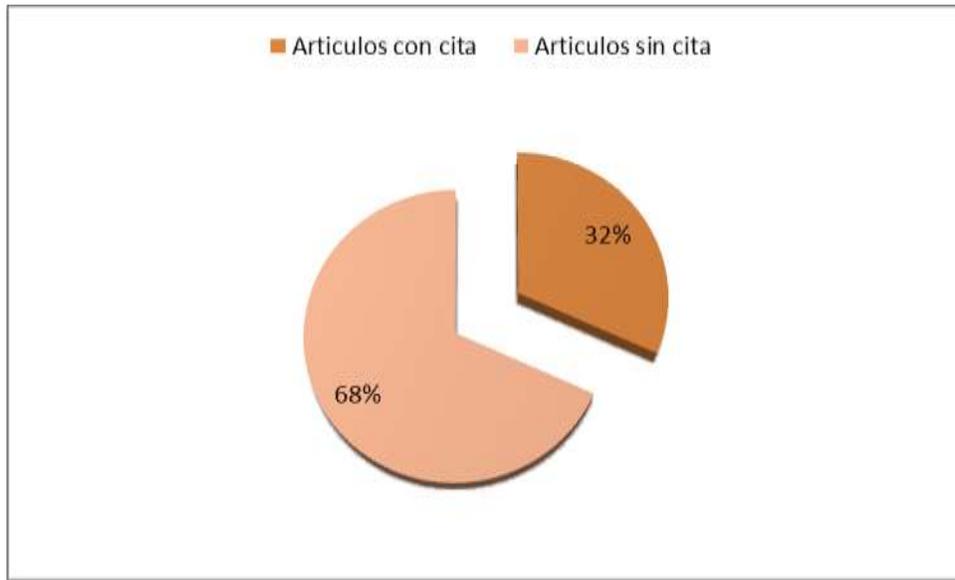
En la gráfica anterior se muestra que la revista con más publicaciones en cuestión de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones de acuerdo al periodo de estudio es "Solar Energy", que cuenta con 9 artículos publicados la cual es una revista enfocada exclusivamente a la ciencia y tecnología relacionada con aplicaciones de energía solar, sin embargo en la actualidad ha ampliado la recepción de artículos de áreas como energía eólica a algún otro tipo de energía que se encuentre relacionada directamente con la energía solar; esta revista que cuenta con un factor de impacto de 3.868 según *Thomson Reuters*, el cual un calificador de factor de impacto de diversas revistas, mismo que es medido en base a la cantidad de citas que tiene los artículos publicados en la revista, cabe

menciona que los autores que más publican es esta revista se encuentran principalmente en China, Estados Unidos e India; la siguiente revista con más publicaciones es "Energy and Buildings" con 7 publicaciones es una revista que tiene como objetivo "dar a conocer nuevos resultados de investigación y nuevas práctica probadas para reducir las necesidades energéticas en edificios y mejorar la calidad del ambiente interior." (Elsevier, 2015) y cuyo factor de impacto es de 3.076(Thomson Reuters, 2015), es preciso mencionar que los autores que mayormente contribuyen a esta revista encuentran distribuidos principalmente en China, Estados Unidos y España; la tercer revista con mayor número de publicaciones relacionadas con energía fotovoltaica para edificaciones es "Applied energy" misma que tiene como objetivo proporcionar información relacionada con la generación y uso óptimo de la energía, esta revista cuenta con un mayor factor de impacto en comparación con las revistas anteriores, el cual es igual a 5.597 y cabe menciona que los autores que publican en esta revista se concentran principalmente en China, Estados Unidos y España, Italia y Reino Unido.

4.1.9. ANÁLISIS DE CITAS

En la siguiente gráfica, se puede observar que de los artículos encontrados en la búsqueda realizada en SCOPUS, pertenecientes al periodo de estudio 2006-2014, sólo el 32% de ellos han recibido al menos una cita durante dicho periodo, mientras que el 68% nunca ha recibido una cita durante dicho periodo (ver gráfica 28).

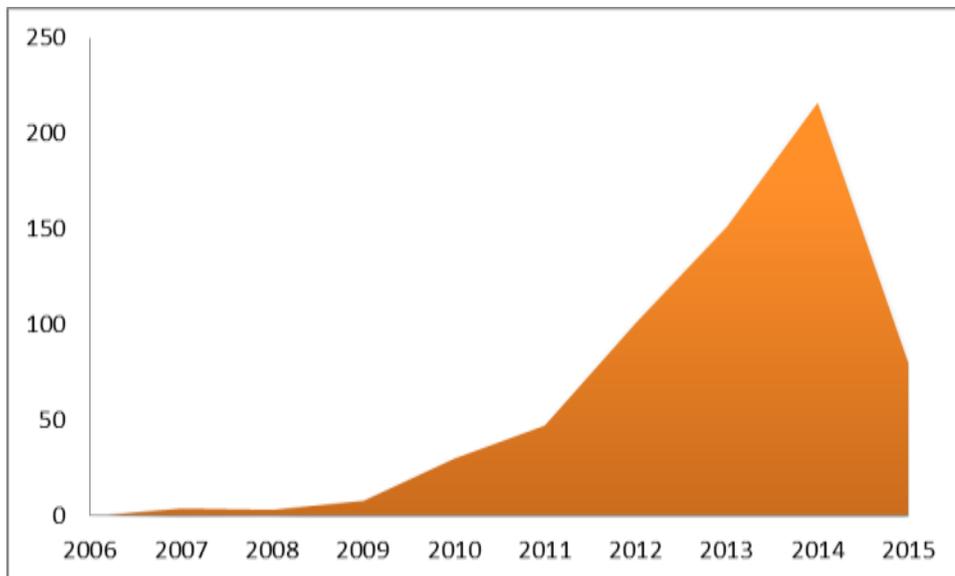
Gráfica 28. Artículos citados VS no citados.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la siguiente gráfica se puede observar el número total de citas recibidas por año a lo largo del periodo de estudio de los artículos publicados en relación a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Gráfica 29. Citas por año.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Como se muestra en la gráfica anterior, el número de citas por año de los artículos sobre el tema de interés, se ha incrementado a lo largo del periodo de estudio, mostrando así, un incremento en el impacto del tema a través del tiempo; además, esto también indica el aumento en el interés en la investigación en relación a la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones. Debido a los pocos meses que han transcurrido del 2015, se muestra un número de citas menor en este año, sin embargo, en base al comportamiento en años anteriores, se espera que el número de citas siga en aumento ya que es un tema que sigue teniendo gran relevancia.

Gráfica 30. Tasa de crecimiento.



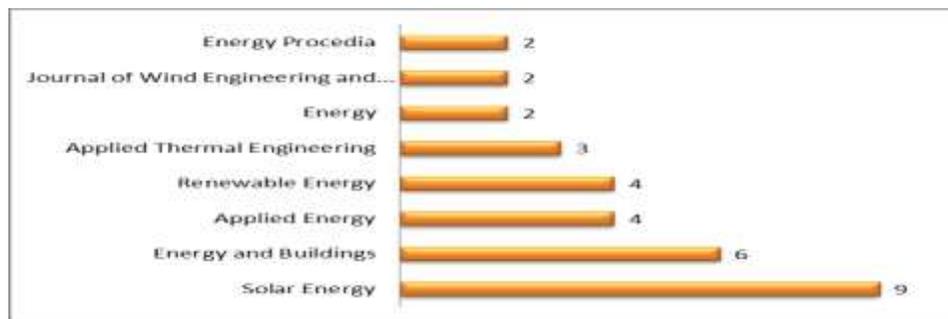
Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

La gráfica anterior nos muestra a pesar de que el número de citas y por lo tanto el impacto del tema ha aumentado año con año, en el 2010 se dio el más alto crecimiento en el impacto del tema, lo que muestra que ese

fue el año en el que la comunidad científica incrementó su interés en el tema de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Anteriormente se han mencionado las revistas con mayor número de publicaciones relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, sin embargo en relación al análisis de citas en el periodo de estudio que se está analizado aún queda por decir que de los artículos que se han citado, el mayor número de citas se concentra en la revista "solar energy".

Gráfica 31. Revistas con mayor número de publicaciones con cita.

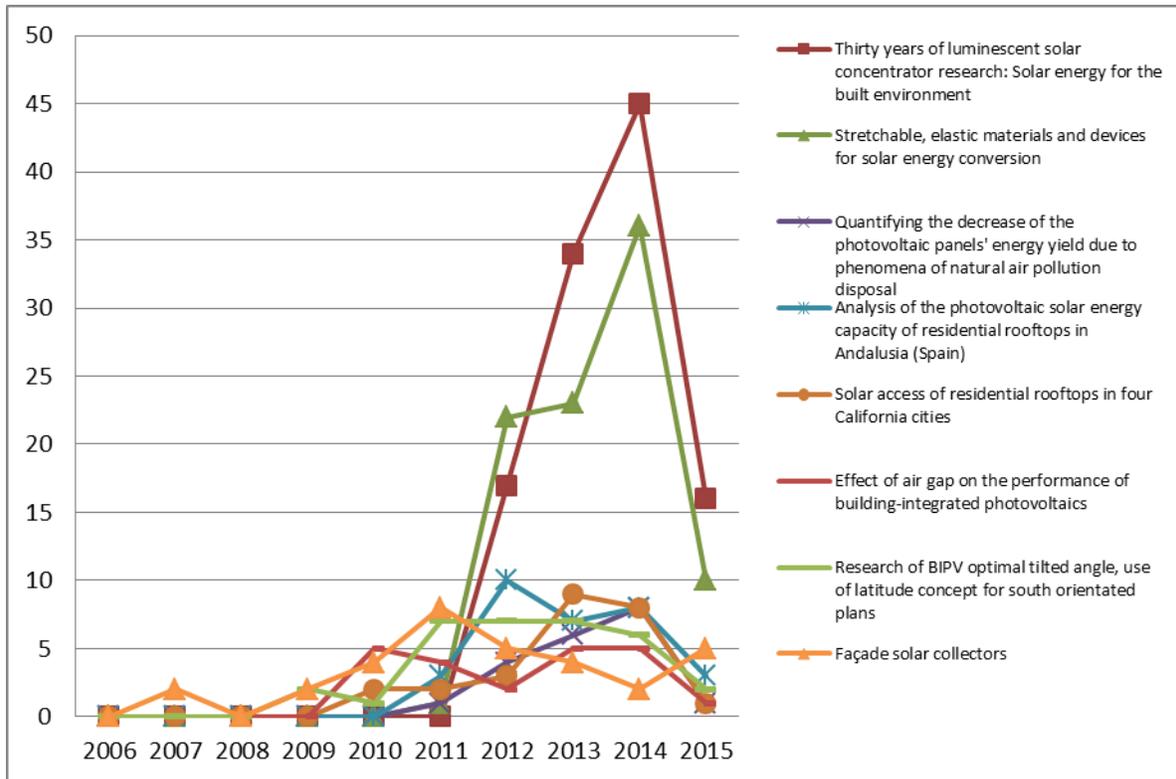


Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la gráfica anterior se observa que las tres revistas con mayor número de citas, coinciden con las tres revistas con mayor número de publicaciones, es decir son revistas con mayor número de publicaciones y mayor número de citas, lo cual habla de la calidad de las publicaciones relacionadas con el tema de energía solar fotovoltaica utilizada en edificaciones, ya que han sido publicadas en revistas que con un nivel de impacto bueno, lo que ha despertado el interés de diversos investigadores y esto ha provocado que las investigaciones sigan citándose año tras año.

A continuación se muestra los artículos con el mayor número de citas recibidas durante el periodo de estudio.

Gráfica 32. Artículos más citados.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Los artículos más citados son "Thirty years of luminescent solar concentrator research: Solar energy for the built environment " y "Stretchable, elastic materials and devices for solar energy conversion". El primero fue publicado en el año 2012 y se refiere a la manipulación de la trayectoria de luz emitida y longitud de onda, mediante la incorporación de diversos materiales con el último fin maximizar la eficiencia y de optimizar los paneles solares existentes, lo que abre la posibilidad de futuras investigaciones; el segundo artículo fue publicado en el año 2011 y se refiere al desarrollo de un material elástico cuyas características lo hace esencial en la creación de nuevos paneles solares.

En la siguiente tabla se muestra una lista de los 19 artículos más citados en relación a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Tabla 8. Artículos más citados

Año	Publicación	Autor	Revista	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
2013	Simulating a future smart city: An integrated land use-energy model	Yamagata Y., Seya H.	Applied Energy	0	0	0	0	0	0	0	2	7	2	11
2013	Design and performance of a novel building integrated PV/thermal system for energy efficiency of buildings	Yin H.M., Yang D.J., Kelly G., Garant J.	Solar Energy	0	0	0	0	0	0	0	2	8	4	14
2012	Comparative study of solar cooling systems with building-integrated solar collectors for use in sub-tropical regions like Hong Kong	Fong K.F., Lee C.K., Chow T.T.	Applied Energy	0	0	0	0	0	0	2	4	7	3	16
2012	Thirty years of luminescent solar concentrator research: Solar energy for the built environment	Debijs M.G., Verbut P.P.C.	Advanced Energy Materials	0	0	0	0	0	0	17	34	45	16	112
2011	Experimental study on a hybrid photovoltaic/heat pump system	Chen H., Riffat S.B., Fu Y.	Applied Thermal Engineering	0	0	0	0	0	0	1	2	5	2	10

2011	Stretchable, elastic materials and devices for solar energy conversion	Lipomi D.J., Bao Z.	Energy and Environmental Science	0	0	0	0	0	1	22	23	36	10	92
2011	Convective heat transfer coefficients in a building-integrated photovoltaic/thermal system	Candanedo L.M., Athienitis A., Park K.-W.	Journal of Solar Energy Engineering, Transactions of the ASME	0	0	0	0	0	0	4	2	4	2	12
2010	Quantifying the decrease of the photovoltaic panels' energy yield due to phenomena of natural air pollution disposal	Kaldellis J.K., Kokala A.	Energy	0	0	0	0	0	1	4	6	8	1	20
2010	Analysis of the photovoltaic solar energy capacity of residential rooftops in Andalusia (Spain)	Ordonez J., Jadraque E., Alegre J., Martinez G.	Renewable and Sustainable Energy Reviews	0	0	0	0	0	3	10	7	8	3	31
2010	Dual mechatronic MPPT controllers with PN and OPSO control algorithms for the rotatable solar panel in PHEV system	Kuo J.-L., Chao K.-L., Lee L.-S.	IEEE Transactions on Industrial Electronics	0	0	0	0	1	4	3	4	0	0	12
2009	A marketable all-electric solar house: A report of a Solar Decathlon project	Wang N., Efram T., Martinez L.A., McCullay M.T.	Renewable Energy	0	0	0	0	3	1	2	2	4	1	13

2009	Solar access of residential rooftops in four California cities	Levins on R., Akbari H., Pomerantz M., Gupta S.	Solar Energy	0	0	0	0	2	2	3	9	8	1	25
2009	A model and heat transfer correlation for rooftop integrated photovoltaics with a passive air cooling channel	Mittelman G., Alsharife A., Davison J.H.	Solar Energy	0	0	0	0	3	3	2	2	3	0	13
2009	Numerical determination of adequate air gaps for building-integrated photovoltaics	Gan G.	Solar Energy	0	0	0	1	3	3	3	3	5	1	19
2009	Effect of air gap on the performance of building-integrated photovoltaics	Gan G.	Energy	0	0	0	0	5	4	2	5	5	1	22
2009	Research of BIPV optimal tilted angle, use of latitude concept for south orientated plans	Cheng C.L., Sanchez Jimenez C.S., Lee M.-C.	Renewable Energy	0	0	0	2	1	7	7	7	6	2	32
2007	A comparative study of the thermal and radiative impacts of photovoltaic canopies on pavement surface temperatures	Golden J.S., Carlson J., Kaloush K.E., Phelan P.	Solar Energy	0	0	1	1	5	1	2	1	5	0	16
2007	Solar energy systems installed on Chinese-style buildings	Johnston D.	Energy and Buildings	0	1	0	2	1	3	2	3	5	1	18

2006	Façade solar collectors	Matuska T., Sourek B.	Solar Energy	0	2	0	2	4	8	5	4	2	5	32
------	-------------------------	-----------------------	--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

El número de citas que ha recibido un artículo está relacionado con la importancia del mismo y del impacto que este ha tenido en la comunidad científica del área involucrada, es decir, habla de la calidad del conocimiento.

De la tabla anterior se puede resaltar que, a pesar de que los autores Debije M.G., Verbunt P.P.C., Lipomi D.J., Bao Z., no se encuentran en la lista de autores con más artículos publicados en el tema de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, sus artículos cuentan con el mayor número de citas, por lo que es preciso señalarlos como los investigadores con impacto en el tema en cuestión. Por otro lado, también es remarcable que los artículos de estos autores pertenecen a las revistas “Advanced Energy Materials” y “Energy and Environmental Science”, por lo que este par de revistas deben ser consideradas como de gran relevancia en el tema en cuestión.

4.1.10. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO

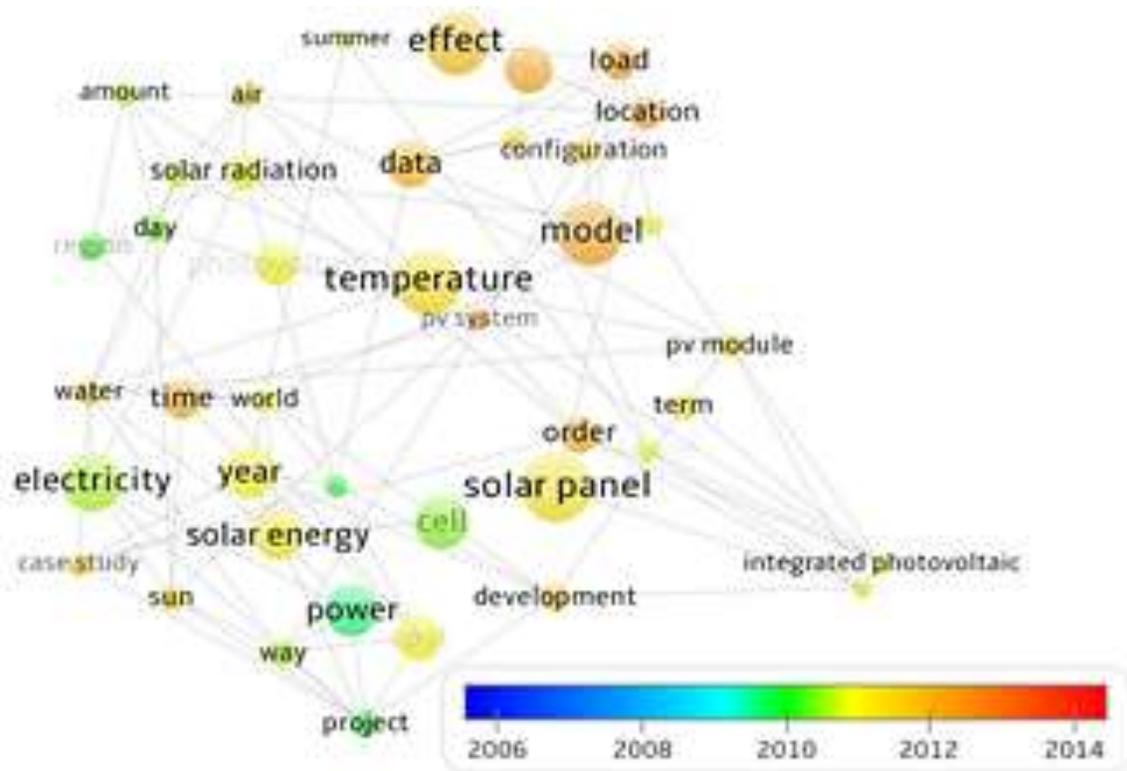
En relación al tema de energía solar fotovoltaica durante el periodo de estudios mencionado en repetidas ocasiones, se ha podido observar una evolución en el tema de diversas formas, en primera instancia se tiene una evolución desde el punto de vista de los sistemas de enfriamiento de los paneles solares utilizados en edificaciones, donde en 2006 se hace la primera referencia con la publicación "Theoretical and experimental research on the natural convection cooling for solar cell" posteriormente en

otras publicaciones se realizan modelados de los sistemas de ventilación de paneles fotovoltaicos, llevando los análisis a dos vertientes, el primero es la investigación de los efectos que tiene el viento sobre los paneles solares y el segundo ese refiere al aprovechamiento del excesivo calor concentrado en los paneles solares, convirtiendo los sistemas fotovoltaicos en sistemas híbridos de aprovechamiento de energía térmica y de luz solar.

Otra tipo de evolución en el tema de energía solar fotovoltaica se dio con estudios de casos en diversas circunstancias y países, en los cuales se probaba la eficiencia de los sistemas instalados en edificaciones, estas publicaciones dieron origen a otras nuevas relacionadas con análisis del clima y softwares de modelado con el fin de maximizar la eficiencia de los paneles solares existentes, en donde se descubrió que para lograr la máxima eficiencia de los mismos sería necesario generar sistemas integrados en los cuales no solo se aprovechara la luz solar sino utilizar la estructura para el aprovechamiento de otro tipo de energías, lo que ha culminado de publicaciones relacionadas con la máxima integración de sistemas fotovoltaicos y en modelaciones de dichos sistemas.

A continuación se muestra una gráfica proporciona un panorama general de la evolución de las publicaciones en el periodo de estudios definido.

Figura 7. Evolución de conocimiento, por temas.



Fuente: VOSviewer, 2015

En la figura anterior se observa la evolución de los temas en las publicaciones mediante colores, los colores azul y verde son los primeras relaciones temáticas mientras que los colores cálidos muestran las temáticas más actuales, por lo tanto se puede observar que en los primeros años la temática fundamental se centraba en proyectos relacionados con la potencia de las celdas solares, enfocados en diversas regiones o casos de estudio, actualmente esos casos de estudio están relacionados con el aprovechamiento de la temperatura de los paneles solares y el la modelación de sistemas fotovoltaicos integrados.

el clima y la ubicación del sistema fotovoltaico, es decir la investigaciones apuntan a la personalización de paneles solares de acuerdo a ubicación geográfica y estructura de la construcción.

El tercer conjunto (azul), se refiere a publicaciones relacionadas con la temperatura, mismas que están estrechamente relacionadas con sistemas de ventilación de los paneles, aprovechando las corrientes de aire existentes, o bien la incidencia de agua de lluvia sobre los mismos.

El último conjunto (rojo) está muy relacionado con los caso de estudio, donde se analiza no solo a eficiencia de los sistemas, también se analizan los costos de fabricación de los posibles paneles y estudios de mercado de los ya existentes.

Para analizar más detalladamente los artículos se recurrió a un análisis de redes.

Tabla 9. Análisis de redes

REDES	
Indicador	Interpretación
Red:	Temática Se reflejan en el mapa de co palabras y están ordenados en asociaciones por orden decreciente de índice que equivalencia (estima el nivel de co – ocurrencia de las palabras).
Centralidad:	Es un indicador de cohesión externa. Un tema con elevada centralidad está situado en el centro de la red y se relacional muy bien con los demás actores.

Es un indicador de cohesión interna, es decir, refleja la intensidad de las asociaciones internas de un tema y representa el grado de desarrollo que posee. Valores altos corresponden a temas sumamente desarrollados y especializados.

Densidad:

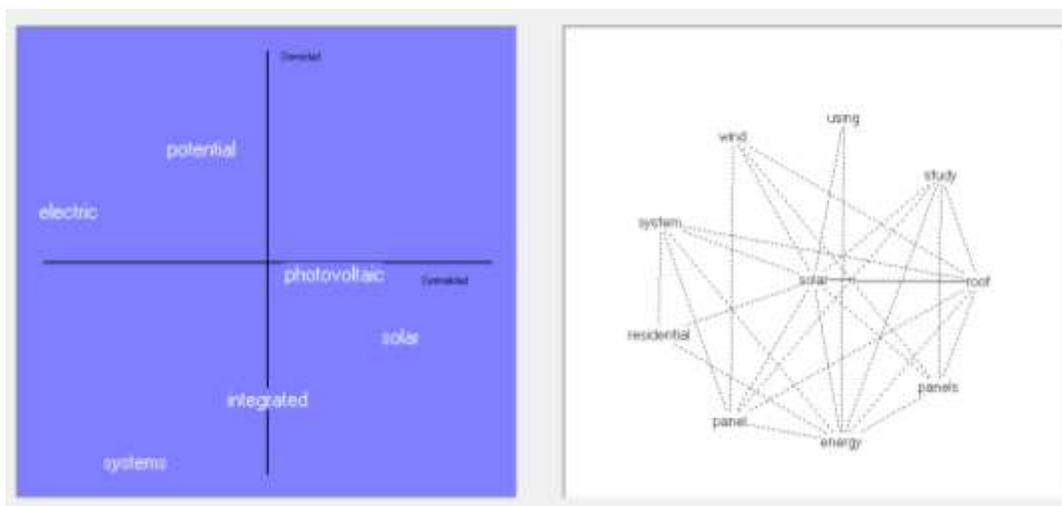
Es el diagrama que nos permite hacer un análisis de la estructura de los datos en función del número relativo de temas que haya en cada cuadrante.

Estructura de la red

Fuente: Gómez, V. H., 2014

En la tabla anterior, se puede observar la forma en que se deben interpretar los mapas construidos a partir de las palabras clave contenidas en el título de cada artículo, y la relevancia que dichas palabras tienen para el objeto de estudio: energía fotovoltaica utilizada en edificaciones. Gracias a la herramienta Redes 2005, se construyó una red de palabras en base a la búsqueda realizada en SCOPUS respecto a los artículos publicados en el periodo de estudios.

Cuadro 6. Red de conceptos



Fuente: Redes 2005, 2015

De acuerdo a la red anterior, se observa que los conceptos con mayor centralidad son energía fotovoltaica y/o solar; el concepto de integrado resalta en el eje inferior de densidad, esto debido a que existe un amplio interés reciente en generar sistemas fotovoltaicos completamente integrados.

En el cuadrante superior izquierdo aparecen los conceptos de potencial y eléctrico, debido a que muchas investigaciones están enfocadas en evaluar el potencial eléctrico de los diversos paneles solares existentes y en desarrollo, por otro lado en la parte inferior izquierda se encuentra el concepto de sistemas, esto debido a que las publicaciones relacionadas con el tema no se enfocan a una parte específica de los paneles fotovoltaicos, al contrario, tiene la tendencia a enfocarse en los sistemas completos.

En la red de palabras del cuadro derecho se logra ver íntimamente relacionadas las palabras solar y techo, ya que es en el techo en donde se puede llevar al máximo la eficiencia de los paneles solares. Por otro lado una palabra que aparece con una gran variedad de relaciones es aire, esto debido a que muchas de las publicaciones también se enfocan en determinar los efectos que tiene el aire sobre los paneles solares, en específico un efecto denominado: carga de aire.

Es preciso resaltar que con la búsqueda realizada, no se detectaron investigaciones en México, es por eso y con el fin de identificar grupos de investigadores mexicanos que realicen investigaciones en relación a energía fotovoltaica se realizó otra búsqueda.

4.2. PUBLICACIONES EN MÉXICO

Palabra clave: **Photovoltaic, panel, solar**. Estas palabras clave se eligieron en función del campo de interés ya que lo que se pretende es identificar las investigaciones relacionadas con energía fotovoltaica, específicamente en paneles solares, aunque ya se identificó que no hay publicaciones mexicanas relacionadas con paneles solares utilizados en edificaciones, se busca identificar el sentido de las investigaciones en México respecto a paneles solares fotovoltaicos.

Palabra clave a buscar en: Se eligió buscar las palabras clave en título, **resumen y palabras clave**, ya que en estas secciones del documento se puede resaltar el contenido del artículo, por lo se eligió buscar las palabras de interés en todas estas secciones.

Periodo de tiempo: De acuerdo al periodo de estudio mencionado en capítulos anteriores se limitó la búsqueda al año **2006 a la fecha**.

Áreas del conocimiento incluidas: Con el fin de identificar el rumbo que están tomando las investigaciones en el área, no se limitó la búsqueda a algún área del conocimiento.

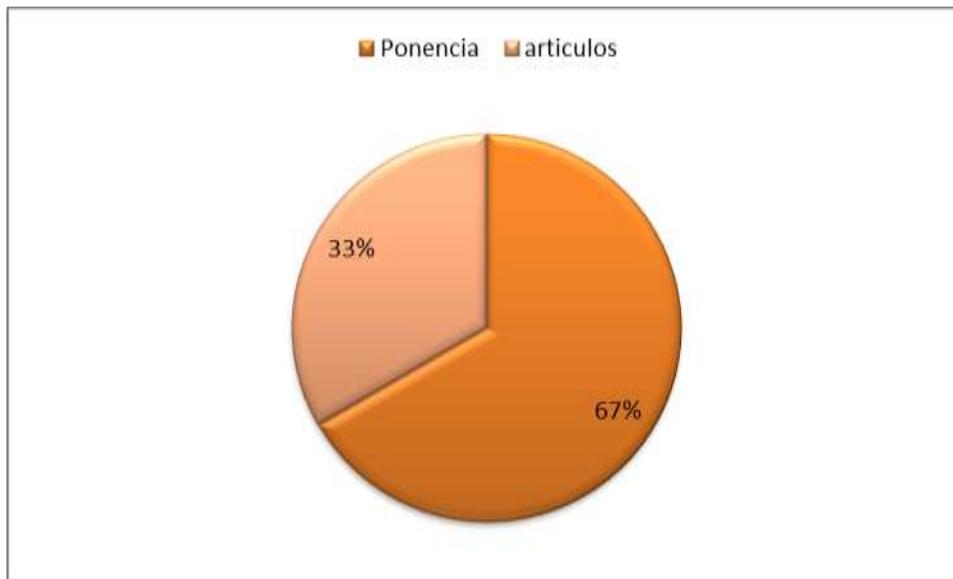
País: Debido a que lo que nos interesa es identificar las publicaciones mexicanas, en esta sección se limitó la búsqueda al país **México**.

Por medio de esta búsqueda se obtuvieron 24 artículos científicos relacionados con paneles de energía fotovoltaica que podrían ser utilizados para edificaciones, dichos artículos se analizaran a continuación a través de indicadores de bibliometría con el fin de conocer el estado de la tecnología en México en el periodo de tiempo determinado.

4.2.1. FUENTE DE DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO

En la siguiente gráfica se muestran los medios en los que los investigadores que realizan publicaciones en México, de acuerdo a los resultados obtenidos de Scopus en el periodo de tiempo especificado.

Gráfica 33. Divulgación del conocimiento.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

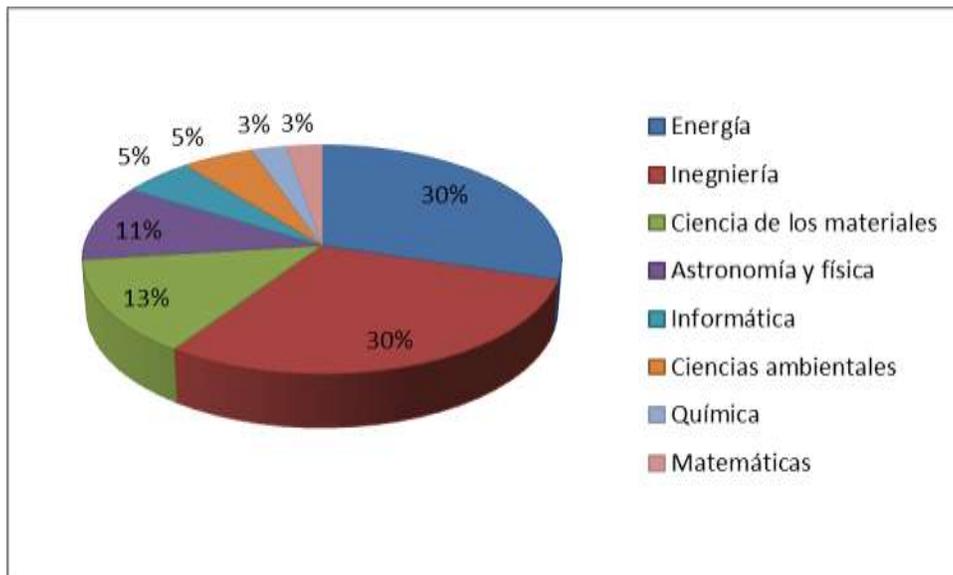
Como se puede observar en la gráfica anterior, el 67% de la información acerca de las investigaciones relacionadas con paneles solares fotovoltaicos se encuentra contenida en ponencias, mientras que el 33% de la información procede artículos de investigación relacionados con el tema. Es preciso recalcar que las investigaciones en México solo se publican mediante estos dos métodos mencionados, mismos mecanismos que son los más utilizados a nivel mundial para publicar artículos relacionados con paneles solares, sin embargo también se refleja la poca cultura en el país por transmitir el conocimiento en lo que a paneles fotovoltaico se refiere, ya que no se contemplan otros métodos o

mecanismos de publicación de científica, o bien aún la tecnología no se encuentra tan sólida como para publicar capítulos de libros relacionados con el tema.

4.2.2. ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

Las áreas del conocimiento nos hablan acerca de las disciplinas que están realizando investigación acerca de los paneles solares fotovoltaicos en México, lo cual, resulta útil para conocer las áreas que cuentan con mayor intensidad en investigación en este tema.

Gráfica 34. Áreas del conocimiento.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Se observa (ver gráfica 34) que el área con mayor número de publicaciones es el de energía, lo cual resulta evidente por el tipo de tecnología que se trata puesto que los paneles solares sirven para generar energía a partir de la luz solar, además de que gran parte de la investigaciones está enfocada a la generación de energías híbridas con paneles solares integrados así como a la medición de la eficiencia

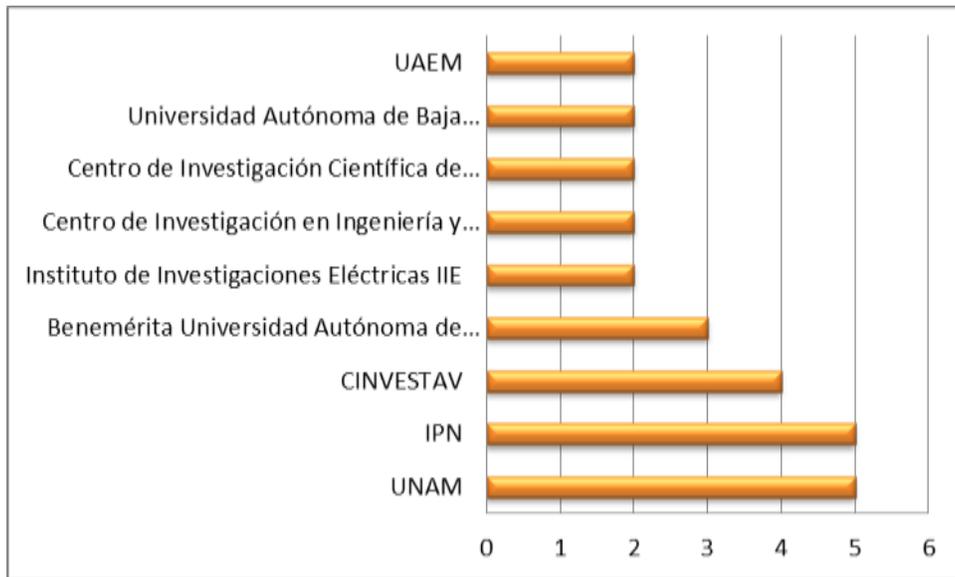
energética de diversos paneles solares. Sin embargo otra de las áreas con mayor número de publicaciones es la ingeniería, esto debido a que las publicaciones científicas en México y que están relacionadas con el tema de interés se enfocan en la simulación de eficiencia y de nuevos sistemas de paneles fotovoltaicos, además de diseños de estructura de paneles para maximizar su eficiencia, así como controladores de seguimiento solar.

Otra de las áreas de gran relevancia en México en relación a paneles solares fotovoltaico es el de ciencia de los materiales, ya que existen diversas publicaciones que hacen referencia a estudios de diversos materiales que puedan ser utilizados en paneles fotovoltaicos, entre ellos están las propiedades de electroposición de los metales, propiedades ópticas de diversos materiales, entre otros. Cabe mencionar que otra de las áreas para la cual resulta interesante el tema en cuestión es el de astronomía y física, así como también en informática, ciencias ambientales, química y matemática. Es preciso mencionar que las investigaciones relacionadas con el área de la química, resultan de gran interés ya que México se han realizado diversas investigaciones de las propiedades del hidrógeno que puedan ser útiles para llevar a su máxima eficiencia los paneles fotovoltaicos, esta línea de investigación no se resaltan en las líneas de investigación mundiales en relación a paneles solares utilizados en edificaciones, lo cual podría representar un área de oportunidad para incursionar en el país.

4.2.3. INSTITUCIONES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES.

Las instituciones que cuentan con un mayor número de publicaciones en el tema de paneles de energía fotovoltaica en México indican en donde se encuentra concentrado en conocimiento en éste país.

Gráfica 35. Instituciones con mayor número de publicaciones.



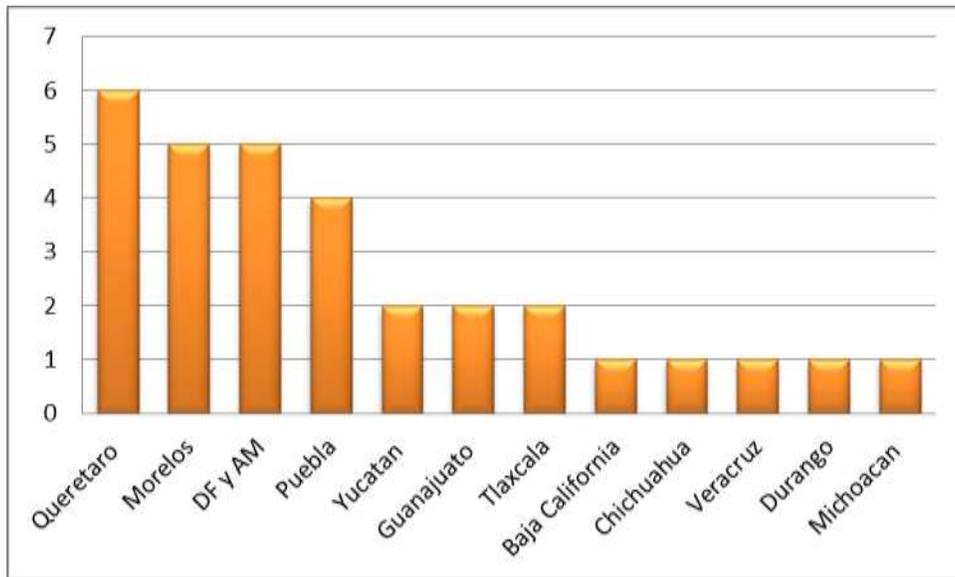
Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la gráfica anterior se muestra que la UNAM y el IPN son las instituciones con mayor número de publicaciones relacionadas con paneles solares fotovoltaicos lo que implica que en México el conocimiento se encuentra concentrado en las principales instituciones de educación superior, lo que implica que los artículos tienen alto potencial de ser documentos de calidad.

4.2.4. ORIGEN DE LAS PUBLICACIONES

El origen de las publicaciones de acuerdo a la región muestra la concentración geográfica del conocimiento en materia de paneles solares fotovoltaicos, lo que a la vez, permite conocer la intensidad en investigación de un estado acerca del tema de estudio. En la siguiente gráfica, se muestran los estados con mayor número de publicaciones.

Gráfica 36. Estados con mayor número de publicaciones.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Los datos mostrados en la gráfica anterior, indican que el estado con mayor concentración de conocimiento Querétaro, seguido de Morelos; el Distrito federal y área metropolitana ocupan el tercer sitio, posicionándose por encima estados como Puebla, que también tiene una importante concentración de conocimiento en el área de interés.

Es remarcable que la concentración de conocimiento que se encuentre en Querétaro y Morelos, ya que en esa zona del país se encuentra la mayor intensidad de radiación solar al día, lo que indica que los investigadores están aprovechando esa situación para realizar estudios relacionados con el tema de interés. Por otro lado las instituciones en donde se concentra el conocimiento relacionado con energía solar fotovoltaico son el CIIE-UNAM y CINVESTAV.

4.2.5. AUTORES CON MAYOR NÚMERO DE PUBLICACIONES

En la siguiente gráfica se muestran los principales autores que están realizando publicaciones en relación con paneles de energía solar fotovoltaica.

Gráfica 37. Autores con más publicaciones.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la gráfica anterior se observa que el autor con mayor número de publicaciones es Vorobiev, Y. quien es un Investigador titular del CIMAV, cuyas especialización se encuentra en áreas de control, automatización y fuentes renovables de energía, egresado de la universidad autónoma de Querétaro, cuenta con un posdoctorado del CINVESTAV de Querétaro, lo que implica que la mayor cantidad de investigaciones están encaminadas en la misma dirección que las investigaciones en el mundo relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones ya que como se

mencionó anteriormente, el rumbo de las investigación en ese sentido está relacionado con el control y automatización de los paneles existentes, con el fin de lograr optimizarlos al máximo.

Otro de los investigadores con mayor número de investigaciones en Alvarez-Gallegos, A. quien es un investigador titular de área de telecomunicaciones y electrónica del Centro de Investigaciones Científicas y Educación Superior de Ensenada Baja California (CIESE), cuya especialidad se encuentra en control y sincronización de mecanismos y sistemas.

Con lo mencionado anteriormente se puede intuir que las líneas de investigación de paneles solares fotovoltaicos en México, siguen la misma dirección de las líneas de investigación de la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones a nivel internacional.

4.2.6. PUBLICACIONES POR AÑO

A continuación se mostrará la actividad científica en México relacionada con paneles solares fotovoltaicos, con base el número de publicaciones realizadas por año.

En la siguiente tabla se muestra el número de publicaciones realizadas por año, durante el periodo de estudios, así como la tasa de crecimiento de las publicaciones.

Tabla 10. Tasa de crecimiento

Año	Publicaciones por año	Tasa de crecimiento
2006	3	0
2007	5	0.66666667
2008	2	-0.6
2009	3	0.5
2010	4	0.33333333
2011	1	-0.75
2012	1	0
2013	2	1
2014	3	0.5

Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la siguiente gráfica se observa que la evolución de la dinámica de publicaciones relacionada con paneles solares fotovoltaicos durante el periodo de estudio determinado, y se puede observar que en México la dinámica de publicaciones es muy oscilante lo que implica que no existe una base sólida mediante la cual se puedan generar un mayor número de publicación año con año. Además se puede observar que la tasa de crecimiento más alta se da en el año 2013, eso debido a una radical disminución de publicaciones generada durante el 2011 y 2012.

Gráfica 38. Tasa de crecimiento.

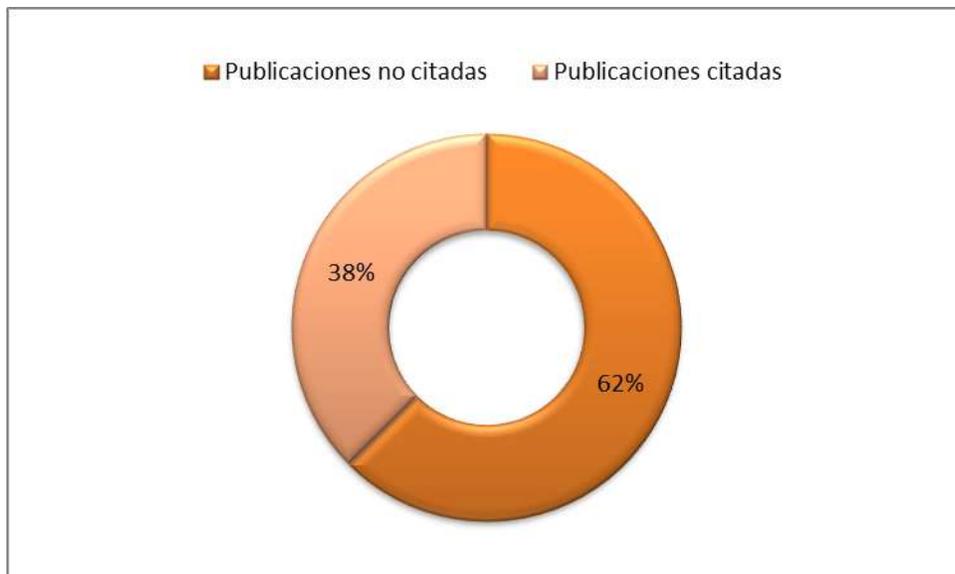


Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

4.2.7. ANÁLISIS DE CITAS

El análisis de citas muestra el impacto que han tenido las publicaciones realizadas en México en relación a paneles solares fotovoltaicos.

Gráfica 39. Documentos no citados VS documentos citados.

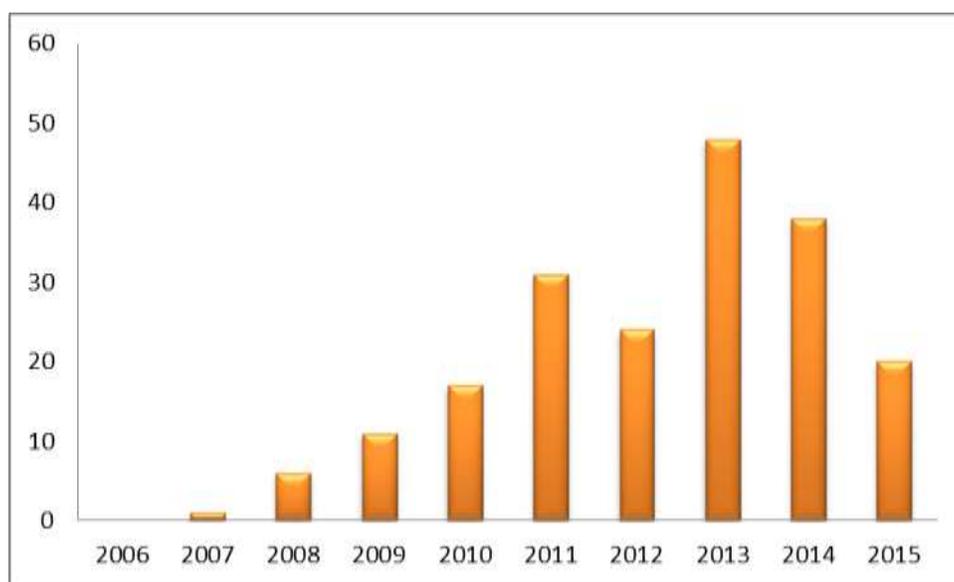


Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

En la gráfica anterior se muestra que únicamente el 38% de las publicaciones han sido citadas alguna vez, mientras que la mayor parte de las publicaciones no han tenido gran impacto ya no han sido citadas ni una sola vez.

De las publicaciones que han sido citadas se puede observar que el año en el que se citaron el mayor número de artículos es en el 2013, con 48 citas, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 40. Evolución de citas.



Fuente: Elaboración propia con base de datos Scopus, 2015

Lo que implica que en 2013 fue el año que mayor impacto tuvieron las publicaciones relacionadas con paneles solares fotovoltaicos en México.

Los artículos que han sido más citados se presentan en la siguiente tabla, en la que se muestra que el artículo más citado corresponde a “Thermal-photovoltaic solar hybrid system for efficient solar” el cuál fue publicado en el 2006, por parte de CINVESTAV de Querétaro, en asociación con una universidad de San Petersburgo en Rusia, documento que fue publicado

en una de revista con un buen factor de impacto en el área de energía solar fotovoltaica utilizada en edificaciones, lo que implica que este artículo relacionado con paneles fotovoltaicos puede tener aplicaciones en los que son utilizados para edificaciones.

Tabla 11. Artículos con más citas

Artículo	Año	Revista	Instituto	citas
Solar hybrid systems with thermoelectric generators	2012	Solar Energy	CINVESTAV-Querétaro, St. Petersburg State University of Refrigeration and Food Engineering	24
Decolorizing textile wastewater with Fenton's reagent electr...	2009	Water Research	Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM. Morelos	43
Direct coupling of a solar-hydrogen system in Mexico	2007	International Journal of Hydrogen Energy	Gerencia de Energías No Convencionales, Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE, Morelos), Departamento de Materiales Solares, CIE-UNAM (Morelos), Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C., Parque tecnológico Querétaro Sanfandila	30
Thermal-photovoltaic solar hybrid system for efficient solar	2006	Solar Energy	CINVESTAV-Querétaro, CIMAV, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, St. Petersburg State University of Refrigeration and Food Engineering	81

Fuente: Elaboración propia, con bases de datos de Scopus, 2015

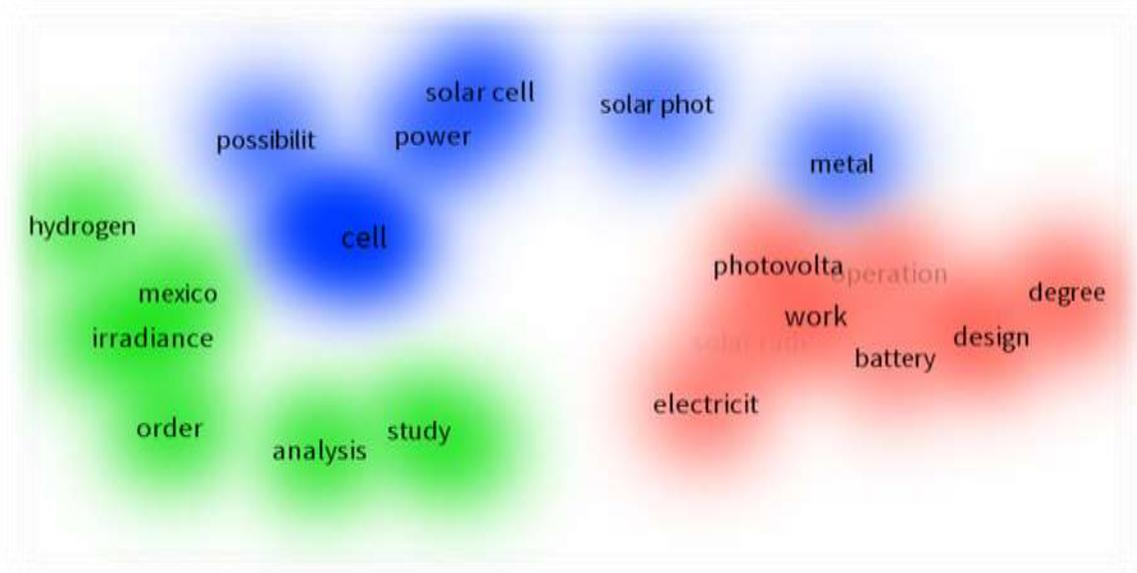
De acuerdo a la tabla anterior, se puede observar que las publicaciones que más citas tuvieron fueron las que se publicaron en la revista "solar energy" por lo que puede ser que el impacto de las publicaciones realizadas en el país no esté relacionado con la calidad de las mismas sino con las revistas elegidas por los investigadores para publicar sus artículos, por lo que es recomendable que los investigadores elijan publicar en

revistas con un buen factor de impacto como lo es “Solar Energy”, Energy and buildings” o “Applied Energy”, que son las revistas que suelen tener un buen impacto en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

4.2.8. EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO

La temática de las publicaciones en México se encuentra dividida en tres grandes grupos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9. Temática de publicaciones.



Fuente:VOSviewer, 2015

El primer grupo (rojo) está relacionado con el diseño de estructuras y concentradores de energía fotovoltaica, las publicaciones están enfocadas en analizar la operación y funcionalidad de los paneles existentes y buscan nuevos diseños que puedan maximizar la concentración de energía de los paneles solares.

En el segundo grupo (azul) se encuentran concentradas las publicaciones relacionadas con las células fotovoltaicas, en donde se realizan análisis de diversos materiales que puedan ser acoplados a las células o bien

4.3. OBSERVACIONES

Haciendo una comparación de la evolución de las temáticas a través del tiempo en el periodo de estudios definido, se puede observar que internacionalmente la evolución muestra que en los primeros años los temas se centraban en proyectos relacionados con la potencia de las celdas solares y se realizaron análisis de casos enfocados en diversas regiones, posteriormente la temática se enfocó en el aprovechamiento de la temperatura generada en los paneles solares lo que llevo a la generación de publicaciones de sistemas híbridos (fotovoltaicos y térmicos) utilizados en edificaciones lo que llevo a estudios de sistemas fotovoltaicos integrados, a la simulación modelación y control de los mismos.

Por otro lado en México la temática de investigaciones, comenzó con la búsqueda de nuevos elementos en las celdas fotovoltaicas (como el hidrógeno) para maximizar su eficiencia, cuando se detectó que esa línea de investigación no tenía un rumbo definido, se enfocaron en detectar nuevos materiales, para generar celdas fotovoltaicas, por lo tanto en este periodo se pueden encontrar análisis de propiedades ópticas de los materiales y alguna publicación perdida de propiedades térmicas, cabe destacar que una de estas publicaciones de propiedades térmicas fue una de las más citadas publicada en el año 2006, mismo año en el que se publicaron por primera vez a nivel internacional artículos enfocados en la misma área por lo que en los primeros años del periodo de estudio en México, el conocimiento en relación a energía fotovoltaica se encontraba a la vanguardia sin embargo solo en países como España, Canadá, Estados Unidos y China se logró plasmar el conocimiento de energía fotovoltaica en energía fotovoltaica para edificaciones. Por otro lado es preciso mencionar que en los últimos años las investigaciones en México también giran en torno al diseño de estructurar de soporte paneles y control a distancia de los mismos.

Por lo tanto es posible afirmar que México cuenta con las capacidades científicas de generar desarrollo en torno a energía, ya que no existe un país en específico en donde se concentre en conocimiento del tema y México cuenta con investigadores con experiencia en el tema que pueden ser capaces de generar nuevos desarrollos, lo que falta es un poco más de visión de los investigadores para trasladar el conocimiento general de energía fotovoltaica a conocimiento aplicable en edificaciones.

5.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Un sistema fotovoltaico está constituido por células fotovoltaicas, módulos, baterías, elementos de acondicionamiento de potencia, estructuras y accesorios. La unidad básica de un sistema fotovoltaico es la célula fotovoltaica que convierte la energía del sol directamente en electricidad, gracias a un efecto llamado 'efecto fotoeléctrico', y a las propiedades de determinados materiales semiconductores. Estos materiales se caracterizan porque la anchura entre la banda de valencia y la de conducción, denominada banda prohibida, que es normalmente inferior a 3 eV. Existen distintos tipos de materiales semiconductores entre los cuales, sin embargo actualmente el silicio es el más usado para la fabricación de células fotovoltaicas.

La potencia eléctrica de una célula fotovoltaica individual esta, entre 1 y 3 W. Por lo tanto, con el fin de generar mayor potencia las células se agrupan en módulos fotovoltaicos. Los cuales están constituidos por vidrio templado con un alto coeficiente de transmisividad a la radiación incidente; cubierta posterior de lámina delgada opaca o un polímero; polímero transparente para encapsular el módulo; marco y caja de conexiones, perfiles de aluminio sellados, situando la caja de conexiones en la cara posterior del módulo. Las condiciones de funcionamiento de los módulos dependen de la radiación solar y la temperatura.

Todo el conjunto debe estar aislado del exterior de manera que se puedan exponer sin problemas a la intemperie. Su mantenimiento es sencillo simplemente se deben limpiar periódicamente con algún producto no abrasivo. Además presentan la ventaja de que son fáciles de instalar, silenciosos y no producen ningún tipo de contaminación ambiental. Su efectividad depende tanto de su orientación hacia el sol como de su

inclinación respecto a la horizontal. Para ahorrar gasto de instalación y mantenimiento se suelen montar con orientación e inclinación fija, tratando de optimizarlos al máximo en función de la latitud, aunque existen paneles orientables.

La vida útil promedio es aproximadamente de 25 a 30 años. Existen varios tipos de módulos fotovoltaicos, dependiendo de en qué se utilicen se pueden encontrar como sistemas aislados o conectados a red. Los módulos aislados de la red son los más sencillos y tienen un costo menor.

Dada la variación de la intensidad de la radiación solar, y que la demanda de energía eléctrica no tiene por qué coincidir temporalmente con las horas de radiación solar, es imprescindible disponer de un acumulador de energía o batería. Este componente sólo se encuentra en las instalaciones aisladas de la red eléctrica, ya que las instalaciones conectadas a red inyectan toda la energía producida a la red en el momento de generación. Las baterías que se usan para las instalaciones fotovoltaicas son las baterías estacionarias.

Los elementos de acondicionamiento de potencia controlan el funcionamiento de los elementos básicos de una instalación, y ajustan, desde el punto de vista eléctrico, las características de la corriente eléctrica. Los principales elementos de acondicionamiento de potencia son, los reguladores cuya función principal es la de proteger las baterías de la sobrecarga y descarga excesiva, además de actuar como indicador de carga de las baterías; los convertidores de corriente, que adaptan la energía generada en corriente continua, por el campo fotovoltaico o por las baterías, a las condiciones requeridas por las cargas de consumo o por la red, se usan cuando se necesita disponer de energía eléctrica en corriente continua en varias tensiones y cuando se requiere un seguimiento del punto de máxima potencia del campo fotovoltaico con el fin de

optimizar el funcionamiento de la instalación, sea cual sea la carga aplicada; y por último los inversores, que se utilizan para transformar la corriente continua, que es generada en el módulo fotovoltaico, a corriente alterna. La elección de un inversor u otro depende principalmente de la aplicación de la instalación fotovoltaica. Los inversores conectados directamente al campo fotovoltaico incorporan un sistema seguidor del punto de máxima potencia, de forma que el generador está siempre extrayendo la máxima potencia del sistema.

La estructura que soporta los módulos generalmente es de algún material inalterable a la corrosión y a los agentes atmosféricos. La estructura debe ser capaz de soportar el peso de los módulos y las cargas de viento.

5.2 ANÁLISIS DE PATENTES

En esta sección se hará una revisión del entorno tecnológico, que es un elemento indispensable para conocer la evolución y estado actual de la energía fotovoltaica, del año 2006 al 2014, y se identificara el papel que juega el país en cuanto al desarrollo tecnológico de la misma, con base en un análisis de patentes.

La palabra patente se deriva de las raíces latinas patens / entis, que significa estar abierto o descubierto para inspección pública, aunque también, adopta la esencia de la expresión letras patentes, la cual, se utilizaba en decretos reales que garantizaban derechos exclusivos a ciertos individuos que comercializaban productos. En la actualidad una patente es un figura de Protección Intelectual, la cual otorga a una persona ya sea moral o física, el derecho de explotación industrial, exclusivo. Este derecho es otorgado por el Gobierno al inventor o cesionario de una nueva tecnología, ya sea de producto o de procesos, por un periodo de tiempo limitado a 20 años, evitando así que terceros hagan uso de dicha tecnología, sin la autorización escrita del titular. A cambio de este tipo de

protección, el conocimiento implicado, debe darse a conocer para beneficio de la sociedad.

Por lo tanto una patente puede entenderse como una concesión de privilegios al creador de una nueva tecnología, los cuales permitirán a inventor explotar su invención, sin embargo a cambio de esa protección el conocimiento obtenido debe ser publicado para que la sociedad pueda tener acceso al mismo, de este punto se deriva la existencia de repositorios de patentes, los cuales contiene la información presentada en la solicitud de patente. Sin embargo a pesar de ser el conocimiento de libre acceso, solo puede reproducir y comercializar una patente hasta que termine el periodo de protección de la tecnología en cuestión. Esta situación permite por un lado que, si un producto tiene el potencial de convertirse en innovación, es decir ser comercializado y aceptado por la sociedad, entonces se tendrá gran interés en buscar un medio de protección para el mismo, y la por otro lado, que al ser el conocimiento de libre acceso, toda persona puede adquirirlo y reutilizarlo de la manera que más le favorezca.

Para efectos del presente trabajo, el conocimiento proveniente de las patentes será de gran utilidad para definir la ruta que ha seguido la energía fotovoltaica hasta el día de hoy. Para esto se recurrió al uso del repositorio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, por sus siglas en ingles), este repositorio denominado PATENTSCOPE, es de gran utilidad para el trabajo debido a que posee información de las solicitudes patentes presentadas en todo el mundo. Esta información se complementará con los datos obtenidos de Espacent, el cual es el repositorio oficial de la Oficina Europea de Patentes, en donde se puede encontrar información de las solicitudes de patentes que han sido publicadas en varias partes del mundo; y con la información obtenida del repositorio de patentes en México IMPI Siga Plus, en el cuál se puede

encontrar tanto patentes como solicitudes de patentes, éste último será de utilidad para conocer la dinámica de patentamiento en México.

Como un auxiliar para la búsqueda en los repositorios de patentes se recurrió al “Índice de palabras clave para Tecnologías Verdes” desarrollado por la Oficina Española de Patentes y Marcas y que ha servido para identificar tecnologías verdes, entre las que se encuentran las relacionadas con energía fotovoltaica, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Clasificación internacional relacionada con desarrollos fotovoltaicos

Fotovoltaico (PV)		
Dispositivos adaptados para la conversión de energía de radiación en energía eléctrica	H01L 27/142 , H01L 31/00-31/02 , H01L 31/05 , H01L 31/06	H01L 31/42 , H01L 31/06 , H01L 31/10 , H01L 31/18 , H01L 31/20 , H01L 31/22
Utilizando materiales orgánicos como parte activa	H01L 31/06 , H01L 31/06145	H01L 31/06 , H01L 31/06145 , H01L 31/06146
Conjuntos constituidos por una pluralidad de células solares	H01L 31/06 , H01L 31/061 , H01L 31/06145 , H01L 31/06146 , H01L 31/06147	H01L 31/06 , H01L 31/061 , H01L 31/06145 , H01L 31/06146 , H01L 31/06147 , H01L 31/06148
Silicio; crecimiento de monocristales	C30B33/00 , C30B33/02 , C30B33/04 , C30B33/06	C30B33/00 , C30B33/02 , C30B33/04 , C30B33/06
Regulación de potencia máxima suministrada por células solares	G06F 1/03	G06F 1/03
Dispositivos de iluminación electrónicos con, o recargados con, células solares	E21L 4/00 , E21L 4/01	E21L 4/00 , E21L 4/01
Carga de batería	H02J 7/00	H02J 7/00
células solares sensibilizadas por colorante (DSSC, dye-sensitized solar cells)	H01L 31/06 , H01L 31/06145	H01L 31/06 , H01L 31/06145

Fuente: Oficina Española de Patentes y Marcas, 2014.

Una vez revisadas las clasificaciones sugeridas en la tabla, se encontró que la clasificación más relevante a utilizar en este trabajo es:

H01L 27/142. Dispositivos de conversión de energía (módulos fotovoltaicos o conjuntos de células fotovoltaicas individuales que comprende diodos de derivación integrados o directamente asociado con las células fotovoltaicas sólo.

Misma clasificación que se utilizó de manera estratégica con palabras clave como “PHOTOVOLTAIC”, “panel”, “roof”, “building” “solar” y “energy”.

5.2.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

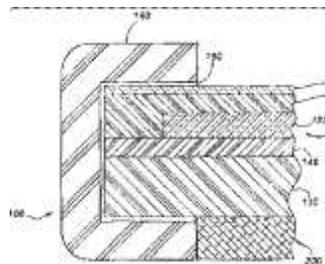
- Título: Photovoltaic
- Resumen: energy, solar, panel
- Descripción: roof, building
- Clasificación internacional de patentes: H01L*

Se obtuvieron 74 resultados en la base de datos de espacenet, en la base de datos mexicana se obtuvo solo una patente, mientras que en el repositorio se WIPO se obtuvieron 1677 solicitudes patentes y en Siga solo se obtuvo una patente en el periodo de estudio, definido de 2006 a la actualidad.

5.2.2. IMPI SIGA PLUS

En la base de datos de nuestro país solo se logró ubicar una patente concedida, en relación a tecnologías fotovoltaica utilizada en edificaciones, la cual fue solicitada en el 2007 y publicada en el 2008, y se trata de un “modulo fotovoltaico para techos; el cual genera potencia eléctrica cuando se instala en un techo; está construido como un sándwich laminado que tiene una capa superior protectora transparente adherida a una capa fotovoltaica; la capa fotovoltaica es adherida a una capa rígida formada de un plástico reforzado con fibra; el sándwich laminado tiene un armazón alrededor del perímetro; el panel laminado tiene una capa de doble cinta adhesiva en el fondo para adherir el panel a la superficie de un techo” (SigaPlus,2015)

Figura 10. Dibujo de la patente concedida



Fuente: SigaPlus, 2015.

Esta patente fue solicitada por la empresa LUMETA y cuyos autores intelectuales fueron Brian J. Flaherty y Timothy M. Davey de nacionalidad estadounidense.

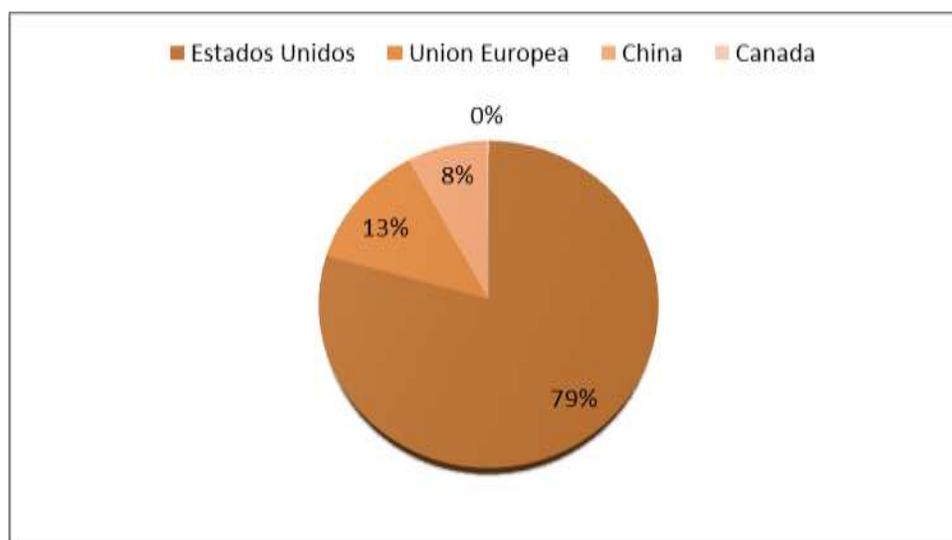
5.2.3. WIPO

5.2.3.1 ORIGEN DE LAS PATENTES

El origen de la patentes indica en donde se estas concentrando las invenciones relacionadas a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, es decir, las regiones en donde mayores invenciones se han generados en el área de interés

Dentro de las solicitudes patentes encontradas en *Wipo* se ha podido observar como se muestra en la siguiente gráfica que la mayoría de ellas se concentran en Estados Unidos, ya que cuenta con 320 solicitudes de las 593 encontradas, en el periodo de estudio definido.

Gráfica 42. Origen de patentes.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

Es preciso señalar que únicamente se encuentran graficados los principales países que protegen invenciones relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones. En la gráfica anterior se muestra que la Unión Europea es un segmento que ocupa el segundo lugar, dentro de éste Italia y España son los países que cuentan con mayor número de solicitudes patentes ya que mientras Italia cuenta 27, España posee 19 solicitudes de patentes en el área en cuestión.

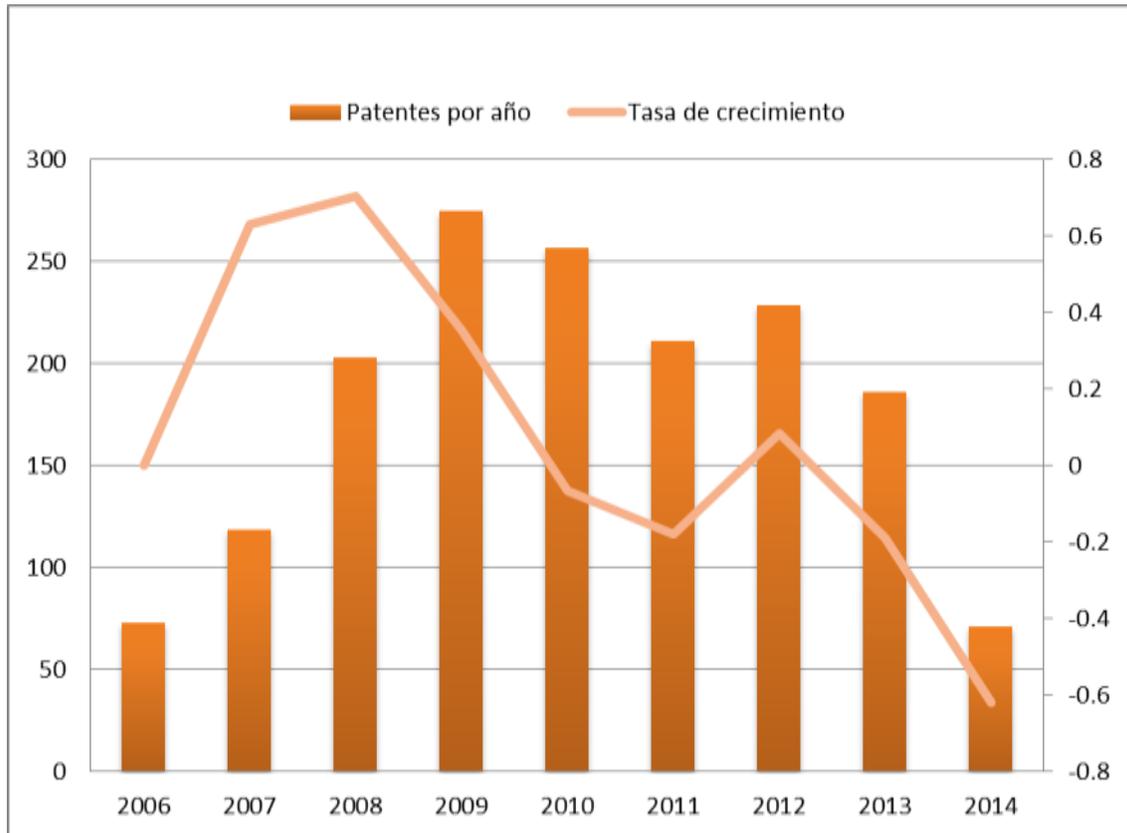
Es destacable que dentro del continente Asiático, China ocupa el primer lugar con 32 patentes relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

5.2.3.2 PATENTES POR AÑO

El número de solicitudes de patentes por años muestra la dinámica tecnológica en relación a la tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Cabe mencionar que el número de patentes por año puede medirse en base a la fecha en que se presentó la solicitud de patente (de las que ya han sido aprobadas), es decir la fecha de aplicación o, en base a la fecha en que fue publicada la patente.

Gráfica 43. Fecha de aplicación.



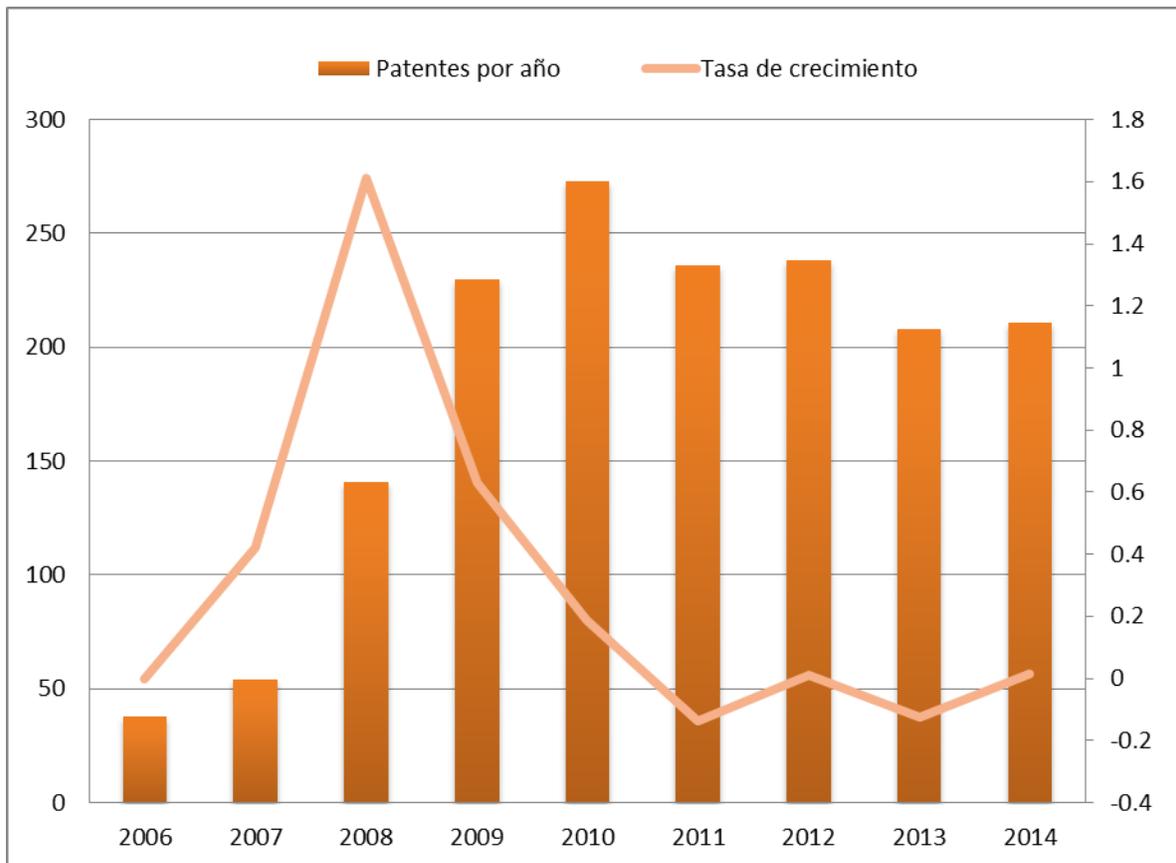
Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

En la gráfica anterior se observa la dinámica tecnológica en relación al tema de interés en el periodo de estudio ya mencionado, tomando en consideración la fecha de aplicación de las patentes y se observa que el año en que más se solicitaron patentes fu en el 2009 con un total de 275 patentes presentadas, mientras que en el 2014, el número de patentes presentadas es de 71, esto puede deberse a que aún no son aceptadas y publicadas muchas de las patentes que fueron presentadas en ese año. También se muestra que en el 2008 la tasa de crecimiento anual de patentes presentadas llego a su punto más alto, lo que quiere decir que en los primeros años del periodo de análisis y hasta el 2008 la tecnología se encontraba en etapa de crecimiento, comenzando en este años a

tornarse en una tecnología en etapa de maduración, que muestra en el 2011 una tendencia al declive, sin embargo en el siguiente año comienza de nuevo a crecer, mientras que en el 2013 y 2014 la dinámica regresa a la etapa de declive, aunque debido a que en esta gráfica se enfoca en la fecha de aplicación de las patentes, aún no se podría asegurar que la tecnología se encuentra en etapa de declive, ya que es muy probable que muchas patentes solicitadas en los último 3 años aún no hayan sido aprobadas, ya que cada oficina de patentes cuenta con una etapa de revisión en la que se decide si se aprueba o no una patente, dicha etapa puede oscilar entre uno y cinco años, dependiendo del grado de complejidad de la tecnología.

A continuación se presenta la dinámica tecnológica basada en la fecha de publicación de las patentes solicitadas. Por lo que en la siguiente gráfica se puede observar que el año en el que se publicó el mayor número de patentes fue en el 2009, mientras que en el 2006 se registró el menor número de patentes en relación con los sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones

Gráfica 44. Fecha de publicación.



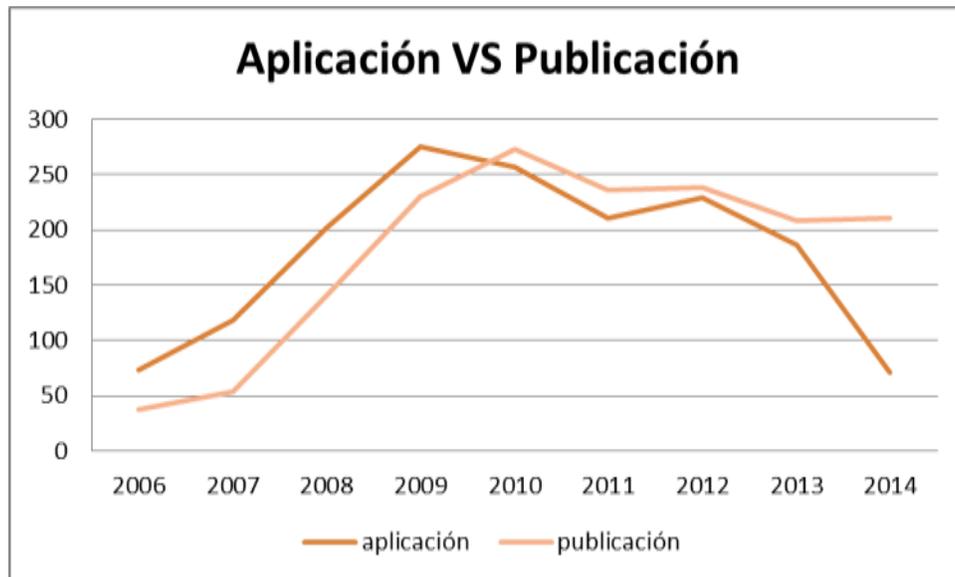
Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

El máximo incremento en la tasa de crecimiento, al igual que en el análisis por fecha de aplicación se da en el 2008, es decir, es el año en que las patentes relacionadas con sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones llega a su más alto nivel de crecimiento, a partir de ahí el número de patentes, aunque es más elevado, permanece oscilando en un rango de no menos de 200 patentes anuales, conservando ese rango hasta el 2014. Debido a que actualmente se está finalizando el primer semestre del 2015, no es posible evaluar el número de patentes en este año.

5.2.3.3. APLICACIÓN FRENTE A PUBLICACIÓN

Se puede identificar el grado de complejidad de una tecnología evaluando el número de patentes publicadas por años contra el número de patentes presentas por año, mediante la identificación del tiempo de desfaseamiento entre las curvas

Gráfica 45. Aplicación VS Publicación.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

En la gráfica anterior se pudo observar que el tiempo de desfaseamiento entre las curvas en un principio fue aproximadamente un año, mientras que a partir del 2010 el tiempo de desfaseamiento es más reducido, lo que implica que la gran mayoría de las patentes en el periodo 2006-2009 relacionadas con energía solar fotovoltaica utilizada en edificaciones tardan este aproximadamente un año en ser revisadas y aprobadas, mientras que del 2010 a la fecha el tiempo transcurrido entre la fecha de presentación de una patente relacionada con el tema en cuestión y la

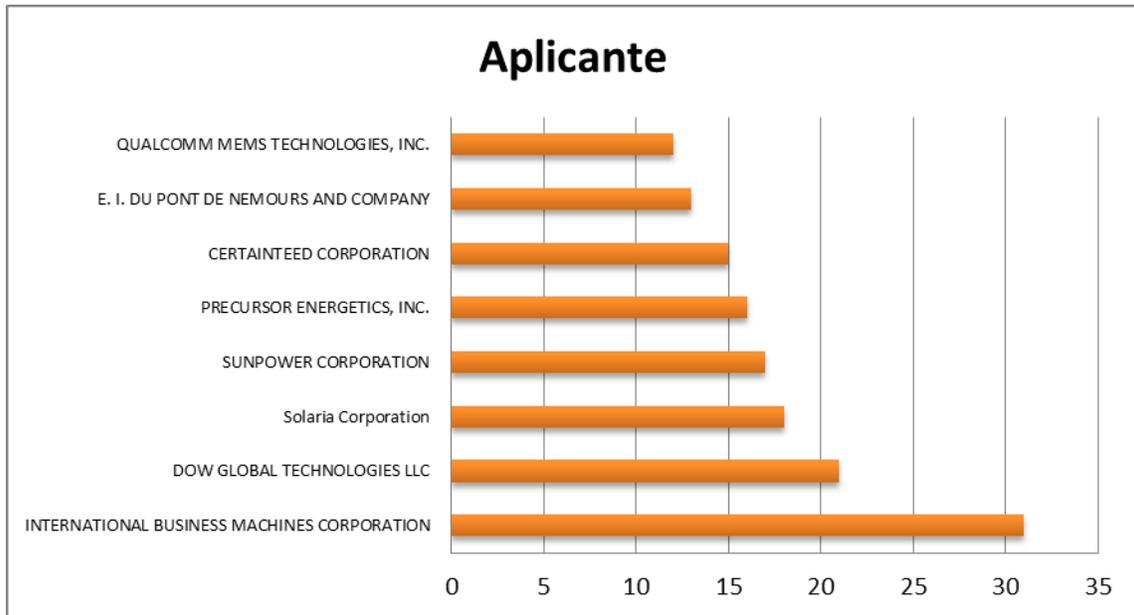
fecha de publicación de la misma es mucho menor, lo que implica que la tecnología se ha asimilado y se ha vuelto menos compleja.

En la gráfica anterior también se muestra la evolución de la tecnología relacionada con tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones según la fecha de publicación, en donde se observa que la tecnología en cuestión tuvo una etapa de crecimiento del año 2006 al 2010, ya que a partir de este mismo año se comienza notar una etapa de maduración hasta el 2014 ya que el número de patentes publicadas por año se estabiliza en un promedio de 220 patentes por año, por lo tanto hasta el año 2014 se puede asegurar que la tecnología de interés es una tecnología madura.

5.2.3.4. APLICANTE

La identificación de los aplicantes con mayor presencia en la creación de patentes relacionadas con sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones, muestra a quienes se encuentran liderando este tipo de tecnologías.

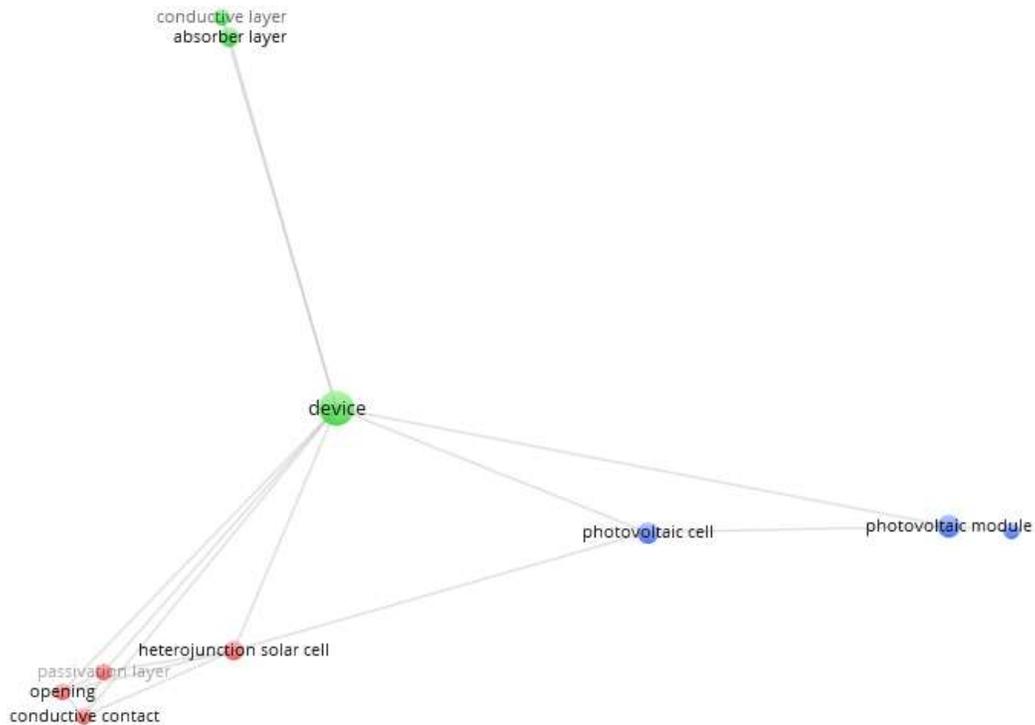
Gráfica 46. Aplicante.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

En la gráfica anterior se muestra que quien está liderando la creación de solicitudes de patentes en el área de interés es la empresa **IBM** la cual es una empresa que a lo largo de su trayectoria se ha enfocado en el procesamiento y manejo de datos para lo cual es necesario dominar el uso de los semiconductores, también se caracteriza por ser una empresa que se ha transformado con el tiempo, en la actualidad cuenta con diversas líneas de investigación mediante las cuales buscan lograr su compromiso de construir un planeta inteligente, en donde la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones juega un papel primordial.

Gráfica 47. Temática IBM.



Fuente: VOSviewer, 2015

En la gráfica anterior se muestra la temática de las patentes de IBM, en el área de interés las cuales están enfocadas en dispositivos o mecanismos incorporados en los módulos o en las celdas fotovoltaicas, específicamente en el área de absorción y conducción de las celdas fotovoltaicas. También se enfocan en las uniones de las celdas solares, pues dentro de sus invenciones se encuentran materiales dopantes que buscan producir características específicas (de transmisividad) en los semiconductores de silicio incorporados en las celdas fotovoltaicas.

Cabe mencionar que IBM, obtiene su primera patente en el área de sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones en el 2008, pero es hasta el 2014 cuando genera la mayor cantidad de patentes de la tecnología

de interés, cuyo inventor más destacado es Bahman Hekmatshoartabari, su especialidad se enfoca a temas relacionados con las propiedades del Silicio.

Otra de las empresas que domina el área de patentes enfocados a sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones es Dow Global Technologies, la cual de ser una empresa de base química se convirtió en una empresa comprometida con la innovación tecnológica de diversas áreas del conocimiento, entre ellas se encuentra el de energía, cuya área es denominada POWERHOSE.

La temática de las patentes de esta empresa se puede observar en la siguiente gráfica y está relacionada a con métodos o dispositivos de seguridad, y refuerzo de los sistemas fotovoltaicos, así como métodos de acoplamiento y fijación de paneles solares en edificaciones.

Gráfica 48. Temática Dow Global Technologies.



Fuente: VOSviewer, 201

Cabe mencionar que la mayoría de sus invenciones se enfoca en las estructuras que acompañan los sistemas fotovoltaicos, como los revestimientos del panel o los soportes para fijación. Esta empresa comenzó su actividad de patentamiento en el área de energía

fotovoltaica utilizada en edificaciones en el año 2011 con 6 patentes publicadas, mientras que el 2012 fue el año con mayor actividad de patentamiento con 9 patentes publicadas.

Otra de las empresas que presenta más actividad de patentamiento en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, es Solaria Corporation, que es una organización con fines de lucro y se dedica a la fabricación de paneles solares de silicio.

Las temáticas contenidas en las patentes presentadas por esta empresa se muestran en la siguiente gráfica, y está relacionada con principalmente son los métodos de producción, es decir, se enfocan en proteger las formas en que ellos producen y ensamblan sus propios módulos o paneles solares.

Gráfica 49. Temática Solaria Corporation.



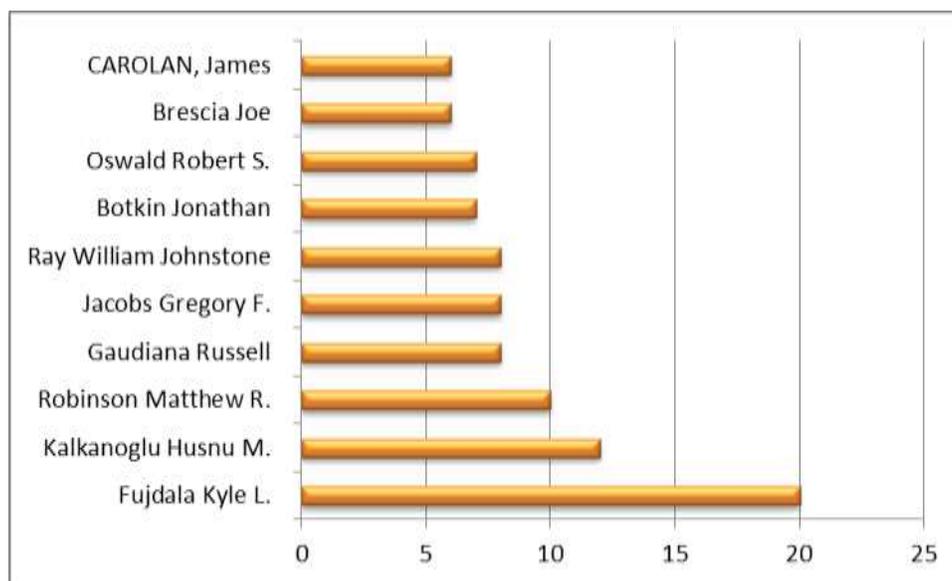
Fuente: VOSviewer, 2015

Esta empresa cuenta con 18 patentes relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, siendo el 2008 el año en que más patentes obtuvo.

5.2.3.5 INVENTORES

Los inventores con mayor presencia en cuanto a desarrollo de tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones muestra a las personas que son líderes en la generación de este tipo de tecnologías.

Gráfica 50. Inventores.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Patentscope*, 2015

En la gráfica anterior se muestra que el inventor con más presencia en cuanto a tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones, es Fujdala Kyle L. quien forma parte del equipo de desarrolladores de la empresa Precursor Energetics y ha colaborado al desarrollo de 20 patentes, cabe mencionar que es de nacionalidad estadounidense; seguido de este, se encuentra Kalkanoglu Husnu M. también de nacionalidad estadounidense quien es un inventor independiente, y ha desarrollado 10 patentes relacionadas al tema de interés. En tercer puesto lo ocupa Robinson Matthew R. también de nacionalidad estadounidense, perteneciente al

equipo de trabajo de la empresa Nansolar, empresa que cuenta con 10 solicitudes de patentes del tema en cuestión.

Es preciso mencionar que de los 10 investigadores con mayor presencia en el desarrollo de patentes, 9 son de nacionalidad estadounidense y uno de ellos Irlandés, por lo que se puede decir que en Estados Unidos es en donde se concentra la mayor actividad de patentamiento en relación a energía solar fotovoltaica utilizada en edificaciones, y por lo tanto es en donde se concentra el conocimiento del tema de interés.

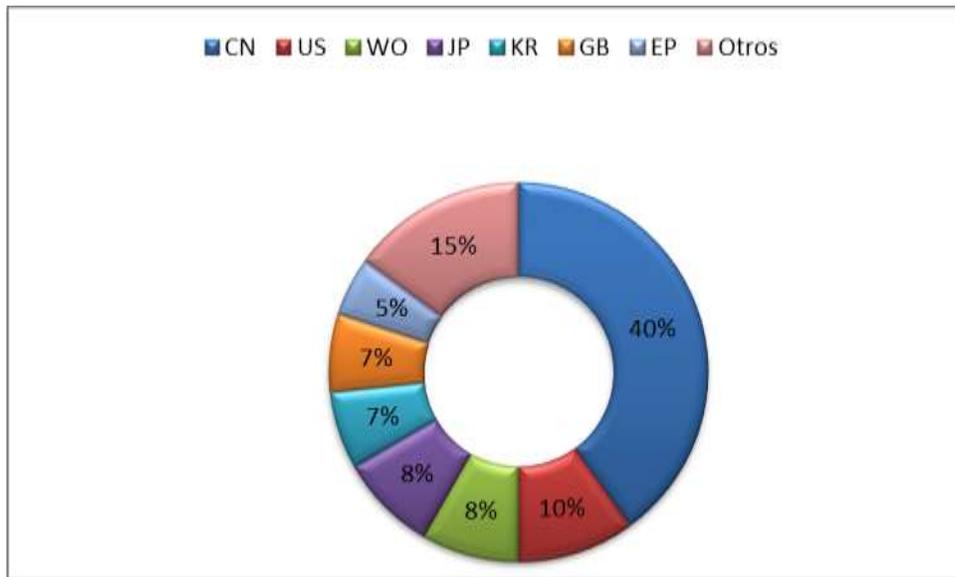
5.2.4. ESPACENET

Con respecto a la base de datos de Espacent, es preciso recordar que es un repositorio de patentes de la unión europea, pero contiene información de patentes de todas partes del mundo. En esta base de datos se obtuvieron únicamente 75 resultados utilizando la siguiente estrategia de búsqueda.

- Título: Photovoltaic, panel
- Título o resumen: roof, building
- Clasificación internacional de patentes: H01L*

En la siguiente gráfica se puede observar que de las patentes publicadas en la base de datos de Espacente relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, el 40% de ellas son originarias de China, lo que indica que en la oficina europea de patentes predomina la protección de patente chinas.

Gráfica 51. Origen de patentes.

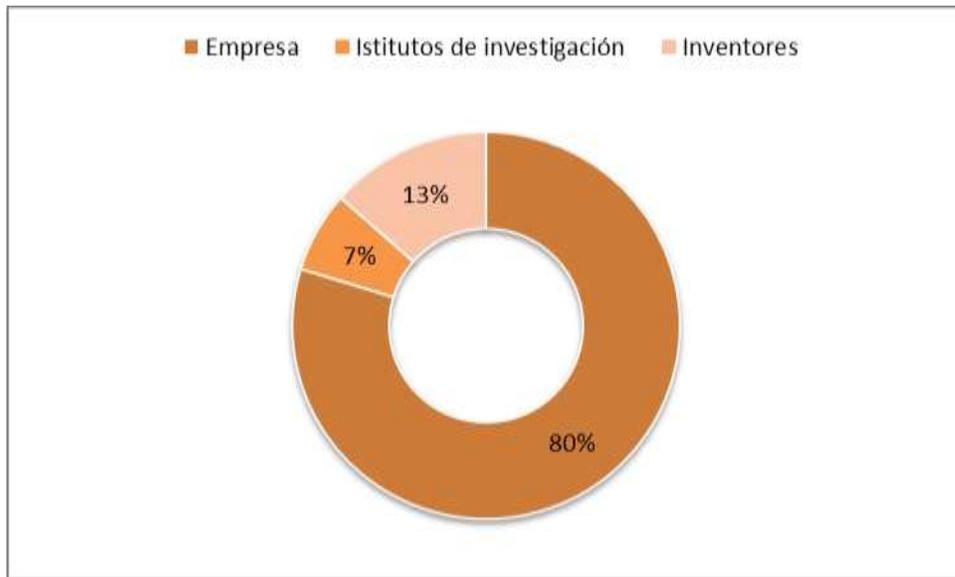


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Espacenet, 2015

El segundo país con mayor número de patentes es Estados Unidos, sin embargo son mucho menos las patentes de origen estadounidense que las de origen chino, por lo que se puede decir que según este repositorio de patentes la dinámica tecnológica relacionada con energía solar fotovoltaica se concentra en China.

En la siguiente gráfica se muestra la mayoría de las patentes han sido publicadas por instituciones lucrativas (empresas) mientras que el 13% de las patentes han sido publicadas por investigadores independientes.

Gráfica 52. Tipo de organizaciones.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Espacenet*, 2015

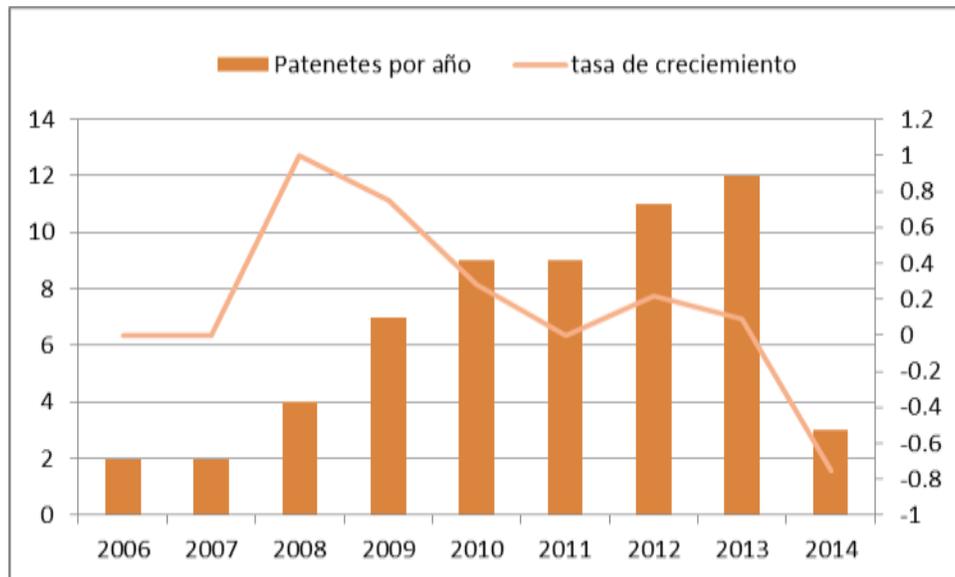
También es destacable que solo el 7% de las patentes relacionadas con tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones ha sido solicitada por instituciones, lo que implica que el estado de la tecnología es tal, que ha logrado ser económicamente rentable para las empresas. En este sentido es conveniente precisar que las investigaciones que generaron patentes en el tema de interés, lo hicieron durante los primeros años del periodo de estudio, en patentes recientes no se encontró ninguna que fuera solicitada por algún instituto o centro de investigación.

Cabe mencionar que dentro de las empresas, 18 de ellas son de china, por otro lado es preciso mencionar que una de las patentes se generó por medio de una asociación de empresas, las cuales fueron: *Green building science and technology*, *Ophthoelectronic science and technology* y *New energy science and technology*.

5.2.4.1 PATENTES POR AÑO

El número de patente encontradas en encontradas en espacenet se encuentran distribuidas a lo largo del periodo del periodo de estudio, como se muestra en la siguiente gráfica, en cuanto a fecha de aplicación se refiere.

Gráfica 53. Fecha de aplicación.



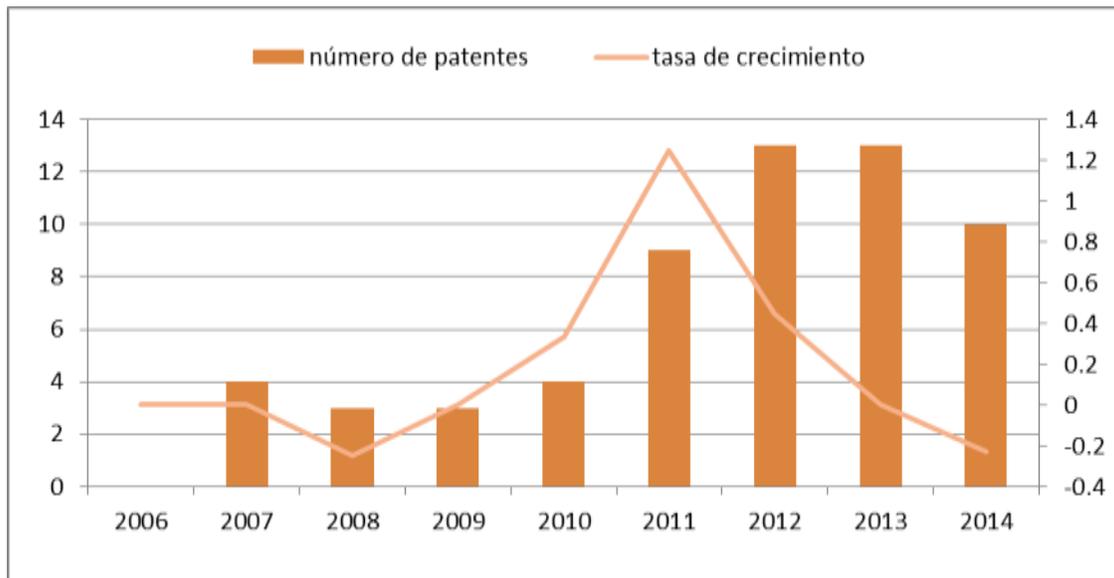
Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Espacenet*, 2015

Se puede observar que la mayor cantidad de patentes fueron aplicadas en el 2013, y han ido en ascenso prácticamente todos los años desde el inicio del periodo de estudio, únicamente en el 2011, el número de patentes aplicadas se redujo de forma mínima. También se observa que el mayor incremento en el número de patentes aplicadas se generó en el 2008, mismo año en el que en el repositorio de patentes de WIPO llegó a su máximo incremento en número de patentes aplicadas. Lo cual se puede traducir con en este año fue cuando la tecnología fotovoltaica utiliza en

edificaciones llego a su máxima etapa de crecimiento, para después pasar a una etapa de maduración.

Con respecto a la fecha de publicación de las patentes, en la siguiente gráfica se puede observar a partir del 2008, la cantidad de patentes publicadas aumenta paulatinamente hasta el 2011 en donde se generó el mayor crecimiento en el número de patentes publicadas.

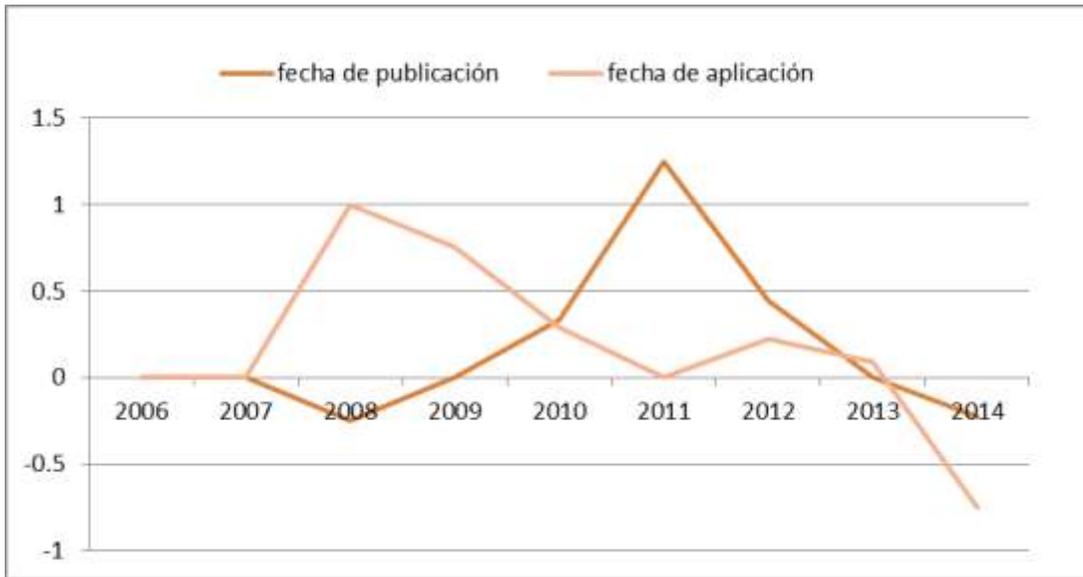
Gráfica 54. Fecha de publicación.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Espacenet*, 20155

En el 2012 y 2013 se registra la mayor cantidad de patentes publicadas relacionadas con tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones, además que en el año 2014 se muestra una disminución considerable en la publicación de patentes, situación que puede estar relacionada con el desfase que existe entre la fecha de publicación y fecha de aplicación de una patente debido al proceso de revisión que debe existir en cada una de las oficinas de patentes para poder ser publicada.

Gráfica 55. Tasa de crecimiento.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de *Espacenet*, 2015

En la gráfica anterior se muestra una comparación de la tasa de crecimiento del número de patentes publicadas anualmente y con respecto a la tasa de crecimiento de del número de patentes aplicadas anualmente relacionadas con tecnología solar fotovoltaica, en el periodo de tiempo determinado, y se observa que en el 2008 fue en año de mayor incremento a la fecha de aplicación de la patentes, mientras que el mayor incremento de patentes publicadas se genera en el año 2011, por lo que se podría considerar un desfase de 3 años, por lo que es probable que el año 2015 y 2016 se pueda ver reflejada la actividad tecnología del 2014.

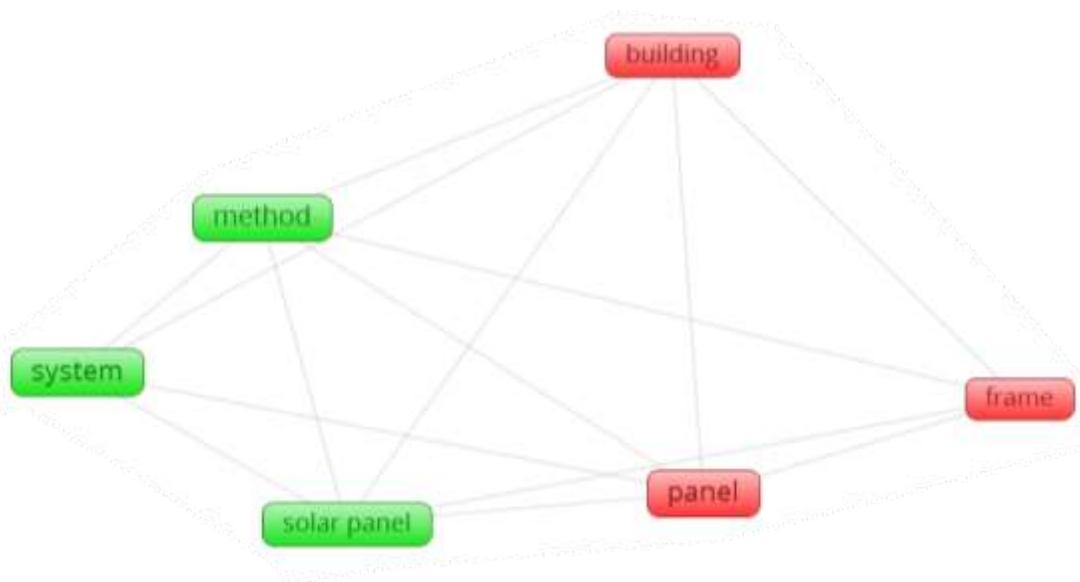
5.2.4.3 TEMÁTICA

Con respecto a la temática de patentes otorgadas en el periodo de estudio, se puede decir que es muy variada, sin embargo se pueden

agrupar en dos grandes grupos, como se muestra en la siguiente gráfica en colores distintos.

Un grupo engloba los paneles integrados en estructuras de edificios, su funcionalidad, modelado y estructuras (rojo) y el segundo grupo engloba, métodos de fabricación, e instalación de los sistemas fotovoltaicos, cuyo proceso se enfoca en la modernización de la estructura de los paneles solares.

Gráfica 56. Temática.



Fuente: VOSviewer, 2015

Con respecto a la temática se pudo observar que durante el 2006 al 2009 las patentes se concentraban principalmente en sistemas solares fotovoltaicos incorporados en ventanas, métodos de instalación de celdas solares en ventanas y paredes, además de sistemas portables que pueden ser colocados en ventanas, para el 2010 la temática se enfocó en mayor medida en cubiertas, protecciones y métodos de sujeción de los mismos, así como en sistemas híbridos y métodos de ensamble, en el 2012

predominaba las patentes relacionadas con sistemas impermeables métodos de integración de paneles solares en construcciones inteligentes, y sistemas fotovoltaicos integrados, y del 2013 en adelante en la base de datos de Espacent la temática de patentes estaba orientada optimización de paneles solares, multifunción y transparencia de los mismos.

5.3. TRAYECTORIA TECNOLÓGICA

La trayectoria tecnológica de los sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones muestra la ruta que han seguido las patentes en relación al tema de interés.

Para encontrarla, se definieron los siguientes grupos, dentro de los cuales a lo largo del periodo de estudios las patentes relacionadas con el tema en cuestión han evolucionado.

- *Estructura y uso*
- *Accesorios*
- *Propiedades ópticas*
- *Control y monitoreo*
- *Concentración y generación de energía*
- *Miniaturización*
- *Materiales*
- *Producción y manufactura*

Estructura y uso. En lo que se refiere a estructura y uso, en este grupo se concentraron los avance tecnológicos relacionados a la modificación de alguna sección del panel solar, así como las modificaciones del mismo para poder ser utilizado en diversas, regiones, climas o superficies, o bien para ser incorporado en algún otro sistemas.

Accesorios. Dentro de la línea tecnológica de accesorios, se concentraron todas los cambios y creaciones de estructuras ajenas al panel solar pero que son de gran utilidad para el sistema. En este sentido, lo más común son los sujetadores, acopladores o ensambles de sistemas fotovoltaicos, paneles o celdas solares.

Propiedades ópticas. En lo que se refiere a propiedades ópticas, se concentraron todas aquellas invenciones relacionadas con el manejo de propiedades como refracción, reflexión, longitud de onda, entre otras propiedades ópticas que se están aprovechando para optimizar al máximo la tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Control y monitoreo. En la relación a control y monitoreo, en esta sección se concentraron todos los avances tecnológicos que están estrechamente relacionados con la automatización de los paneles solares.

Concentración y generación de energía. En concentración y generación de energía, se encuentran todos aquellos avances relacionados a concentradores y almacenamiento de energía, así como la incorporación de diversos agentes a los sistemas fotovoltaicos que hacen posible una mayor eficiencia de los mismo, esta sección es destacable porque engloba todas aquellas nuevas herramientas que auxilian o hacen eficientes los sistemas solares fotovoltaicos, como es el caso de los sistemas híbridos.

Miniaturización. Dentro del grupo de la línea de miniaturización se encuentran englobados todos aquellos avances que se han enfocado a disminuir el tamaño tanto de las celdas como de los paneles solares.

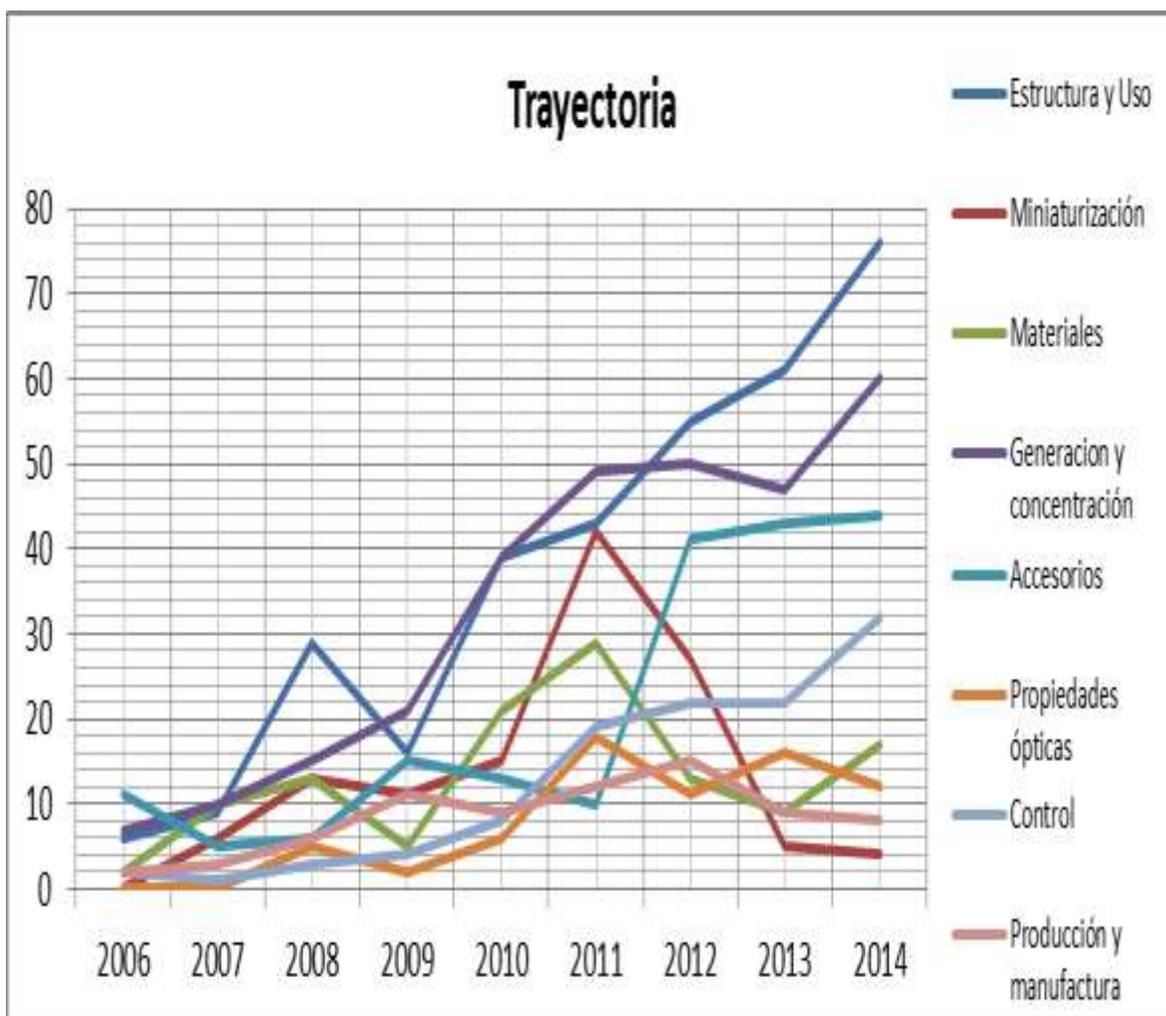
Materiales. En la sección de materiales se engloban todo aquellos avances relacionados con la estructura del panel o de la celda, como

recubrimientos, transparencia, resistencia, flexibilidad o la creación de celdas de base polimérica, etc.

Producción y manufactura. En relación a la producción y manufactura, es esta sección solo de tomaron en cuenta las invenciones que estuvieran relacionadas con el proceso de fabricación y producción en masa de celda, paneles o sistemas solares fotovoltaicos.

En la siguiente gráfica se observa la evolución de cada una de las líneas temáticas en el periodo de tiempo estudiado.

Gráfica 57. Trayectoria tecnológica.



Fuente: Elaboración propia, a partir de bases de datos de Espacenet y WIPO. 2015

En donde se puede observar que en el **2006** mayoría de las patentes estaban concentradas generar accesorios, pues en este periodo de tiempo se resalta lo que denominan los investigadores *panel fotovoltaico estándar*, situación que muy seguramente fue la que despertó el interés de los investigadores por patentar accesorios para la colocación y montaje principalmente cabe mencionar que muchos de estos accesorios protegen las características de resistencia a altas temperaturas y materiales de transparencia parcial, y aunque son muy pocas las investigaciones en materiales, en este año se menciona una celda solar polimérica cuyas características presentan poca eficiencia.

En el **2007** se observa que la tendencia tecnológica se enfoca en la estructura y uso pues, muchas de las patentes protegen nuevas formas en la estructura de las celdas ya que se buscan mejoras en la estructura de la celda solar estándar para que pueda ser mejor acoplada en los diversos tipos de techo, cabe mencionar que en este año se protege la primera invención relacionada con los sistemas híbridos y empieza a notarse el interés por hacer celdas solares más delgadas.

En el **2008** sigue marcándose mucho el interés por modificar los paneles solares con el fin de que puedan ser más fáciles de instalar en los techos, por otro lado, en este año también se observa un mayor impacto en relación a los materiales, ya que se busca mejorar la eficiencia de las celdas con invenciones como la hidrogenización del silicio. En este año comienza la evolución de la línea de propiedades ópticas ya que en diversas patentes comienzan a utilizar propiedades como fluorescencia y refracción para optimizar las celdas fotovoltaicas utilizadas en edificaciones.

El **2009** es el año de la generación y concentración de energía, relacionada con sistemas fotovoltaicos utilizados en edificaciones, ya que

las patentes de este periodo se concentran en la modificación de las estructuras internas de los paneles para poder generar mayor cantidad de energía a partir de los paneles solares y con esto poder llevar a los sistemas fotovoltaicos a su máxima eficiencia, además y debido a que en el 2007 se publica la primera patente relacionada con la generación de energía híbrida, en este año se eleva en gran medida el número de patentes relacionadas con la aprovechamiento, generación y almacenamiento de energía proveniente de nuevos sistemas híbridos de captación solar además de la incorporación de miniaturización de las formas monocristalinas y policristalinas de los paneles solares para potencializar la eficiencia de los mismos. Cabe mencionar que en el 2009, existe una gran cantidad de patentes enfocadas a la producción y manufactura de paneles solares lo que podría implicar que los paneles solares empiezan a tener cabida en el mercado energético.

El **2010** es el año de los materiales ya que la patentes se enfocan en la protección de nuevos materiales, con propiedades como flexibilidad, transparencia, y dopaje este último término se refiere a la incorporación de algún tipo de material al semiconductor utilizado en los paneles solares (silicio) con el fin de manipular las condiciones eléctricas del mismo; es éste sentido es destacable que, en este año existen aportaciones importantes en el tema desde el punto de vista de que comienzan a generar patentes a relacionadas con células fotovoltaica orgánicas. Otra de las líneas de tendencia tecnológica que se incrementó en este año fue el de estructura y uso, esto debido a que con la creación de nuevos tipos de paneles (como los híbridos) y nuevos métodos de almacenamiento de energía, los paneles solares tuvieron la tendencia a cambiar su estructura con el fin de aprovechar la mejoras internas realizadas, así como para poder ser montados y utilizadas sobre diversos tipos de superficies. Este año el incremento de patentes en relación a la generación y aprovechamiento

de la energía tuvo el último incremento acelerado, ya que se tuvo la tendencia a la incorporación de almacenadores de energía complementarios, así como también a la modificación de las capas comprendidas en las células solares con el fin de captar mayor energía luminosa y por lo tanto hacer más eficientes los sistemas fotovoltaicos.

En el **2011** lo que más destaca es que gran cantidad de patentes siguieron la tendencia a reducir el tamaño de las celdas, apostando por materiales de encapsulación más flexibles y ligeros que hace que el panel sea cada vez más delgado, en este tenor, las patentes también se concentran en el área de la formación de nano estructuras relacionadas con la creación de matrices y arreglos fotovoltaicos introducidos en las celdas con el fin de reducir el tamaño de los paneles solares, por otro lado para mejorar la eficiencia de los paneles se pueden encontrar patentes en las que se incorpora plata y/o aluminio en las células fotovoltaicas. Otra de las líneas tecnológica que se desarrolló en gran medida en este año fue la de materiales, relacionados en principalmente con las propiedades térmicas de conducción de energía, así como materiales más flexibles para el encapsulamiento de los arreglos de células solares, además se siguen patentando materiales orgánicos con propiedades fotovoltaicas. También las invenciones relacionadas con tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones evolucionó desde el punto de vista de concentración y generación de energía, ya que durante este año se se buscaba la protección de invenciones relacionadas con métodos de co-generación de energía (fotovoltaica, térmica, eólica), así como métodos de distribución de la energía, modificaciones en el proceso de conversión y conducción de energía, métodos de conducción, en este sentido también se visualizan patentes enfocadas a proteger estructuras y/o arreglos internos en los paneles fotovoltaicos, todos estas invenciones, encaminadas a optimizar la eficiencia en los mismos. Dentro de las

propiedades ópticas se encuentran patentes que han incorporado foto detectores en los paneles, alteración de propiedades ópticas de ciertos materiales que permiten la creación de celdas de color, la introducción de capas ópticas que sirven para evitar las pérdidas de luz por reflexión, así como la integración de elementos ópticos para incrementar la recepción de luz solar, principalmente. Otra línea tecnológica que evolucionó en gran medida es la de control, ya que se protegen invenciones enfocadas al monitoreo y control a distancia, así como las primeras invenciones relacionadas con paneles solares autónomos. Por otro lado también tuvieron una evolución importante los patentes relacionadas con los accesorios, ya que aunque no aumentaron en número, si lo hicieron en importancia pues se logra notar que las mayoría de ellas estaba en función de incorporación de métodos de acoplamiento y montaje de sistemas híbridos para proporcionar un mejor acoplamiento de las propiedades fotovoltaicas y térmicas, así como incorporación y acoplamiento de sistemas de sistemas de ventilación.

2012. En este año la evolución tecnológica está relacionada en gran medida con el proceso de acoplamiento de sistemas híbridos, es por ello que gran parte de las patentes se concentran en la estructura y uso y en accesorios, ya que las patentes se enfocan al diseño de estructuras de paneles solares funcionales que puedan ser acoplados en otros sistemas como los de generación de energía a partir del calor y a partir del viento, y dentro de los accesorios se encuentran principalmente los acoplamientos de unión entre sistemas de generación de energía para poder ayudar a la creación de un solo sistema en conjunto. Por otro lado las patentes relacionadas con el control, se enfocan a invenciones relacionadas a la generación de paneles no solo autónomos, sino inteligentes, por lo mismo también existen gran cantidad de patentes relacionadas con el monitoreo de paneles solares. En preciso mencionar que en este periodo se tienen un

gran impacto las patentes relacionadas con sistemas fotovoltaicos integrados.

En el **2013**, se observa una evolución en el manejo de propiedades ópticas, ya que diversas patentes están enfocadas en el manejo de propiedades ópticas incorporadas en el proceso de encapsulación de las celdas fotovoltaica, la ligera evolución relacionada con los accesorios se da en los sistemas de ventilación y enfriamiento de los sistemas fotovoltaicos, cabe mencionar que dentro de las invenciones más destacables en este años fue la creación de techos prefabricados con la incorporación de módulos fotovoltaicos. Por último también es remarcable que la tendencia a la miniaturización ya no es tan considerada, y son más comunes las pequeñas invenciones relacionadas a los accesorios que acompañan al sistema.

Por último, en el **2014**, se muestran evolución en línea tecnológica relacionada con estructuras y su uso debido a una nueva tendencia denominada energía transparente, por lo que muchas invenciones están utilizando la propiedad de transparencia un tipo de célula fotovoltaica desarrollada con anterioridad para incorporar paneles solares en ventanas, lo que a su vez se relaciona con la protección de patentes relacionadas con la estructura y montaje de esta nueva tendencia tecnológica. Dentro de la temática de propiedades ópticas, se observan una evolución en las patentes en cuanto al manejo de propiedades ópticas mediante la incorporación de cromóforos en las células fotovoltaicas. En relación a la generación de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, existe una tendencia de patentamiento relacionada con la generación de energía a partir de sistemas híbridos.

5.4. OBSERVACIONES

Con base en lo observado en la trayectoria tecnológica, es posible afirmar que la tendencia de patentamiento hacia la miniaturización se está dejando de lado, lo que implica que es un campo obsoleto, por otro lado la tendencia tecnológica que más se logra observar es hacia la generación de energía a partir de sistemas híbridos y por lo tanto todos aquellos sistemas externos involucrados en mejorar la eficiencia de los mismos probablemente en los próximos años siga evolucionando, pero no parece que esta tendencia vaya ser duradera, sin embargo dentro de la línea tecnológica de generación de energía, en los últimos meses aparece una tendencia de incorporación de materiales dopantes y transmisibles, en donde IBM, aparece como líder en esta tendencia. Por otro lado aunque en el 2012 parecía ir declinado la tendencia a proteger nuevos materiales relacionados con el tema en cuestión, en los últimos años se recupera el interés por proteger invenciones en este tema, enfocándose principalmente en la diversificación de uso de esta tecnología, por lo que es muy probable que en los próximos años se sigan creando invenciones en este tema.

Cabe mencionar que debido a que la tendencia a la incorporación de paneles fotovoltaicos en las ventanas es muy reciente, a la de generación de sistemas híbridos está madurando, es probable que en los próximos años se generen gran cantidad de patentes relacionadas con los soporte y ensamblajes y monitoreo de sistemas solares fotovoltaicos.

En relación al entorno comercial es preciso señalar que el análisis realizado se enfoca en identificar la dinámica de mercado que están utilizando las empresas en relación a la energía fotovoltaica, ya que como se ha mencionado en capítulos anteriores la energía solar fotovoltaica en el tipo de energía renovable como el costo de generación más alto, por lo que se busca identificar las medidas tomadas por las empresas en relación a la situación mencionada, sin embargo también se consideraran algunos otros parámetros que permitan identificar la existencia de alguna ventaja competitiva relacionada con la comercialización de la energía fotovoltaica en México. Para esto, y con base en los diferentes entornos desarrollados en el presente trabajo, principalmente en el entorno tecnológico se lograron detectar empresas enfocadas a realizar actividades comerciales en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Con apoyo del repositorio de patentes mexicano *Sigua Plus* se detectó una empresa de nombre **Lumeta Innovative Solar Solutions**, la cual es una empresa dedicada a la venta y desarrollo de paneles fotovoltaicos utilizados en edificaciones, principalmente en techos, cuenta con aproximadamente 30 años experiencia en soluciones para techos y aunque cuenta con gran presencia en Estados Unidos, en México aún no se ha logrado posicionar en el mercado de energía fotovoltaica para edificaciones, cabe mencionar que los productos que ofrece esta empresa se encuentran enfocados principalmente a la estética, es decir, el interés su interés principal radica en que el producto que ofrecen le aporte buena apariencia a la edificación en la que es instalada.

Dentro de los repositorios internacionales de patentes se identificaron 3 principales empresas con gran actividad de patentamiento en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

Tabla 11. Empresas seleccionadas a partir del entorno tecnológico

Empresa	Perfil
IBM	Empresa comprometida con el desarrollo de un planeta inteligente, la cual pasó de ser una empresa de hardware y software a ser una empresa que se especializa en ofrecer soluciones de alto valor a los clientes.
Dow Global Technologies	Empresa que combina el poder de la ciencia y la tecnología para innovar con pasión aquello que es esencial para el progreso humano. La Compañía está impulsando innovaciones que extraen valor de la intersección de las ciencias químicas, físicas y biológicas para ayudar a resolver muchos de los problemas más difíciles del mundo, tales como la necesidad de agua potable, la generación de energía limpia y la conservación, y el

	aumento de la productividad agrícola.
Solaria Corporation	Empresa comprometida con la generación de "Innovaciones para el mundo real", ofrece soluciones verdes y de alta eficiencia para edificaciones, todo en base a módulos fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Es preciso destacar que la principal empresa con actividad de patentamiento en el área de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones (IBM) aún no cuenta con productos específicos del área en cuestión, a la venta, mientras los productos de Down Global Technologies son muy específicos para que empresa como Solaria Corporation puedan ocuparlos en sus procesos de fabricación de paneles o celdas solares, cabe mencionar que dentro de las tres empresas detectadas en el entorno tecnológico sólo Solaria Corporation ofrece productos finales, es decir diversos tipos de paneles solares que pueden ser utilizados en edificaciones, sin embargo su principal mercado se encuentra en E.U.A.

Las empresas de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones con gran presencia en el mercado mexicano son las siguientes:

Tabla 12. Empresas con gran actividad comercial en México

Empresa y ubicación (en México)	Perfil de la empresa
DMSolar (Guadalajara)	Empresa mayorista de productos solares. Solucionar y facilitar el trabajo a las empresas de energía solar. NO SOMOS TU COMPETENCIA, TE DAMOS LOS PROYECTOS.
Martifer Solar (México, DF.)	Un paso adelante en el desarrollo de soluciones innovadoras y competitivas en la producción y gestión de la energía eléctrica.
Solaris (Guadalajara)	Ofrecer a los clientes productos y servicios de calidad que se traduzcan en un ahorro significativo en el gasto cotidiano
Sumsol (México, DF.)	Comercialización de equipos de materiales de energía solar fotovoltaica y térmica.
Solartec (México, DF.)	Empresa dedicada a ofrecer soluciones de energías renovables mediante la fabricación de paneles fotovoltaicos y ofreciendo productos con la más alta tecnología, manteniendo siempre una excelente calidad en el servicio a los clientes y una relación estrecha de mutua cooperación con sus proveedores.
EXELSolar (Yucatán)	Mayorista de valor de productos y soluciones de energía renovable
Dumatrading (México, D.F)	Representación de fabricantes de equipo original para suministro de materiales para los mercados: Industrial, comercial, y servicios.
Yinglisolar (México, D.F)	Fabricante de paneles solares del mundo, modelo de negocio con integración vertical abarca toda la cadena de valor fotovoltaica, desde la producción de polisilicio hasta el ensamblaje de módulos

Fuente: Elaboración propia, 2015

En la tabla anterior se observa que las empresas mencionadas se encuentran principalmente en el Distrito Federal y en Guadalajara, sin

embargo debido a la internet, estas empresas logran satisfacer la demanda existente con respecto a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones en gran parte de la república, entre los principales estados en donde se concentra la mayor de demanda de energía fotovoltaica como se mencionó en el capítulo tres (Ver gráfica 13, capítulo 3) son Sonora, San Luis Potosí, Jalisco y Guanajuato ya que en ellos se concentra la mayor cantidad de futuros proyectos de energía fotovoltaica .

Tabla 13. Proveedores

Empresa	Principales proveedores
Dmsolar	Hyundai.
Martifer solar	Proveedores especializados.
Solaris	Empresas estadounidenses, de paneles solares.
Sumsol	Yingli, Shinew.
Solartec	Catsa, conductec, paktec, ecotek.
Exelsolar	Kaco, renesola, fronijs, solartec, yinglisolar, leadsolar, pv accesorios, southwire, indiana, BSB, zeversolar, Ginglong, Omnik.
Dumatrading	Proveedores alemanes.
Yinglisolar	Proveedores de silicio.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Para determinar la principal actividad de una empresa es preciso identificar a sus proveedores es por ello que en la tabla anterior se muestra una lista de proveedores de las empresas con actividad comercial en

México que fueron seleccionadas previamente. Se puede identificar que las empresas Yinglisolar y Martifer son las únicas desarrolladoras de sistemas fotovoltaicos mientras que las demás (excepto Solaris), están enfocadas en comprar las celdas fotovoltaicas a empresas internacionales y posteriormente venderlas. Solaris se puede considerar como excepción ya que esta empresa, una vez que ha adquirido la tecnología de otras compañías internacionales, les realiza modificaciones y adecuaciones, mediante las cuales busca lograr una mejor eficiencia de la tecnología adquirida.

Debido a que este tipo de tecnología principalmente se importa de otros países, las empresas que se encuentran en México tienen la posibilidad de comercializar la tecnología en cuestión mediante tres vertientes:

1. Armado de celdas fotovoltaicas
2. Venta/Renta de sistemas fotovoltaicos.
3. Instalación de sistemas fotovoltaicos

Las empresas que se dedican al armado de celdas, se enfocan en comprar las celdas fotovoltaicas en el extranjero (principalmente de china), para posteriormente estructurarlas de tal forma de conseguir la mejor eficiencia energética de los sistemas fotovoltaicos, su actividad de desarrollo tecnológico se limita a identificar mejores estructuras de ensamble.

Dentro de la venta/renta de sistemas fotovoltaicos, la estrategia de negocios por la que optan las empresas se enfoca en la renta de sistemas fotovoltaicos. Por último, es preciso destacar que las empresas dedicadas a la instalación de sistemas fotovoltaicos, se encuentran compitiendo en un mercado de servicios, ya que sus estrategias de negocios están enfocadas a proporcionar un mejor servicio, el servicio que ofrecen comúnmente es identificación de consumo actual, reducción de ésta a

base de la instalación del sistema fotovoltaico, la instalación misma, y manejo de trámites necesarios ante la CFE para la incorporación de medidores bidireccionales. Otras empresas también ofrecen servicios de mantenimiento y métodos seguimiento solar, es decir direccionar la celda hacia el ángulo de mayor irradiación solar, de una manera continua, cabe mencionar que este tipo de comportamiento (de renta de servicio fotovoltaico) en el mercado fotovoltaico se desarrolló como consecuencia de que los costos de un sistema fotovoltaico son muy elevados, por lo tanto se optó por rentarlos para que los consumidores puedan tener acceso a esta tecnología, con la idea de que una vez que aumenten los consumidores y las industrias optimicen sus proceso de fabricación de las celadas los costos puedan ir disminuyendo considerablemente con el paso del tiempo.

Es destacable que sólo una de estas empresas se ha visto beneficiada directamente por apoyos gubernamentales, y es el caso de Solartec, ya que se benefició de un fondo mixto del que fueron protagonistas el Gobierno del Estado de Guanajuato, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (CONCYTEG), Secretaría de Economía de Gobierno Federal, y el Consejo nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Así mismo actualmente se encuentra desarrollado proyectos en colaboración con el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV). Cabe mencionar que es una empresa mexicana y sus productos cuentan con certificaciones que aseguran la calidad de sus productos. Los productos hechos en México que ofrece la empresa se limitan a accesorios de paneles fotovoltaicos, aunque también arman y venden módulos fotovoltaicos.

Es preciso destacar, que hasta el momento no existe ninguna empresa Mexicana que fabrique o desarrolle celdas o módulos fotovoltaicas, lo más cerca que se encuentran del desarrollo tecnológico en armando sistemas solares fotovoltaicos. Sin embargo el hecho de fabricar sistemas fotovoltaicos no implica que esto sea un factor de éxito en las empresas que relacionadas con la actividad comercial del tipo de tecnología en cuestión.

Tabla 14. Actividades principales

Empresa	Actividad central
Dmsolar .	Cumplir los requisitos solicitados por los clientes, así como los reglamentarios y/o legales que sean de aplicación, y otros a los que nos hayamos suscrito. Ofrecer al cliente una atención altamente especializada y adaptada al avance tecnológico de nuestros productos.
Martifer solar.	Monitoreo de las nuevas tendencias en la industria fotovoltaica.
Solaris	Estudios de viabilidad a soluciones llave en mano, marketing.
Sumsol	Servicio y el soporte.
Solartec	Búsqueda de nuevas tendencias mundiales, Sistema de Gestión de la Calidad.
Exelsolar	Disponibilidad nacional, apoyo técnico, comercio electrónico.
Dumatrading	Enfocados en mejora continua de servicios, contando con proveedores de la más alta calidad.
Yinglisolar	Fabricación propia.

Fuente: Elaboración propia, 2015

En tabla anterior se pueden observar las actividades centrales que realiza la empresa, en estas actividades se puede identificar el factor de éxito que han identificado para posicionarse en el mercado mexicano, ya que se

preocupan por desarrollarla, intensificarlas y mejorarlas. Es destacable que una de las empresas con mayor presencia se enfoca en cumplir con las reglamentaciones existentes, situación que no es identificada por ninguna otra empresa, a pesar de ser de gran importancia y mediante el conocimiento de la reglamentación existente incluso en algún momento puede impulsar ventajas competitivas.

Se puede observar que gran parte de las empresas han desarrollado como actividad principal, el monitoreo de tendencias mundiales y nuevas tecnologías, lo que implica que el mercado de tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones se encuentra en constante cambio, situación que ha sido identificada por las empresas es por ello que esta actividad ha sido considerada como factor de éxitos en las empresas seleccionadas.

6.1 OBSERVACIONES

Con todo lo anterior es posible identificar que en México las empresas relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones tienen poca actividad de desarrollo tecnológico (los existentes se enfocan en realizar mejoras de los sistemas fotovoltaicos existentes), las actividades tecnológicas existentes están basadas en el armado de módulos o paneles fotovoltaicas.

La principal actividad comercial de las empresas relacionadas con la tecnología en cuestión está enfocada en los servicios, ya que más que vender/rentar módulos fotovoltaicos, ofrecen servicios de instalación, mantenimiento de los mismos.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo se ha realizado la descripción de cinco entornos (económico, científico, tecnológico, regulación y comercial) mediante los cuales se desenvuelve la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, por medio de los cuales se han detectado factores que pueden considerarse como oportunidades u obstáculos en el desarrollo de la tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones en México.

La situación actual de México en relación al sector energético es un poco alarmante ya que como se mencionó en el entorno económico.

- El 73% de la energía generada depende de combustibles fósiles. (Ver gráfica 3. Capítulo 3).
- Disminución de exportaciones de hidrocarburos y aumento en las importaciones de mismo (Ver gráfica 7. Capítulo 3)
- Aumento acelerado en la producción y demanda de energía (Ver gráfica 9 y 10. Capítulo 3)
- Disminución de las reservas de hidrocarburos. (Ver gráfica 11. Capítulo 3)

Por esta y otras razones surge la necesidad de direccionar el sector energético hacia un camino menos dependiente de los combustibles fósiles en donde las energías renovables jueguen un papel protagónico en relación a la generación de energía y al mismo tiempo contribuir a reducir las emisiones de CO₂ en el ambiente.

Lo que ha llevado al país a generar un marco regulatorio y normativo en el cual se pueda favorecer el desarrollo de las tecnologías renovables, mismo que se encuentra encabezado por las siguientes leyes:

- Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía.
- Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética.
- Ley de los órganos reguladores coordinados en materia energética.
- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente
- Ley general del cambio climático

Las cuales (a excepción de la Ley del cambio climático) se han modificado en los últimos años, situación que refleja la transformación de la industria energética en una industria energética renovable.

Como se pudo observar en el capítulo 3, el tipo de energía renovable que está liderando la transformación energética es la hidráulica, seguida de la eólica; la energía fotovoltaica aun no logra tener gran presencia en la generación energética del país, ya que en el 2014 se generaron 3400 GW/h, mientras que las centrales hidráulicas lograron generar 3831200 GW/h. Situación influenciada en gran medida por el hecho de que los costos por generación de energía fotovoltaica son muy altos.

Internacionalmente, la energía fotovoltaica es la que más ha aumentado su capacidad instalada, lo que implica que la producción de este tipo de energía se está masificando, por lo cual, en un futuro se espera que los costos disminuya gradualmente y la tecnología se vuelva realmente competitiva, sin embargo en lo que esto sucede la intervención del estado es primordial para lograr su desarrollo, ya que por ser una nueva tecnológica, es poco certero el rumbo que pueda tomar el mercado, por lo tanto conlleva un alto grado de incertidumbre como para que las

empresas inviertan en este tipo de tecnología, y será muy difícil que por sí sola tecnología fotovoltaica logre impulsarse.

Por el momento el estado ha tratado de contribuir en el desarrollo del sector energético renovable mediante la generación de planes y programas que buscan influenciar positivamente en el desarrollo de las energías renovables. Durante el desarrollo de capítulo 2 se detectó que los programas:

- Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018
- Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018
- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 -2018

Han dado pauta a la generación de una serie de fondos y proyectos entre los que se encuentran:

Cuadro 7. Fondos y proyectos

Fondos	Proyectos
Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	Servicios Integrales de Energía (SIE) para Pequeñas Comunidades Rurales en México
Fondo Sectorial de Sustentabilidad Energética SENER-Conacyt	Sistema Nacional de Identificación del Capital Humano especializado para el Sector Energético Mexicano, SINASEM
Fondo Sectorial Para Investigación Y Desarrollo Tecnológico En Energía CFE-Conacyt	Ventanilla de Energías Renovables (VER)
Fondo Mixto Gobierno del Estado de	Programa de Abastecimiento de Energía

Queretaro-Conacyt	Eléctrica Limpia para Servicios Públicos Municipales
Fondo Mixto Gobierno del Estado de Morelos-Conacyt	Proyectos de eficiencia energética del FIDE
Fondo Mixto Gobierno del Estado de Durango-Conacyt	

Fuente: Elaboración propia

En los cuales se refleja un compromiso por transformar el sector energético en un sector energético renovable, sin embargo los apoyos que involucran o impactan en mayor medida el desarrollo energético fotovoltaico específico para edificaciones son:

- Proyectos de eficiencia energética del FIDE.
- Programa de Capacitación en Energías Renovables.
- Programa De Fomento De Sistemas Fotovoltaicos En México de PROSOLAR.
- Programa de Hipotecas verdes del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit).

Sin embargo, aunque parecen muy completos, y bien elaborados, como se mencionó en el capítulo 2 este tipo de instrumentos se encuentran poco articulados, pareciera tratarse de una especie de política de inacción que refleja el poco interés por parte del gobierno por hacer funcionar el sector de energías renovables, y más aún el de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones ya que son muy pocos los programas que buscan el fomento de la misma, probablemente se piense que porque la generación de energía hidráulica va por buen camino, no sea necesario fomentar otro

tipo de tecnología, sin embargo el país debe de estar preparado ante los cambios mundiales, los cuales, según el entorno económico desarrollado con anterioridad, se puede observar que a nivel mundial se está apostando por la generación de energía fotovoltaica, aunado a que en el entorno tecnológico y científico se observa, una evolución de una tecnología fotovoltaica hacia una tecnología fotovoltaica híbrida; para poder hacer funcionar este sector, será primordial articular correctamente los instrumentos de política pública, ya que esta última situación conllevará que la intervención de algunos otros sectores en el desarrollo de la tecnología en cuestión, además se deberá definir con mayor precisión las rutas que deseen tomar en relación a la energía fotovoltaica, ya que, la mayor parte de los instrumentos que pretenden fomentar de desarrollo de la energía fotovoltaica están enfocados en el asesoramiento para instalación y uso de la energía fotovoltaica, situación que aunque parece jugar un papel muy importante en el fomento de una cultura de aceptación de la energía fotovoltaica utilizada en edificaciones podría obstaculizar en gran medida el adecuado funcionamiento del mercado de la tecnología en cuestión ya que como se muestra en el capítulo 6, en México, actualmente el mercado de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones se desenvuelve en el área de servicios, por lo tanto este tipo de fondos en lugar de impulsar el sector están afectando a las empresas de esta área convirtiendo estos impulsos en competidores directos de las mismas. Aunque sea de gran importancia fomentar una cultura de aceptación y uso de la tecnología fotovoltaica para edificaciones, y este tipo de apoyos parecieran contribuir en ella, no se considera que sea el mejor camino, probablemente para esto puedan funcionar mejor las campañas informativas en donde se promuevan los beneficios de esta tecnología y se promuevan las empresas que la ofrece. Por otro lado en lo que se refiere al programa de “Hipotecas verdes” del Infonavit, se

considera relevante el método que adopta para fomentar tecnologías como las fotovoltaicas, ya que no sanciona a quienes no la utilicen, si beneficia a aquellos que lo hacen, sin embargo, en México esa dinámica para la tecnología en cuestión no es de gran utilidad y de nuevo no se encuentra articulada con el mercado, ya que los costos de la tecnología fotovoltaica son muy elevados y los descuentos ofrecidos no justifican la inversión, además de que los oferentes de la tecnología se están enfocando más en la renta que en la venta de los mismos, por lo que, para que este tipo de apoyos realmente sean funcionales para la tecnología en cuestión será necesaria la implementación de una modalidad específica para energía fotovoltaica.

Por lo tanto es posible observar que los apoyos ofrecidos son poco compatibles con la dinámica de mercado existente en el país, a simple vista, parecen más funcionales en situación en donde las empresas sean desarrolladoras de tecnología y ofrezcan módulos fotovoltaicos como producto final, por lo tanto, y debido a la importancia de convertir a México en un país desarrollador de tecnología, antes de modificar del todo el marco regulatorio existente, sería más conveniente dirigir e impulsar a las empresas a desarrollar tecnología fotovoltaica, para que puedan aprovechar al máximo los incentivos ofrecidos, así como la tecnología en cuestión, ya que como se menciona en capítulos anteriores la incidencia de radiación solar en el país es muy alta lo que hace posible sacar el máximo provecho a la tecnología en cuestión.

Para ello es indispensable tener un dominio tecnológico en el área en cuestión, sin embargo, como se puede observar en el capítulo 5 (ver gráfica 43, 44 y 53, 54) debido a la dinámica de patentamiento internacional la tecnología fotovoltaica utilizada en edificaciones se encuentra entrando en una etapa madura, mientras que en el país es una

tecnología que está emergiendo, por lo que el proceso de aprendizaje para lograr un dominio tecnológico podría ser tardado y complicado, aunque por otro lado, y con base en los capítulos 4 y 5 (ver gráfica 45) es posible observar que este tipo de tecnología es cada vez menos compleja, y teniendo en cuenta (en base al capítulo 6) que las actividades de desarrollo que están realizando las pocas empresas que las realizan están enfocadas en armado de módulos, es posible traducir esta situación en una ventaja competitiva, ya que la forma de posicionarse en un mercado de tecnologías maduras radica en generar innovaciones en los proceso de producción, por lo tanto en la medida que se aproveche esta situación y además aplicar un proceso de reingeniería, podría conseguirse un dominio tecnológico que pueda preparar a las empresas para introducirse en las nuevas rutas tecnológicas que surjan de las celdas fotovoltaicas.

Dichas rutas pueden visualizarse con a partir del análisis realizado en el entorno científico (capítulo 4) así como con la trayectoria tecnológica obtenida en el capítulo 5, en donde se pudo observar que en los últimos años, las patentes están enfocadas en las siguientes áreas:

- Dominio de propiedades ópticas
- Proceso de encapsulación
- Techos prefabricados
- Estructuras para energía transparente
- Acoplamiento y generación de energía a partir de sistemas híbridos
- Sistemas autónomos e inteligentes

Mientras que las publicaciones científicas en los últimos años están enfocados en:

- Sistemas solares híbridos (solares y térmicos)
- Sistemas integrados

- Simulación
- Control

Aunque sin dejar tan de lado cada uno de estos temas que resaltan en las publicaciones de los últimos años, para poder anticipar el sector a los cambios de que se puedan suscitar en el sector fotovoltaico es preciso que investigaciones en México se enfoquen en los sistemas híbridos, inteligentes e integrados, En primera instancia debido que es la tendencia tecnológica y de investigaciones que se está siguiendo a nivel internacional y para estar a la vanguardia en el tema será necesario que las investigaciones puedan adaptarse a estas tendencias tecnológicas, además de que este tipo de investigaciones pueden ser el soporte de industrias ya existentes como la del software, electrónica, entre otras, además de que puede dar pauta a el desarrollo de nuevas industrias. Tomando en cuenta esta situación, es preciso que los fondos enfocados a apoyar la investigación científica en energías renovables, puedan re direccionar sus objetivos, para generar investigaciones en torno al tema en cuestión, un gran paso en este rumbo se ha dado con el Fondo Mixto Gobierno del Estado de Queretaro-Conacyt, el cual busca lograr a partir de la investigación, la creación de un área experimental de energías híbridas.

Por otro lado las empresas enfocadas a servicios podrían aportar su granito de arena en el desarrollo de este sector, generando estadísticos de las necesidades reales del mercado mexicano para que se puedan direccionar las investigaciones en función de las necesidades surgidas por los usuarios de sistemas fotovoltaicos en el país. Ya como se mencionó con anterioridad en México la energía fotovoltaica está emergiendo, y con ella se están introduciendo nuevos mercados y nuevas necesidades; considerando que uno de los factores que mayor contribuye en el éxito o fracaso de nuevas tecnologías es el factor humano, la identificación de las

necesidades y el comportamiento de los usuarios son de gran valor para poder generar una cultura en la cual este tipo de tecnologías sean aceptadas y utilizadas.

Con base en el capítulo 6 se detectó que un elemento que es muy importante remarcar, y es el hecho de que el sector de energía fotovoltaica en México es muy atractivo para empresas extranjeras, situación que es favorable desde dos puntos de vista, el primero se traduce en el hecho de que empresas multinacionales han logrado ver un alto potencial de consumo en nuestro país y en segunda es que esta situación es la mejor oportunidad para poder asimilar la tecnología rápidamente, sin embargo esta situación también puede representar una amenaza para el desarrollo de este sector en el país ya que puede obstaculizar el desarrollo de empresas nacionales que pretendan competir en el sector en cuestión, en este sentido, es preciso revisar y hacer las modificaciones pertinentes al marco regulatorio para estar preparados ante esta última situación.

CONCLUSIÓN FINAL

En base a todo lo mencionado, se puede decir que México existe la necesidad de diversificar la generación de energías con el fin de no ser tan dependientes de los combustibles fósiles, para que la energía generada no sea tan contaminante. La EFV en México a pesar de que aún no es ampliamente desarrollada, tiene un alto potencial, debido principalmente a la ubicación geográfica del territorio nacional, a la necesidad de alargar del ciclo de vida de las reservas nacionales de petróleo, para evitar convertirnos en un país importador de petróleo antes que exportador y como elemento adicional, atiende a la problemática actual del país de aún no lograr satisfacer energéticamente a toda su población ya que estos sistemas no necesitan de grandes instalaciones para poder generar

energía y pueden ser instalados en cualquier lugar en donde se cuente con luz solar.

Al parecer, existe un gran interés por parte del estado por el fomento de energías limpias, con el principal fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en el país, la principal línea de acción para resolver esta problemática es la diversificación en la generación de energía, la meta es que para el año 2024 la participación de las fuentes no fósiles en la generación de electricidad sea del 35%, sabiendo que actualmente tiene una participación del 27%, para lograr la meta se pueden observar diversas líneas de acción poco específicas entre las cuales se encuentran el fomento de todo tipo de energías renovables, así mismo la situación es poco clara, las estrategias son superficiales, y no existen elementos que muestren que pueda ser posible el fomento de la energía fotovoltaica a partir de los instrumentos de política pública diseñados específicamente para el sector en cuestión, pareciera que se trata de una especie de política de inacción que refleja el poco interés por parte del gobierno por fomentar el uso de este tipo de tecnología, ya que los programas que encuentran desarticulados.

Mediante el desarrollo de los capítulos fue posible identificar que en México las empresas relacionadas con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones tienen poca actividad de desarrollo tecnológico (los existentes se enfocan en realizar mejoras de los sistemas fotovoltaicos existente), las actividades tecnológicas existentes están basadas en el armado de módulos o paneles fotovoltaicas.

La principal actividad comercial de las empresa relacionadas con la tecnología en cuestión está enfocada en los servicios, ya que más que vender/rentar módulos fotovoltaicas, ofrecen servicios de instalación, mantenimiento de los mismos.

La tecnología fotovoltaica así como otro tipo de energías renovables está relacionada con diversos sectores tanto productivos como tecnológicos, a los cuales impacta directamente, lo que implica que para que pueda ser fomentada será necesaria la colaboración de todos aquellos sectores con los que está relacionada, el principal dilema en los instrumentos de políticas públicas que impactan al sector de energías renovables es que aún no se ha logrado plasmar lo que se conoce como *policy mix* que son una mezcla de políticas públicas que impactan al sector y que para que funcionen es necesario la participación en conjunto, por lo que aún podemos observar una serie de políticas públicas bien elaboradas, pero mal articuladas que por sí solas no lograrán mucho en relación al fomento y uso de la energía fotovoltaica.

Lo que se propone es una mezcla de políticas que articulen diversos sectores, entre los que se encuentra el educativo, el sector productivo y el sector comercial y los usuarios finales, estas políticas tienen que funcionar de manera cíclica para que puedan retroalimentarse continuamente.

Es preciso resaltar que actualmente este tipo de energía se está generando por particulares, lo cual abre un panorama totalmente distinto, en cuanto a la distribución y venta de la energía, por lo que para que se pueda desarrollar favorablemente este tipo de distribuciones, se tendrá que diseñar un marco regulatorio específico para la EF mediante el cual en el país se puedan obtener las mayores ventajas de este tipo de tecnología.

Haciendo una comparación de la evolución de las temáticas a través del tiempo en el periodo de estudios definido, se puede observar que internacionalmente la evolución muestra que en los primeros años los temas se centraban en proyectos relacionados con la potencia de las celdas solares y se realizaron análisis de casos enfocados en diversas

regiones, posteriormente la temática se enfocó en el aprovechamiento de la temperatura generada en los paneles solares lo que llevo a la generación de publicaciones de sistemas híbridos (fotovoltaicos y térmicos) utilizados en edificaciones lo que llevo a estudios de sistemas fotovoltaicos integrados, a la simulación modelación y control de los mismos.

Por otro lado en México la temática de investigaciones, comenzó con la búsqueda de nuevos elementos en las celdas fotovoltaicas (como el hidrógeno) para maximizar su eficiencia, cuando se detectó que esa línea de investigación no tenía un rumbo definido, se enfocaron en detectar nuevos materiales, para generar celdas fotovoltaicas, por lo tanto en este periodo se pueden encontrar análisis de propiedades ópticas de los materiales y alguna publicación perdida de propiedades térmicas, cabe mencionar que en los últimos años las investigaciones en México también giran en torno al diseño de estructurar de soporte paneles y control a distancia de los mismos.

Es posible afirmar que México cuenta con las capacidades científicas de generar desarrollo en torno a energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, ya que no existe un país en específico en donde se concentre en conocimiento del tema y México cuenta con investigadores con experiencia en el tema que pueden ser capaces de generar nuevos desarrollos.

Con base en lo observado en la trayectoria tecnológica, es posible afirmar que la tendencia de patentamiento hacia la miniaturización se está dejando de lado, lo que implica que es un campo obsoleto, por otro lado la tendencia tecnológica que más se logra observar es hacia la generación de energía a partir de sistemas híbridos y por lo tanto todos aquellos sistemas externos involucrados en mejorar la eficiencia de los mismos probablemente en los próximos año siga evolucionando, pero no

parece que esta tendencia vaya ser duradera, sin embargo dentro de la línea tecnológica de generación de energía, en los últimos meses aparece una tendencia de incorporación de materiales dopantes y transmisibles, en donde IBM, aparece como líder en esta tendencia. Por otro lado aunque en el 2012 parecía ir declinado la tendencia a proteger nuevos materiales relacionados con el tema en cuestión, en los últimos años se recupera el interés por proteger invenciones en este tema, enfocándose principalmente en la diversificación de uso de esta tecnología, por lo que es muy probable que en los próximos años se sigan creando innovaciones en este tema.

Cabe mencionar que debido a que la tendencia a la incorporación de paneles fotovoltaicos en las ventanas es muy reciente, a la de generación de sistemas híbridos está madurando, es probable que en los próximos años se generen gran cantidad de patentes relacionadas con los soporte y ensambles y monitoreo de sistemas solares fotovoltaicos.

Para finalizar, se puede decir que el principal problema en relación a la tecnología fotovoltaica es la falta de articulación en todos los sentidos, ya que mientras las empresas ofrecen servicios de capacitación, instalación y mantenimiento; los apoyos generados a partir de los programas gubernamentales también enfocan sus esfuerzos en apoyar exactamente lo mismo que ofrecen las empresas, en vez de incentivar a la demanda para que generen usuarios que consuman y participen en la dinámica de mercado, por otro lado aunque los fondos gubernamentales también están apoyando las investigaciones relacionadas con energía fotovoltaica, necesario generar una mayor precisión con respecto al tipo de proyectos que se pretendan apoyar, los cuales deberían de estar relacionadas directamente con las nuevas rutas tecnológicas que están surgiendo a partir de la tecnología fotovoltaica, como lo son los sistemas híbridos,

integrados e inteligentes, además tendrían que alinearse a las necesidades de generadas por las empresas que participan en el sector de energía fotovoltaica utilizada en edificaciones, ya que uno de los principales problemas de las investigaciones actuales es que no se ha logrado llevar la tecnología fotovoltaica a aplicaciones es edificaciones, sin embargo los investigadores cuentan con el conocimiento necesario para lograr esa visión, lo pertinente es que los mismos investigadores tengan presentes las necesidades de la industria, Sin embargo para que funcione el sistemas no solamente es necesario identificar los problemas de la industria y generar invenciones que resuelvan problemas, un elemento primordial que se debe tomar en cuenta es el factor humano, por lo que a la par del proceso de mejoramiento de la industria es preciso incluir en el proceso esquemas de difusión de la tecnología fotovoltaica en hibrida para generar en la sociedad una cultura que acepte este tipo de tecnologías y las que pudieran generarse en un futuro.

Para futuras investigaciones y una vez que el mercado se encuentra mejor definido, se propone generar un benchmarking el cual se pueda ser de utilidad para las empresas que compiten en el mercado tecnológico relacionado con energía fotovoltaica utilizada en edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA.

Algora, C.; Rey-Stolle, I.; Galiana, B.; García, I.; González, J.; Baudrit, M.; Corregidor, V. (2006) Células solares de semiconductores III-V para la generación de electricidad a costes competitivos. REF, Enero-Marzo, 2006. Madrid

COTEC. (2004) Papel de las administraciones en la gestión empresarial de la innovación.

Colección de innovación práctica. Perspectivas de futuro. Fundación COTEC para la

Innovación tecnológica, Julio 2004, 2ISBN: 84-95336-39-1, Madrid..

Dominguez, L. (2006). México: empresa e innovación ambiental. Capítulo 6, Estrategias empresariales favorables al medio ambiente: un enfoque de estudios de caso, pp. 97-30, Porrúa, México D.F.

Energías Renovables para todos. Solar Fotovoltaica. Iberdrola, S.A. 2007. www.iberdrola.es.

Escorsa, P.; Maspons, R. (2001) De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva.

Prentice Hall, Madrid.

Escorsa, P., Valls, J. (1997): "Manual de gestión e innovación tecnológica en la empresa". CINDA. Santiago de Chile..

Porter, M. (1982). Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de la empresa y sus competidores, Continental. México.

Porter, M. (1995). Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior. CECOSA. México.

COTEC (1998): "El Sistema español de Innovación: diagnósticos y recomendaciones". Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid. ISBN: 84-922720-4-x.

Fusseler, C.; James, J. (1998). Innovación. Integrando el medio ambiente en las empresas del futuro. Mundi prensa, Barcelona.

Solleiro, J.L. (2008) "Selección y Transferencia de Tecnología" en Gestión Tecnológica: Conceptos y Prácticas por Solleiro, J.L.; Castañón, Rosario (Coordinadores), Universidad Nacional Autónoma de México, ISBN: 978-970-722-763-7. México D.F.

González, G.; Pérez, H.; Acoltzin, H. (2011). Avances tecnológicos en edificios de energía cero. Tendencias tecnológicas. Boletín IIE, Octubre – Diciembre 2011. México.

Kahaner, L (1997), Competitive Intelligence: How To Gather Analyze And Use Information To Move Your Business To The Top. Touchstone. E.U.A

López, A.; Castellanos, O.; Montañez, V. (2008). Tendencias actuales en el entendimiento de la Vigilancia Tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización. COTEC, Madrid

Martín, N. “Estado de las tecnologías fotovoltaicas: situación actual y expectativas de futuro”

Modelo Nacional de Gestión de Tecnología. (2014). Premio Nacional de Tecnología e Innovación. México.

Morcillo, P. (2003) Vigilancia e inteligencia competitiva: fundamentos e implicaciones.

Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología_ VIGILANCIA

TECNOLÓGICA_ Número 17, junio - julio 2003.

NMX-GT-003-IMNC-2008. Sistema de Gestión de la Tecnología-Requisitos. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación. México. 2008.

Oscar F.; Castellanos L.; Víctor M.; Montañez F., Tendencias actuales en el entendimiento de la Vigilancia Tecnológica como instrumento de inteligencia en la organización.

Palop, F.; Vicente, J. M. (1999) Vigilancia tecnológica e Inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española. COTEC, Madrid.

Pérez, C. (2009). Cambio de patrón tecnológico y oportunidades para el desarrollo sustentable. Biblioteca nacional de Venezuela. Venezuela

Pulitano, G., Burgucci, E., Precio spot y precio futuro de los marcadores Brent y WTI: Comportamiento y determinantes (1998-2008), Economía, XXXV, 29 (enero-junio, 2010), pp. 173-208 ISSN 1315-2467, Depósito legal pp: 198702me336

Society vs. Knowledge Economy: Knowledge, Power, and Politics, pp. 157-174. Palgrave Macmillan, Nueva York

Scopus, <http://www.scopus.com/results/handle.url>, octubre, 2014

Solleiro, J.L.; Castañón, R. Gestión Tecnológica: Conceptos y Prácticas. “*La inteligencia tecnológica competitiva como herramienta básica de gestión tecnológica*”, pp. 54-93

Secretaría de Economía. Sección de Industria y Comercio, Innovación. <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/innovaci>

Secretaría de energía. SENER. (2006) http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/FolletoERenMex-SENER-GTZ_ISBN.pdf

Taides, C. (1997). Uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial argentino. Estado actual y posibilidades futuras. Avances de Energía renovable y medio ambiente. Argentina

UNE 166006 EX. Norma Española Experimental. Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica. Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR. 2006

Vessuri, H. (2007). The Hybridization of Knowledge: Science and Local Knowledge in Support of Sustainable Development. En: Sörlin, Sverker y Hebe Vessuri (eds.), Knowledge

Vigilancia tecnológica como factor clave para el éxito en la I+D+i: aplicación en el ámbito universitario. Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE)

WIPO, <http://www.wipo.com/results/handle.url>, septiembre, 2014

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA COMPARATIVA

N.º	Nombre de empresa	Asociación con otras empresas nacionales o extranjeros	Perfil de la empresa	Número de patentes				*Gasto de I&D	Nacionalidad	Escala de producción (criterio)		Servicios complementarios	Página WEB	Cartera de productos	Crecimiento (criterios)	Principal Competidor	Ubicación geográfica de mercados	Número de clientes	Cliente(s) más importantes	Número de proveedores	Principal proveedor	Factores que pueden contribuir al éxito	Venta encontrada.
				empresarial	FOT OVO LTAC	MEJORAS	NDI			GRANDES	PEQUEÑAS												
1	DMSolar (distribuidora mayorista Solar)	ReneSola, TALES UN, Troja Battery Comp Solar-Long, KACO, AXITEC, Tyco Electronics, SUNT ECH, POWER ONE, EVEREST,	Empresa mayorista de productos solares. Solucionar y facilitar el trabajo a las empresas de energía solar.					México	x		APOYO A PROYECTOS. SERVICIO TÉCNICO. SERVICIO DE LOGÍSTICA. CAPACITACIONES. Trámites CFE	http://dmsolar.mx	Inversores, Sistema de montaje, Módulos fotovoltaicos, Accesorios. LightWay Polycristalino, Hyundai Polycristalino, Talesun polycristalino,	Diversificación de productos	"Nosotros competencia, pasamos los proyectos"	México		fabricantes de celdas solares	Aprox 25	hyundai	Cumplir los requisitos solicitados por los clientes, así como los reglamentos y/o legales que sean de aplicación, y otros	Proveemos energía solar a México y Centro América, Trámites CFE. Te ayudamos y asesoramos en todos los trámites con ésta	

Renusol, SMA solar technology, wieland, solaredge, CanadianSolar, YINGLI SOLAR, IRON RIDE, Fronius, Multi-Contact, HYUNDAI.	DAMOS LOS PROYECTOS.	All Black Axitec Axipremium, Axitec policristalino, Axitec Monocristalino, Canadian Solar Policristalino, Renesola Policristalino	a los que nos hemos suscritos. Ofrecer al cliente una atención altamente especializada y adaptada al avance tecnológico de nuestros productos.	dependencia. Capacitaciones. Miembros de la ANES
---	----------------------	---	--	--

2	Martifer Solar	Universidad Solar	Un paso adelante en el desarrollo de soluciones innovadoras y competitivas en la producción y gestión de la energía eléctrica.	12	3	-	Investigación de nuevas tendencias	portuguesa	x	Integración en el mercado laboral de las personas con algún tipo de discapacidad	http://www.martifersolar.com/visionAndMission.php	Smart Park®, Smarttracker®, Smartroofing, Smartvolt, Integración arquitectónica.	Lograr 2GW de soluciones instaladas para generar energía eléctrica para el año 2018.	Lograr más de 20 países de 4 continentes.	clientes encontrados en 20 países, principalmente	Eland, DIF, Eco-Delta, Reng y Development, Ikea, Lightsource	NI	proveedores especializados	Monitoreo de las nuevas tendencias en la industria fotovoltaica,	Desarrollo de proyectos (suministrando energía barata y gestionando activos verdes) y la Construcción de Proyectos Llave en mano. Operador de Proyectos: Operación y Mantenimiento. Miembro de la Plataforma Europea de Recic
---	----------------	-------------------	--	----	---	---	------------------------------------	------------	---	--	---	--	--	---	---	--	----	----------------------------	--	---

laje,
una
asociación
sin
fines
de
lucro
que
administra
un
sistema
de
recogida y
reciclado
en
pleno
funcionamiento
para
los
módulos de
fin de
vida
fotovoltaicos y
otros
aparatos
eléctricos y
electrónicos
de
toda
Europa.
Experiencia
mund

3	solar is	no presenta alianzas	Ofrece a los clientes productos y servicios de calidad que se traducen en un ahorro significativo en el gasto cotidiano	np	np	mejoras en procesos de instalación	México	x	cuidar la economía familiar, alta calidad, operación completa automática, Mínimo mantenimiento, deducible de impuestos	http://www.solaris-eco.com.mx/	sistema diseñado para interactuar con la red eléctrica de CFE, inyectando la energía producida por los paneles fotovoltaicos durante el día y tomando electricidad de la red durante	asegura calidad	dm solar	Colima, León, Aguascalientes, Tepic	NI	Agua calientes	NI	Empresas Estadounidense	estudios de viabilidad a soluciones llave en mano, marketing	sistema 100% ecológico, ahorro de consumo energético
---	----------	----------------------	---	----	----	------------------------------------	--------	---	--	---	--	-----------------	----------	-------------------------------------	----	----------------	----	-------------------------	--	--

										la noche o periodo s de baja insolación. MODULO SOLAR MONOCRISTALINO (diversos tamaños)											
4	sumsol	isofoton, victorin energ y, ingetam, lorentz,	comercialización de equipos de materiales de energía solar fotovoltaica y térmica.	np	np	mejora en servicio	España	x	Cursos, Soporte y apoyo administrativo para la legalización de instalaciones	http://sumsol.mx/	Módulos fotovoltaicos (monocristalinos y policristalinos), sistemas de fijación, Regulación y control, baterías, Inversores	Expansión de mercado	Renesola	Chile, España, México	Carrefour, torrelaguna, Lorentz,	constructoras	yingli, Shine	yingli, Shine	Servicio y el soporte.	Garantizar el buen funcionamiento de los equipos que se suministran con la mejor relación calidad-precio. Cordialidad, la rapidez, la eficiencia	

5	solar tec	Desarrollo Económico sustentable del Gobierno del Estado de Guanajuato, Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología a.- CONCYTEG, Secretaría de Economía de Gobierno Federal, Cons	empresas dedicadas a ofrecer soluciones de energías renovables mediante la fabricación de paneles fotovoltaicos y ofreciendo productos con la más alta tecnología, manteniéndose siempre una	np	np	mejorar los productos que ofrece	México	x	enfoque de integración arquitectónica	http://www.solartec.mx/	Modulos, Inversores, Accesorios, kits	Estándares de calidad óptimos, materia prima certificada	martifer	Distrito Federal, Irapuato, EUA y Canada	BOMBEO SOLARRESIDENCIALHSBC (N.L.)HSBC (MEX)SCHNEIDER ELECTRICFIRESTONERESIDENCIALSWAL MARTLUMINARIA	Industria de la construcción	Proveedores certificados	CATS A, Condutec, Paktec, Ecotek.	búsqueda de nuevas tendencias mundiales, búsqueda de nuevas tendencias mundiales, Sistema de Gestión de la Calidad,	certificación UL, sello Fide y Hecho en México
---	--------------	--	--	----	----	----------------------------------	--------	---	---------------------------------------	---	---------------------------------------	--	----------	--	--	------------------------------	--------------------------	-----------------------------------	---	--

ejo
nacio
nal
de
Cienc
ia y
Tecn
ologí
a.-
CONA
CYT,
Centr
o de
Tecn
ologí
a
Avan
zada.
-
CIATE
Q,
Centr
o de
Innov
ación
Aplic
ada
en
Tecn
ologí
as
Comp
etitiv
as.-
CIATE
C,
entro
de
Inves
tigaci
ón y
de
Estud
ios
Avan
zados
del

excele
nte
calida
d en el
servici
o a
nuestr
os
cliente
s y
una
relació
n
estrec
ha de
mutua
coope
ración
con
sus
prove
edore
s.

Instituto Politécnico Nacional.- CINVESTAV.

6	EXEL Solar	kaco, renesola, froniuis, solartec, yinglisolar, leadsolar	Mayorista de valor de productos y soluciones de energía renovable	np	np	mejoras en servicios	México	x	Capacitación, Apoyo técnico, Trámites con CFE, tutoriales	http://www.exelsolar.com.mx/	Módulos, Inversores, Accesorios, kits, SolarCloud	Disponibilidad nacional, calidad en servicios	dm solar	Monterrey, México, Guadalajara, Chihuahua, Coahuila, Yucatan, Guanajuato, Queretaro, Baja California, Puebla,	Clientes nacionales	México	13 proveedores principales	kaco, renesola, froniuis, solartec, yinglisolar, leadsolar, pv accesories, south wire, indian	disponibilidad nacional, apoyo técnico, comercio electrónico	experiencia en instalaciones fotovoltaicas, Respaldo de la ANES, Empresa confiables,
---	------------	--	---	----	----	----------------------	--------	---	---	---	---	---	----------	---	---------------------	--------	----------------------------	---	--	--

													Veracruz, Tamaulipas.					a, BSB, zever solar, Gingl ong, Omni k		
7	dum atrad ing	Limón GmbH , inhab, proye cto tierra	repres entaci ón de fabric antes de equip o origin al para sumini stro de materi ales para los merca dos: Indust rial, comer cial, y servici os.	np	np	mej ora s en serv icio s	Méxi co	x	Servici os person alizado s y de calidad , diagno stico energé tico	http://dumatrading.com/	Diagnos tico energéti co, sistema de monitor eo energéti co, celdas solares	Méxi co	dm solar	México	Clientes con necesidad de reducción de costos energéticos	Client es con neces idad de reduc ción de costo s energ ético s	Prov eedo res alema nes	Prove edore s alema nes	Enfoc ados en mejo ra conti nua de servic ios, conta ndo con prov eedo res de la mas alta calid ad	Cuent a con certifi cación ISO

8	yingli solar	APA, UNE F, American Solar Energy Society, ANES, SEIA, APER, APVI A, China High-Tech Development Zone Association, China Photovoltaic Industry Alliance, China Renewable Energy Industry Asso	Fabricante de paneles solares del mundo, modelo de negocio con integración vertical abarcando toda la cadena de valor fotovoltaica, desde la producción de polisilicio hasta el ensamblaje de módulos	639	123	Innovaciones en productos	China	x	Servicio técnico de alta calidad	http://www.yinglisolar.com/	Paneles solares monocristalinos y policristalinos	Innovación tecnológica	junkos	30 filiales distribuidas alrededor del mundo	clientes en diversas partes del mundo	china	diversos	proveedores de silicio	fabricación propia	Continúa inversión y desarrollo en energía fotovoltaica
---	--------------	---	---	-----	-----	---------------------------	-------	---	----------------------------------	---	---	------------------------	--------	--	---------------------------------------	-------	----------	------------------------	--------------------	---

ciatio
n

9	jinko	unive sidad es de presti gio	Fabric ante de modul os fotovo ltaico s,	24 7	98	Inno vacio nes en prod ucto	Chin a	x	solucio nes integra les	http://www.jinkosolar.com/	Células fotovolt aicas, módulo s fotovolt aicos, sistema s de montaje	Innov ación tecno lógic a	yingl isola r	China, Alemani a, Italia, Suiza, Estados Unidos, Australia , Canadá, Singapur , Japón, Sudáfric a. Principal mente	clientes en diversas partes del mundo	china	diver sos	prove edore s de silicio	Inver sión conti nua en el desar rollo de nuev as tecno logías de energ ía solar para aume ntar aún más el rendi mien to y reduc ción de coste s	Respo nsabili dad social y prese ncia global
---	-------	--	---	---------	----	--	-----------	---	----------------------------------	---	--	---------------------------------------	---------------------	--	---	-------	--------------	-----------------------------------	---	---

ANEXO 2. FORMATO DE SOLICITUD DE INTERCONEXIÓN

FORMATO 1

SOLICITUD PARA LA CONEXIÓN DE UN CLIENTE CON GENERACION RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN PEQUEÑA O MEDIANA ESCALA

Datos comerciales.

Nombre del Cliente: _____

Dirección: _____ Población: _____

Estado : _____ RPU: _____ Tarifa: _____

Datos de la instalación actual:

Voltaje que CFE suministra: _____

kVA totales instalados: _____ kW instalados: _____ kW contratados: _____

Instalación Propuesta:

1.- Indicar el tipo de Fuente de Energía para usar: Solar Eolica BioGas
 Cogeneración Otro: _____

2.- Indicar el número de unidades generadoras (paneles solares, hélices, etc.): _____ unidades

3.- Indicar la capacidad total en Watt de la Planta de Generación: _____ Watt

4.- Indicar la producción diaria promedio estimada de la planta de Generación: _____ Wh

5.- Indicar el modelo y marca del dispositivo CD / CA : _____

6a.- Indicar las protecciones que se proveen:

Sobre Voltaje Sincronismo Anti-isla
 Sub Voltaje Frecuencia Sobrecorriente

6b.- En caso de Media Tensión, indicar la marca y modelo de las protecciones incluidas:

7.- Indicar los documentos entregados a CFE:

Convenio completamente llenado Copia del manual del fabricante del generador
 Copia del manual del fabricante del dispositivo CD/CA Croquis de ubicación geográfica.

11.- Observaciones:

Lugar y Fecha: _____

RECIBE: _____

ANEXO 3. EJEMPO CONTRATO DE INTERCONEXIÓN

MODELO DE CONTRATO DE INTERCONEXION PARA FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN PEQUEÑA ESCALA.

CONTRATO DE INTERCONEXION PARA FUENTE DE ENERGIA RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACION EN PEQUEÑA ESCALA QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, DENOMINADA EN LO SUCESIVO EL **SUMINISTRADOR**, Y POR LA OTRA _____, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA EL **GENERADOR**, REPRESENTADO POR _____ EN SU CARACTER DE _____, AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS.

DECLARACIONES

- I. Declara el **Suministrador** que:
- Es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, que se rige por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento, y acredita tal carácter en los términos del artículo 8 de la citada Ley.
 - Su representante, el señor _____ cuenta con todas las facultades necesarias para comparecer a la celebración del presente contrato, según consta en la Escritura Pública número _____ de fecha _____, pasada ante la fe del señor licenciado _____, Notario Público número _____ de la ciudad de _____.
 - Tiene su domicilio en _____, mismo que señala para todos los fines y efectos legales del presente Contrato.
 - El presente Contrato es aplicable a todos los **Generadores con Fuente de Energía Renovable** y **Generadores con Sistema de Cogeneración** en Pequeña Escala con capacidad hasta de 30 kW, que se interconecten a la red eléctrica del suministrador en tensiones inferiores a 1 kV, y que no requieren hacer uso del Sistema del Suministrador para portear energía a sus cargas.
- II. Declara el **Generador** que:
- (Opción 1. persona física): Es una persona física que comparece por su propio derecho con capacidad jurídica para contratar y obligarse en términos del presente Contrato y se identifica con _____, expedida por _____, de fecha _____.
(Opción 2. persona moral): Es una sociedad mexicana, constituida de acuerdo con la Escritura Pública número _____ de fecha _____, pasada ante la fe del licenciado _____, Notario Público No. _____ de la ciudad de _____, e inscrita en el Registro Público de Comercio de _____ bajo el número _____].
Su representante _____, quien actúa con el carácter de _____, cuenta con todas las facultades necesarias para la celebración del presente contrato, según se desprende de la Escritura Pública No. _____ de fecha _____, pasada ante la fe del señor licenciado _____ Notario Público No. _____ de la ciudad de _____ e inscrita en el Registro Público de Comercio de _____ bajo el número _____].
 - Tiene su domicilio en _____, mismo que señala para todos los fines y efectos legales de este Contrato.
 - Se obliga a proporcionar al Suministrador, y según sea el caso, acreditar documentalmente con **Información Técnica**, que cuenta con equipo de cogeneración que cumple con los términos del artículo 36, fracción II, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

CLAUSULAS

PRIMERA. Objeto del Contrato. El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema Eléctrico Nacional propiedad del **Suministrador** y la **Fuente de Energía Renovable** o el **Sistema de Cogeneración** en pequeña escala del **Generador**;

SEGUNDA. Definiciones. Los términos que aparecen en este Contrato, ya sea en el propio cuerpo o en cualquiera de sus anexos, con inicial mayúscula y negrillas tendrán el significado que se les asigna en esta cláusula segunda. Dicho significado se aplicará al término tanto en singular como en plural.

- **Cogeneración.** Conforme a lo dispuesto en el artículo 36, fracción II, de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica.
- **Contrato.** El presente Contrato para **Fuente de Energía Renovable** o **Sistema de Cogeneración** en pequeña escala incluyendo todos y cada uno de sus anexos.
- **Generador.** La persona física o moral que cuente con un equipo de generación eléctrica con **Fuente de Energía Renovable** o aquellas personas físicas o morales que cuenten con un **Sistema de Cogeneración** en Pequeña Escala.

- **Información Técnica:** Información suficiente con la que se deberá demostrar que se cuenta con equipo de cogeneración que se acreditará con copias de alguno de los siguientes documentos: factura, manuales del fabricante, diagramas de proceso, entre otros.
- **Fuente de Energía Renovable:** Generadores de energía renovable como se define en el artículo 3, fracción II, de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.
- **Kilowatt hora (kWh).** Unidad convencional de medida de energía eléctrica.
- **Ley.** La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- **Parte.** El Suministrador de acuerdo a la Ley y la persona física o moral que suscribe el Contrato.
- **Sistema.** El Sistema Eléctrico Nacional propiedad del Suministrador.
- **Sistema de Cogeneración.** Dispositivos que en su conjunto producen energía eléctrica mediante Cogeneración.

TERCERA. Vigencia del Contrato. El presente Contrato surtirá sus efectos a partir de la fecha en que sea firmado por ambas Partes y tendrá una duración indefinida.

CUARTA. Terminación anticipada y rescisión. El presente Contrato podrá darse por terminado anticipadamente por cualquiera de las causas siguientes:

- a) Por voluntad del **Generador**, siendo requisito previo la notificación por escrito del **Generador** al **Suministrador** con anticipación no menor a treinta (30) días hábiles.
- b) Por necesidades del servicio, siendo requisito previo la notificación por escrito del **Suministrador** al **Generador** con anticipación no menor a treinta (30) días hábiles.
- c) Por acuerdo de las **Partes**.

El presente Contrato podrá rescindirse por contravención a las disposiciones que establece la Ley, su Reglamento y las demás disposiciones aplicables al Contrato, siempre y cuando dicha contravención afecte sustancialmente lo establecido en este Contrato.

Mientras no se rescinda el Contrato, cada Parte seguirá cumpliendo con sus obligaciones respectivas al amparo del mismo.

QUINTA. Entrega de energía por el **Generador**. El **Generador** se compromete a poner a disposición del **Suministrador** la energía producida por la **Fuente de Energía Renovable** o por el **Sistema de Cogeneración** en pequeña escala, y el **Suministrador** se compromete a recibirla hasta por un total igual a la energía asociada a la potencia de _____ kW.

La potencia máxima a instalar dependerá del tipo de servicio, y no podrá ser mayor a lo siguiente:

Para usuarios con servicio de uso residencial: hasta 10 kW.

Para usuarios con servicio de uso general en baja tensión: hasta 30 kW.

SEXTA. Interconexión. Las inversiones necesarias para la construcción de las instalaciones o equipos que técnicamente sean necesarios serán a cargo del **Generador**.

Asimismo, estará a cargo del **Generador** cualquier modificación que sea necesario realizar a las instalaciones existentes para lograr la interconexión, mismas que, en su caso, realizará bajo la supervisión del **Suministrador** y previa autorización de éste.

Las instalaciones y equipos necesarios en el Punto de Interconexión así como los elementos de protección, requeridos para la conexión con el **Sistema** deberán cumplir con las especificaciones conducentes del **Suministrador** y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). Las características de estas instalaciones y equipos serán las establecidas por el **Suministrador**.

SEPTIMA. Medición. Los medidores y los equipos de medición a ser usados para medir la energía entregada por el **Generador** al **Suministrador** y la que entregue el **Suministrador** al **Generador** serán instalados por el **Suministrador** a costa del **Generador**. Los medidores a instalar tendrán la capacidad de efectuar la medición neta (Net Metering) entre la energía eléctrica entregada por el **Suministrador** y la energía eléctrica entregada por el **Generador** al **Suministrador**. En razón de ello, el **Generador** únicamente pagará la diferencia entre el costo del equipo necesario para realizar la medición neta y el costo del equipo convencional que instalaría el **Suministrador** para la entrega de energía eléctrica que corresponda.

El **Generador** puede instalar y mantener a su propia costa, medidores y equipo de medición de reserva en el Punto de Interconexión adicionales a los mencionados en el párrafo anterior de esta cláusula, siempre y cuando cumplan con las normas y prácticas que tiene establecidas el **Suministrador** para ese propósito.

OCTAVA. Contrato de Suministro. El **Generador** se obliga a mantener vigente un contrato de suministro de energía eléctrica en la tarifa aplicable durante todo el tiempo que dure la interconexión de su fuente con la red del **Suministrador**.

NOVENA. Facturación y pagos. Para fines de facturación, el consumo de kWh del **Generador**, se determinará como la diferencia entre la energía eléctrica entregada por el **Suministrador** y la entregada por el **Generador** al **Suministrador**.

Cuando la diferencia sea negativa, se considerará como un crédito a favor del **Generador** que podrá ser compensado dentro del periodo de 12 meses siguientes. De no efectuarse la compensación en ese periodo, el crédito será cancelado y el **Generador** renuncia a cualquier pago por este concepto.

Cuando la diferencia sea positiva, se considerará como un crédito a favor del **Suministrador** y se facturará en la tarifa aplicable según el contrato mencionado en la cláusula octava.

DECIMA. El **Generador** se obliga a no intervenir ni modificar los equipos en sus instalaciones que están asociados a la desconexión de su fuente de energía, ni a los asociados a la desconexión de sus instalaciones de las instalaciones del **Suministrador**. En caso contrario, el **Generador** deberá responder de los daños y perjuicios que cause el **Suministrador**.

DECIMA PRIMERA. Lugar de pago. Todos los pagos se harán en moneda de curso legal en los Estados Unidos Mexicanos en las oficinas de atención al público del **Suministrador** o en las instituciones o medios que éste establezca.

DECIMA SEGUNDA. Supletoriedad. Para lo no establecido en el presente Contrato, se aplicarán las disposiciones del contrato de suministro de energía eléctrica mencionado en la cláusula octava así como lo dispuesto en las disposiciones jurídicas aplicables.

DECIMA TERCERA. Modificaciones. Cualquier modificación al presente Contrato deberá formalizarse por escrito y ambas **Partes** deberán suscribir el convenio correspondiente.

DECIMA CUARTA. Caso fortuito y fuerza mayor. Las **Partes** no serán responsables por el incumplimiento de sus obligaciones cuando el mismo resulte de caso fortuito o fuerza mayor.

DECIMA QUINTA. Cesión de derechos. El **Generador** tiene prohibida la cesión parcial o total de los derechos y obligaciones derivadas del presente Contrato, sin la previa autorización por escrito del **Suministrador**.

DECIMA SEXTA. Legislación y tribunales. El presente Contrato se rige e interpreta por las leyes federales de los Estados Unidos Mexicanos y, en particular, por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento. Las controversias que surjan del presente contrato serán competencia de los tribunales federales en la ciudad _____ y al efecto las partes renuncian al diverso fuero que pudiere corresponderles por razón de su domicilio u otras causas.

Este Contrato se firma en ___ ejemplares en la Ciudad de _____, el ___ de _____ de _____.

EL SUMINISTRADOR

EL GENERADOR

Las firmas y antefirmas que anteceden corresponden al Contrato celebrado entre _____ (el Suministrador) y _____ (el Generador).