

Tecnologías verdes: energías renovables como una alternativa sustentable para México

Ingrid Yadibel Cuevas Zuñiga¹

*Luis Rocha Lona**

*María del Rocío Soto Flores***

Resumen

La preocupación ambiental y las consecuencias derivadas de las tecnologías obsoletas se han incrementado debido al uso irracional de los recursos naturales y a su posterior agotamiento, lo que ha provocado que se adopten buenas prácticas y acciones que permitan el uso eficiente de los recursos naturales minimizando tanto su uso como el impacto ambiental que generan las actividades humanas. Las tecnologías verdes promueven la optimización de los recursos naturales y la mitigación del daño ambiental derivado de los procesos productivos. En este sentido, las energías renovables han cobrado importancia ya que cualquier actividad o proceso productivo provoca daños al medio ambiente. En este sentido, esta investigación promueve el uso de energías renovables como una alternativa sustentable para México debido a que contribuyen a mitigar las emisiones de los gases de efecto invernadero y a revertir la magnitud del calentamiento global contribuyendo a la solución de la crisis energética.

Palabras clave: Innovación, tecnologías verdes y energías renovables.

Abstract

Environmental concern and the consequences derived from the obsolete technologies have increased due to the irrational use of natural resources and its subsequent attrition, which has led to adopt best practices and actions that allow the efficient use of natural resources minimizing both its use as the environmental impact arising from human activities. Green technologies promote the optimization of natural resources and the mitigation of the environmental damage resulting from production processes. In this sense, renewable energies have become important now that any activity or production process causes damage to the environment. In this sense, this research promotes the use of renewable energy as an alternative sustainable to Mexico since they contribute to mitigating emissions of greenhouse gases and to reverse the magnitude of global warming contributing to the solution of the energy crisis.

Keywords: innovation, green technologies and renewable energies.

¹ ** Instituto Politécnico Nacional- Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás

Introducción

La innovación es el medio mediante el cual se establece una nueva función de producción la cual permite a cualquier organización o ente ser más competitivo, derivado de la crisis ambiental que enfrenta la humanidad, los procesos de producción se han transformado con la finalidad de mitigar y disminuir los daños ocasionados al medio ambiente. En este sentido, surgen las tecnologías verdes como una herramienta para hacer más eficientes dichos procesos.

Todas las sociedades requieren de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas y para asegurar los procesos productivos. Para un desarrollo sustentable, el suministro de servicios energéticos deberá ser seguro y tener un impacto medioambiental bajo. La consecución de un desarrollo social y económico sustentable presupone un acceso seguro y asequible a los recursos de energía necesarios, a fin de prestar servicios energéticos básicos. A fin de respetar el medio ambiente, la prestación de servicios energéticos deberá tener un impacto medio ambiental bajo en conjunto con la emisión de gases de efecto invernadero. Las fuentes de energía renovables cumplen una función en la prestación de servicios energéticos y, particularmente, en la mitigación del cambio climático.

En México, este tipo de energías se encuentra en una fase inicial y aunque, el contexto normativo e institucional es favorable, aún quedan barreras por superar que imposibilitan el despegue definitivo de las energías renovables e incrementar su uso. En este sentido, el país se encuentra en una transición energética que consiste en un cambio de enfoque del sector energético, a través del cual se intentará diversificar las fuentes primarias de energía, aumentando el porcentaje de energías renovables en la matriz energética del país. El principal motivo de esta transición es la excesiva dependencia de la economía mexicana en hidrocarburos, así como el impacto nocivo al medioambiente del uso de energías tradicionales y garantizar una seguridad energética.

Derivado de lo anterior se requiere invertir en innovaciones que permitan impulsar las energías renovables en la búsqueda de soluciones sustentables que promuevan la eficiencia y eficacia de los recursos naturales y que a su vez se mitiguen y disminuyan los daños ocasionados al medio ambiente.

Innovación para la sustentabilidad

La innovación es relevante para mejorar la calidad de vida de los individuos, por lo que resulta importante para la conservación de los recursos a largo plazo y para la preservación del medio ambiente. La innovación es primordial para que las naciones aumenten su riqueza y, además, permite al hombre cambiar su calidad de vida (Infante, Ortega, & Ortiz, 2005).

De acuerdo al Manual de Oslo (2005) “*Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*” se establecen cuatro tipos de innovación:

- La innovación de producto. – Corresponden a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o al uso que se destina. Lo anterior incluye la mejora de las características, técnicas, de los componentes, materiales, informática integrada, de la facilidad de uso u otras características que optimicen su funcionamiento.
- La innovación de proceso. – Se refiere a la introducción de un nuevo o significativamente mejorado proceso de producción o distribución. Lo que implica cambios significativos en las técnicas, materiales y programas informáticos.
- Las innovaciones en marketing. – Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o envasado de un producto, su promoción, posicionamiento o precio.
- Las innovaciones en la organización. – Se refiere a la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones externas del sector.

Derivado de lo anterior, han surgido diversos modelos de innovación como se muestra en la Tabla 1 en la cual se resalta que todos parten de la formulación de la idea, el desarrollo, comercialización y difusión siendo la investigación y la innovación elementos esenciales en todas las etapas.

Tabla 1. Modelos de innovación

Modelo de innovación	Principal aportación	Etapas
Modelo lineal	Muestra los pasos a seguir del modelo innovador.	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación básica. • Investigación aplicada. • Desarrollo tecnológico. • Marketing, -Lanzamiento al mercado.
Modelo de Marquis	Constata que las innovaciones surgen de una idea sobre un nuevo o mejor producto o proceso de producción, cumple dos requisitos: la factibilidad técnica y la demanda potencial.	<ul style="list-style-type: none"> • Formulación de la idea. • Investigación. • Obtención de la solución. • Implementación. • Difusión.
Modelo de London Business School	Detona en la premisa de que la innovación tiene que ser exitosa.	<ul style="list-style-type: none"> • La generación de nuevos conceptos. • Desarrollo del producto. • Innovación del proceso. • Adquisición de tecnología.

Modelo de Kline	Critica el modelo lineal y propone un modelo que refleje mejor la complejidad del proceso innovador.	<ul style="list-style-type: none">• Idea que se materializa (prototipo).• Desarrollo.• Fabricación.• Comercialización. Todos los pasos cuentan con retroalimentación, investigación e innovación.
------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia con base en Escorsa & Valls (2003) y Rosegger (1980).

Es así que, el estudio de la innovación y la tecnología ha trascendido en la gestión del cambio. Por lo anterior, se empezó a estudiar a la tecnología como una fuerza impulsora de la actividad económica. En el pensamiento económico neoclásico, se ha asignado una notable importancia al cambio tecnológico como fuente del crecimiento económico; sin embargo, esta corriente de pensamiento no explica con claridad la relación entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico.

En este sentido y de acuerdo a lo establecido en la premisa del desarrollo sustentable, ha surgido la innovación para la sustentabilidad, en la que Fussler & James (1996) la definen como *“nuevos productos y procesos que proporcionan valor al cliente y negocio pero que disminuyen significativamente los impactos ambientales”*. De igual manera Kemp & Pearson (2007), refieren a la innovación para la sustentabilidad como *“la producción, asimilación o explotación de un producto, proceso de producción, servicio, gestión o método de negocio base de la organización pero que considera el ciclo de vida del bien y/o producto, reduciendo su riesgo ambiental, contaminación y otros impactos negativos del uso de recursos”*.

Mientras que Andersen (2008), establece que la innovación para la sustentabilidad son *“aquellas capaces de atraer utilidades verdes en el mercado”*. Por consiguiente, para efectos de esta investigación se considera que es aquella creación de productos nuevos o mejoras significativas en productos existentes, procesos, métodos, estructuras de organización que conducen a mejoras ambientales, maximizando ganancias.

Este tipo de innovaciones pueden ser tecnológicas o no tecnológicas, donde la primera se relaciona con el desarrollo de tecnologías y la segunda con cambios o modificaciones de procesos organizacionales, institucionales o de marketing (Schiederig, Tietze, & Herstatt, 2012). De acuerdo a la literatura revisada se encontraron seis aspectos importantes en las definiciones:

1. Se debe considerar el objeto de innovación. - Si será el producto, proceso, estructura, servicio, método, etc.

2. La orientación al mercado. - Se busca satisfacer las nuevas necesidades de los consumidores y aprovechar un nuevo nicho de mercado tendiente a crecer.
3. Cuidado del medio ambiente. - Se trata de reducir el impacto negativo derivado de sus operaciones.
4. Se considera el ciclo de vida del producto. - Se intenta optimizar la vida útil del bien o servicio mitigando sus desechos analizando los factores de entrada y salida donde el objetivo es reducir el consumo de recursos.
5. Se posee un impulso relacionado para volver verdes los productos y/o servicios derivados de la reducción de costos, materiales y daño ecológico.
6. Se configura el proceso de innovación para la sustentabilidad en la organización.

Por lo que, los procesos de innovación ofrecen múltiples oportunidades y opciones para cambiar la forma en que se realizan diferentes procesos productivos, productos, marketing, la forma en la que está conformada la organización, sobre todo desde una perspectiva ambiental y de inclusión social.

El surgimiento de la tecnología verde

La crisis por la que atraviesa la economía hace imperativo la adopción de medidas para potencializar el desarrollo productivo de los países hacia sistemas más competitivos pero que, a su vez, sean sustentables desde el punto de vista económico, social y ambiental (Comisión Social Consultiva, 2004).

A nivel internacional, las exigencias de los mercados han aumentado al establecer como requisito la utilización de procesos más racionales y eficientes que aseguren la calidad de los productos y el cuidado del medio ambiente. Lo que implica el uso de tecnologías relacionadas con la optimización de procesos productivos brindándole mayor protección al medio ambiente.

Bajo la perspectiva del desarrollo y con la consigna de que el sector productivo debe ser más competitivo para mantenerse y crecer en una realidad cambiante y con mercados exigentes, es esencial mejorar las eficiencias de los sectores, así como su desempeño ambiental. En este sentido de acuerdo a la Comisión Social Consultiva en el 2004 identifica que las nuevas tecnologías relacionadas con el desarrollo sustentable son la herramienta clave que permitirá mejorar el desempeño de las organizaciones.

Para Heng y Zou (2010) las tecnologías verdes se refieren al arte industrial o productos que reduzcan la contaminación ambiental y disminuir el empleo de materias primas, recursos naturales y la energía. Asimismo, mencionan que las tecnologías implantadas de manera adecuada contribuirán

a garantizar la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras y mejorarán el desempeño de la organización.

En la Agenda 21 emitida por la ONU se establece la definición de tecnologías verdes como los procesos y productos que protegen el ambiente, que son menos contaminantes, usan los recursos de forma sustentable, reciclan sus residuos y productos y manejan los desechos residuales de una manera aceptable. Las tecnologías verdes minimizan los contaminantes, la cantidad de energía y de recursos naturales necesarios para producir, comercializar y usar sus excedentes a través de la introducción de cambios a la tecnología del núcleo de operación de la organización (Arroyave & Garcés, 2007).

Igualmente, las tecnologías verdes están orientadas tanto a reducir como a evitar la contaminación, modificando el proceso y/o el producto (Sandoval, 2006). Arroyave & Garcés (2007), consideran que una tecnología verde es identificada de varias maneras: permite la reducción de emisiones y/o descargas de un contaminante, o la reducción del consumo de energía eléctrica y/o agua, sin provocar incremento de otros contaminantes; o bien logra un balance sustentable en la organización.

En este contexto, a nivel mundial se ha apostado por minimizar el consumo de energía ya que se tiene una crisis tendiente a la baja, por lo que se ha visto como una oportunidad la potencialización del uso de las energías renovables, estas son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del mundo, pero su principal ventaja ante la crisis ambiental que enfrenta la humanidad es que no producen gases de efecto invernadero ni emisiones contaminantes.

Además, sus costos evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costos de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural (Cedrick & Wei, 2017). Asimismo, la mayor parte de la energía consumida se dedica a la producción de electricidad y al transporte, sector este último que muestra una tendencia al alza, creciendo porcentualmente cada año (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008). Por lo que la innovación en específico, el desarrollo de tecnología amigable con el medio ambiente evidencia la necesidad del sector energético por ser uno de los recursos con mayor demanda por lo cual, se incentiva en mayor proporción que la generación de energía contamine en menor medida.

Método

Para efectos de esta investigación, se realizó un análisis a profundidad de la literatura especializada sobre innovación en materia sustentable, tecnologías verdes y energías renovables, limpias, verdes y/o alternativas para alcanzar los objetivos establecidos. Una revisión de la literatura ha demostrado ser un paso esencial en la estructuración del campo de una investigación (Easterby-Smith, Thorpe, & Lowe, 2002) y tiene como objetivo establecer la base para crear y avanzar en la generación y aplicación del conocimiento, facilitando el desarrollo de la teoría, para resolver problemas en diferentes áreas de investigación y descubrir aquellas que requieren una investigación más detallada (Webster & Watson, 2002).

La metodología de esta investigación es cualitativa, ya que ha sido utilizada con éxito en otros estudios similares sobre temas relacionados con el presente estudio, incluyendo la innovación en materia sustentable (Andersen, 2008 y Fussler & James, 1996), el contexto el surgimiento de las tecnologías verdes (Heng & Zou, 2010 y Arroyave & Garcés, 2007) y el sector energético como una alternativa sustentable a nivel mundial y nacional (Danish, BinZhang, BoWang, & ZhaohuaWang, 2017 e Instituto de Investigaciones legislativas del Senado de la República, 2004).

El proceso que se llevó a cabo con la literatura que se encontró, consta de los siguientes pasos: selección, revisión, comprensión, análisis, y síntesis. De acuerdo a lo establecido con Levy & Ellis (2006), este proceso garantiza una revisión estructurada y eficaz. Las referencias que se revisaron incluyen artículos de revistas científicas y libros paradigmáticos con impacto gerencial sobre el tema. Se excluyeron los libros de texto, documentos de trabajo inéditos, y noticias de periódico. Asimismo, la literatura se extrajo de revistas en las áreas de administración y ciencias sociales. Las palabras clave que se utilizaron hacen inferencia a la innovación y medio ambiente, tecnologías verdes y energías renovables, las cuales se utilizaron en las bases de datos Web of Science, Taylor & Francis, Elsevier, Springer, EBSCO, entre otras, así como en libros y tesis especializadas en el tema de investigación.

Análisis y discusión de resultados

Alemania, Brasil, Dinamarca, España, Canadá y Reino Unido han desarrollado tecnologías que les han permitido utilizar diversas fuentes renovables, fundamentalmente para la generación de energía. El análisis de las experiencias internacionales muestra que las energías renovables son un tema prioritario en las agendas energéticas, tanto en los países industrializados como en las economías en desarrollo, y en los países emergentes; gracias a sus efectos benéficos tanto ambientales como económicos y sociales (Olabi, 2016). Las energías renovables son precursoras del desarrollo y

comercialización de nuevas tecnologías, de la creación de empleo, de la conservación de recursos energéticos no renovables, de la reducción de la dependencia de energéticos importados mediante el aprovechamiento energético de recursos locales, y de la reducción de gases de efecto invernadero y de partículas que pueden dañar el ambiente y la salud pública, entre otros (Muñoz & Rojas, 2010).

Como lo señalan Nicolini & Tavoni (2017), las políticas adoptadas por los gobiernos europeos son impulsoras de la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente referente al sector energético ya que se clasifican en dos grupos: 1) las de tarifa de alimentación y las de prima de alimentación (FIT y FIP, respectivamente), y 2) certificados verdes negociables (TGC). Dada la relevancia política de este tema, diversos autores señalan que existen diversos factores que impulsan el desarrollo de las energías renovables como los mecanismos de certificado negociable, el desarrollo de la energía eólica en los EE.UU., los incentivos tributarios y financieros estatales, así como los estándares de cartera renovable, la demanda de los clientes en Alemania, el impulso de la energía eólica terrestre, entre otros (Furlan & Mortarino, 2017).

En este mismo sentido Šahović & Pereira da Silva (2016), identifican que un creciente cuerpo de expertos en esta temática está abordando el surgimiento y el impacto de la energía renovable en Europa derivado de un análisis centrado en distinciones tipológicas, modelos de gobernanza, características financieras y estructuras para impulsar este tipo de tecnologías. Mientras que Furlan & Mortarino (2017) señalan que la competencia entre energías tradicionales y renovables en términos de consumos con base en cuatro grandes actores en el mundo de la energía: Estados Unidos, Europa, China e India. Además, muestran la importancia de que se impulse el desarrollo de este tipo de energía sobre todo por las necesidades del mercado para satisfacer las necesidades de la sociedad en general.

Mientras que Cedrick & Wei (2017) señalan que la gente responde a los incentivos por lo que las externalidades positivas y los mecanismos de asociación público-privada son factores determinantes para incrementar el desarrollo de proyectos de energía renovable en algunos países. La necesidad de una energía limpia, fiable y sostenible ha alentado a algunos gobiernos a promover el desarrollo y uso de tecnologías de energía renovable (Kyeongseok, Hyoungbae, & Hyoungkwan, 2017). Debido al poco capital financiero y a las limitaciones presupuestarias del sector público, la movilización de capital privado ha cobrado relevancia para el desarrollo de proyectos de energía renovable. Asimismo, destacan que las economías de ingresos medios y bajos se enfrentan a un grave déficit energético y dificultades para acceder al financiamiento para el desarrollo de las infraestructuras de energía renovable.

El desarrollo económico ha estado estrechamente correlacionado con un mayor consumo de energía y un aumento de las emisiones de los gases de efecto invernadero, y las energías renovables pueden ayudar a romper esa correlación, contribuyendo al desarrollo sustentable. En términos generales, los escenarios indican que las energías renovables se extenderán por todo el mundo. Aunque la distribución precisa de la implantación regional de las energías renovables varía considerablemente según el escenario, la mayoría de estos coinciden en señalar una propagación de las energías renovables por todo el mundo (IPCC, 2011).

Según un estudio realizado por la Secretaría de Energía (2012) señala que, en el 2010, la oferta total de energía primaria en el mundo fue de 12,715 millones de toneladas equivalentes de petróleo, de las cuales 13.3% provinieron de fuentes renovables de energía. La contribución de otras fuentes de energía fue de 32.3% para petróleo, 27.3% para carbón, 21.5% para gas natural y 5.7% para energía nuclear. Por lo que, las energías renovables crecieron a una tasa promedio anual de 2.9% de 1990 a 2010, y contribuyeron con 19.4% de la generación de energía eléctrica mundial.

Cabe destacar, que la energía renovable ha sustituido gradualmente a los combustibles convencionales en cinco mercados distintos: la generación de electricidad, calentamiento de agua, calefacción, combustibles para transporte y la provisión de energía en centros rurales alejados de la red energética (Tsai, y otros, 2017). Las fuentes de energías renovables han incrementado su capacidad instalada en los últimos años. La energía eólica ha aumentado en poco más de ocho veces su capacidad instalada, mientras que la energía solar fotovoltaica lo ha hecho 38 veces. La geotermia en cambio ha aumentado en poco más de una tercera parte de lo que representaba en 2001 (Upton & Snyder, 2017).

América Latina y el Caribe tienen una de las fuentes más ricas de energía natural renovable del mundo. Cuentan con un enorme potencial de energía renovable no convencional. De hecho, se estima que, si la región explotara tan sólo una fracción pequeña de su capacidad renovable no hidráulica, podría satisfacerse la demanda de energía en las crecientes economías de la región (Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2017).

En este mismo sentido, la región de Latinoamérica y el Caribe está experimentando una revolución silenciosa y compleja en el sector de las energías renovables, pero el progreso es lento (Tejeda, Gay, Cuevas, & Rivera, 2007). La región sigue siendo dependiente de los combustibles fósiles y la energía hidroeléctrica. Junto con la energía renovable, los países continúan explorando técnicas no renovables como la fractura hidráulica para acceder a reservas de petróleo y gas. Se están desarrollando nuevos complejos hidroeléctricos. Se estima que más de 40 mil millones de dólares se

emplean para subvencionar los combustibles fósiles en la región. Las fuentes de energía tradicionales no desaparecerán en el corto plazo en el continente ni en otras partes del mundo (WWF, 2014).

No obstante, el mercado de la energía renovable está creciendo rápidamente ya que esta región posee un potencial significativo para demostrar cómo un futuro de energía renovable es posible. Costa Rica, Uruguay, Brasil, Chile y México personifican los esfuerzos que la región está haciendo para acelerar el cambio de paradigma necesario. Según datos de la World Wildlife Fund, sólo el 6% de la energía en la región proviene de fuentes modernas como lo es la solar, eólica, biomasa o geotérmica. Sin embargo, se espera que para el 2050 esta cifra alcance el 20% (WWF, 2014).

En definitiva, existe una oportunidad económica y financiera relevante para invertir en energía renovable, junto a una obligación mundial de alejarse de la quema de combustibles fósiles que causan el calentamiento global. La búsqueda de soluciones que utilicen en menor medida los combustibles fósiles ha incrementado sobre todo en América Latina ya que cuenta con recursos naturales renovables que necesita cualquier modelo para el desarrollo de proyectos de energía renovable (García, 2011).

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) clasifica a las energías renovables de la siguiente forma: solar, eólica, geotérmica, maremotriz, hidráulica y biomasa (Kougias, Karakatsanis, Malatras, Monforti-Ferrario, & Theodossiou, 2016). La Agencia considera diversos escenarios para las energías renovables, que contemplan distintos niveles de compromiso respecto a las políticas gubernamentales dirigidas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a la diversificación del portafolio energético (Waite, 2017). En este sentido se prevé una expansión rápida en el uso de las energías renovables modernas hacia 2035. Se espera que el suministro de energía renovable moderna (hidráulica, eólica terrestre y marina, solar, geotérmica, de los océanos y biomasa moderna) se incremente de 840 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2008 a una participación en el intervalo de 1,900 a 3,250 en 2035, en función de los diferentes escenarios (Secretaría de Energía, 2012).

En México, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Energía, en su Prospectiva del Sector Eléctrico al año 2017 menciona que “en materia de seguridad energética y equilibrio ambiental en el sector eléctrico, los esfuerzos de la presente administración (2006-2012) apuntan hacia el desarrollo de las energías renovables como la hidráulica, la eólica, solar, biomasa, mini-hidráulica y bio-energética, entre otras” (Secretaría de Energía, 2012).

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 establece al Desarrollo Humano Sustentable como su principal rector. El PND retoma los postulados del Informe Mundial sobre Desarrollo Humano de 1994, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de acuerdo con los cuales el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades se amplíen para las generaciones presentes y futuras. Por lo que, hace referencia a las energías renovables en dos de sus ejes, el eje 2 “Economía competitiva y generadora de empleos”, y el eje 4 “Sustentabilidad ambiental”. Para el primero su objetivo principal se enfoca en la calidad, seguridad y costos del suministro de los insumos energéticos a los consumidores y promueve, dentro de sus estrategias, el uso de fuentes renovables de energía. El segundo plantea la reducción de los gases de efecto invernadero mediante el impulso de tecnologías renovables para la generación de energía (Merino, 2015).

En congruencia con los objetivos y estrategias plasmados en el PND 2007-2012, el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, plantea, entre sus objetivos, equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía, promover el uso de fuentes renovables de energía y biocombustibles, y mitigar el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero. Para el logro de dichos objetivos, el PROSENER, establece estrategias y líneas de acción, a mediano plazo.

En este contexto, la Tabla 2 muestra clasificación de las energías renovables y el potencial que tienen en México como una alternativa sustentable.

Tabla 2. Clasificación de las energías renovables y su potencial en México

Tipo de energía renovable	Situación en México
Solar	<p>La República Mexicana es uno de los países con mejor incidencia de radiación solar, la zona noroeste del país recibe una radiación promedio diaria considerada de las mejores del mundo, aunada a la que recibe el resto de la República que también es alta. Este potencial de energía puede ser aprovechado para producción de energía eléctrica, tanto desde el aspecto fotovoltaico como del fototérmico.</p> <p>Las tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar suelen clasificarse en dos grandes ramas: procesos fototérmicos y procesos fotovoltaicos. Los primeros parten del hecho de calentar un fluido de trabajo que puede tener una serie de aplicaciones como producir vapor, electricidad, frío, entre otras. Los segundos, producen electricidad a partir de la conversión directa de la energía solar en energía eléctrica.</p> <p>Según la SENER y GTZ (Cooperación Técnica Alemana), la capacidad actual total de las instalaciones fotovoltaicas en México es de 18,5MW que generan en promedio 8.794,4MWh¹⁹ por año y, prácticamente, todas ellas se</p>

	<p>encuentran en comunidades rurales aisladas de la red eléctrica que es dónde se encuentra el potencial económico y financiero de esta tecnología. Muchas de estas instalaciones fueron implantadas por medio de programas gubernamentales de electrificación rural, como el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).</p>
<p>Eólica</p>	<p>El aprovechamiento del recurso eólico depende de los sitios donde esté colocada la infraestructura. La orografía del lugar tiene una gran influencia sobre las características del viento. Por otro lado, la dependencia de la potencia generada en un aerogenerador con la velocidad del viento (varía como el cubo de la velocidad) hace que las mediciones in situ sean absolutamente necesarias. Es cierto que, en forma general, se pueden observar que zonas de ciertas regiones tienen buenas condiciones de energía eólica, pero es necesario medir.</p> <p>La Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, publicó en 1983 un Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe, donde se presenta el potencial eólico en W/m² para la República Mexicana.</p> <p>Baja California, es la segunda mejor región ya que, a parte de su potencial eólico, tiene una gran extensión geográfica y baja densidad de población. Su potencial varía entre unos 1.000MW a 3.000MW, dependiendo de la fuente. Las mejores zonas están en las sierras de la Rumorosa, así como el paso entre la Sierra de Juárez y la sierra San Pedro Mártir.</p> <p>Los estados de Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa y Yucatán tienen en conjunto un potencial de alrededor de 3.000MW a 4.000MW.</p> <p>En concreto, en la Península de Yucatán: el Cabo Catoche, la costa de Quintana Roo y el Oriente de Cozumel son zonas con un potencial eólico interesante, particularmente, para contribuir a los requerimientos de generación de energía eléctrica para la propia península.</p>
<p>Geotérmica</p>	<p>Los recursos geotérmicos tienen mayor probabilidad de existir en zonas geológicas de carácter volcánico, por lo que México es uno de los países con buenas perspectivas en la magnitud de este recurso natural. En general, estos recursos naturales se catalogan de la siguiente manera: recursos hidrotermales, recursos con base en roca seca, recursos en sistemas geopresurizados, recursos marinos y recursos magmáticos.</p> <p>A nivel mundial sólo los primeros se explotan en forma comercial; México es el tercer productor de electricidad sobre la base de este tipo de recursos geotérmicos, con 960 MWe y algunas aplicaciones termales (no eléctricas) operando. Este tipo de recurso implica la conjunción de una anomalía térmica no muy profunda con un acuífero y un sistema geológico sellador, lo que conforma un yacimiento.</p> <p>Según la SENER, México cuenta con una capacidad instalada de 964MW, distribuidos en 4 centrales y ocupa el tercer lugar mundial en capacidad instalada. El objetivo de la CFE es aumentar la capacidad instalada en los próximos diez años en</p>

	233MW.
Mareomotriz	México no cuenta con desarrollos piloto o comerciales de centrales de generación operadas por las diferentes formas de energía oceánica, algunos estudios realizados por la CFE indican que existen zonas con alto potencial para su aprovechamiento en el país, principalmente de la energía mareomotriz en la región del Alto Golfo de California. Se creó que en un área de embalse de 2590 km ² , podría disponer de una potencia máxima instalada de 26 GW, con una producción de 23,000 GWh/año.
Hidráulica	En el año 2005, la CONUEE estimó el potencial hidroeléctrico de México en 53.000MW, de los cuales, 3.453MW corresponden a centrales minihidráulicas menores a 10MW ubicadas, fundamentalmente, en los Estados de Veracruz, Hidalgo, Puebla y Michoacán, como se muestra en la Tabla 3. Por otro lado, ha identificado 171 emplazamientos con una potencia total de 980MW, incluidos en los 3.453MW, dónde existe potencial para desarrollar proyectos minihidráulicos en el medio plazo.
Biomasa	En esta categoría se incluyen a los siguientes recursos: plantaciones energéticas para producción de combustibles leñosos, plantaciones energéticas y residuos para producción de combustibles líquidos, y residuos agrícolas. Según la SENER, el potencial de biomasa en México se estima entre 2.635PJ/año y 3.771PJ/año, de los cuales entre el 27%-54% proviene de los combustibles de madera, 26% de los agrocombustibles y 0,6% de los subproductos de origen municipal. En el sector agroindustrial de la caña de azúcar, se ha calculado un potencial de generación de electricidad, a partir del bagazo de caña, superior a 3.000.000MWh/año. Además, se estimaron 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales con potencial energético y, por último, aprovechando los residuos sólidos municipales de las diez principales ciudades del país se podría instalar una capacidad de 803MW para generación de electricidad.

Fuente: Elaboración propia con base en el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (2017), Olivera & Colín (2009) y Tejeda, Gay, Cuevas, & Rivera (2007).

De acuerdo con el Inventario Nacional de Energías Renovables, México cuenta con abundantes recursos para la generación de electricidad con fuentes renovables. La meta del gobierno mexicano es alcanzar una participación del 35% en la generación total de electricidad con tecnologías verdes para el año 2024 (Secretaría de Energía, 2012).

A principios del 2015, México contó con 16,665MW de capacidad instalada de generación eléctrica basada en energías renovables, incluyendo grandes hidroeléctricas como se muestra en la Tabla 3.

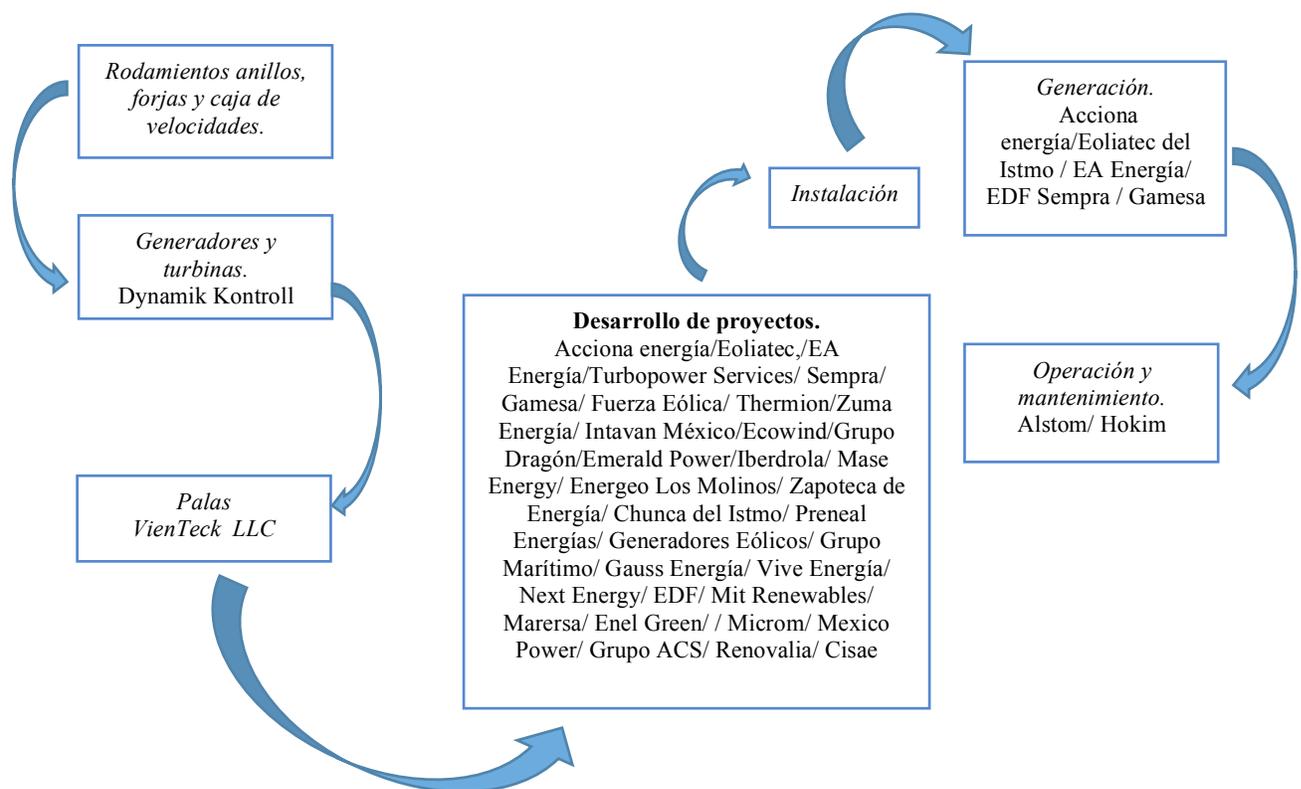
Tabla 3. Capacidad instalada y generación

Fuente	MW	GWh/a
Hidráulica	12,474	36,991
Eólica	2,621	7,676
Geotérmica	858	6,027
Biomasa	647	1,414
Solar	65	62
Total general	16,665	52,170

Fuente: (PROMÉXICO, 2016)

Como se muestra en la Figura 1 algunos de los proveedores en México y que están centrados en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Figura 1. Proveedores de energía eólica en México



Fuente: (PROMÉXICO, 2016)

Además, México cuenta con la base de manufactura de módulos fotovoltaicos más grande de América Latina, con una capacidad de producción anual superior de 1,667.50MW. Entre las principales empresas desarrolladoras de energía fotovoltaica se encuentran: Gauss Energía, Grupo

Dragón, Sonora Energy Group, Enercity Alfa y Eosol Energy (PROMÉXICO, 2016). Asimismo se encuentra dentro de los cinco países más atractivos para esta industria.

Asimismo, el país se ubica dentro de los primeros seis lugares a nivel mundial en términos de producción de energía geotérmica. En el Estado de Michoacán, la empresa francesa Alstom estableció el Clúster de Geotermia y Energía Renovable, en conjunto con el sector público, empresas y universidades.

Mientras que el 95% de la generación de energía hidroeléctrica se realiza en centrales a gran escala, sin embargo, el país cuenta con 46 pequeñas centrales hidroeléctricas en 15 estados del país siendo Veracruz, Guerrero, Michoacán y Jalisco los que más capacidad instalada tienen en esta modalidad. De igual manera, en 2015 se registraron 68 proyectos en operación para la cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica ubicados en 21 diferentes estados referentes a la bioenergía provenientes en su mayoría del bagazo de caña.

Finalmente, cada vez más empresas trasnacionales pertenecientes al sector de energías renovables están prefiriendo invertir en México, considerándolo un destino atractivo y fiable. Desarrolladoras de proyectos y empresas proveedoras de equipo ya cuentan con presencia en el país, de enero 2012 a enero 2016 México recibió aproximadamente 44 proyectos en la industria de energías renovables, los principales países inversionistas son España, Alemania y estados Unidos.

Conclusiones

México ha vinculado a actores relevantes y pertinentes en la creación, desarrollo y crecimiento de las tecnologías verdes, en específico ha impulsado las energías renovables. En este sentido, ha diseñado una estrategia nacional para promover este tipo de energías. Se espera un mayor fortalecimiento del marco jurídico y normativo y una creciente participación de actores privados, los cuales serán fundamentales para atraer inversiones en el sector a un nivel en acorde con el potencial existente del país.

Las energías renovables son una alternativa sustentable para México ya que su economía depende de los hidrocarburos, además del impacto nocivo al medioambiente del uso de energías tradicionales y obsoletas. Al innovar a través de tecnologías verdes se reduce y evita la contaminación, al modificar el proceso y/o el producto al usar de manera eficiente y eficaz los recursos naturales y a su vez, se mitiga el daño ocasionado al medio ambiente.

Las energías renovables se clasifican en: solar, eólica, geotérmica, maremotriz, hidráulica y biomasa. En cuanto a la energía solar México es uno de los países con mejor incidencia de radiación

solar derivado de su ubicación geográfica por lo cual posee potencial para explotar este tipo de energía y aprovechar al máximo las condiciones y variedades climáticas que posee.

En lo que se refiere a la energía eólica, el país tiene regiones específicas en las que se genera en mayor cantidad de este recurso, y diversas empresas han decidido aprovechar este recurso al máximo. En cuanto a la energía geotérmica México es uno de los países con mayor actividad volcánica por lo que este recurso natural es indispensable para generar este tipo de energía. Referente a la energía maremotriz existen zonas con alto potencial para su aprovechamiento, no obstante no se ha potencializado debido a las altas inversiones que esta representa. En relación a la energía hidráulica se ha potencializado a través de empresas pequeñas, no obstante se busca incentivar a las grandes empresas para generar en mayor cantidad este tipo de energía.

Y en referencia a la biomasa el sector agroindustrial juega un papel importante ya que al seguir siendo la actividad principal en nuestro país que da sustento a una mayor cantidad de familias mexicanas, sus desperdicios pueden ser fuente de energía, en mayor proporción lo relacionado con la caña de azúcar.

En definitiva, el uso de las energías renovables es una alternativa sustentable para México ya que derivado de su ubicación geográfica, de la variedad de climas, de los recursos naturales con los que cuenta y de las actividades primarias que aún se siguen realizando se impulsa el crecimiento y desarrollo de este tipo de energías; además de que la inversión de capital mexicano como extranjero apuntala un interés creciente por la consolidación de este tipo de energías en relación con el creciente interés por parte de la sociedad, empresa y gobierno por minimizar el daño ocasionado al medio ambiente por el uso de tecnologías obsoletas y sucias.

Referencias

- Andersen, M. (2008). Eco-innovation–towards a taxonomy and a theory. *25th Celebration DRUID Conference 2008 on Entrepreneurship and Innovation Organizations, Institutions, Systems and Regions*. Copenhagen, Denmark.
- Arroyave, R. J., y Garcés, G. L. (2007). Tecnologías ambientalmente sostenibles. *Producción + Limpia*, 1(2), 78-86.
- Cedrick, B., Y Wei, L. (2017). Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach. *Energy Procedia*, 115, 229- 238.
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental. (2017). *Marco jurídico de las energías renovables en México*. México : Centro Mexicano de Derecho Ambiental.

- Comisión Social Consultiva. (2004). *Tecnologías limpias para la mejora de procesos y la minimización de residuos en el Uruguay*. Uruguay: Universidad de la República .
- Danish, B. Z., Wang, B., y Wang, Z. (2017). Role of renewable energy and non-renewable energy consumption on EKC: Evidence from Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 855-864.
- Easterby, M., Thorpe, R., y Lowe, A. (2002). *Management Research: an Introduction*. Londres : Sage Publications .
- Escorsa, C. P., y Valls, P. J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Barcelona : Edicions UPC.
- Furlan, C., y Mortarino, C. (2017). Forecasting the impact of renewable energies in competition with non-renewable sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Fussler, C., y James, P. (1996). *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*. Londres : Pitman Publishing.
- García, F. M. (2011). *El sector de las energías renovables en México* . México : EXTENDA .
- Heng, X., y Zou. (2010). How Can Green Technology Be Possible. *Asian Social Science*, 110-114.
- Infante, J. Z., Ortega, G. P., y Ortiz, P. C. (2005). *Estrategias de Innovación y Transferencia de Tecnología Agrícola Orgánica en la localidad de Los Reyes, Michoacán, México*.
- Instituto de Investigaciones legislativas del Senado de la República. (2004). *Nuevas energías renovables; una alternativa energética sustentable para México*. México .
- Instituto Tecnológico de Canarias. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
- IPCC. (2011). *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático* . IPCC.
- Kemp, R., y Pearson, P. (2007). *Final report of the MEI project measuring eco innovation*. UM Merit Maastricht.
- Kougias, I., Karakatsanis, D., Malatras, A., Monforti-Ferrario, F., y Theodossiou. N. (2016). Renewable energy production management with a new harmony search optimization toolkit. *Clean Technology and Environmental Policy*, 18(8), 2603-2612.

- Kyeongseok, K., Hyungbae, P., y Hyungkwan, K. (2017). Real options analysis for renewable energy investment decisions in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 918-926.
- Levy, Y., y Ellis, T. (2006). A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Sciences* , 181-212.
- Manual de Oslo. (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. OECD.
- Merino, L. (2015). *Las energías renovables* .
- Muñoz, G. J., y Rojas, R. Y. (2010). *Nuevas tendencias en tecnologías verdes -Green IT para la Gestión en Organizaciones. Innovando en Gestión: las TIC elemento central para el relanzamiento*.
- Nicolini, M., y Tavoni, M. (2017). Are renewable energy subsidies effective? Evidence from Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 412-423.
- Olabi, A. (2016). Renewable Energy and Energy Storage Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Olivera, B., y Colín, M. (2009). Potencial de las energías renovables en México: Situación actual. *Derecho ambiental y ecología* , 50-55.
- Rosegger, G. (1980). *The Economics of Production and Innovation*. Oxford: Pergamon press.
- Šahović, N., y Pereira da Silva, P. (2016). *Community Renewable Energy - Research Perspectives*. 1st Energy Economics Iberian Conference, EEIC, Lisboa, Portugal .
- Sandoval, A. L. (2006). *Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos*. Organización de Estados Americanos.
- Schiederig, T., Tietze, F., y Herstatt, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management – an exploratory literature review. *R&D Management*, 180-192.
- Secretaría de Energía. (2012). *Prospectivas de Energías Renovables 2012-2026*. México: SENER.
- Tejeda, M. A., Gay, G. C., Cuevas, G. G., y Rivera, B. C. (noviembre de 2007). *Escenarios de energías renovables en México bajo cambio climático* . México: SEMARNAT .

- Tsai, S.-B., Youzhi, X., Jianyu, Z., Quan, C., Yubin, L., y Jie, Z. (2017). Models for forecasting growth trends in renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1169-1178.
- Upton, G., y Snyder, B. (2017). Funding renewable energy: An analysis of renewable portfolio standards. *Energy Economics*, 205-216.
- Waite, J. (2017). Land reuse in support of renewable energy development. *Land use policy* , 105-110.
- Webster, J., y Watson, R. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review . *MIS Quarterly*, 13-23.
- WWF. (2014). *Líderes en energía limpia. Países top en energía renovable en Latinoamérica* . WWF.