



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Análisis y evaluación de inversiones en energía sustentable
eólica en las corporaciones en México**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestro en Finanzas
Campo de conocimiento: Corporativas

Presenta:
Adalberto Cano Botello

Tutor:
Dr José Antonio Morales Castro
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, noviembre de 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres Luz y José Luis, a mis hermanos y a mi novia Monica por su apoyo incondicional, amor y comprensión, por siempre ser un impulso en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Dr. José Antonio Morales Castro, por su valioso tiempo y apoyo durante toda la maestría y por haberme compartido de sus conocimientos.

A la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme permitido desarrollarme dentro de sus aulas, brindándome todas las herramientas necesarias y por los momentos vividos.

A CONACYT al permitirme dedicarme de tiempo completo al programa de maestría y desarrollar habilidades de investigación.

A mis guías espirituales, a todos mis santos y sobre todo a mi Dios por bendecirme con grandes experiencias como ésta.

Análisis y evaluación de inversiones en energía sustentable eólica en las corporaciones en México.

Introducción.	5
1. Capítulo I. Metodología de la investigación.	
1.1. Descripción del problema.	6
1.2. Justificación y alcance de la investigación.	7
1.3. Objetivos.	10
1.4. Preguntas de investigación.	10
1.5. Hipótesis.	11
1.5.1. Hipótesis específicas.	11
1.6. Matriz de congruencia.	12
1.7. Método de investigación.	13
1.8. Descripción de la metodología de investigación.	13
1.9. Estudios previos que han utilizado el método de opciones reales.	15
Conclusión capitular	21
2. Capítulo II. El sector energético.	
2.1. Contexto internacional.	22
2.2. Antecedentes.	25
2.3. Marco regulatorio.	27
2.3.1 Estructura del marco de regulación.	31
2.4. Impacto del sector económico en la economía.	37
2.4.1. Principales industrias de energía en México.	46
2.5. Principales empresas del sector energético en México.	49
Conclusión capitular.	54
3. Capítulo III. Evaluación de proyectos de inversión.	
3.1. Antecedentes.	55
3.2. Clasificación de los proyectos de inversión.	58
3.3. Valor del dinero a través del tiempo.	60
3.4. Métodos utilizados para la valuación de proyectos.	66
3.4.1. Valor Presente Neto	69
3.4.2. Tasa Interna de Retorno	71
3.4.3. Periodo dinámico de pago	74
3.5. Opciones reales como método para valorar inversiones.	75
3.5.1. Opciones financieras.	75
3.5.2. Opciones reales.	80
3.5.3. Diferencias entre opciones financieras y opciones reales.	83
3.5.4. Tipos de opciones reales.	84
Conclusión capitular.	88

4. Capítulo IV. Riesgo en las inversiones a largo plazo.	
4.1. Definición de riesgo.	89
4.2. Principales tipos de riesgo.	91
4.3. Riesgo en las inversiones.	101
4.4. Métodos para medir el riesgo.	105
Conclusión capitular.	108
5. Capítulo V. Métodos de evaluación de inversiones en el sector energético.	
5.1. Inversión en un proyecto de energía eólica en México.	109
5.2. Supuestos del proyecto.	114
5.2.1. Ingresos.	117
5.2.2. Costos.	119
5.2.3. Estimación de la tasa de descuento.	121
5.3. Flujos de efectivo.	122
5.4. VPN de una inversión en energía eólica en México.	126
5.5. TIR de una inversión en energía eólica en México.	127
5.6. Periodo de Recuperación de una inversión en energía eólica en México.	128
5.7. Opciones reales aplicadas a una inversión en energía eólica en México.	129
5.8. Comparación de los métodos utilizados.	131
Análisis y discusión.	134
Conclusión capitular.	138
Conclusiones.	139
Referencias.	140
Anexos	

Introducción.

La evolución de las fuentes de energía renovables tiene un importante componente de incertidumbre. No en vano, su futuro tiene mucho que ver con el apoyo institucional que reciba a nivel de normativas y de inversiones e incentivos. Sin dejar de reconocer el hecho de que las energías renovables estén ganando cuota de mercado es alentador para continuar con el avance se debe evaluar prioridades de inversiones, cambiar incentivos, aumentar la capacidad y mejorar las estructuras de gobierno.

Antes de hacer inversiones de capital a largo plazo como los proyectos de energías renovables, se debe tener en cuenta que aunque las energías alternativas cuentan con un marco cada vez más favorable a nivel global, esto no siempre es así cuando se traduce a la inversión ni tampoco el optimismo puede aplicarse a casos concretos. Igualmente, la mala situación económica influye en recortes que impactan al sector, lo que no significa que invertir a nivel particular de forma puntual o incluso a más largo plazo no pueda resultar provechoso.

Actualmente a nivel mundial las energías renovables son un sector que se encuentra en crecimiento a pesar de que el ámbito nacional no es idóneo para su desarrollo. De cualquier modo, en inversiones conviene no olvidar que por muy prometedor que sea el panorama, rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras.

De ésta manera, la presente investigación tiene como objetivo determinar las implicaciones que conlleva una inversión en energías renovables, específicamente energía eólica, así como brindar un marco que permita valorar éste tipo de inversiones tomando en cuenta los principales factores de riesgo que éstas conllevan y realizar un análisis para determinar un método que permita mayor objetividad y flexibilidad para una correcta toma de decisiones.

Capítulo I. Metodología de la investigación.

1.1. Descripción del problema

La tendencia actual de invertir en proyectos de energía sustentable ha venido incrementando, esto debido a diversos factores como el calentamiento global y la preocupación de la población mundial de optar por fuentes de energía alternas que no tengan tanto impacto negativo en el medio ambiente. Cada vez se suman más países con el objetivo de asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores. De esta manera se busca impulsar el uso eficiente de la energía, además de optar por tecnologías que permitan disminuir el uso de combustibles fósiles tradicionales para la generación de fuentes de ésta.

Debido a que los proyectos de inversión en energías renovables son de larga duración, son más susceptibles al riesgo y por lo tanto presentan mayor complejidad para ser evaluados. Además los factores de cada país como los precios del petróleo y cambios en las reformas estructurales que impactan directamente en el grado de incertidumbre sobre la viabilidad de los proyectos. Por esta razón, el analista debe de optar por herramientas flexibles que permitan adecuarse a los posibles cambios que puedan influir de alguna manera en dichos proyectos.

Los métodos tradicionales para la evaluación de proyectos de inversión en general como el Valor Presente Neto (VPN), el Periodo dinámico de pago (Pay Back) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son de gran utilidad cuando se necesita inmediatez pero no contemplan flexibilidad a lo largo del proyecto. De ésta manera, los inversionistas deben de optar por seguir una metodología que permita evaluar los proyectos de inversión en energía sustentable considerando el riesgo, a fin de contar con los elementos que les permitan optar por tomar la decisión que sea más rentable. La energía eólica presenta diversos beneficios como tecnologías no contaminantes y fuentes seguras; sin embargo, ambas están sujetas a un tipo específico de condiciones atmosféricas.

El inconveniente de los métodos tradicionales como VPN, TIR y Pay Out, radica en que se consideran herramientas estáticas que carecen de flexibilidad y desestima inversiones que no cumplen con los criterios de aceptación de éstos. Por su parte Brach (2003), menciona que dichos métodos pueden incluir el riesgo de los proyectos pero ignoran la gestión por parte de los administradores que pueden llegar a mitigar el riesgo, manteniendo o incluso llegando a aumentar el valor del proyecto.

De acuerdo con Amram & Kulatilaka (1999), actualmente diversos autores han comenzado a aplicar la teoría de opciones reales, metodología que pretende plasmar un panorama más certero, tratando de incluir el riesgo y cierto grado de flexibilidad para una mejor toma de decisiones. Éstas consisten principalmente en ampliar, reducir, cambiar, diferir o abandonar el proyecto dependiendo de su comportamiento a lo largo de un lapso de tiempo.

1.2. Justificación de la investigación.

De acuerdo con La Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) México cuenta con un gran potencial eólico que, pese a que se ha comenzado a explotar en años recientes, el sector muestra ya un alto dinamismo y competitividad. Actualmente se encuentran más 1,900 MW en operación, en producción independiente y autoabastecimiento, así como más de 5,000 MW en distintos niveles de desarrollo. Los proyectos Oaxaca I-IV y Sureste II muestran que la tecnología eólica es una solución eficaz para proveer de energía a los suministradores de servicios básicos mediante procesos de subastas de largo plazo a un precio competitivo, en cuanto a producción independiente se refiere. Las subastas o licitaciones llevadas a cabo en los últimos años por la CFE para el desarrollo de productores independientes de energía en México han permitido el desarrollo de esta tecnología a precios competitivos. En autoabastecimiento, actualmente más de 200 empresas de múltiples sectores han optado por la

energía eólica, entre ellas están Grupo Peñoles, Cemex, Bimbo y Walmart, con la finalidad de reducir sus costos y posicionarse como empresas sustentables.

México tiene el compromiso de limitar la generación eléctrica por fuentes fósiles del 80% a un 65% para el año 2042. Esto implica instalar más de 25,000 MW de tecnología limpia en los próximos 10 años, donde la energía eólica se convierte en una de las fuentes más importantes para alcanzar la meta. Cabe mencionar que ya se han realizado estudios previos para el caso de México, pero el más reciente fue publicado en 2010 enfocado a las diversas fuentes de energía sustentable, considerando de mayor relevancia la nuclear, además a la fecha ha habido diversos cambios que han traído consigo nuevos panoramas y perspectivas para los inversionistas, entre las cuales destaca la volatilidad del petróleo, las nuevas administraciones, así como reformas en materia energética.

Las inversiones en energía eólica presentan características que las diferencian de otro tipo de inversiones que involucran principalmente al riesgo debido a su larga duración. Santos et. al. (2014) mencionan que hay 4 características principales que presentan este tipo de inversiones:

- 1) Son parcial o completamente irreversibles porque el capital de la industria no puede ser utilizado en otros sectores o por diferentes empresas.
- 2) Presentan altos niveles de incertidumbre asociados con el mercado de electricidad liberalizado.
- 3) Los inversionistas pueden invertir hoy o posponer su decisión para obtener mejor información.
- 4) Los inversores tienen varias tecnologías de generación a su disposición que pueden elegirse cuando se define el proyecto, las cuales se encuentran sujetas a distintos niveles de incertidumbre.

Alcance.

Resulta importante considerar que a medida que aspiramos a transponer la toma de decisiones bajo incertidumbre, observamos la diversidad de situaciones en las que la ésta se realiza dentro de una organización. Se trata de tomar decisiones con alto impacto en el futuro general de una organización, las cuales van desde transformar un modelo de negocio de la organización, el lanzamiento de un nuevo producto, la adquisición de una nueva tecnología, la asociación con alguna empresa existente o la realización de algún otro proyecto que puede ser de gran importancia para la empresa. Cada una de estas decisiones requiere un enfoque diferente y una comprensión específica de las opciones disponibles, las consecuencias futuras de las acciones y los intereses de las partes interesadas.

La presente investigación permitirá conocer los principales métodos que se utilizan para evaluar inversiones enfocadas en proyectos de energía eólica en México con la intención de mostrar aquel que contemple el riesgo que ésta implícito en éstas y permita mayor flexibilidad para la toma de decisiones. De ésta manera se considera que dicha investigación puede resultar de gran relevancia para administradores, directivos y todos los puestos que están involucrados en la gestión de riesgos y la toma de decisiones en las empresas del sector energético, con la finalidad de brindar una herramienta que resulte de gran utilidad para desempeñar dichas funciones.

Además, gracias a las reformas en materia energética, empresas de otros sectores ya pueden incursionar en el sector energético con la intención de poner en marcha una central de autoabastecimiento, que puede contribuir tanto a reducir costos en el largo plazo, como a que sea bien vista por todos los stakeholders percibiéndola como una empresa sustentable y comprometida con el medio ambiente. De ésta manera, el alcance de la presente investigación se amplía a diferentes sectores hacia empresas interesadas en poner en marcha proyectos de energía eólica.

1.3. Objetivos.

Objetivo general.

Mostrar las diferentes metodologías para evaluar inversiones en energía eólica en México, a fin de encontrar la que contemple el riesgo y permita mayor flexibilidad para la toma de decisiones.

Objetivos específicos.

- Mostrar la utilización del método de opciones reales para evaluar una inversión en energía eólica y sus ventajas sobre el VPN.
- Mostrar los diferentes tipos de opciones reales y determinar las que son aplicables al sector energético, así como para una inversión en energía eólica en México.

1.4. Preguntas de investigación

Pregunta general.

¿Qué método de evaluación de inversiones incorpora los riesgos asociados en las inversiones en energía sustentable eólica?

Preguntas específicas.

- ¿Por qué el método de opciones reales puede ser más adecuado para evaluar una inversión en energía eólica en México?
- ¿Cuáles son los principales tipos de opciones reales utilizadas para evaluar inversiones en energía sustentable eólica?

1.5. Hipótesis.

El método de opciones reales incorpora la incertidumbre en un proyecto en energía eólica en México, brindando un panorama cuantitativo según la volatilidad que enfrentan sus escenarios.

1.5.1. Hipótesis específicas.

- El método de opciones reales presenta mayor flexibilidad ya que incorpora la volatilidad de algunas variables que pueden tener gran impacto en el resultado final del proyecto.
- La principal opción real utilizada para evaluar inversiones en energía sustentable eólica es la de esperar, debido a que éste tipo de inversiones son parcial o completamente irreversibles ya que el capital de la industria no puede ser utilizado en otros sectores o por diferentes empresas y presentan altos niveles de incertidumbre asociados con el mercado de electricidad liberalizado.

1.6. Matriz de congruencia.

Preguntas de investigación	Objetivo	Hipótesis
P. G. ¿Qué método de evaluación de inversiones incorpora los riesgos asociados en las inversiones en energía sustentable eólica?	Mostrar las diferentes metodologías para evaluar inversiones en energía eólica en México, a fin de encontrar la que contemple el riesgo y permita mayor flexibilidad para la toma de decisiones.	El método de opciones reales incorpora la incertidumbre en un proyecto en energía eólica en México, brindando un panorama cuantitativo según la volatilidad que enfrentan sus escenarios.
P. E. 1 ¿Por qué el método de opciones reales puede ser más adecuado para evaluar una inversión en energía eólica en México?	Mostrar la utilización del método de opciones reales para evaluar una inversión en energía eólica y sus similitudes y diferencias, así como ventajas sobre los métodos tradicionales.	El método de opciones reales presenta mayor flexibilidad ya que incorpora la volatilidad de algunas variables que pueden tener gran impacto en el resultado final del proyecto.
P. E. 2 ¿Cuáles son los principales tipos de opciones reales utilizadas para evaluar inversiones en energía eólica?	Mostrar los diferentes tipos de opciones reales y determinar las que son aplicables al sector energético, así como para una inversión en energía eólica en México.	La principal opción real utilizada para evaluar inversiones en energía eólica es la opción de esperar, la cual es equiparable a una opción call de compra, debido a que éste tipo de inversiones son parcial o completamente irreversibles ya que el capital de la industria no puede ser utilizado en otros sectores o por diferentes empresas y presentan altos niveles de incertidumbre asociados con el mercado de electricidad liberalizado.

1.7. Método de investigación.

Se considera la utilización del método deductivo, partiendo de la teoría hacia la explicación de los hechos. En éste caso, se estimará la inversión inicial para una inversión en energía eólica en México, así como el costo de capital y los flujos de efectivo, facilitando la aplicación de los diferentes métodos de evaluación de proyectos de inversión como TIR, VPN, Pay Back y adicionalmente, opciones reales con la finalidad de analizar dichos métodos y compararlos para determinar cual considera el riesgo y por lo tanto lo disminuye, mostrando mayor flexibilidad, así como aportando mayor información para una mejor toma de decisiones.

1.8. Descripción de la metodología de investigación.

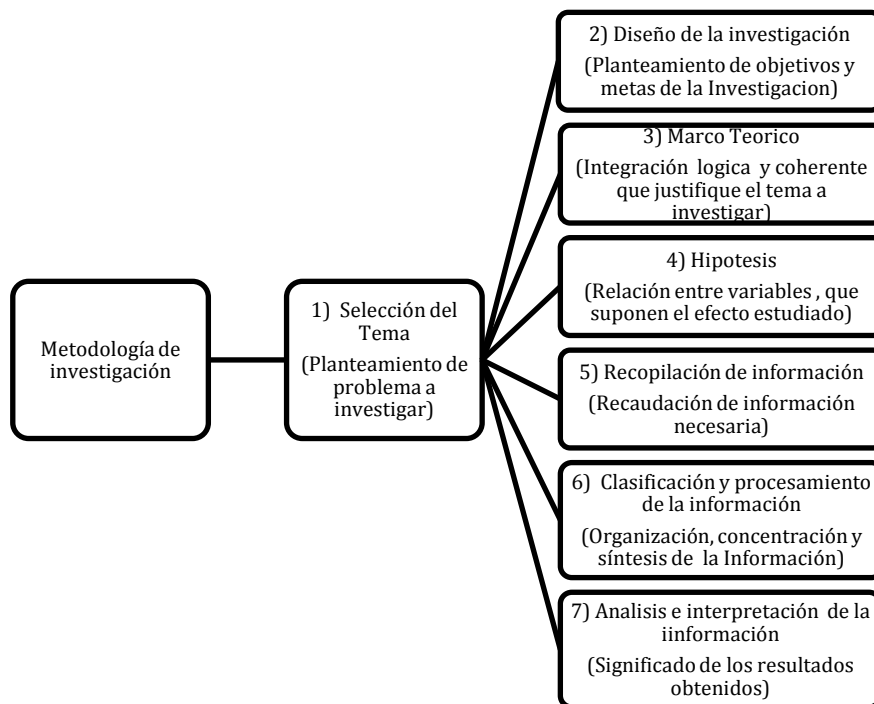
Tipo de estudio

Se considera un tipo de estudio descriptivo con un diseño no experimental, longitudinal y cuantitativo puesto que se aboran los diferentes métodos de evaluación de proyectos de inversión, con la finalidad de analizarlos detalladamente y compararlos para conocer el que contemple en mayor medida los factores de riesgo inherentes a las inversiones en energía eólica.

El diseño es no experimental ya que no se influye en el comportamiento de las variables, es decir, se obtendrá información de inversiones en energía eólica, tales como costos, insumos, maquinaria, etc., con la finalidad de elaborar los flujos de efectivo y aplicar los métodos más utilizados como VPN, TIR y payback para la evaluación de una inversión de éste tipo. Adicionalmente se utiliza un método de opciones reales para hacer una comparación para determinar el que considere en mayor medida el riesgo y que sea de mayor utilidad para la toma de decisiones.

Así mismo, se plantea que el estudio es longitudinal ya que es necesario considerar el periodo necesario para inversiones de éste tipo, haciendo uso de los flujos de efectivo anuales de dicha inversión durante su vida útil. De igual forma, el estudio es cuantitativo ya que se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición, permitiendo un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis, en éste caso se utilizan variables que plasman el posible comportamiento de los flujos de efectivo, los cuales se estiman para toda la vida del proyecto de inversión y se utilizan los diferentes métodos ya mencionados. La metodología propuesta para el desarrollo de la investigación se puede observar en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de la metodología de investigación utilizada.



Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto Internacional de Investigación de Tecnología Educativa (INITE), 2010.

1.9. Estudios previos que han utilizado el método de opciones reales.

En síntesis, los principales estudios que se han realizado haciendo uso del método de opciones reales en inversiones en energías renovables se resumen en el cuadro 1 con sus principales hallazgos, así como las variables que consideran de mayor importancia, siendo el precio de la energía eléctrica, el precio de los combustibles fósiles y el régimen de vientos, las principales variables que se utilizaron para aplicar el método de opciones reales en proyectos de energías renovables. Además, en gran parte de los estudios se concluye que el método de opciones reales reduce la incertidumbre, ofreciendo mayor información y permitiendo a los inversores reaccionar ante los riesgos que se encuentran implícitos en dichos proyectos, siendo más rentables al existir un mayor riesgo.

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables.

Autores	Método	Variables y hallazgos
Davis & Owens (2003).	Opciones reales	Estimaron el valor de una opción real en proyectos de energía eólica agregando al modelo la variable incierta del precio de los combustibles fósiles.
Siddiqui, Marnay & Wisner (2007).	Opciones reales reales	Evaluaron el valor de las opciones reales en proyectos de I + D en el sector de energía renovable bajo variables como el riesgo de mercado y portafolios de energía.
Kumbaroglu, Madlener & Demirel (2008).	Opciones reales	Proponen un modelo de planeación de políticas por medio de opciones reales, considerando los costos en proyectos de energía renovable, factor de disponibilidad, factor de capacidad, tasa de aprendizaje, y tiempos de construcción.
Muñoz, Contreras, Caamaño & Correira (2009).	Opciones reales	Utilizaron el enfoque de las opciones reales en la evaluación de decisiones de inversión en parque eólicos con base en la incertidumbre de los precio de la electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables (continuación).

Autores	Año	Variables y hallazgos
Alvarez, López & Venegas.	2010	Compararon la viabilidad financiera de distintas tecnologías para la generación de electricidad, utilizando la metodología de opciones reales. El análisis muestra que la generación de energía eléctrica a partir de plantas nucleares resulta más atractiva económica y ambientalmente que otras energías renovables y limpias. Asimismo se destaca que una alternativa viable para que México alcance su independencia energética en el mediano y largo plazo podría ser la generación de energía a través de plantas nucleares.
Martínez & Mutale.	2011	Proponen un modelo avanzado de opciones reales en la planificación de proyectos de generación de energía renovable con la comparación de estudios de casos de proyectos de energía hidroeléctrica.
Lee.	2011	Además de evaluar el valor de la inversión actual en energía renovable, su estudio demuestra que los resultados del modelo teórico, el análisis empírico y el análisis de sensibilidad se correlacionan entre sí. El valor de desarrollar energía renovable aumenta al aumentar el precio subyacente, el tiempo hasta el vencimiento, la tasa libre de riesgo y la volatilidad.
Krogh, Meade & Stein.	2012	Adoptan un enfoque de opciones reales para analizar los tiempos de inversión y la elección de capacidad para proyectos de energía renovables bajo diferentes esquemas de soporte. En el escenario base y tomando como base la tarifa fija de alimentación, los ingresos necesarios para activar las inversiones son un 61% más altos con los certificados renovables. Al mismo tiempo, la capacidad de inversión es un 61% más alta.
Lee.	2013	Realizó la valoración en un proyecto de energía eólica con opciones reales, analizando el impacto que tienen las variables de entrada para la construcción del árbol binomial en el valor del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables (continuación).

Autores	Año	Variables y hallazgos
Martínez, Mutale & Rivas.	2013	Presentan una revisión crítica de la teoría de opciones reales, su estado de la técnica y sus aplicaciones a EGP y REP. Esta revisión identifica las áreas de interés actuales y las lagunas en el conocimiento en esta área de investigación. Se concluye que las nuevas y novedosas investigaciones de opciones reales deben las incertidumbres que son exclusivas para tipos específicos de proyectos.
Santos et al.	2014	Llegaron a la conclusión de que el valor que se obtiene en una inversión en energía por el método de opciones reales, es mayor al valor del Valor Presente Neto debido a que el inversionista obtiene mejor información y esto reduce la incertidumbre al brindar la oportunidad de diferir la inversión.
Kyung, Deok & Sung.	2014	Evalúan el valor económico de la inversión en I + D de energía eólica en Corea y el momento óptimo de implementación de la tecnología de energía eólica utilizando el enfoque de opciones reales. El modelo de opciones reales adoptado en este documento asume que el encargado de tomar las decisiones tiene una opción compuesta para abandonar, implementar o continuar la I + D. Como resultado, al utilizar datos empíricos de Corea, se encuentra que existe una cantidad considerable de valor económico positivo de las inversiones en I + D en energía eólica.
Moreno.	2015	Evaluó un proyecto de energía eólica en el mercado eléctrico colombiano mediante un enfoque de opciones reales; considerando la volatilidad del precio de la energía y los factores propios de la energía eólica como son el régimen de vientos y los costos de la tecnología.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables (continuación).

Autores	Año	Variables y hallazgos
Krogh & Linnerud.	2015	Concluyen que a medida que las tecnologías de electricidad renovable maduran, existe la posibilidad de que el esquema de soporte actual sea terminado o revisado en formas que lo hagan menos generoso o más acorde con el mecanismo del mercado. Usando un enfoque de opciones reales, se examina cómo los inversores en proyectos de energía responden a tales riesgos de mercado y de política.
Krogh & Linnerud.	2015	Concluyen que a medida que las tecnologías de electricidad renovable maduran, existe la posibilidad de que el esquema de soporte actual sea terminado o revisado en formas que lo hagan menos generoso o más acorde con el mecanismo del mercado. Usando un enfoque de opciones reales, se examina cómo los inversores en proyectos de energía responden a tales riesgos de mercado y de política.
Díaz et al.	2015	Argumentan que el valor de un proyecto de energía sustentable basado en el viento puede ser revisado por medio del método Longstaff-Schwartz, originalmente destinado a la evaluación de las opciones financieras estadounidenses. La adaptación de este método a la energía eólica proporciona un medio para tratar eficientemente los diversos procesos estocásticos involucrados (precios spot de electricidad y posiblemente varios procesos de velocidad del viento) evitando la dimensionalidad, contabilizar la descomposición costo de capital y resolver el problema de previsión perfecto presentado por las simulaciones convencionales de Monte Carlo.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables (continuación).

Autores	Método	Variables y hallazgos
Stein, Linnerud, Molnár & Tandberg.	2016	Suponen un modelo de opciones reales que implica subsidios esperados en inversiones en energía renovable que se alinean bien con los observados. Si se supone que los inversionistas usaron un modelo de valor presente neto, los subsidios implícitos correspondientes son cercanos a cero. Sin embargo, se realizaron entrevistas con inversionistas, los cuales les indican que esperan subsidios para realizar inversiones en éste tipo de proyectos. Por lo tanto, se concluye que el modelo de opciones reales es un descriptor significativo del comportamiento de inversión observado.
Presley & Boqiang.	2016	Muestran que hay un considerable valor de opciones para el programa de energía eólica de China, que se refuerza si el costo de las emisiones de dióxido de carbono se internaliza. Además, al variar la tasa de tarifas de alimentación, el modelo se puede usar para mostrar los rangos plausibles para las tarifas de alimentación, lo que podría ser una visión de política útil.
Kyeongseok, Hyoungbae & Hyoungkwan.	2017	Proponen un marco real de análisis de opciones como una herramienta para evaluar la inversión en energías renovables en los países en desarrollo. Llevaron a cabo un estudio de caso que involucraba un proyecto hidroeléctrico en Indonesia.
Loncar, Milovanovic, Rakic & Radjenovic.	2017	Examinan la valoración de opciones reales de un potencial proyecto de granja eólica en Serbia. Los autores examinan una opción real dependiente de la ruta compuesta de múltiples fases que consiste en opciones mutuamente excluyentes: una opción secuencial para invertir y para expandir, volver a generar, contratar y abandonar el proyecto. Los resultados finales del árbol binomial muestran que la secuencia de opciones propuesta aumenta el valor del proyecto al transformar el mayor riesgo y el menor retorno en el modelo de flujo de efectivo descontado inicial.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1. Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables (continuación).

Autores	Método	Variables y hallazgos
Peñalvo, Cárcel, Devece & Morcillo.	2017	Presentan una metodología para abordar las incertidumbres de los proyectos de energía renovable teniendo en cuenta la demanda, la generación, el nivel de recursos y las tecnologías; y lo aplican a un caso particular en una región de la República Democrática del Congo. Concluyen que las incertidumbres presentes en el sector de la energía, así como los numerosos factores en juego, requieren una planificación de escenarios.
Kitzing, Juul, Drud & Krogh.	2017	Desarrollan un modelo de opciones reales para evaluar las inversiones en energía eólica de una manera realista y fácilmente aplicable. Teniendo en cuenta el momento óptimo de inversión y el tamaño (opción de capacidad), el modelo introduce una restricción de capacidad como parte de la optimización. Varios factores de incertidumbre correlacionados se combinan en un solo proceso estocástico, que permite soluciones analíticas (de forma cerrada).

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión capítulo I.

El capítulo 1 plantea de manera detallada las bases sobre la presente investigación, se plantea el problema que se pretende analizar, en éste caso, determinar un método de evaluación de inversiones que sea más flexible en cuanto al riesgo y la incertidumbre que conllevan las inversiones en energía sustentable eólica. Siendo que la preocupación por el cambio climático y las repercusiones que trae consigo la generación de energía eléctrica a través de fuentes que suelen ser contaminantes, los inversionistas tienen la oportunidad de destinar sus recursos a proyectos de generación de energía eléctrica más amigables con el medio ambiente como lo es la energía eólica.

Adicionalmente se plantea toda la metodología a seguir a lo largo de la investigación y se presenta el contexto actual de la energía eólica a nivel mundial, demostrándose que cada vez más países están dispuestos a optar por éste tipo de energías limpias, que además resultan ser viables debido a que se obtienen de recursos renovables.

Por último se mencionan las principales líneas de investigación previas que han sido desarrolladas por diversos autores a nivel mundial, referentes a energía renovable y más precisamente que hacen uso de diferentes métodos de evaluación de proyectos, y se concluye que el método de opciones reales, se considera como un método de evaluación avanzado que ha comenzado a utilizarse para todo tipo de inversiones.

Capítulo II. El sector energético.

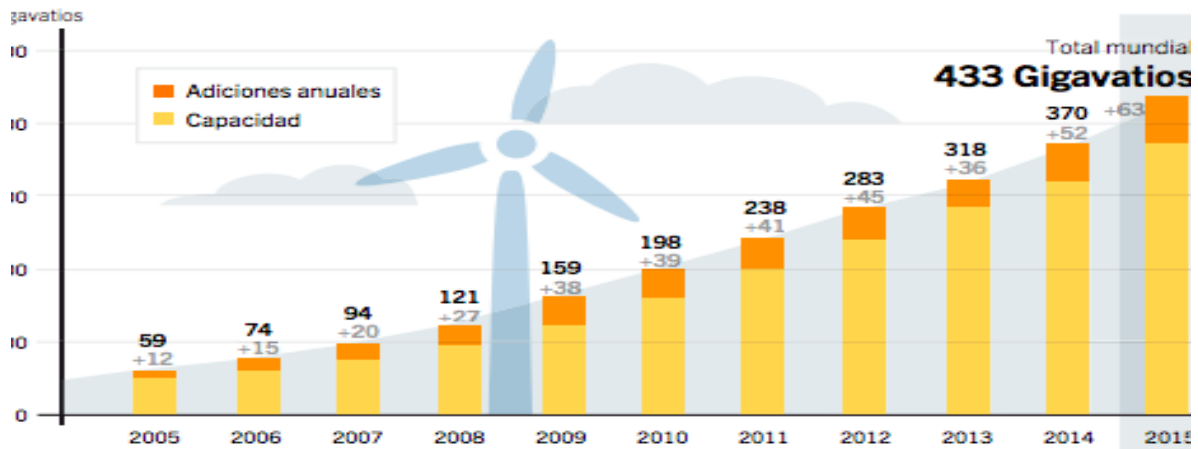
2.1. Contexto internacional.

La energía sustentable es aquella que, a diferencia de la tradicional (de alto costo, contaminante y agotable), se puede obtener de fuentes naturales prácticamente infinitas como el sol, el aire, la lluvia y el agua cuyo movimiento da fuerza a los ríos y oleaje a los mares y océanos. De acuerdo con los especialistas, esta energía se puede dividir en dos grandes grupos: la no contaminante o limpia y la contaminante. Entre las primeras, podemos mencionar:

- Energía solar.
- Energía eólica, que se obtiene a partir de la fuerza de las corrientes del viento.
- Energía hidráulica, que se obtiene con el almacenaje de la energía contenida en las corrientes de ríos y presas.
- Energía mareomotriz, que se obtiene al almacenar la energía contenida en mares y océanos.
- Energía geotérmica, que se logra aprovechando el calor de la tierra.
- Energía undimotriz, que se logra aprovechando la fuerza con que se generan las olas.

La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino. El incremento en la capacidad de producción de energía eólica anual a nivel mundial se pueden apreciar en la figura 2.

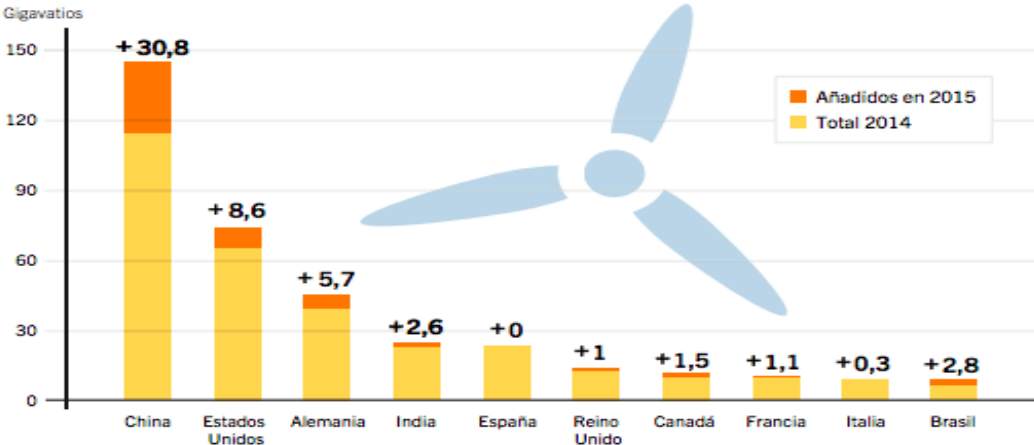
Figura 2. Incremento en la capacidad de producción anual a nivel mundial de energía eólica, 2005–2015.



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2016), consultado en http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

Bindzi & Long (2017), mencionan que la energía renovable se ha convertido en una fuente de energía estratégica para algunos países. Dado que las tecnologías de energía renovable requieren una gran inversión inicial, el capital, la tecnología y la innovación del sector privado a menudo se han reclamado a través de asociaciones público-privadas para complementar los limitados fondos del sector público en la prestación de dichos servicios, permitiendo un incremento en los proyectos de energía sustentable. Tal es el caso de la energía eólica, la cual ha incrementado su capacidad de producción en diferentes países; esto se puede apreciar en la figura 3 donde se observa el incremento en la capacidad de producción de energía eólica en los 10 países líderes hasta 2015.

Figura 3. incremento en la capacidad de producción de energía eólica en los 10 países líderes, 2015.



Fuente: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2016), consultado en http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

Simón & Rueda (2016) mencionan que la mayoría de los proyectos en energía eólica han sido desarrollados por empresas españolas y que México importa tanto el conocimiento como la tecnología para impulsar el sector eólico. De acuerdo con los autores, España cuenta con empresas dedicadas a toda la cadena de valor de energía eólica, desde el desarrollo de los componentes, hasta la valoración y desarrollo del proyecto e incluso la distribución y venta de los componentes. Esto es reflejo de modificaciones en su marco legal para el sector energético, lo que ha permitido impulsar ésta fuente de energía. De ésta manera realizan un comparativo de la situación actual en el ámbito de producción de energía eólica en México con respecto a España, la cual se puede observar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Penetración e impacto de la energía eólica en México comparado con España.

España	México
Cobertura eléctrica por energía eólica 20.9%.	Cobertura eléctrica por energía eólica 0.1%.
Proporciona empleo a más de 20,000 personas.	9,900 empleos, en su mayoría para la construcción con duración aproximada de 1 año. Además 300 empleos permanentes estimados para la operación de los parques.
Exportaciones de tecnología por € 933 millones.	Exportaciones de manufactura de torres y otros componentes electrónicos.
Aportaciones al PIB por € 2,623 millones.	Beneficios menores al 25% al desarrollar un parque eólico.
Inversión en I + D + i por € 85.5 millones.	Escasa inversión en I + D + i, solamente en universidades o centros públicos de investigación.
Cuarto lugar mundial en patentes eólicas.	Mínimas patentes eólicas registradas.
Empresas españolas han instalado más de la mitad de la capacidad instalada acumulada.	No cuenta con un aerogenerador con tecnología mexicana instalada en los parques nacionales.
Universidades con centros de investigación en energía eólica vinculados a empresas.	No existe un centro de investigación en energía eólica.

Fuente: elaboración propia con base en Simón & Rueda (2016).

2.2. Antecedentes

El sector energético es el que comprende el conjunto de actividades encaminadas a la producción de energía, utilizando diversas fuentes y recursos naturales propios de cada país. Se puede decir que de acuerdo a sus condiciones particulares, cada país considera y califica como estratégicos a determinados recursos. Ese es el caso de aquéllos que resultan vitales para que una nación esté en capacidad de tomar decisiones con autonomía, sea por la contribución que esos recursos hacen a la economía, sea porque evitan, atenúan o rompen dependencias. Casos paradigmáticos son el agua para Canadá, el cobre para Chile, los hidrocarburos para los países del Oriente Medio y tal es el caso, entre otros, del petróleo para México.

Desde fines del siglo XIX y sobre todo desde principios del XX, el petróleo se convirtió en el energético más importante para la economía y para la vida social en el mundo. Desde esos tiempos, México ha sido uno de los principales productores del hidrocarburo. Las empresas que comenzaron la explotación de los yacimientos han sido extranjeras las más importantes, teniendo un alto peso relativo en la economía del país y en función de ello y del apoyo que les brindaron los gobiernos de los países en los que residían sus matrices, una influencia política de consideración en la vida nacional.

Es importante mencionar que las fuentes de energía pueden ser renovables, es decir, se pueden regenerar de manera natural o artificial con facilidad; o no renovables, las cuales son limitadas y no se pueden reproducir en un lapso corto de tiempo, además son las más utilizadas para la generación de energía.

De acuerdo con el Sistema de Información Energética (2018), la producción de energía se clasifica de la siguiente manera:

1) Hidrocarburos

- a) Petróleo crudo
- b) Gas natural
- c) Gas licuado
- d) Petrolíferos
- e) Petroquímicos

2) Electricidad

3) Fuentes renovables de energía

- a) Hidroenergía
- b) Geoenergía
- c) Energía eólica

d) Biomasa

1) Bagazo de caña

2) Leña

4) Energía nuclear

En el caso de México, y particularmente de la industria petrolera, se desmembró la administración de Petróleos Mexicanos con la finalidad de preparar la privatización de sectores clave de la actividad, se adoptaron esquemas violatorios de la Constitución para la explotación de gas natural, como son los llamados contratos de servicios múltiples, se recurrió a patrones de financiamiento externo de alto costo, se redujeron drásticamente los presupuestos para exploración, no hubo proyectos para la expansión de la refinación, la petroquímica, las redes de ductos y el control de sus flujos, la renovación e incremento de la flota o para el apoyo a la investigación y el desarrollo de tecnología, en este caso, en el Instituto Mexicano del Petróleo.

2.3. Marco regulatorio del sector energético en México.

De acuerdo con la Secretaría de Gobierno de México (2019), en el país el marco legal que rige a la organización industrial del sector energético y las bases para su regulación está dado principalmente por lo que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en sus artículos 25, 27 y 28, así como las leyes que se derivan o vinculan con dichas disposiciones. Dicho marco ha mantenido modificaciones desde su creación, siendo en 2008 la última, en donde se discutieron de manera amplia una serie de iniciativas que conllevaron a la modificación de las leyes existentes, así como la expedición de otras nuevas con el fin de complementar del marco regulatorio.

Organización del sector eléctrico antes de 1960.

Como se menciona en el portal web del gobierno de México, el sector eléctrico estaba abierto a la participación privada, siendo hasta principios de los noventa cuando se estableció una restricción importante a dicha participación y se consolidó un monopolio estatal a cargo de dos empresas públicas: Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LFC). Sin embargo, en 1992, el Congreso de la Unión aprobó una serie de modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) permitiendo una mayor participación del sector privado en la generación de energía eléctrica que no constituía como tal dicho servicio público. De ésta manera, dichas modificaciones establecieron que los particulares podrían generar energía eléctrica no sólo para su propio consumo o para emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público, sino también para su venta a la CFE, para su exportación o cuando hubiera un proceso asociado de cogeneración, además de permitirse la importación de energía eléctrica. Por su parte, las empresas públicas quedaron a cargo de todas aquellas actividades que tenían como propósito el servicio público.

Al permitir nuevamente la participación privada a las actividades de venta de energía a la CFE, su exportación o cuando hubiera un proceso asociado de cogeneración, además de dar opciones para la satisfacción de la propia demanda de energía eléctrica, se lograron asegurar las inversiones necesarias para que México contara con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del servicio público en un escenario de restricciones presupuestales crecientes para el Estado y sus empresas, ambas cosas al amparo de un marco regulatorio que ha permitido la convivencia del sector público y privado en beneficio del país y su desarrollo económico y social.

Principales organismos del sector energético en México.

De acuerdo con el portal de la Secretaría de Gobierno de México (2019), el sector energético en México cuenta con distintos organismos que tienen diferentes objetivos que resultan complementarios entre sí para la correcta gestión de un sector que resulta sumamente importante para la economía del país, siendo los principales los siguientes:

Secretaría de Energía (SENER):

La misión de éste organismo es conducir la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional. Para poder cumplir con estos fines, cuenta dentro de su organigrama con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía y la Comisión Reguladora de Energía, entre otros organismos desconcentrados.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE):

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que cuenta con autonomía técnica y operativa. Tiene por objeto el ahorro y uso eficiente de la energía, así como promover el uso de las energías renovables. Es un órgano de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Comisión Reguladora de Energía (CRE):

Se trata del órgano encargado de regular de manera transparente, imparcial y eficiente las industrias del gas, de los refinados, derivados de hidrocarburos y de electricidad, generando certidumbre que aliente la inversión productiva,

fomentando una sana competencia, propiciando una adecuada cobertura y atendiendo a la confiabilidad, calidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios, a precios competitivos, en beneficio de los usuarios.

Comisión Federal de Electricidad (CFE):

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para cerca de 27.1 millones de clientes, lo que representa a casi 80 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE):

El objetivo del IIE es ser un instituto de referencia en innovación en el ámbito nacional, conformado por científicos y tecnólogos de reconocido prestigio, cuyos resultados impulsen el desarrollo sustentable del país.

Hasta antes de la Reforma Energética de 2014, en México se mantenía un modelo de la industria energética en el que la dependencia gubernamental estatal Comisión Federal De Electricidad, era la encargada de desarrollar todas las actividades comprendidas dentro de la cadena para la producción energética hasta la distribución a los usuarios finales.

Actualmente la reforma establece una organización con el objetivo de permitir al sector productivo adquirir electricidad a precios competitivos y contar con un marco legal que permita a los reguladores desarrollar un mercado de libre competencia de manera eficiente.

De acuerdo con la firma KPMG (2016), la reestructuración de la reforma energética plantea algunos puntos esenciales:

- 1) Son actividades exclusivas del Estado mexicano: a) Planeación y control del Sistema Eléctrico Nacional, b) Generación de energía nuclear y, c) Transmisión y distribución de electricidad.
- 2) La cadena industrial queda segmentada en: a) Generación, b) transmisión, c) distribución y, d) suministro.
- 3) Se permite la inversión privada directa en la generación y comercialización de electricidad para la creación de un Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), así como la inversión privada a través de asociaciones celebrados con el Estado mexicano con fines de financiamiento, instalación, gestión, mantenimiento, operación, distribución y transmisión.

2.3.1. Estructura del marco legal de la regulación.

Tomando en cuenta las últimas modificaciones del 2008, puede decirse que los principios contenidos en los artículos constitucionales ya mencionados se concretan fundamentalmente en las siguientes disposiciones legales que establecen los detalles del funcionamiento institucional del sector energético regulado desde un punto de vista económico:

- Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Ley de la Comisión Reguladora de Energía.
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Adicionalmente, la Secretaría de Gobierno de México (2019), menciona que hay que tomar en cuenta los reglamentos derivados de dichas leyes, incluyendo aquellos que establecen el marco regulatorio para ciertas actividades o sectores (el Reglamento de Gas Natural, el Reglamento de Gas LP y el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en materia de Aportaciones). Así mismo, es importante mencionar las disposiciones regulatorias específicas que

expide la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y que pueden asumir distintas formas: directivas, metodologías, modelos de contratos, modelos de convenios, lineamientos, normas, etc. así como las resoluciones específicas que provocan controversias, imponen sanciones o aclaran el alcance de otras disposiciones administrativas. De igual forma y de manera general, siendo el impacto ambiental de suma importancia para el sector energético, a continuación se exponen las principales leyes y reglamentos que son relevantes dentro de las leyes adicionadas recientemente con el fin de lograr un marco regulatorio más inclusivo en éste aspecto:

De acuerdo con la Secretaría de Gobierno de México (2019) y a raíz de la reforma energética promulgada el 11 de agosto de 2014, se amplía el marco legal para dicho sector, dando paso a 9 leyes reglamentarias:

1. Ley de Hidrocarburos.
2. Ley de la Industria Eléctrica.
3. Ley de Órganos Reguladores Coordinados en materia energética.
4. Ley de Petróleos Mexicanos.
5. Ley de la Comisión Federal de Electricidad.
6. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
7. Ley de Energía Geotérmica.
8. Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos.
9. Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo.

Así mismo, se propone la reforma de 12 leyes más:

1. Ley de Inversión Extranjera.
2. Ley Minera.
3. Ley de Asociaciones Público Privadas.
4. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

5. Ley Federal de las Entidades Paraestatales.
6. Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
7. Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las mismas.
8. Ley de Aguas Nacionales.
9. Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
10. Ley General de Deuda Pública.
11. Ley Federal de Derechos.
12. Ley de Coordinación Fiscal.

Como se mencionó anteriormente, las leyes expedidas recientemente tienen incidencia en temas ambientales, pues sin lugar a dudas todas las actividades relacionadas con la generación de energía eléctrica, mantienen incidencia en mayor o menor medida en materia ambiental, sea por la fuente de generación, por su ubicación, o de manera general por sus externalidades.

En este sentido, de acuerdo con el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), las leyes publicadas que mantienen incidencia en materia ambiental son particularmente la Ley de Hidrocarburos, la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y la Ley de Energía Geotérmica, las cuales se exponen de manera explícita a continuación:

- **Ley de Hidrocarburos**

Plantea que la Comisión Nacional de Hidrocarburos es el único organismo encargado de otorgar permisos para la perforación de pozos en tres supuestos:

- I. Pozos exploratorios.
- II. Pozos en aguas profundas y ultra profundas.
- III. Pozos tipo que se utilicen como modelos de diseño.

De acuerdo con el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), dicha ley establece la necesidad de contar con permiso para actividades de reconocimiento y exploración superficial. De igual manera, la ley contempla otros permisos como el tratamiento y la refinación, el transporte y almacenamiento, sin embargo no se vinculan con el tema ambiental, es decir no refieren a que éstos deberán contar con otras autorizaciones como pudieran ser las ambientales (impacto ambiental), o que la obtención de ésta sea requisito para que se otorgue el permiso correspondiente.

Se plasmó de igual manera que en materia de protección al medio ambiente, los asignatarios y contratistas, así como permisionarios, serán responsables de los desperdicios, derrames de hidrocarburos o demás daños que resulten, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables, lo que sin duda se encuentra directamente vinculado con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Así mismo, es importante mencionar el artículo 95, en el que se establece que la industria de hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal, por lo que únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria.

De igual forma, la ley contiene un capítulo destinado al tema de la Seguridad Industrial y la Protección al Medio Ambiente, en el que se indica que corresponde a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (de la que se hablará más adelante), órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría del ramo en materia de Medio Ambiente tendrá autonomía técnica y de gestión. El objeto de la Agencia es regular y supervisar la seguridad industrial y operativa en el trabajo e instalaciones del sector hidrocarburos, así como la protección del medio ambiente y recursos naturales. Esta será la autoridad encargada de instrumentar y aplicar la Ley

Reglamentaria del Artículo 27 en el ramo del Petróleo, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley Federal del trabajo, en todo lo que se encuentre vinculado con la protección del medio ambiente y los recursos naturales, la seguridad industrial, de las instalaciones y de los trabajadores, que se relacionen con cualquiera de las actividades del sector hidrocarburos.

- **Ley de Energía Geotérmica**

De acuerdo con el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), su objetivo consiste en regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo, siguiendo entre otros principios el de sustentabilidad. Si bien, hasta antes de la entrada en vigor de esta Ley el aprovechamiento de la energía geotérmica se venía dando en México, la misma se daba a través de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, por lo que esta ley viene a regular el tipo de energía geotérmica de manera particular.

En cuanto a la regulación del aprovechamiento de la energía, destaca el establecimiento de tres tipos de permisos:

1. Reconocimiento. Necesario para realizar trabajos preparatorios para una fase posterior de exploración de recursos geotérmicos.
2. Permiso. Necesario para llevar a cabo la explotación de los recursos, tendrán una vigencia de 3 años y sólo podrá renovarse una vez.
3. Concesión geotérmica. Trata es sobre la explotación y a la que pueden acceder los titulares de un permiso de exploración que hayan cumplido con todos los requisitos que determine la ley, dicho permiso tendrá una vigencia por 30 años.

- **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**

De acuerdo con el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), por medio de esta ley se crea a la Agencia como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión. El objeto de la Agencia es regular y supervisar la seguridad industrial y operativa en el trabajo e instalaciones del sector hidrocarburos, así como la protección del medio ambiente y recursos naturales, de ahí su importancia en temas ambientales. La Agencia funge como la autoridad encargada de instrumentar y aplicar la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en todo lo que se encuentre vinculado con la protección del medio ambiente y los recursos naturales derivada de las actividades realizadas por el sector hidrocarburos. En ese sentido, las atribuciones de la Agencia y su mandato se pueden resumir en facultades para emitir normas y regulación; otorgamiento de permisos, así como verificación del cumplimiento de las mismas y para sancionar su posible incumplimiento.

- **Ley de la Industria Eléctrica**

De acuerdo con el Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), se deroga la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) con lo cual se crea la Ley de la Industria Eléctrica (LIN), la cual tiene como objetivo principal regular la planeación y el control de la industria eléctrica promoviendo su desarrollo sustentable.

Se fomenta el uso de energías renovables, sin embargo su regulación se da por la ya existente Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

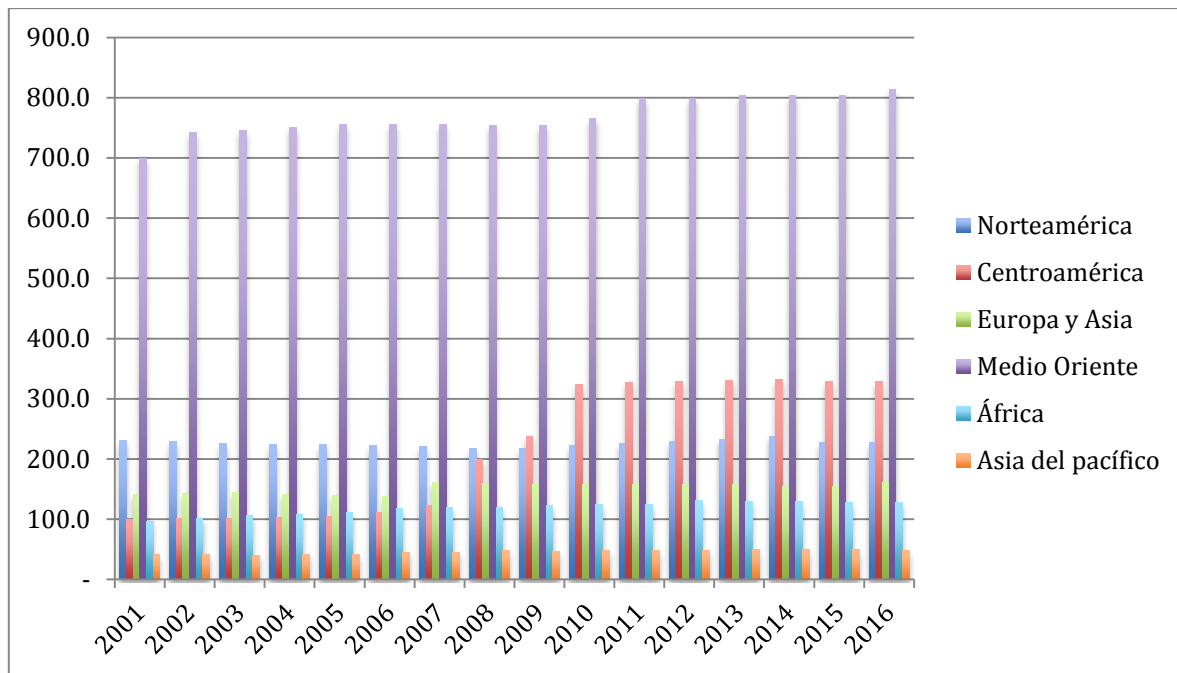
En cuanto a las energías limpias la LIN hace referencia únicamente a la diversificación de fuentes de energía, destacando la regulación de los Certificados de Industria Limpia, definidos como el título emitido por la CRE que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias y que sirve para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga.

2.4. Impacto del sector energético en la economía.

La importancia del sector energético es ampliamente reconocida a nivel mundial, ya que se trata no sólo de un sector estratégico desde el punto de vista económico y de las finanzas públicas, sino que es también factor clave en la política exterior y vital para la seguridad nacional, para el buen funcionamiento de las actividades productivas y el bienestar de las familias a nivel mundial. El impulso al financiamiento de proyectos en materia de infraestructura y energía es un factor fundamental para el crecimiento económico de cada país, así como para elevar la calidad de vida de sus habitantes e incrementar la competitividad de éste.

La industria energética es una gran oportunidad para gestionar los recursos que existen en todos los países, siempre que se cuente con energía abundante y a precios accesibles. De acuerdo con la *Statistical Review of World Energy* (2017), los recursos naturales más importantes a nivel mundial que se utilizan como principales fuentes de energía son el petróleo, el gas natural y el carbón. Siendo que el petróleo es considerado como un recurso de gran importancia, en la gráfica 1 se pueden observar las reservas de éste a nivel mundial.

Gráfica 1. Reservas mundiales de petróleo.



Cifras expresadas en miles de millones de barriles.

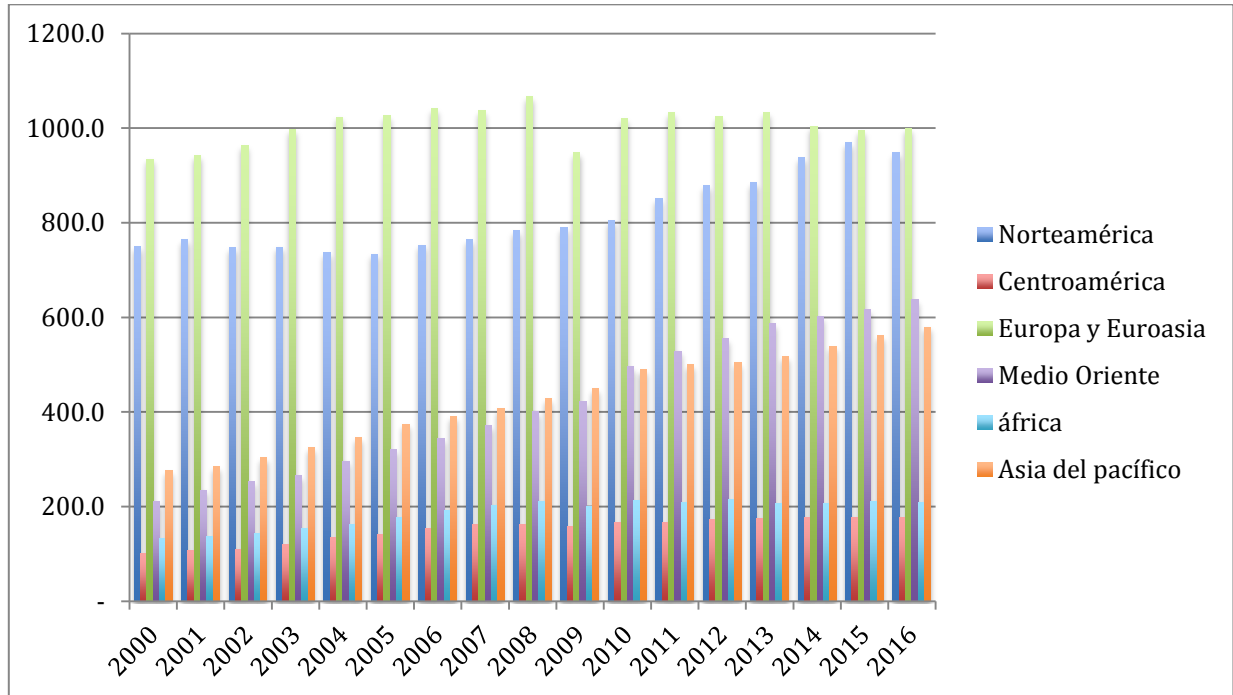
Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

Como se muestra en la gráfica 1, la mayor cantidad de reservas de petróleo se mantienen en los países de Medio Oriente, siendo que para 2016 superaban los 800 mil millones de barriles.

Así mismo, en la gráfica 2 se puede observar la producción a nivel mundial de gas natural y como ha venido incrementándose, siendo Europa y Euroasia, así como Norteamérica los principales productores.

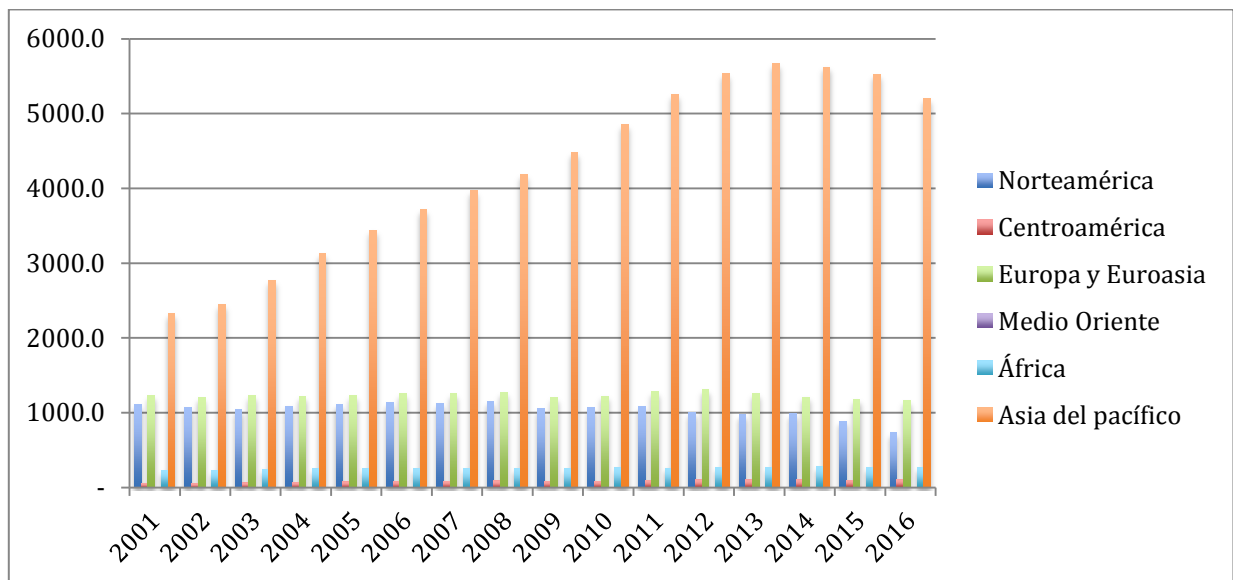
Por su parte, la gráfica 3 permite observar la producción a nivel mundias de carbón, mostrándose a Asia del Pacífico como principal productor de ésta fuente de energía, siguiéndole Norteamérica y Eropa y Euroasia aunque rezagados por mucho.

Gráfica 2. Producción anual de gas natural a nivel mundial (billones de metros cúbicos).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

Gráfica 3. Producción anual de carbon a nivel mundial (millones de toneladas).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

El petróleo es un recurso natural no renovable que aporta el mayor porcentaje del total de la energía que se consume en el mundo. La importancia de éste recurso no ha dejado de crecer desde sus primeras aplicaciones industriales a mediados del siglo XIX, y ha sido el responsable de conflictos bélicos en algunas partes del mundo (Oriente Medio). La alta dependencia que el mundo tiene del petróleo, la inestabilidad que caracteriza al mercado internacional y las fluctuaciones de los precios de este producto, han llevado a que se investiguen energías alternativas, aunque hasta ahora no se ha logrado una opción que realmente lo sustituya.

Actualmente, se busca obtener gas natural y petróleo de “fuentes no convencionales”, que se encuentran en cuencas de lutitas y en aguas profundas aunque se sabe que se debe hacer uso de tecnologías más sofisticadas que permitan obtener éstos recursos a través de dichos medios.

Otra forma de energía que tiene gran impacto a nivel mundial es la energía eléctrica, la cual se obtiene por diferentes medios y actualmente se busca lograr su producción a través de medios que reduzcan la contaminación.

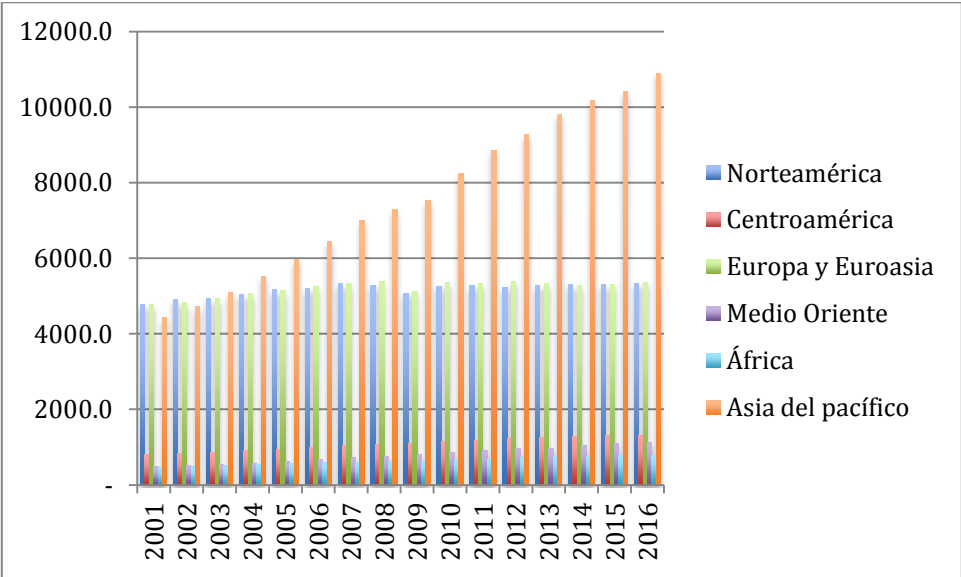
El desarrollo de un sector eléctrico eficiente puede ser considerado como un requisito previo para aumentar la productividad y el empleo, promover mejores niveles de vida a través de la salud, la educación y comunicación, y en consecuencia, reducir la pobreza a nivel mundial.

En lo que refiere a la educación, el acceso a la energía eléctrica permite más tiempo disponible para el estudio fuera de horas de clase, el desarrollo de servicios de telecomunicaciones que facilitan la transmisión de conocimientos y el acceso a la educación a distancia. Para el caso del sector salud, facilita el almacenamiento de medicamentos y vacunas, la prestación de asistencia sanitaria mejorada, la reducción de lesiones relacionadas a actividades primarias y propicia la baja incidencia de enfermedades relacionadas con la combustión, al usar energía de fuentes renovables y sostenibles.

Industrias que son fundamentales para el crecimiento del país como la minería no podrían desarrollarse sin una adecuada generación de energía eléctrica. Además, un acceso eficiente a fuentes de energía permite la creación de trabajos relacionados y una mayor productividad por el uso de maquinarias y acceso a opciones energéticas cada vez más asequibles para reforzar el desarrollo industrial del país.

Dada la importancia de la energía eléctrica, en la gráfica 4 se muestra la generación de energía a nivel mundial. Como se puede observar el mayor generador es el conjunto de países pertenecientes a Asia del pacífico, mientras que los demás países han mantenido un consumo constante a partir de 2001.

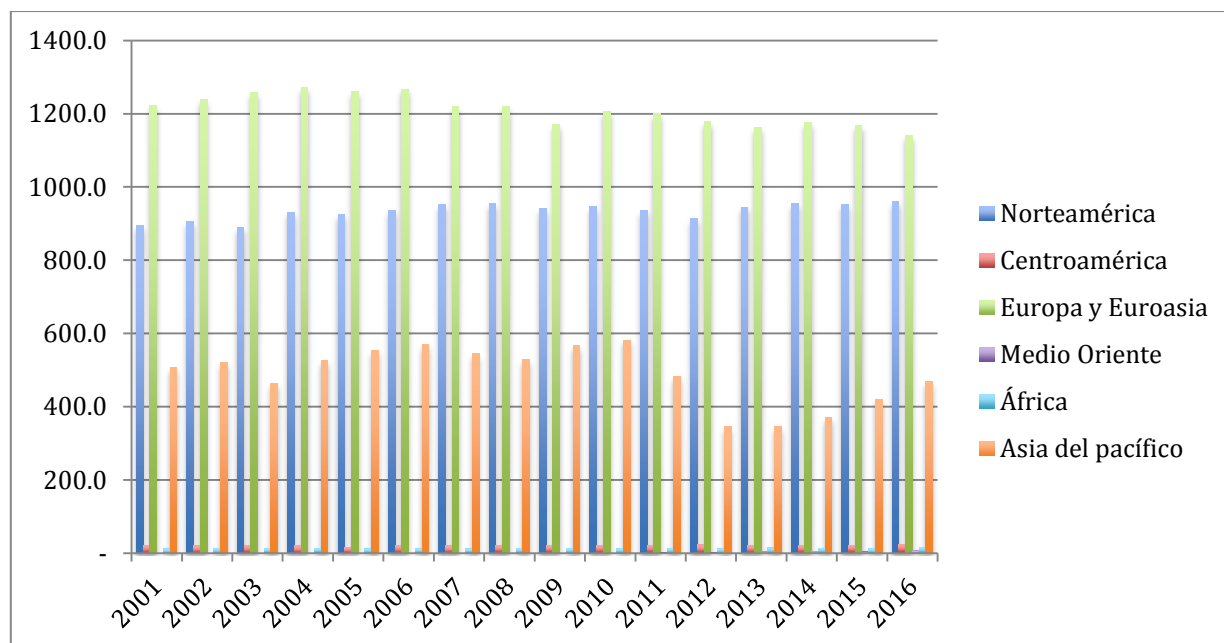
Gráfica 4. Generación anual de energía eléctrica a nivel mundial (TW/hora).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

Las fuentes de energía eléctrica son completamente básicas en la sociedad moderna. Estas fuentes, vienen de recursos naturales que están en nuestro entorno y se ha hecho uso de tecnologías que han permitido aprovecharlos. De acuerdo con la Estatical Review of World Energy (2017), las principales fuentes para la generación de energía eléctrica a nivel mundial son energía nuclear, hidroelectricidad, energía solar, energía eólica, energía geotérmica, Biomasa, entre otras. De ésta manera, el consumo de energía eléctrica generada por medio de energía nuclear, se puede observar en la gráfica 5, donde se muestra que Europa y Euroasia son el conjunto de países que hacen más uso de ésta fuente de energía, siguiéndole Norteamérica y Asia del pacífico.

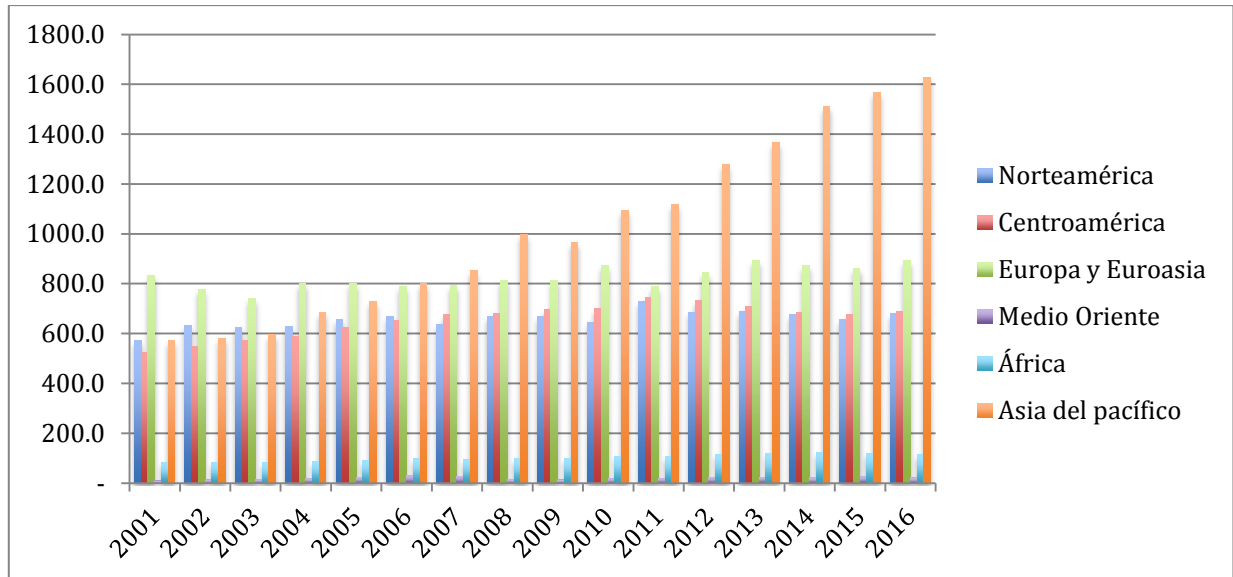
Gráfica 5. Consumo anual de energía nuclear a nivel mundial (TW/hora).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

De igual forma, en la gráfica 6 se observa como el conjunto de países de Asia del pacífico son los que hacen mayor uso de energía de origen hidroeléctrico, los demás países han mantenido un consumo constante.

Gráfica 6. Consumo anual de hidroelectricidad a nivel mundial (TW/hora).

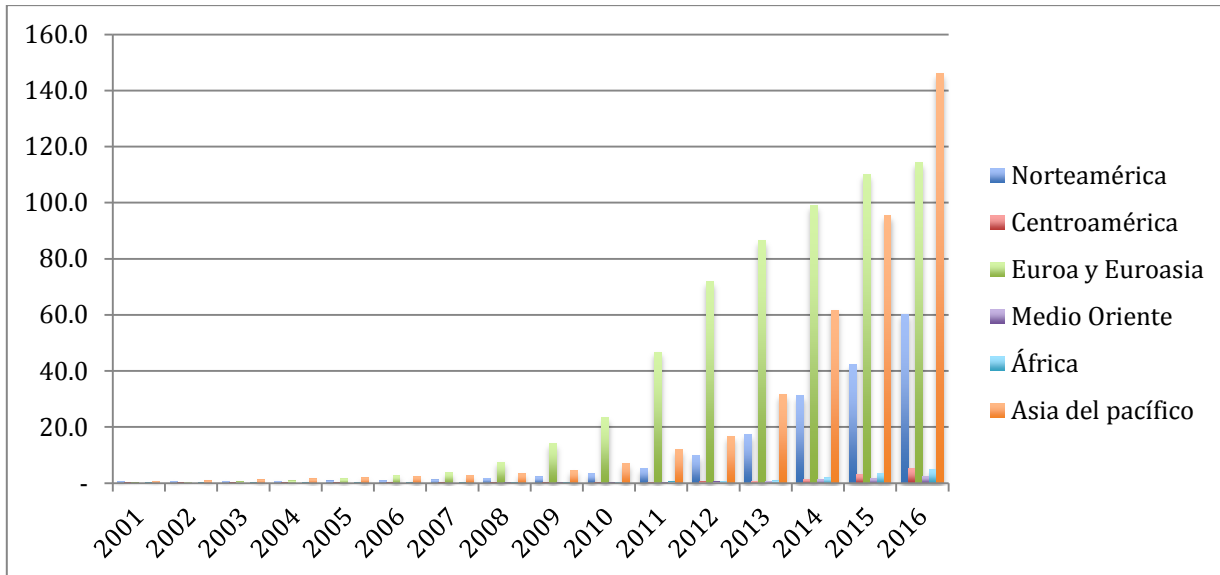


Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

Por su parte, en la gráfica 7 se observa que la energía solar es utilizada como fuente energética en su mayoría en países de Asia del Pacífico, seguidos por los países de Europa y Euroasia y los países de Norteamérica. Además se muestra como el uso de éste tipo de energía ha venido en aumento, especialmente a partir del 2011.

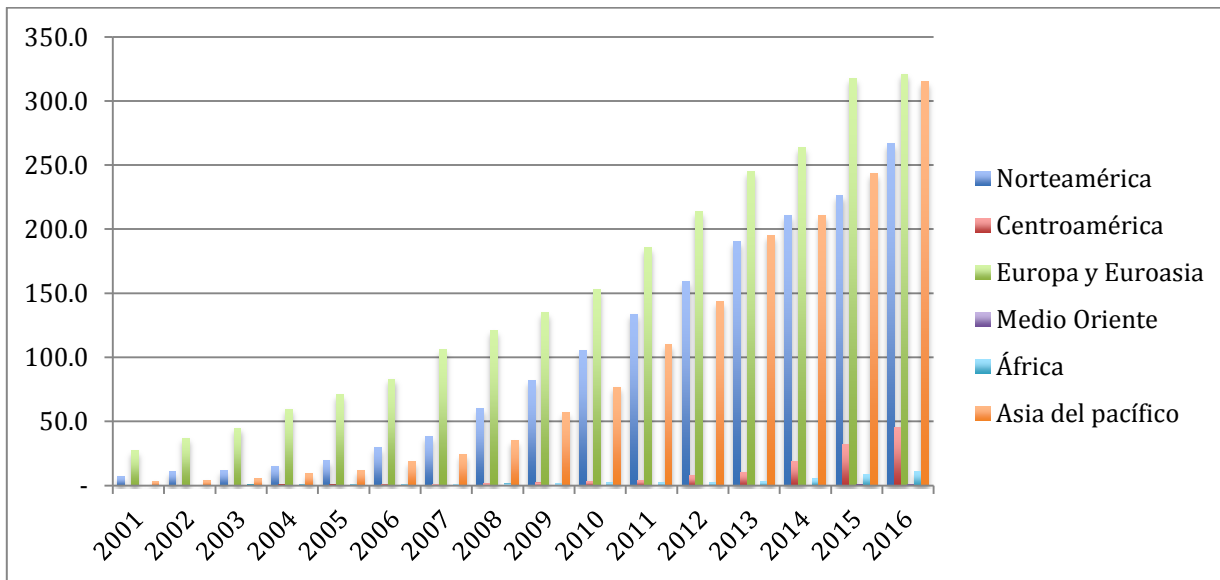
Así mismo, en la gráfica 8 se observa el consumo mundial de energía eólica y como el conjunto de países de Europa y Euroasia, seguidos de Asia del Pacífico y Norteamérica son los que hacen mayor uso de éste tipo de energía pero de manera general, a nivel mundial se ha venido incrementado el consumo de energía proveniente de los vientos ya que se han desarrollado fuentes de energía sustentables como ésta.

Gráfica 7. Consumo anual de energía solar a nivel mundial (TW/hora).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

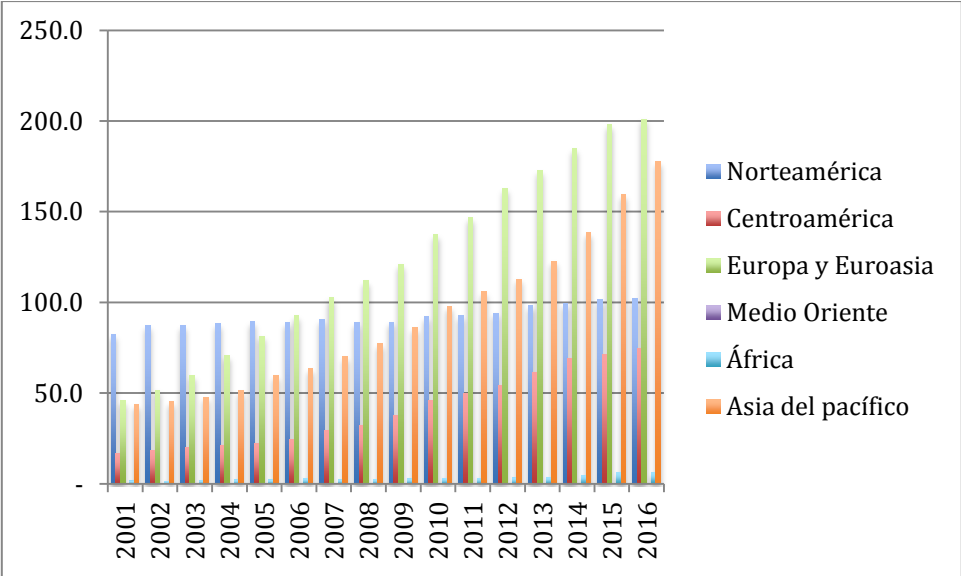
Gráfica 8. Consumo anual de energía eólica a nivel mundial (TW/hora).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

La gráfica 9 permite observar el importante aumento en el uso de energía geotérmica, de biomasa y otras fuentes. Éste incremento ha sido especialmente en Europa y Euroasia, así como en Asia del pacífico y en menor grado en Centroamérica principalmente en Brasil y en Colombia.

Gráfica 9. Consumo anual de energía geotérmica, Biomasa y otras a nivel mundial (TW/hora).



Fuente: Elaboración propia con base en Estatistical Review of World Energy (2018), consultado en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

2.4.1. Principales industrias de energía en México.

Industria petrolera.

Al igual que para el resto del mundo, el petróleo representa una de las principales fuentes de energía para México además de una importante fuente de ingresos para el país, y a pesar de que cuenta con grandes reservas de éste recurso, carece de la capacidad tecnológica, financiera y de ejecución para extraer estos hidrocarburos de forma competitiva. De acuerdo a la Secretaría de Energía (Sener, 2017), se han comprometido cerca de 56 mil millones de dólares para exploración y extracción de petróleo y cerca de 12 mil millones de dólares en gasoductos, además de los casi 7 mil millones de dólares para generar energías limpias. Así mismo, determina que la producción y consumo de petróleo se efectúan como lo muestra el cuadro 3.

Cuadro 3. Producción y consumo de petróleo en México (petajoules).

Concepto	REALES		
	2014	2015	2016
Producción	5597.198282	5067.693845	4826.854057
Importación	0	0	0
Variación de inventarios	-257.035345	-28.876428	-32.834274
Energía no aprovechada	0	0	0
Maquila intercambio neto	0	0	0
Exportación	2646.054509	2631.490417	2685.640063
Oferta total	2694.108428	2407.327	2108.37972
Diferencia estad.	10.709489	-2.657934	-4.186892
Demanda	2704.817917	2404.669066	2104.192828
Sector transformación	2674.840933	2377.340981	2094.942274
Refinerías y despuntadoras	2674.840933	2377.340981	2094.942274
Consumo propio del sector	0	0	0
Pérdidas por transporte, distribución y almacenamiento	29.976984	27.328085	9.250554

Fuente: SENER a través de su portal SIE (2018), consultado en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Industria Eléctrica.

Diversas investigaciones coinciden en que una industria eléctrica eficiente es esencial para el funcionamiento de cualquier país. De ahí que posibles limitaciones en la cobertura y la calidad del servicio de energía eléctrica representen a largo plazo un obstáculo para el desarrollo tecnológico, para el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) por habitante y, en última instancia, para el mejoramiento del bienestar de la población. La oferta de energía se tiene bien caracterizada gracias a que la producción, comercio exterior y distribución de las principales fuentes de energía (hidrocarburos y electricidad) están a cargo, en su mayoría, de empresas públicas. En el caso de México, en la gráfica 10 se pueden observar, la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR por sus siglas en inglés) de la industria eléctrica, el Producto Interno Bruto (PIB) y la actividad industrial, las cuales a pesar de tener una alta correlación, para el caso de la industria eléctrica se ha presentado un mayor crecimiento y menores contracciones en periodos de recesión.

Gráfica 10. Tasa de crecimiento anual compuesto Producto Interno Bruto e industria eléctrica.



Fuente: INEGI (2017), consultado en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/pib_pconst/pib_pconst2017_11.pdf 12/12 /2017

De acuerdo con el INEGI, en el 2008 hubo un aumento significativo en la generación de energía eléctrica a partir de gas natural, con una participación de 49 por ciento. En contraste, el uso de combustóleo disminuyó y su aportación se redujo a 18 por ciento. La participación de la generación hidráulica, de carbón y otros fue de 16, 9 y 7%, respectivamente. En los últimos años, la generación a partir de fuentes renovables (hidroeléctricas, geotérmicas y centrales eólicas) ha aumentado, y en el 2008 representaron 24% de la capacidad instalada para generar energía eléctrica. En la actualidad cerca del 60% de la gasolina que se consume en México y poco más del 30% del gas que se utiliza en el país, son importados.

Por su parte, la Secretaría de Energía estima que el consumo de energía se distribuye como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Consumo anual de energía eléctrica en México (petajoules).

Descripción	Unidad	2014	2015	2016
Consumo nacional de energía (petajoules)	PJ	8650.68975	8528.867693	9140.193543
PIB nacional (miles de millones de pesos de 2008)	\$	13760.18475	14110.09926	14462.16166
Población nacional (millones de habitantes)	pna	119.7132035	121.005815	122.2734733
Intensidad energética (KJ/\$ producido)	Num	628.6754071	604.4512895	632.0074243
Consumo per cápita de energía (GJ/hab.)		72.26178482	70.48312259	74.75205615
Consumo de electricidad (GWh)	GWh	241196.712	248738.684	260051.895
Consumo de electricidad per cápita (kWh/hab.)	Num	2014.787885	2055.592816	2126.805495
Producción (petajoules)	PJ	8854.252	8261.029	7714.23
Oferta interna bruta (petajoules)		8650.68975	8528.867693	9140.193543
Relación producción entre oferta interna bruta	Num	1.023531332	0.968596219	0.843989787

Fuente: SENER a través de su portal SIE (2018), consultado en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

2.5. Principales empresas del sector energético en México

De acuerdo con el portal del gobierno de México (2017), para Julio de 2017, y a raíz de la reforma energética, se licitaron 69 campos de Hidrocarburos, de los cuales 48 fueron adjudicados. De ésta manera, en el cuadro 5 se pueden observar las 5 empresas que obtuvieron el 42% de las zonas asignadas por la Comisión Nacional de Hidrocarburos con el objetivo de realizar una inversión conjunta de producción y exploración para los 20 campos.

Cuadro 5. Empresas asignadas para realizar inversión conjunta en Hidrocarburos en México.

Empresa	Origen	Licitaciones
Sierra Oil & Gas	México	5
ENI	Italia	4
Renaissance Oil Corp	Canadá	4
Total	Francia	4
Petronas PC Carigali	México	3

Fuente: El Financiero (2017), consultado en: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/poseen-83-de-inversion-petrolera.html>

En cuanto a la industria eléctrica, previo a la Reforma Energética la Comisión federal de Electricidad (CFE) era la encargada de ofrecer servicios de energía eléctrica en México, sin embargo, la nueva estructura en materia energética brinda la posibilidad a los consumidores de satisfacer sus necesidades a través de nuevos proyectos que son iniciativa de empresas que ya pueden incursionar en dicho sector. Dado que la energía eólica se ha convertido en un complemento limpio a la demanda energética mundial y sobre todo a disminuir la dependencia por los combustibles fósiles altamente contaminantes, se han desarrollado cada vez más proyectos para la generación de energía a través de éste medio. De ésta manera, para el caso de la energía eólica en México, actualmente a lo largo del país se pueden observar diversas centrales eólicas, distribuidas de la siguiente manera:

Nuevo León 22 MW

Proyecto	Estado del Proyecto	Modalidad del Proyecto	Fabricante	Fecha de OC	Capacidad (MW)
Sta. Catarina	Operación	Autoabastecimiento	GE	2013	22.0

Tamaulipas 54 MW

Proyecto	Estado del Proyecto	Modalidad del Proyecto	Fabricante	Fecha de OC	Capacidad (MW)
El Porvenir	Operación	Autoabastecimiento	Vestas	2013	54.0

Jalisco 50.4 MW

Proyecto	Estado del Proyecto	Modalidad del Proyecto	Fabricante	Fecha de OC	Capacidad (MW)
Los Altos	Operación	Autoabastecimiento	Vestas	2013	50.4

Oaxaca 1,751.47 MW

Proyecto	Estado del Proyecto	Modalidad del Proyecto	Fabricante	Fecha de OC	Capacidad (MW)
La Venta	Operación	OPF	Vestas	1994	1.57
La Venta II	Operación	OPF	Gamesa	2006	83.30
La ventosa II	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2008	49.30
La Ventosa	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2008	30.60
Eurus, 1st Phase	Operación	Autoabastecimiento	Acciona	2009	37.50
Eurus 2nd Phase	Operación	Autoabastecimiento	Acciona	2010	212.50
Bii Nee Stipa I	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2010	26.35
La Mata - La Ventosa	Operación	Autoabastecimiento	Clipper	2010	67.50
Fuerza Eólica del Istmo	Operación	Autoabastecimiento	Clipper	2011	50.00
Oaxaca II, III y IV	Operación	PEE	Acciona	2012	306.00
La Venta III	Operación	PEE	Gamesa	2012	102.85
Oaxaca I	Operación	PEE	Vestas	2012	102.00
Fuerza Eólica del Istmo	Operación	Autoabastecimiento	Clipper	2012	30.00
Bii Nee Stipa II (Stipa Nayaá)	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2012	74.00
Bii Nee Stipa III (Zopiloapan)	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2012	70.00
Piedra Larga	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2012	90.00
Bii Stinú	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2012	164.00
La Ventosa III	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2013	20.00
Eoliatec del Pacífico	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2013	160.00
Bii Nee Stipa II Fase III El Retiro	Operación	Autoabastecimiento	Gamesa	2013	74.00

Chiapas 28.8 MW

Proyecto	Estado del Proyecto	Modalidad del Proyecto	Fabricante	Fecha de OC	Capacidad (MW)
Arriaga	Operación	Autoabastecimiento	Vestas	2012	28.8

Fuente: Acciona (2018), consultado el 08/02/2018 en <https://www.acciona-energia.com/es/areas-de-actividad/eolica/instalaciones-destacadas/complejo-eolico-oaxaca/Comisión Federal de Electricidad>

En México el aprovechamiento del viento para la generación de electricidad ha cobrado gran importancia en los últimos años, ya que su capacidad de operación ha ido aumentando considerablemente, por esta razón en 2005 nació la Asociación de Energía Eólica, A.C. (AMDEE) para promover el desarrollo de esta energía y la transición energética en México, facilitando la interacción entre productores e inversionistas, para lograr la puesta en marcha de proyectos de dicho sector.

Del mismo modo, SENER a través de su portal SIE (2017), emite las cifras de producción de energía eólica, las cuales se pueden apreciar en el cuadro 6.

Cuadro 6. Producción de energía eólica en México.

Concepto	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Producción	0.918	2.14687	4.4608	5.933957	13.277917	15.064358	23.134308	31.482341	37.361141
Importación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variación de inventarios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oferta total	0.918	2.14687	4.4608	5.933957	13.277917	15.064358	23.134308	31.482341	37.361141
Exportación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No aprovechada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquila - intercambio neto	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oferta interna bruta	0.918	2.14687	4.4608	5.933957	13.277917	15.064358	23.134308	31.482341	37.361141

Fuente: Sistema de Información Energética con información de SENER (2017), consultado en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

Conclusión capítulo II.

El capítulo 2 abordó de manera muy concreta los antecedentes del sector energético en México y su importancia tanto en el país como a nivel mundial, ya que puede ser considerado como un sector estratégico para el desarrollo de un país debido a su aportación al PIB de cada país, así como la utilidad que tiene para los demás sectores y para la vida diaria de toda la población. Se presenta en qué consiste el sector energético y las principales fuentes que permiten la generación de energía.

Se muestran datos estadísticos sobre la producción de energía a través de los diferentes recursos a nivel mundial y se concluye que la industria petrolera y la industria eléctrica son de las más representativas tanto en México como en el mundo, y si bien en el caso de la energía eléctrica, ésta se obtiene por diversas fuentes, la producción mediante el recurso eólico ha venido en aumento, de tal manera que muchas empresas en México han realizado proyectos de autoabastecimiento mediante centrales eólicas.

Por último, actualmente muchos países están tratando impulsar la producción de energía eléctrica a través de centrales eólicas, tal es el caso de México que busca aumentar su capacidad instalada tanto en los parques eólicos existentes, como en la creación de nuevas centrales que se pueden desarrollar en los estados que cuentan con un buen régimen de vientos.

Capítulo III. Evaluación de proyectos de inversión.

3.1 Antecedentes de la evaluación de proyectos.

Todo proyecto de inversión genera efectos o impactos de naturaleza diversa: directos, indirectos, externos e intangibles. Estos últimos rebasan con mucho las posibilidades de su medición monetaria y sin embargo no considerarlos resulta pernicioso por lo que representan en los estados de ánimo y definitiva satisfacción de la población beneficiaria o perjudicada. En la valoración económica pueden existir elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero que al momento de su ponderación en unidades monetarias, sea imposible o altamente difícil materializarlo.

Baca (2013), menciona que un proyecto de inversión es un plan el cual requiere que se le asignen un monto de capital así como diferentes insumos, con la finalidad de producir un bien o servicio que resulte de utilidad para la sociedad.

Por su parte, De la torre & Zamarrón (2002), definen un proyecto como un conjunto de elementos que mantienen una relación de manera lógica, tecnológica y cronológica que tienen por objeto cubrir una necesidad o resolver un problema, integrando información de mercado, técnica, financiera, económica y legal, brindando los fundamentos sobre la conveniencia de la realización de una inversión.

De ésta manera, el proyecto de inversión se puede definir como toda acción que tiene como propósito materializar algún aspecto del desarrollo económico o social. Es decir, proponer la producción de algún bien o la prestación de algún servicio con el empleo de cierta técnica y con el objetivo de obtener un resultado económico o social a partir de la utilización racional de los medios necesarios.

El comprometer recursos económicos en un negocio o proyecto implica un costo de oportunidad para el sistema productivo, puesto que esos mismos recursos podrían ser consumidos o podrían ser utilizados para desarrollar oportunidades productivas alternas. Los sistemas productivos realizan una búsqueda constante de oportunidades de inversión porque persiguen beneficios relevantes.

Los beneficios relevantes se miden por los diversos grados de satisfacción que un sistema productivo logra al utilizar productivamente sus recursos económicos, los cuales pueden darse desde diversos puntos de vista en lo técnico, económico, político, ecológico y social. Cuando una empresa o negocio realiza una inversión, incurre en un desembolso de efectivo con el propósito de generar en el futuro beneficios económicos que ofrezcan un rendimiento atractivo para quienes invierten. Evaluar un proyecto de inversión consiste en determinar, mediante un análisis de costo-beneficio, si genera o no el rendimiento deseado para entonces tomar la decisión de realizarlo o rechazarlo.

De la torre & Zamarrón (2002), mencionan que la evaluación de proyectos hace referencia a la utilización de diferentes herramientas que permiten analizar y valorar cada una de las etapas del ciclo del proyecto con la finalidad de conocer si la realización de éste se encuentra sustentado, comparando los costos con los beneficios que se pueden generar durante el horizonte de tiempo de la evaluación y que ésta puede realizarse desde el punto de vista financiero o privado, o del económico o social.

Por consiguiente, para efectuar la evaluación de un proyecto de inversión, resulta indispensable determinar principalmente 5 aspectos:

- 1) Monto de la inversión inicial.
- 2) Vida útil u horizonte del proyecto.
- 3) Valor de salvamento de la inversión, es decir, el monto mínimo que se puede recuperar de la inversión inicial.

- 4) Flujos de efectivo estimados por cada periodo dentro del horizonte de vida del proyecto.
- 5) Rendimiento mínimo esperado por los inversionistas, el cual forma parte del costo de capital.

Sapag (2012), menciona que la importancia de estudiar la rentabilidad de un proyecto radica en determinar con la mayor precisión, el valor de las inversiones, sus costos y beneficios para compararlos y tener la certeza de si es conveniente o no realizarlo. Además expone que la evaluación de un proyecto puede expresarse de diferentes formas: unidades monetarias, una relación o índice, como un porcentaje o como el tiempo que se demora en alcanzarse la recuperación de la inversión, de acuerdo con las necesidades del encargado de analizar dicho proyecto.

Es importante mencionar que la evaluación de un proyecto debe considerar la ocurrencia de hechos futuros, estimando costos y beneficios futuros en uno solo de entre muchos escenarios posibles, de manera que es conveniente agregar información que contribuya a una mejor toma de decisiones como pueden ser variables macroeconómicas como microeconómicas que pueden tener impacto en el proyecto en particular. Sin embargo, el realizar un análisis lo más completo posible, no implica que, al invertir, el dinero estará exento de riesgo. El futuro siempre es incierto y por esta razón el dinero siempre se arriesgará. El hecho de calcular unas ganancias futuras, a pesar de realizar un análisis profundo, no garantiza que esas utilidades se ganen, tal como se calculó.

De ésta manera Baca (2013), considera que la toma de la decisión acerca de invertir en determinado proyecto siempre debe recaer en grupos multidisciplinarios que cuenten con la mayor cantidad de información posible, no en una sola persona ni en el análisis de datos parciales. Además el autor refiere que en un estudio de evaluación de proyectos se distinguen tres niveles de profundidad:

- Perfil. Consiste en la identificación de la idea, el cual se elabora a partir de la información existente, el juicio común y la opinión que da la experiencia. Monetariamente sólo presenta cálculos globales de las inversiones, los costos y los ingresos, sin entrar a investigaciones detalladas.
- Estudio de prefactibilidad o anteproyecto. Se profundiza el estudio en fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, se detalla la tecnología a emplear, se determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto, siendo la base en que se apoyan los inversionistas para tomar una decisión.
- Proyecto definitivo. Contiene toda la información del anteproyecto, pero se consideran puntos más específicos, se deben actualizar y preparar por escrito las cotizaciones de la inversión, presentar los planos arquitectónicos de la construcción, etc. La información presentada no debe alterar la decisión tomada respecto a la inversión si los cálculos hechos en el anteproyecto son confiables.

3.2. Clasificación de los proyectos de inversión.

De acuerdo con Morales & Morales (2004), los proyectos de inversión pueden clasificarse en cuatro principales rubros:

- 1) De acuerdo con su función, los cuales pueden ser de reemplazo, modernización, innovación, de renovación e incluso de inversiones estratégicas, los cuales se implementan con el objetivo de eficientar algún proceso o área de interés dentro de la organización.
- 2) Según el tipo de inversionista, inversión pública (por parte del gobierno) e inversión privada (por parte de una empresa).

- 3) Según el tipo de inversión, es decir, inversiones reales (adquisición de activos tangibles que forme parte de algún proceso productivo por ejemplo) o inversiones financieras (adquisición de capital accionario de alguna empresa de interés).
- 4) Según el sector de la economía, es decir, sector primario (Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca), sector secundario (Industria básica (generación de energía eléctrica, exploración y explotación petrolera, industria siderúrgica, industria de transformación), o sector terciario (Comunicaciones, transportes, servicios educativos, servicios de salud, servicios bancarios, etcétera).

Así mismo, y con el propósito de optimizar el proceso de toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos para inversiones productivas y de aprovechar al máximo los beneficios que ofrece la aplicación de los métodos financieros de evaluación de proyectos, las empresas suelen clasificar sus inversiones de capital en diferentes categorías, de manera que el proceso de análisis de evaluación de proyectos, así como los parámetros de rentabilidad, se ajusten a las características propias de los proyectos incluidos en cada clasificación.

En función de la relación que los proyectos guardan entre si:

1. Proyectos mutuamente excluyentes: son los que satisfacen el mismo objetivo, por lo que no pueden realizarse al mismo tiempo y debe elegirse uno de ellos.
2. Proyectos independientes: son los que satisfacen objetivos diferentes y pueden aprobarse varios de ellos al mismo tiempo.
3. Proyectos contingentes o dependientes: se trata de proyectos cuyos objetivos dependen entre sí, por lo que es necesario ponerlos en práctica simultáneamente.

El procedimiento para evaluar un proyecto de inversión varía de una empresa a otra, e incluso de un proyecto a otro; sin embargo, casi siempre se realiza lo siguiente:

1. Determinación del monto de la inversión o gastos de capital requeridos.
2. Determinación del costo de capital o tasa de descuento apropiada para el proyecto.
3. Cálculo de los flujos de efectivo netos que se espera que genere el proyecto.
4. Aplicación de algún método de valuación de proyectos.
5. Aceptación o rechazo del proyecto.

3.3 Valor del dinero en el tiempo

El valor del dinero en el tiempo es una de los conceptos financieros más importantes para establecer el valor de un capital. Es importante tener en cuenta que el dinero puede ganar un cierto interés, cuando se invierte por un cierto período, hay que reconocer que una Unidad Monetaria (UM) que se reciba en el futuro valdrá menos que una UM que se tenga actualmente. Es justamente esta relación entre el interés y tiempo lo que lleva al concepto del valor del dinero a través del tiempo. Por ejemplo, una UM que se reciba dentro de año no producirá ningún rendimiento, es decir cantidades iguales de dinero no tienen el mismo valor, si se encuentran en puntos diferentes en el tiempo y si la tasa de interés es mayor que cero.

De acuerdo con Sapag & Nassir (2007), la consideración de los flujos en el tiempo requiere la determinación de una tasa de interés adecuada que represente la equivalencia de dos sumas de dinero en dos periodos diferentes. Puesto que el dinero puede producir ganancias a una cierta tasa de interés a través de su inversión en un período de tiempo, es importante reconocer que una unidad monetaria recibida en alguna fecha futura no produce tanta ganancia como esa unidad monetaria en el presente.

Se puede decir que el dinero también tiene un valor temporal puesto que el poder adquisitivo de una unidad monetaria varía con el tiempo. Durante los períodos de inflación, la cantidad de bienes que pueden comprarse por una determinada cantidad de dinero decrece a medida que el tiempo de compra se traslada más allá hacia el futuro. Aunque este cambio en el poder adquisitivo de la moneda es importante, todavía lo es más el que limitemos el concepto de valor temporal del dinero al hecho de que éste tiene un poder de ganancia.

El interés compuesto es más frecuente utilizado en la práctica que el interés simple, así como la utilización de períodos discretos, es decir, las tasas de interés utilizadas serán anuales, semestrales, mensuales etc.

De igual forma Sapag & Nassir (2007), mencionan que los conceptos de valor del dinero en el tiempo están agrupados en dos áreas: el valor futuro y valor actual. El valor futuro describe el proceso de crecimiento de una inversión a futuro a una tasa de interés y en un período dado. Por su parte, el valor presente describe el proceso de un flujo de dinero futuro que a una tasa de descuento y en un período representa la UM de hoy.

Para determinar dichos conceptos suelen utilizarse algunas fórmulas que simplifican la determinación de éstos, donde la nomenclatura se puede determinar de la siguiente manera:

P = Desembolso inicial, el cual ocurre al principio del primer período.

F = La cantidad que se va a recuperar al final del período n

n = Es el número de períodos (años, semestres, trimestres, meses, etc.)

r = Tasa de interés (%) (costo de oportunidad)

Suponiendo que se tiene una cantidad P, la cual es invertida a un interés compuesto i, la cantidad acumulada al final del primer período sería:

$P + Pr$ simplificando $P (1+r)$ (un periodo)

la cantidad acumulada al final del segundo período, sería la cantidad que se tiene al principio del segundo período más esa misma cantidad multiplicado por el interés i de ese período

$P (1+r) + P (1+r) r$, que también se puede expresar como $P (1+r)^2$ (dos periodos)

De lo anteriormente desarrollado de manera simple y concisa para únicamente dos periodos, podemos generalizar para cualquier número de períodos la siguiente formula:

$$F = P (1 + r)^n \text{ Ec. 1.1}$$

el entendimiento de estas expresión es importante ya que es una de las ecuaciones fundamentales dentro de la matemáticas financieras y se utiliza para determinar el valor futuro F que se obtendrá si se inicia con un cantidad presente P durante n períodos a una tasa de interés de r (%) (tasa correspondiente con el período). De la ecuación para determinar el valor futuro (Ec. 1.1) se puede despejar y obtener la ecuación:

$$P = \frac{F}{1+r^n} \quad \text{Ec. 1.2}$$

ecuación (1.2) que se utiliza para determinar la cantidad presente P (actualización de capital) que representa la cantidad F al día de hoy, con una tasa de actualización r (%).

El costo de capital se le denomina como tasa de capitalización en la ecuación que nos sirve para determinar el valor futuro de flujos de efectivo. (ecuación 1.1) y en el segundo estancia cuando el costo se usa en la formula de valor presente podemos llamarla tasa de descuento.

Las dos ecuaciones anteriores (1.1 y 1.2) son las principales y fundamentales en lo referente al valor del dinero en el tiempo. Además de estas se pueden deducir más formulas referentes a diferentes situaciones probables que se pueden presentar en los flujos de efectivo. Es importante que siempre el interés a utilizar en un determinado problema, debe corresponder al tamaño del período seleccionado, es decir, sí el período es de un semestre, el interés debe ser expresado en forma semestral.

Interés nominal e interés efectivo

Un factor muy importante en las formulas de capitalización y actualización de capital son las tasas de Interés.

Comúnmente, en los proyectos financieros las tasas de interés utilizadas son períodos anuales, sin embargo en la vida real habitualmente existen situaciones en las cuales los intereses se tienen que pagar en períodos más cortos, ya sea semestral, trimestral o mensualmente. Es más conveniente utilizar una tasa anual a una tasa mensual ya que en esta última al cobrarse los intereses en base mensual, es obvio que se acumularan más intereses, ya que cuando el interés que se cobra es compuesto, los intereses generados a su vez producen más intereses. Es decir el 2% mensual no equivale al 12% semestral o al 24% anual.

La formula para determinar el interés efectivo anual para un solo período sería:

$$\text{Interés efectivo anual} = r_{ea} = \left(1 + \frac{r}{q}\right)^q - 1 \text{ Ec. 1.3}$$

donde:

r = Interés nominal anual

q = número de períodos en los cuales se divide el año

y para determinar el interés efectivo anual para varios períodos es:

$$\text{Interés efectivo anual} = r_{ea} = \left(1 + \frac{r}{q}\right)^{qn} - 1 \text{ Ec. 1.4}$$

donde:

r = Interés nominal anual

q = número de períodos en los cuales se divide el año

n = número de años.

De la ecuación (1.4), si el interés nominal anual r se capitaliza continuamente, entonces, el interés efectivo anual es:

$$\text{Interés efectivo anual} = r_{ea} = e^r - 1$$

donde:

r = Interés nominal anual

e = 2.71828183

Interés compuesto continuo

El interés compuesto continuo se define a partir de la razón de que las operaciones monetarias dentro de una empresa se realizan diariamente, y el dinero normalmente se pone a trabajar inmediatamente lo antes posible, por estas

razones se considera relevante desarrollar fórmulas de equivalencia en las cuales se considere que el interés compuesto es capitalizado continuamente.

Para determinar la fórmula de equivalencia que relaciona un valor presente P con un valor futuro F, cuando el interés nominal anual i se capitaliza continuamente, los intereses generados a cada instante deben ser agregados al principal (P) al final de cada infinitesimal período de interés, esto es, si la capitalización es anual, el valor del futuro sería:

$$F = P(1 + r)^n$$

si la capitalización es semestral. El valor futuro sería:

$$F = P\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2n}$$

Si la capitalización es mensual, el valor futuro sería:

$$F = P\left(1 + \frac{r}{12}\right)^{12n}$$

Haciendo que la capitalización sea más pequeña tal que tiende al infinito, se puede obtener la siguiente expresión para obtener el valor futuro dado u dado un valor presente P:

$$F = P e^{rn}$$

donde:

P = Valor presente

F = Valor futuro

r = Interés nominal

n = Número de períodos

Para obtener el valor presente dado que se conoce el valor futuro se utilizaría la siguiente expresión.

$$P = F e^{-rn}$$

3.4 Métodos utilizados para la evaluación de proyectos de inversión.

La evaluación de un proyecto consiste en señalar el valor de éste, estimándolo considerando la corriente de sus flujos netos de efectivo, la tasa mínima de rendimiento que debe generar, así como el monto de la inversión inicial neta que se requiere para efectuar la operación del proyecto.

Así mismo, la evaluación de un proyecto de inversión tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social, de manera que resuelva una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos con que se cuentan a la mejor alternativa. En la actualidad una inversión inteligente requiere de un proyecto bien estructurado y evaluado que indique la pauta a seguirse como la correcta asignación de recursos, igualar el valor adquisitivo de la moneda presente en la moneda futura y estar seguros de que la inversión será realmente rentable, decidir el ordenamiento de varios proyectos en función a su rentabilidad y tomar una decisión de aceptación o rechazo.

La inversión inicial neta es el monto total que se desembolsa para realizar la adquisición de los activos necesarios para operar el proyecto de inversión.

Una vez que se ha seleccionado el proyecto o alternativas el siguiente paso es utilizar algún procedimiento general que ayude a seleccionar el mejor proyecto. Un procedimiento a seguir en la selección de proyectos se puede decir que es el siguiente:

- Asignación de recursos respecto al tamaño del proyecto.
- Métodos de análisis:

- a) Empíricos. Hacen una evaluación subjetiva de dicha diferencia.
 - b) Cuantitativos. Utilizan técnicas numéricas que permiten visualizar las diferencias entre las alternativas.
- Se debe distinguir entre una buena decisión y un buen resultado, ya que una buena decisión esta basada en información disponible y tomada después de un análisis lógico que considere todas las consecuencias de las diferentes alternativas.

Existen métodos que permiten al inversionista y al responsable de finanzas identificar si el proyecto de inversión es atractivo o no desde el punto de vista económico, de acuerdo con Morales & Morales (2004), existen dos tipos de métodos para evaluar un proyecto de inversión: los que consideran el valor del dinero en el tiempo y los que no consideran el valor del dinero en el tiempo, los cuales se pueden observar en el cuadro 7.

Cuadro 7. Métodos de evaluación de proyectos de inversión.

Métodos que no consideran el valor de dinero en el tiempo.	Métodos que consideran el valor de del dinero en el tiempo
<ul style="list-style-type: none"> • Periodo de recuperación • Tasa Promedio de rentabilidad • Interés simple sobre rendimiento o tasa promedio de rendimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor Presente Neto • Tasa Interna de Rendimiento • Índice de Rendimiento a valor presente neto

Fuente: elaboración con base en Morales & Morales (2004).

Adicionalmente se pueden considerar los siguientes métodos:

- *Rendimiento contable promedio (RCP)*

El RCP considera el promedio de las utilidades de un proyecto después de depreciación e impuestos dividido por el valor libro promedio de la inversión

$$RCP = \frac{\text{Utilidad Neta Promedio}}{\text{inversión promedio}}$$

No toma en cuenta la periodicidad de los flujos No ofrece ninguna guía de cuál debe ser la tasa de rendimiento contable correcta para aceptar o rechazar un proyecto.

- *Índice de rentabilidad*

Índice de Rentabilidad o razón costo- beneficio, de un proyecto es la relación entre valor presente de los flujos futuros de efectivo y el gasto inicial. Se puede expresar de la siguiente manera:

$$IR = \left[\frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} \right] / GI$$

A medida que el IR sea de 1.00 o más, será aceptable la propuesta de inversión.

En términos generales, la utilidad de dicha técnica es la siguiente:

- Para valorar la necesidad y oportunidad de acometer la realización del proyecto.
- Para seleccionar la alternativa mas beneficiosa para la realización del proyecto.

- Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios, en el plazo de realización del proyecto.

De acuerdo con Saavedra & Saavedra (2008), no se cuenta con evidencia sobre cuáles son los métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión que más se aplican en México, de modo que se tiene la creencia que se utilizan los métodos tradicionales como son: período de recuperación, valor actual neto y tasa interna de rendimiento, por lo que se hace énfasis en éstos métodos para el desarrollo del estudio empírico propuesto en el capítulo V del presente trabajo.

3.4.1 Valor Presente Neto (VPN)

Baca (2013), menciona que el VPN consiste en sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero, de manera que para aceptar un proyecto las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos, lo cual dará por resultado que el VPN sea mayor que cero. De ésta manera se puede apreciar que éste método considera el valor del dinero a través del tiempo.

Según Johnson y Melicher (2000), el VPN es la diferencia entre el valor presente de los flujos de entrada de efectivo y el valor presente de los flujos de salida de efectivo, por lo tanto la regla de aceptación es que el VPN sea mayor o igual a cero. Valores positivos del VPN indican que el proyecto agrega valor a la organización. Sus desventajas son no dar una idea de rentabilidad. Además, la elección de la tasa de corte o actualización genera dificultad, ya que suele establecerse de forma subjetiva. De acuerdo con Lee & Shih (2011), la fórmula es la siguiente:

$$VPN = \sum_{n=0}^t \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

Donde:

Fn = Flujos neto de efectivo del año n

I = Costo de capital

El método de VPN fue desarrollado inicialmente para la valoración de bonos sin riesgos y su utilización se extendió también a valoración de proyectos de inversión reales, se realizó una analogía entre los cupones del bono y los flujos de caja de un proyecto; sin embargo, la analogía apropiada depende del tipo de proyecto analizado.

El VPN toma en cuenta en forma explícita el valor temporal del dinero, se considera una técnica del presupuesto de capital compleja. Se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus entradas de efectivo descontadas a una tasa equivalente al costo de capital de la empresa (esta tasa se denomina con frecuencia, tasa de descuento, rendimiento requerido, costo de capital o costo de oportunidad).

Según Saavedra & Saavedra (2008), el método del VPN involucra principalmente 6 supuestos:

1. Se trata de un escenario estático.
2. Ignora por completo la volatilidad futura estimada de los flujos que promete el proyecto.
3. La tasa de descuento es conocida y constante.
4. Establece la regla de decisión de llevar a cabo un proyecto de inversión, únicamente se éste es positivo.
5. Compara los proyectos de inversión en un punto en el tiempo.
6. Va en contra de la propuesta principal de las finanzas de diversificar el riesgo a través de diversas inversiones.

De ésta manera, al igual que otras herramientas utilizadas para hacer conjeturas sobre el futuro, el valor presente neto se ve limitado por conjeturas sobre lo que podría ocurrir en el futuro. La utilidad del valor actual neto depende enteramente de la exactitud de los ingresos previstos de un proyecto y la tasa de descuento. Si se fija la tasa de descuento de ingresos demasiado baja o se espera que sea demasiado optimista, entonces el valor actual neto podría reflejar una sobreestimación del potencial de un proyecto.

El VPN es un modelo determinista y que las distintas magnitudes utilizadas son consideradas como perfectamente conocidas, sin embargo, esto constituye en la mayoría de los casos una hipótesis altamente simplificadora de la realidad económica. El horizonte económico de las inversiones difícilmente puede conocerse con precisión, debido a una serie de factores o agentes externos que no se pueden controlar, y que influyen y condicionan los resultados del mismo. Se puede decir que las empresas casi nunca se mueven en el campo de la certidumbre.

3.4.2 Tasa interna de Retorno (TIR)

De acuerdo con Ross, Westerfield y Jaffre (2012), la TIR es la tasa que ocasiona que el VPN del proyecto sea de cero, la fórmula es la siguiente:

$$0 = \sum_{n=0}^t \frac{Fn}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

F_n = Flujos neto de efectivo del año n

I = Costo de capital

La regla de aceptación es que la TIR sea mayor o igual a la tasa de descuento (i).

Al igual que el VPN, el método de la tasa interna de retorno también considera que el tiempo posee valor, además de reflejar todos los flujos de caja. Para Baca (2013), se le llama tasa interna de rendimiento porque supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. Es decir, se trata de la tasa de rendimiento generada en su totalidad en el interior de la empresa por medio de la reinversión.

Las principales limitaciones son que no considera el aumento de la inversión y la magnitud de los flujos de efectivo, además no considera las diversas compensaciones de casos individuales de inversión y se puede dificultar cuando la inversión dura más de dos períodos o cuando los flujos de caja pueden ser ocasionalmente positivos u ocasionalmente negativos.

Es un técnica compleja del presupuesto de capital usada con mayor frecuencia, es mucho mas difícil calcularla manualmente que el VPN. La TIR es la tasa de descuento que iguala el VPN de una oportunidad de inversión a 0 (debido a que el valor presente de las entradas de efectivo es igual a la inversión inicial). Es la tasa de rendimiento anual compuesta que la empresa ganará si invierte en el proyecto y recibe la entradas de efectivo esperadas.

Las principales desventajas que presenta éste método son:

- Valor temporal del dinero. La tasa interna de retorno se mide calculando la tasa de interés al que el valor actual de los flujos futuros de efectivo iguala la inversión de capital necesaria. La ventaja es que el tiempo de los flujos de efectivo en todos los años futuros se consideran, por lo que cada flujo de caja equivale al mismo peso usando el valor temporal del dinero.
- Simpleza. La TIR es una medida fácil de calcular y proporciona un medio simple por el cual comparar el valor de los distintos proyectos en consideración. La TIR le da a cualquier pequeño empresario un panorama general de qué proyectos de capital le proporcionarían el mayor flujo

potencial de efectivo. También se puede utilizar con fines de presupuestación, como proporcionar un panorama general del valor potencial o de los ahorros de la compra de nuevos equipos en lugar de reparar los equipos viejos.

- Tasa crítica de rentabilidad no requerida. En el análisis de la presupuestación de capital, la tasa crítica de rentabilidad, o costo del capital, es la tasa de retorno requerida en la que los inversores se comprometen a financiar un proyecto. Puede ser una figura subjetiva y por lo general termina como una estimación aproximada. El método de la TIR no exige la tasa crítica de rentabilidad, lo que mitiga el riesgo de determinar una tasa errónea. Una vez que se calcula la TIR, se pueden seleccionar los proyectos donde la esta sea superior al costo estimado de capital.
- Ignora el tamaño del proyecto. Una desventaja de usar el método de la TIR es que no tiene en cuenta el tamaño del proyecto al compararlos. Los flujos de efectivo se comparan simplemente con la cantidad de desembolso de capital que genera esos flujos de efectivo. Esto puede ser un problema cuando dos proyectos requieren una cantidad significativamente diferente de inversión de capital, pero el proyecto más pequeño devuelve una TIR superior. Utilizar el método de la TIR solo hace que el proyecto más pequeño luzca más atractivo, haciendo caso omiso del hecho de que el proyecto más grande puede generar flujos de efectivo significativamente más altos y tal vez beneficios mayores.
- Ignora los costos a futuro. El método de la TIR sólo se ocupa de los flujos de efectivo estimados que son generados por una inyección de capital e ignora los posibles costos futuros que pueden afectar la ganancia. Si estás considerando una inversión en camiones, por ejemplo, los costos futuros de mantenimiento y combustible podrían afectar el beneficio, ya que los precios del combustible fluctúan y los requisitos de mantenimiento cambian.

Un proyecto dependiente puede ser la necesidad de comprar un terreno baldío en el cual aparcarse una flota de camiones, y tal costo no sería un factor en el cálculo de la TIR de los flujos de efectivo generados por la operación de la flota.

- Ignora las tasas de reinversión. Aunque la TIR te permite calcular el valor de los flujos de efectivo futuros, hace una suposición implícita de que dichos flujos pueden reinvertirse en la misma proporción que la TIR. Esa suposición no es práctica, ya que la TIR a veces es un número muy alto y las oportunidades que ofrecen tal rendimiento generalmente no están disponibles o están significativamente limitadas.

3.4.3 Periodo dinámico de pago (Pay Back)

De acuerdo con Besley & Brigham (2005), es el periodo de recuperación de la inversión, es decir, el tiempo que se requiere para que la empresa recupere la inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo. Según este criterio, las mejores inversiones son aquellas que tienen un plazo de recuperación más corto.

También puede definirse como el tiempo necesario para cubrir la inversión inicial y su costo de financiación. Se obtiene sumando los flujos netos de caja actualizados, solamente hasta el período en que se supera la inversión inicial. PR menor que el horizonte económico: la inversión inicial se recupera antes del plazo total, por lo tanto el proyecto es aceptable. Mientras menor sea PR, mayor liquidez proporcionará el proyecto y será más conveniente.

PR mayor que el horizonte económico: la inversión inicial no se recupera antes del plazo total, por lo tanto el proyecto no es aceptable. Si el PR es igual al horizonte económico, se cubre la inversión inicial en el plazo total y el proyecto es indiferente. Como ventaja permite conocer cuando se recupera la inversión, y

como desventaja, no considera los flujos netos de caja posteriores al PR y no mide la rentabilidad del proyecto.

Adicionalmente otras desventajas de éste método son:

- Maneja periodos completos, no dice exactamente cuándo se recupera la inversión.
- Cálculo sesgado, no considera vida útil del proyecto.

3.5. Opciones reales como método para evaluar inversiones.

3.5.1. Opciones financieras

Hull (2014), define a una opción financiera como un instrumento que otorga el derecho, más no la obligación, de comprar o vender una cantidad determinada de un activo subyacente (mercancía o instrumento financiero) a un precio preestablecido dentro, o en un periodo de tiempo determinado.

Por su parte Álvarez, Venegas y López (2010), mencionan que una opción es un contrato entre dos partes en donde una de ellas adquiere sobre la otra el derecho, más no la obligación, de comprar o de vender una cantidad determinada de un activo a un cierto precio y en un momento futuro.

Las opciones negociadas son habitualmente sobre contratos de futuros o sobre acciones, y tienen, en general, la característica de ser de tipo americano o europeo. Las del tipo americano se pueden ejercer en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento, utilizando el precio de cierre del subyacente, futuro o acción, para realizar la liquidación de las opciones. Las opciones financieras del tipo europeo solamente se puede ejercer al momento de su vencimiento.

Al igual que los contratos de futuros, las opciones se negocian sobre tasas de interés, divisas e índices bursátiles, pero adicionalmente se negocian opciones sobre acciones y opciones sobre contratos de futuros.

Principales elementos de las opciones financieras.

- **Valor de la acción:** cuanto mayor es el precio de la acción, mayor es el valor de la opción. Esto es claro, pues cuanto mayor sea la diferencia entre el precio de la acción y su precio de ejercicio, mayor será la ganancia que proporcionará la opción, tanto sea una opción de compra como de venta. Ej. Compramos una opción con precio de ejercicio \$100 cuando el precio de la acción era de \$ 95. Si en cierto momento el precio de la acción comienza a aumentar, también aumentará el precio de la opción, pues la oportunidad de ejercerla es potencialmente cierta.
- **Precio de Ejercicio:** Cuanto mayor sea el precio de ejercicio de una opción de compra, menor será el precio de la opción, puesto que será menor la posibilidad de que el precio de la acción supere el precio de ejercicio. Lo contrario para la opción de venta. Es por eso que las opciones cotizan con precios diferentes para precios de ejercicio distintos.
- **Volatilidad:** Cuanto mayor es la volatilidad, más cara es la opción ya que a mayor volatilidad en el precio de la acción la probabilidad de ejercerla en algún momento es mayor.
- **Tiempo de vida:** a medida que se acerca al vencimiento y el precio de la acción está por debajo del precio de ejercicio. El valor de la opción disminuye.
- **Tasa de interés:** La adquisición de una opción de compra sobre una acción es equivalente a comprar la acción pero financiando parte de la compra con

deuda, pues se difiere la mayor parte del pago, esto es el precio de ejercicio. El pago inicial vendrá dado por el costo de la opción, mientras que el pago diferido será el valor presente del precio de ejercicio a la tasa de interés libre de riesgo. Por lo tanto el precio actual de una acción cualquiera debiera ser igual a:

$$S_0 = c + K \cdot E^{-rf} \quad \text{0 suponiendo capitalización discreta} \quad S_0 = c + K^{-(1+rf)}$$

En los cálculos de opciones se suele utilizar la fórmula de Black Scholes, que trabaja con capitalización continua.

- **Dividendos:** Cuando se paga una dividendo en efectivo, disminuye el PN, por ende el valor de libros de la acción disminuye, esto también se refleja en el mercado, observándose un descenso del valor de mercado en la fecha ex dividendo. En consecuencia el valor de una opción de compra disminuye, pero aumenta el valor de una opción de venta.

Tipos de opciones financieras.

De acuerdo con Méndez (2013), existen opciones de compra (call), las cuales otorga el derecho más no la obligación a comprar un determinado activo a un precio de ejercicio (K), durante un tiempo determinado o de vencimiento (t), independientemente del precio del subyacente en el mercado. El otro tipo de opciones son las de venta (put), las cuales su posesión otorga el derecho más no la obligación de vender un activo a un precio de ejercicio pactado (K), a un tiempo de vencimiento (t), independientemente del precio del subyacente en el mercado. Así como en los contratos futuros se observa la existencia de dos estrategias elementales, que son la compra y la venta de contratos, en opciones existen cuatro estrategias elementales:

1) Compra de una opción call

La compra de una Opción Call se realiza cuando se tienen expectativas alcistas con respecto al activo subyacente, es decir si se piensa que el mercado va a subir durante el periodo que abarca el contrato. Cuando se compra una opción call se adquiere la acción a un precio fijo el cual es determinado por el comprador. Además, todo lo que el activo llegue a subir en el mercado sobre dicho precio menos el precio pagado por la prima constituyen las ganancias para el comprador. Básicamente esa ganancia es el diferencial de precio entre la opción call y el precio del mercado, a lo cual se le resta la prima que se le paga al vendedor.

2) Venta de una opción call

Durante la venta de una opción call, el vendedor recibe una prima (el precio de la opción) y tiene la obligación de vender el activo subyacente al precio fijado (precio de ejercicio) si el comprador de la opción llega a ejercer la opción de compra. En este caso, la ganancia del vendedor es la prima del comprador más la posible diferencia entre el precio de ejercicio y el precio estipulado. Un aspecto que hay que tomar en cuenta es que una opción call puede ser vendida sin que haya sido comprada previamente. Al vender una opción call se produce un flujo de dinero inmediato producto de la venta de esa opción. Así mismo sirve para retrasar el momento en que se empiezan a percibir pérdidas debido a la baja en el precio de un activo. En caso de que el activo se mantenga estable, la venta de una opción call brinda una alta rentabilidad lo cuál hace atractivo este tipo de operación.

3) Compra de una opción put

Se puede afirmar que una opción put es básicamente un derecho a vender, lo que significa que la compra de una opción de este tipo es la adquisición del derecho a vender. La adquisición de opciones put puede usarse como medio de cobertura cuando se anticipan en precios de activos que se poseen como acciones. Esto se debe a que mediante la compra de una opción put, se puede fijar el precio a partir

del cual se pueden obtener ganancias. Si el precio del activo llega a caer, los beneficios obtenidos mediante la opción put pueden compensar total o parcialmente la pérdida producida por esa caída.

4) Venta de una opción put

Durante la venta de una opción put, el vendedor está realizando la venta de un derecho por el cual cobra una prima. Al vender ese derecho, al mismo tiempo adquiere la obligación de comprar el activo en caso de que el comprador de la opción put quiera ejercer su derecho a vender. Si un inversionista considera que el precio de un activo va a entrar en un periodo de mayor estabilidad, también puede pensar lógicamente que no habrán fuertes caídas en el precio y que se den ligeras subidas. En este caso, puede venderse una opción put en la cual va a ser fijado un precio a partir del cual el inversionista esté dispuesto a comprar, mientras tanto se ingresa la prima. El precio límite para la compra, constituye el precio de ejercicio al que se venderá la opción put.

Los factores que influyen en el precio de las opciones que se mencionaron con anterioridad, impactan en el valor de la opción ya sea de forma positiva o negativa, de tal manera que en el cuadro 8 se observa dicho impacto:

Cuadro 8. Impacto de los principales factores en los tipos de opciones.

Impacto de los principales factores en los tipos de opciones		
Factor	Opción de compra	Opción de venta
Valor del activo subyacente (precio de la acción)	+	-
Precio de ejercicio	-	+
Volatilidad de la acción	+	+
Tasa de interés	+	-
Tiempo para el vencimiento	+	+

Fuente: elaboración con base en Sabau & Roa (1998).

Adicionalmente Méndez (2013), menciona que las opciones financieras se pueden clasificar según el valor de compra/venta respecto al subyacente de 3 formas:

1) Opción “In the Money”, es decir opción dentro de dinero, son aquellas en las que por la diferencia entre precio de ejercicio y precio del subyacente, se ejerce la opción.

2) Opción “At the Money”, en este caso el precio de ejercicio es igual al precio del subyacente.

3) Opción “Out of the Money”, aquellas en las que el no se ejercería la opción ya que la diferencia entre precio de ejercicio y precio del subyacente resulta ser desfavorable.

3.5.2. Opciones reales

La teoría de opciones reales parte de la teoría de opciones financieras desarrollada por Fisher Black y Myron Scholes en 1973. En el caso de las opciones reales, el activo subyacente es un activo físico “real”. Las opciones reales están relacionadas con el concepto de intangibles de un proyecto, en tanto y en cuanto a que algunos de estos intangibles puedan trasladarse a un ámbito en que puedan ser abordarse de un modo tangible.

Dixit & Pindyck (1994), mencionan que una opción real es el derecho, sin obligación, para aplazar, abandonar o ajustar un proyecto en respuesta a la evolución de la incertidumbre. De ésta manera se puede decir que una opción real es una acción que un inversionista puede usar para modificar un proyecto.

De acuerdo con Saavedra & Saavedra (2008), el método de opciones reales comenzó a utilizarse a partir de los últimos años del siglo XX de forma complementaria al VPN, esto para el caso de los proyectos de inversión, debido a que demuestra su utilidad cuando el VPN medio esperado está próximo a cero,

denotando una gran incertidumbre sobre su valor, y brindando un panorama más amplio para el encargado de la toma de decisiones.

Por su parte Fernandes et. al. (2011), mencionan que desde el momento en que el sector energético comenzó un proceso de desregulación, con un alto nivel de competitividad y una mayor incertidumbre del mercado asociada, las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos por sí solas se volvieron insuficientes para abordar adecuadamente estos factores adicionales de riesgo e incertidumbre. Siendo el enfoque de opciones reales, una técnica más sofisticada que los métodos tradicionales al momento de evaluar proyectos de energía eólica.

De esta manera Santos et. al. (2014), concluyen que las opciones reales otorgan flexibilidad a los inversores tratándose de decisiones sobre activos reales, permiten apreciar la incertidumbre asociada con los flujos de efectivo y otorgan la facilidad a los inversores de tomar decisiones que influyan de manera positiva en el valor final del proyecto.

Dixit & Pindyck (1995), afirman que las opciones reales se pueden aplicar a industrias específicas y para el caso de las inversiones en energía, consideran la irreversibilidad, incertidumbre y flexibilidad temporal de éstos proyectos.

Según López (2001), se genera una opción si existe la posibilidad de alterar el curso de los acontecimientos futuros en caso de que se pueda producir un cambio en el entorno vigente, así como cuando existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad.

En concreto, la valoración de las opciones reales es más importante cuando:

- Existe una gran incertidumbre donde el equipo directivo puede responder flexiblemente a una nueva información. Si la incertidumbre fuese pequeña o no existiera, las opciones reales carecen de valor, puesto que serían inútiles.

- El valor del proyecto está próximo a su umbral de rentabilidad (si el VPN es muy grande, casi con toda seguridad el proyecto se realizará sea cual sea su flexibilidad; por otro lado, si el VPN es negativa en gran magnitud, éste será desechado sin hacer caso del valor de la flexibilidad).

De ésta manera, Miller y & Waller (2003), mencionan que el análisis de opciones reales tiene sus raíces en la investigación financiera y solo recientemente comenzó a influir en la práctica de gestión, proponiendo un enfoque cuantitativo centrado en proyectos de inversión específicos disponibles para una empresa. Los analistas aplican modelos de valoración de opciones para determinar el potencial de creación de valor a partir del mantenimiento de la flexibilidad bajo incertidumbre. Además, al enmarcar las decisiones de inversión reales en términos análogos a las opciones financieras, la teoría de la opción real argumenta que la reducción de riesgos puede resultar de dividir grandes inversiones en una serie de decisiones más pequeñas. La distribución de inversiones a lo largo del tiempo permite a los gerentes responder a contingencias en desarrollo. Al invertir en flexibilidad, los gerentes pueden aprovechar los resultados al alza (ganancia) y evitar los resultados a la baja (pérdida).

Por su parte Méndez (2013), plantea que para aplicar el método de opciones reales, un proyecto debe de tener las siguientes características:

1. Exista un espacio temporal, donde se puedan alterar las características del proyecto, entre la decisión de inversión y el desembolso de la inversión.
2. El valor de la inversión a realizar hasta el desembolso final que iniciará el proyecto sea menor a éste.
3. El valor presente de los flujos de caja este sujeto a volatilidad. En el caso de que la volatilidad sea 0, la valoración con opciones ofrecería el mismo resultado que la valoración usando el VPN. La volatilidad aporta valor, ya que siguiendo la regla de decisión $\max(S - K; 0)$ cuando el valor es menor que 0 no se tendría en cuenta dado que no se llevaría a cabo la inversión,

en cambio, cuando debido a la volatilidad los valores presentes esperados aumentan la valoración lo refleja.

Adicionalmente, Amram y Kulatilaka (2000), hacen referencia que desde el punto de vista de las opciones reales, se demuestra que una mayor incertidumbre puede provocar un valor superior del activo si los directivos logran identificar y utilizar sus opciones para responder con flexibilidad al desarrollo de los acontecimientos.

3.5.3. Diferencias entre opciones financieras y opciones reales.

El activo subyacente es algo tangible en el caso de las opciones reales, mientras que en el caso de las opciones financieras es un valor mobiliario como una acción o un título de renta. Lutherman (1998), menciona que en el caso de las opciones reales, el activo subyacente es un conjunto de flujos de efectivo comerciales, cualquier pérdida predecible de valor asociada con diferir la inversión es como el dividendo que no se obtiene en el caso de la participación en opciones financieras de una empresa.

El activo subyacente de las opciones reales en general no es negociado, por el cual no podemos observar la varianza de los rendimientos, aunque se puede recurrir a técnicas de simulación. Las opciones financieras no son emitidas por las empresas cuyas acciones constituyen el activo subyacente. La gerencia controla el activo subyacente a las opciones reales, por ejemplo cuando decide expandir o abandonar un proyecto.

El ejercicio de las opciones reales puede afectar la naturaleza de la incertidumbre a la que se enfrenta la empresa, cuando por ejemplo, ejerce una opción de expansión y genera reacciones a la competencia. En el cuadro 9 se muestra una comparación entre las opciones financieras y las opciones reales.

Cuadro 9. Analogía de las opciones financieras con las opciones reales.

Opciones financieras	Opciones reales
Las OF se hacen sobre títulos que circulan en el mercado.	Las OR se hacen sobre activos no disponibles en el mercado.
El precio del activo es observable.	El precio del activo no es observable.
Las OF son en su mayoría, no emitidas por las empresas cuyas acciones son contingentes, sino por agentes independientes.	Las OR son creadas por los administradores de las empresas que controlan los activos objeto de la opción.
El agente que emite la opción no influye sobre las acciones de la empresa, ni sobre el valor de sus activos (acciones).	La administración de la empresa propietaria del activo dispone de este a voluntad.
El riesgo es completamente exógeno; la incertidumbre sobre la tasa de retorno del activo no puede ser manipulada por los agentes que compran/venden las OF.	Las acciones de la empresa que posee la OR pueden afectar las acciones de la competencia y modificar la incertidumbre asociada a la OR.

Fuente: Con base en Dixit & Pindyck (1994), Trigeorgis (1996), López (2001), Álvarez, Venegas & López (2010).

3.5.4. Tipos de opciones reales

Según Trigeorgis (1996), en un proyecto de inversión, pueden presentarse distintas opciones reales, las cuales se pueden apreciar en el cuadro 10.

Cuadro 10. Tipos de opciones reales.

Tipo de opción	Características
Opción de Esperar	Flexibilidad de esperar al momento de realizar la inversión inicial.
Opción de abandonar	Abandonar permanentemente la construcción no continuando con el programa de inversiones previsto.
Opción de contraer	Contraer la escala del proyecto reduciendo un monto de inversión planificado previamente.
Opción de expandir	Expandir la escala del proyecto realizando una inversión adicional.
Opción de cambio a mejor uso alternativo	Cambiar el uso del proyecto a su mejor uso alternativo, con un valor de salvamento específico.

Fuente: elaboración con base en Trigeorgis (1996).

Aplazar el momento de la inversión: La opción de diferir o aplazar una inversión aparece cuando una compañía cuenta con la flexibilidad de diferir la inversión para esperar que se cuente con más información y decidir si sigue adelante o no. Miller & Waller (2003), mencionan que las empresas compran una opción real de compra al realizar inversiones de apoyo en nuevos mercados. Por ejemplo, suponiendo una inversión que consiste en extraer cierto metal de una mina y que demandará un millón de pesos. Si el precio actual del metal es tan bajo que no conviene realizar la inversión, los costos operativos superan los ingresos que podría obtener por la venta del metal. Pero si se cuenta con la opción de diferir el inicio de la explotación por un año, no se precisa realizar la inversión hoy.

Opción de expandir el negocio: De acuerdo con Méndez (2013), Las opciones de crecimiento asociadas a un proyecto permiten, en determinados plazos, adquirir un parte adicional al mismo a cambio de una inversión incremental. Las empresas cuentan con flexibilidad para ampliar sus negocios; podría ser el caso de una empresa que podría expandir su capacidad de producción en un escenario donde la economía continúe creciendo. Si la economía continúa igual, la producción actual sería suficiente para atender a los clientes; si sobreviene una recesión, los inventarios se acumularán y la producción debería disminuir. La situación es incierta, puede ocurrir que la compañía tenga esperanzas de que la economía continúe creciendo, pero no quiere arriesgarse. Una forma en que la empresa puede lidiar con la incertidumbre sería realizar un pago de reserva por un terreno baldío donde podría construir una nueva planta. Este pago le daría a la firma el derecho de comprar la propiedad dentro de seis meses por una cantidad mayor. Si la compañía falla en conseguir el dinero adicional, sólo pierde la reserva. El pago de reserva representa el pago necesario equivalente para tener la opción de comprar el terreno y el pago extra, el dinero necesario para completar el precio de ejercicio. La decisión de ir adelante o no depende del estado de la economía; por supuesto, que la empresa podría decidir no ir adelante y en el caso de que la economía entre en recesión, se ahorraría el pago de la reserva.

Investigación y desarrollo como una opción: Las inversiones iniciales en investigación y desarrollo pueden ser vistas como una opción de compra. En algún momento de la investigación, una empresa tiene la opción de gastar más si ve que la investigación parece promisoría o cerrarla si percibe que no va por buen camino. Lo único cierto es que si otro firma desarrollara antes el producto, la empresa podría perder terreno frente a la competencia.

Los gastos de investigación y desarrollo tienen mucha importancia para firmas de desarrollo de software o productos medicinales, y no tanto para una firma que ofrece productos como comida rápida.

Opción de contraer: Miller y Waller (2003), refieren que la flexibilidad para reducir (o salir por completo) es la característica esencial de las opciones de venta. Es posible que se pudiera redimensionar el tamaño del negocio (*opción de contraer*) vendiendo ciertos activos fijos y activos de trabajo; de esta manera reduciría los costos fijos para adaptar una empresa a la demanda del momento. Si por ejemplo, el negocio de la comida exótica congelada no funciona tan bien en el futuro, porque la demanda no respondió a las previsiones, tal vez se pueda redimensionar el negocio, quedándose sólo con lo activos necesarios.

Opción de abandonar: Una opción de abandono, es una opción de venta con un precio de ejercicio dado que permite obtener dicho precio si se tiene expectativas a la baja del negocio. Tal vez las condiciones cambien tanto en el futuro que determinado negocio no merezca continuarse, si por ejemplo, cambian los hábitos o preferencias de consumo de la población por el producto que produzca cierta empresa.

Opción de cambiar (switching option): otra opción que tienen algunas empresas es el cambio en el método de producción y en su capacidad de adaptarse a la demanda. Miller y & Waller (2003), señalan que La opción de cambiar las operaciones de un proyecto es como un portafolio de opciones de compra y venta. Por ejemplo reiniciar las operaciones de un proyecto que fue interrumpido es como una opción americana de venta, cuyo precio de ejercicio podría ser tener que pagar indemnizaciones y otros gastos.

Conclusión capítulo III.

El capítulo 3 aborda los principales conceptos que involucra la evaluación de las inversiones, así como los antecedentes y la importancia de la evaluación financiera para todo tipo de inversiones.

Se presentaron los principales métodos de evaluación de proyectos de inversión y se abordan claramente, presentando tanto métodos que no consideran el valor de dinero en el tiempo, como los que si lo consideran. De ésta manera se hace énfasis en los que se utilizan en el caso empírico que se presenta en el capítulo 5: VPN, TIR y Pay back, que son considerados métodos tradicionales, mencionándose tanto sus ventajas como sus limitaciones.

Adicionalmente, se explica detalladamente el método de opciones reales y se realiza una analogía para explicar las similitudes que presentan con las opciones financieras ya que se puede decir que las opciones reales emanan de éstas. Se mencionan sus principales elementos y el método más utilizado para evaluarlas, como es el caso de la fórmula de Black & Scholes y que sirve de base para el caso empírico del capítulo 5.

Se concluye que es importante conocer los diferentes métodos de evaluación financiera, sus ventajas y desventajas, así como la manera correcta de implementarlos ya se de manera individual o en conjunto para una toma de decisiones más acertada en los proyectos de inversión

Capítulo IV. Riesgo en las inversiones a largo plazo.

4.1. Riesgo.

El análisis de cualquier inversión conlleva identificar los principales factores que se presentan a la hora de evaluar dicha inversión, siendo los factores que se presentan frecuentemente el riesgo y la incertidumbre. Los conceptos de riesgo e incertidumbre son distintos: mientras que el riesgo considera que los supuestos de proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se puede estimar; la incertidumbre enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. Giones, Brem & Berger (2018), mencionan que la distinción entre riesgo e incertidumbre es evidente en las crisis financieras mundiales, donde los diferentes actores involucrados vieron cómo sus modelos de riesgo no podían capturar la incertidumbre derivada de una situación desconocida inesperada. De igual forma, mencionan que en un escenario de incertidumbre, se hace más difícil predecir el futuro; los modelos que antes eran útiles ahora muestran una fiabilidad limitada, provocando que los ejecutivos encuentren cada vez más difícil evaluar una situación y predecir cuándo y cómo se desarrollarán los eventos.

Jorion (2004), menciona que el riesgo es la volatilidad que presentan los flujos financieros no esperados, derivada por lo general del valor de los activos o los pasivos.

Los riesgos surgen de la incertidumbre sobre el futuro y que la exposición al riesgo puede surgir de la posibilidad de pérdida económica, financiera o social, el daño físico o lesión, o el retraso. De ésta manera, se puede decir que el riesgo de una inversión es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto negativo sobre al menos un objetivo del proyecto. Si ocurre alguno de estos eventos inciertos, puede haber un impacto sobre el costo, el programa, la calidad o el rendimiento de proyecto. De igual forma, el riesgo se puede definir como la posibilidad de que ocurra un evento adverso o no, que puede provocar consecuencias adversas.

Por su parte Sapag (2007), expone que:

“La definición más común de riesgo es la de la variabilidad relativa del retorno esperado (o la desviación estándar del retorno esperado) respecto del retorno medio, en cuanto a la magnitud de la variación. Mientras más alta sea la desviación estándar, mayor será la variabilidad del retorno y, por consiguiente, el riesgo”. (Pág 334).

La incertidumbre de un proyecto crece en el tiempo y el desarrollo del medio condicionará la ocurrencia de los hechos estimados en su formulación. Blyth et. al. (2007), mencionan que la incertidumbre se representa como un shock de precios anticipado o un evento de información (por ejemplo, la introducción de una nueva política de cambio climático importante) en algún momento que podría afectar el flujo de caja de un proyecto de manera adversa o favorable. La sola mención de las variables principales incluidas en la preparación de los flujos de caja deja de manifiesto el origen de la incertidumbre: el precio y la calidad de las materias primas; el nivel tecnológico de producción; las escalas de remuneraciones; la evolución de los mercados; la solvencia de los proveedores; las variaciones de la demanda, tanto en cantidad y calidad como en precio; las políticas del gobierno respecto del comercio exterior (sustitución de importaciones, liberalización del comercio exterior); la productividad real de la operación, entre otras.

Una diferencia menos estricta entre riesgo e incertidumbre identifica al riesgo como la dispersión de la distribución de probabilidades del elemento en estudio o los resultados calculados, mientras que la incertidumbre es el grado de falta de confianza respecto a que la distribución de probabilidades estimadas sea la correcta.

Factores como el número insuficiente de inversiones similares que puedan proporcionar información promediable; los prejuicios contenidos en los datos y su apreciación, que inducen efectos optimistas o pesimistas, dependiendo de la subjetividad del análisis; los cambios en el medio económico externo que anulan la

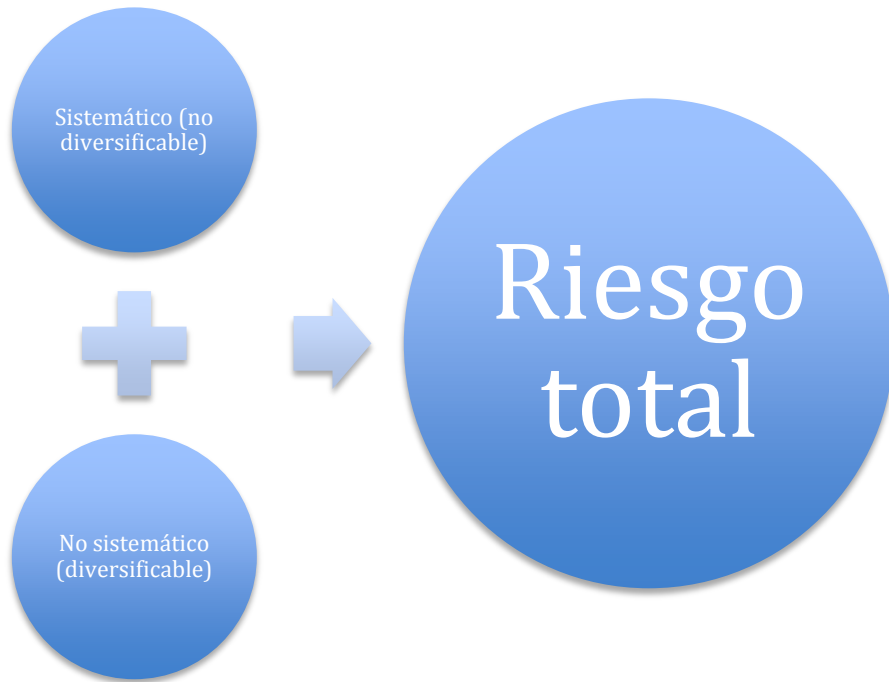
experiencia adquirida en el pasado y la interpretación errónea de los datos o los errores en la aplicación de ellos, son factores que pueden conllevar un aumento del riesgo y la incertidumbre en las inversiones.

Es conveniente sensibilizar los resultados de la evaluación, es decir, determinar cuán sensible es la decisión adoptada respecto a las principales variables que inciden en la rentabilidad del proyecto, especialmente de aquellas de difícil predicción. Este tipo de análisis consiste en medir el máximo cambio o variación porcentual máxima que podría experimentar una variable sin dejar de hacer rentable el proyecto. En otros términos representa la variación de un indicador por un incremento o decremento de uno o varios factores que intervienen en su cálculo, permitiendo definir un margen admisible para estas variaciones.

4.2 Principales tipos de riesgo

El riesgo se puede abordar desde dos perspectivas diferentes: desde el punto de vista de un inversionista o desde el punto de vista de una empresa. El riesgo visto desde el punto de vista desde un inversionista en títulos de una empresa se puede dividir tal como se observa en la figura 4.

Figura 4. Tipo de riesgo desde el punto de vista desde un inversionista en títulos de una empresa.



Fuente: elaboración propia

Chen, Roll y Ross (1986) representan el riesgo sistemático mediante factores de riesgo derivados de variables macroeconómicas que pueden influir en el precio de los activos por sus efectos en el flujo esperado de dividendos y en los factores de descuento de dichos flujos. Se puede decir que éste tipo de riesgo implica cambios en el rendimiento de un título de una empresa, derivado de factores que afectan al mercado en su totalidad y están dados de manera externa a la empresa que lo emite, por ejemplo las tasas de interés, la inflación del país donde se emiten los títulos, así como los cambios en las expectativas de los inversionistas con respecto al desempeño de la economía en general. López (2006), menciona que el grado de integración de los mercados adquiere importancia para la valuación de los activos, pues si un mercado está plenamente integrado, los precios de los activos se establecen mediante una base netamente internacional, es decir, el riesgo sistemático mundial es la única fuente pertinente para la valuación.

La herramienta utilizada para medir el riesgo sistemático es la beta, la cual sirve para medir la sensibilidad de los rendimientos de los títulos a los cambios en los rendimientos del portafolio del mercado.

El riesgo no sistemático es aquel propio de la empresa en particular y que resulta independiente de factores económicos, políticos, entre otros; que impactan en todos los activos, por ejemplo el gobierno corporativo, el adelanto tecnológico de la empresa, los niveles de apalancamiento financiero y operativo de la empresa, etc. Cabe mencionar que con la diversificación eficiente del portafolio de inversión, resulta posible reducir éste tipo de riesgo.

Por otra parte, Jorion (2004), menciona que desde el punto de vista de las empresas, éstas se encuentran sujetas principalmente a tres tipos de riesgos:

- Riesgos de negocios: se trata de los que la empresa asume a fin de ofrecer valor agregado a los accionistas y crear ventajas competitivas y comprenden principalmente las innovaciones tecnológicas y la mercadotecnia, así como el diseño del producto. Éste tipo de riesgos pueden ser controlados por la empresa al optimizar los recursos que utiliza en las distintas áreas, también es conocido como riesgo sistemático.
- Riesgos estratégicos: son el resultado de cambios en las variables fundamentales de la economía o en el entorno político.
- Riesgos financieros: tienen que ver con cambios en los mercados financieros que pueden perjudicar a las empresas, tales como tasas de interés o tipos de cambio. A diferencia del riesgo de negocio, esta fuera del control de la empresa por lo que también se le conoce como riesgo no sistemático.

A su vez, Besley (2008), describe que en los riesgos financieros se encuentran otros específicos, como el riesgo de mercado (variaciones en el cambio de precios); el riesgo de crédito, es decir, variaciones que derivan de la posibilidad de que las contrapartes no accedan o no puedan cumplir con sus obligaciones pactadas contractualmente, el riesgo legal (cambios normativos repentinos, demandas legales); el riesgo moral (proporcionar datos engañosos sobre la suficiencia crediticia o financiera); el riesgo de liquidez (variaciones de liquidez en el mercado); los riesgos fiscales (costo fiscal de operaciones de cobertura) y, entre los más importantes, los riesgos contables (desconfianza en que los informes financieros no reflejen la posición financiera, los resultados de la operación, las variaciones en el capital, así como el uso y la aplicación de los recursos). Debido a que la presente investigación pretende evaluar un proyecto de inversión en energía eólica, se hace énfasis en los riesgos a los que se encuentra expuesta una empresa, así como los riesgos propios de los proyectos de inversión.

Se ha desarrollado todo un campo de estudio en torno al riesgo financiero para disminuir su impacto en empresas, inversiones, comercio, etc. El riesgo también puede entenderse como la posibilidad de que los beneficios obtenidos sean menores a los esperados o de que no hay un retorno en absoluto. De éste modo, es importante precisar los principales tipos de riesgo de acuerdo con diversos autores, los cuales se pueden observar en el cuadro 11.

Cuadro 11. Tipos de riesgo financiero

TIPO DE RIESGO	DEFINICIÓN
RIESGO DE MERCADO	Se deriva de cambios en los precios de los activos y pasivos financieros (o volatilidades) y se mide a través de los cambios en el valor de las posiciones abiertas. Un ejemplo son los fondos especializados en divisas digitales como bitcoin y ripple, que de acuerdo con El financiero (2018), han tenido restricciones para cotizar en bolsas, lo que les ha generado grandes pérdidas, siendo instrumentos con una elevada volatilidad.

Cuadro 11. Tipos de riesgo financiero (continuación).

<p>RIESGO DE CRÉDITO</p>	<p>Se presenta cuando las contrapartes están poco dispuestas o imposibilitadas para cumplir sus obligaciones contractuales. De acuerdo con Lopez (2009), La importancia del riesgo de crédito se puede analizar desde dos perspectivas; por un lado, en función de la eficiente asignación de recursos a los mejores usos; por otro, ante la posibilidad de detectar alertas tempranas o señales de deterioro que permitan acciones correctivas para evitar el riesgo de incumplimiento. Un ejemplo, es cuando un comprador obtiene un préstamo para la compra de un automóvil y se compromete a devolver dicho dinero más los intereses. Entonces el riesgo de crédito está ligado con la posibilidad de que se produzca un impago de la deuda.</p>
<p>RIESGO DE LIQUIDEZ</p>	<p>Se refiere a la incapacidad de conseguir obligaciones de flujos de efectivo necesarios, lo cual puede forzar a una liquidación anticipada, transformando en consecuencia las pérdidas en “papel” en pérdidas realizadas. Un ejemplo es el Banco InvestaBank, el cual de acuerdo con un artículo de la revista expansión (2017), fue la única de las 44 instituciones de banca múltiple que incumplió con el nivel mínimo de liquidez en el último trimestre de 2016. Esto debido a que registró un coeficiente de cobertura de liquidez de 54.84% en el último trimestre de 2016, cuando el mínimo que requiere el regulador del sistema financiero, por el tamaño de la entidad, es de al menos 70%.</p>

Cuadro 11. Tipos de riesgo financiero (continuación).

RIESGO OPERACIONAL	Se refiere a las pérdidas potenciales resultantes de sistemas inadecuados, fallas administrativas, controles defectuosos, fraude, o error humano. Un ejemplo son las empresas japonesas Suzuki, Mazda y Yamaha Motor, las cuales de acuerdo con el economista (2018), reconocieron haber falsificado los controles de contaminación de determinados vehículos. Dichas irregularidades salieron a la luz después de que el gobierno ordenara investigaciones internas a los 23 fabricantes de automóviles y motos de Japón.
RIESGO LEGAL	Se presenta cuando una contraparte no tiene la autoridad legal o regulatoria para realizar una transacción. Un ejemplo es América Móvil y Telcel, que de acuerdo con la revista proceso (2018), el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) les impuso una multa por 96 millones 825 mil 831.51 pesos por celebrar convenios de exclusividad con Blue Label México que le impedían comercializar o proporcionar tiempo aire de los competidores de Telcel en el servicio de telefonía móvil. Dichas acciones van en contra de las nuevas leyes en materia de Telecomunicaciones considerándose prácticas monopólicas.
RIESGO DE TRANSACCIÓN	Asociado con la transacción individual denominada en moneda extranjera: importaciones, exportaciones, capital extranjero y préstamos.
RIESGO DE TRADUCCIÓN	Surge de la traducción de estados financieros en moneda extranjera a la moneda de la empresa matriz para objeto de reportes financieros.

Cuadro 11. Tipos de riesgo financiero (continuación).

RIESGO ECONÓMICO	Asociado con la pérdida de ventaja competitiva debido a movimientos de tipo de cambio. Un ejemplo es la empresa Pemex que de acuerdo con el economista (2018), obtuvo 25% más de ganancias de Enero a Julio de 2018, pero perdió 50,000 millones de pesos por rubros asociados a la depreciación cambiaria, sumado a un pago de impuestos 10% mayor. Esto debido a que en el segundo trimestre del año el dólar pasó de 18.34 a 19.86 pesos, con lo que en el segundo cuarto del año la pérdida neta fue de 163,172 millones, restando 118,000 millones de pesos a las cuentas de la empresa de abril a junio del 2018.
------------------	---

Fuente: elaboración a partir de Lewent (1990), Fragoso (2002), Jorion (1999), Baca (1997) y Díaz (1996).

Como se puede observar en el cuadro anterior, los riesgos que plantean los autores en su gran mayoría, siguen la lógica de la teoría tradicional para valorarlo mediante las variaciones de los precios en el mercado, por lo cual, las empresas que no cotizan en el mercado de capitales, no contarían con herramientas para manejar la incertidumbre en su operación, solo hacen referencia a dos tipos de riesgo (liquidez y operacional), que afectarían a las empresas directamente en países de economías emergentes, dichos riesgos sí son tenidos en cuenta por el modelo de valoración propuesto. De igual forma Villegas (2005), menciona algunos otros riesgos que se pueden encontrar:

- Riesgos de tasas de interés.

Producido por la falta de correspondencia en el monto y el vencimiento de activos, pasivos y rubros fuera del balance. Generalmente cuando se obtiene créditos a tasas variables.

- Riesgo de insuficiencia patrimonial.

Se da cuando las instituciones no tienen el tamaño de capital adecuado para el nivel de sus operaciones corregidas por su riesgo crediticio.

- Riesgo de endeudamiento o estructura del pasivo.

Ausencia de fuentes de recursos adecuados para el tipo de activos que los objetivos corporativos señalen. Incluye el no poder mantener niveles de liquidez adecuados y recursos al menor costo posible.

- Riesgo de gestión operativa.

Posibilidad de ocurrencia de pérdidas financieras por deficiencias o fallas en los procesos internos, en la tecnología de información, en las personas o por ocurrencias de eventos externos adversos.

- Riesgo soberano.

Posibilidad de incumplimiento de las obligaciones con el Estado.

- Riesgo sistémico.

Conjunto del sistema financiero del país frente a choques internos o externos. En esta clasificación se encuentran riesgos externos de afectación general y poco específicos para las empresas, como es el riesgo soberano, solo se observa el riesgo de endeudamiento que será tenido en cuenta en el modelo de valoración propuesto.

Mejía et. al. (2017), realizaron un estudio sobre los principales riesgos en algunas empresas de diferentes sectores en México, identificando a las empresas que

están categorizadas como empresas grandes. Posteriormente se correlaciona el tamaño de la empresa con el sector económico y el personal ocupado, además de identificar a las empresas que cotizan en el mercado de valores. De este modo, realizaron entrevistas con directivos y personal que cuenta con información de la situación de dichas empresas, esto para el sector Financiero, Comercial, Entretenimiento y Metalúrgico, de acuerdo con la clasificación que proponen.

En el caso de la empresa del sector Financiero, Mejía et. al. (2017), mencionan que los riesgos económicos, como el débil crecimiento económico de los países en los que operan; la deflación, o los niveles significativos de inflación; los tipos de cambio; las bajas tasas de interés; el endurecimiento de políticas monetarias, entre otras, son variables que ponen en peligro a las economías y hacen complicado que los clientes de créditos hipotecarios y de consumo puedan hacer frente a sus deudas. Para el caso de la empresa del sector comercial, la compañía participa en los mercados de México y de Estados Unidos. Los riesgos que experimenta son similares en ambas regiones y están asociados con las variables económicas y sociales, además de con las variables internas de la compañía. En este sentido, para las compañías, la influencia de la regulación nacional e internacional es determinante. Sin el cumplimiento de estas no sería posible su operación. Adicionalmente para el sector de entretenimiento, los cambios en la legislación actual y las nuevas leyes pueden afectar significativamente las operaciones y sus ingresos, y no se puede prever el impacto de las modificaciones. De acuerdo con los autores, y en base a la información que revela la compañía, el Grupo está expuesto al riesgo de precio en valores de capital, por inversiones existentes y clasificadas en los estados de situación financiera consolidados tanto disponibles para la venta como conservados para su negociación. Para mitigar el riesgo, el Grupo diversifica su portafolio mediante la observación de los límites establecidos por el mismo. Finalmente para el caso de la empresa metalúrgica la exposición que tiene a los riesgos de mercado, operación y financieros, derivados del uso de instrumentos financieros como la tasa de interés, la variación del precio del cobre, el riesgo de crédito, de liquidez, y

el riesgo cambiario, los cuales se administran en forma centralizada, situación que lleva a una evaluación continua. Para ello se cuenta con analistas financieros que están en distintas instituciones financieras del mundo, quienes procuran, según el análisis, que se tomen las mejores decisiones de negocio o de inversión, y que no necesariamente están integradas al sistema de riesgos de operación.

Adicionalmente, los autores mencionan que las empresas estudiadas podrían estar sujetas a multas o a clausura parcial o total de sus instalaciones; incluso pueden ser objeto de sanciones penales, en caso de que se consideren fuera de cumplimiento de cualquiera de las leyes o los reglamentos aplicables en México y en los países donde operan.

Una vez definidos y revisados los riesgos a los que puede estar expuesta una empresa, el paso a seguir es la administración o gestión de dichos riesgos, Wilches Chaux (1998) define la Gestión de Riesgos como un proceso de toma de decisiones en base a la expectativa de beneficios futuros, ponderando las posibilidades de pérdidas inesperadas, controlar la puesta en práctica de las decisiones y evaluar los resultados de forma homogénea y ajustada según la posición asumida.

La administración de riesgos financieros es un área especializada de las finanzas corporativas que se debe dedicar al manejo o cobertura de los riesgos financieros. Las empresas y sus directivos deben estar preparados para gestionar los riesgos según el tipo de empresa y su exposición. En cuanto a las empresas pequeñas o medianas, éstas pueden estar expuestas a unos riesgos más del corto o mediano plazo, riesgos del entorno más próximo al mercado en el cual tienen influencia, etc. ésto debido a su tamaño, estructura y el entorno en el cual se desenvuelven. Mientras que las grandes empresas pueden verse afectadas por riesgos del más largo plazo, riesgos de mercados más globales, etc.

4.3 Riesgos en las inversiones.

De acuerdo con el Project Management Institute (2013), los riesgos de una inversión tienen su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Los riesgos que han sido identificados y analizados son los que se definen como conocidos y es posible planificar algunas medidas para éstos, mientras que los riesgos desconocidos específicos presentan la imposibilidad de gestionarse de manera proactiva, lo que sugiere que debe crearse un plan de contingencia.

La administración de riesgos proporciona mejores resultados a los proyectos, lo cual se debe a que se toman mejores decisiones sobre los procesos de planificación y diseño, que permite prevenir o evitar los riesgos que pudieran aparecer, y de esta manera elaborar una buena planificación de las contingencias que hagan frente a los riesgos y sus impactos.

El objetivo de la administración del riesgo de una inversión es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los eventos adversos para dicha inversión. Esto incluye los procesos relacionados con la planificación de la administración de riesgos, la identificación, el análisis cualitativo y cuantitativo, acciones de respuesta a las amenazas y el seguimiento y control de los riesgos de un proyecto; la mayoría de estos procesos se actualizan durante la vida del proyecto, e interactúan entre sí.

Los tipos de riesgo que se pueden presentar durante el desarrollo de una inversión son:

- Riesgo económico: que sería aquel al que está expuesta toda empresa en un periodo de tiempo largo, por el hecho de que alguna de las variables cambien inesperadamente.

- Riesgo de pronóstico: cuando vamos a realizar una inversión debemos fijar unos parámetros básicos, pero si no están bien calculados puede desencadenar en un error precisamente por no haber fijado esos parámetros adecuadamente.
- Riesgo operativo: este hace referencia a la naturaleza de la actividad de la empresa. Por ejemplo, una heladería en Moscú.
- Riesgo de los negocios: alteraciones por el ciclo de explotación de la empresa en los que los flujos de caja se vean alterados. Además de un error en la estimación de crecimiento respecto al volumen de ventas.
- Riesgo de crédito: cuando una empresa presta capital corre el riesgo de no recuperarlo en el plazo establecido.
- Riesgo de cambio: cuando se producen diferencias o variabilidades en las cotizaciones de las divisas (€, \$, ¥)
- Riesgo de mercado: es el que se produce cuando un inversor entra en el mercado para negociar activos y se produce una modificación en el valor de éstos por alteraciones en los precios, por los tipos de cambio, tipos de interés, etc.
- Riesgo financiero: es el que asume la propia empresa como consecuencia de la política financiera que sigue, es decir, de la estructura de su pasivo. (Recursos propios, recursos ajenos, reservas, etc.)
- Riesgo de liquidez: muy característico en las inversiones financieras (derivados) como consecuencia de no poder vender el instrumento por su valor intrínseco a la mayor brevedad posible.

- Riesgo de transferencia: el que asume la empresa como consecuencia de que los acreedores sean extranjeros localizados en otro país y no puedan acceder al cobro porque la divisa en que la deuda está emitida es distinta a la de su país.
- Riesgo legal: referido a cometer quebrantos como consecuencia de una mala calidad, gestión, tiempo de entrega fijados a la hora de la contratación. También por cambios de normativa o inseguridad jurídica de la operación.
- Riesgo sistemático: provocado por la insolvencia o crisis de una institución, o de mercado cuya naturaleza sea de tal importancia como para afectar al sistema financiero de un país.
- Riesgo ambiental: de acuerdo con la revista Daphnia (2018), un riesgo medioambiental es toda circunstancia o factor que conlleva la posibilidad de un daño para el medio ambiente. De ésta manera, se puede asociar siempre a peligro, es decir, a cualquier propiedad, condición o circunstancia en que una sustancia, un producto, una instalación, un equipo o un proceso puede ocasionar un daño directo a la cantidad o a la calidad del suelo, del agua, del aire, de los ecosistemas o indirecto a personas o bienes como consecuencia de los anteriores. Un ejemplo de éste tipo de riesgo es Monsanto, empresa agrícola, unidad de Bayer AG, la cual de acuerdo con El Economista (2018), deberá pagar 289 millones de dólares a un hombre que enfermó de cáncer por sus herbicidas, especialmente por uno llamado Roundup, lo cual provocó una caída en sus acciones del 11% en la bolsa de Frankfurt. Adicionalmente, enfrenta más de 5,000 procesos similares en todo Estados Unidos. Por su parte, el portal de CNN menciona que en marzo de 2015, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (IARC), dijo que el ingrediente clave de Roundup, el glifosato, es “probablemente cancerígeno para los humanos” y que la interacción entre el glifosato y otros ingredientes en

Roundup causa un "efecto sinérgico" que hace que el producto sea más cancerígeno.

Cada día toma mayor importancia para las empresas conocer, con el mayor rigor posible, el impacto ambiental que producen o pueden producir, pues continuamente se ven sometidas a presiones desde distintos ámbitos para conseguir su reducción o eliminación. Este es el objetivo de numerosas iniciativas legislativas, económicas o formativas que tienen en el concepto de riesgo medioambiental el eje de su desarrollo.

El reconocer la inclusión de la variable medioambiental en la gestión empresarial es un aspecto que ha adquirido peso y por ende el medio ambiente se ha convertido en un factor de competitividad y de perdurabilidad, lo anterior en un contexto cada vez más globalizado e inmerso en una sociedad que a medida que pasa el tiempo es más consciente de la necesidad de cuidar el entorno y más exigente con las prácticas que atentan contra el mismo. De acuerdo con todo lo anterior, al momento de hacer la evaluación, suele existir desconocimiento sobre muchos aspectos relacionados con el proyecto, como por ejemplo:

- La evolución de la economía local, nacional e internacional.
- Los tiempos y el monto a invertir en el proyecto.
- La obsolescencia de la tecnología.
- Las modificaciones en la moda.
- Los factores climáticos que afectan las cosechas o factores específicos según la naturaleza del proyecto.
- Los cambios en las regulaciones y/o en las políticas de la actividad.

Todo ello puede afectar el valor de los indicadores de rentabilidad, lo cual hace necesario considerar el riesgo en la evaluación de proyectos. Adicionalmente, es importante señalar que las variables que inciden en los indicadores de rentabilidad pueden ser:

- Ciertas o no aleatorias: Su valor se conoce con certidumbre en el momento de tomar la decisión acerca de la conveniencia de la ejecución del proyecto.
- Aleatorias: Su valor no es conocido con exactitud.

Del mismo modo se puede definir al riesgo en los proyectos de inversión como la variabilidad de su rentabilidad medida a través de alguno de sus indicadores (VPN, TIR, etc.).

4.4. Métodos para medir el riesgo.

Para medir el riesgo de los proyectos, se utilizan métodos que permiten plasmar el riesgo de manera explícita para tenerlo en cuenta al momento de tomar decisiones. Éstos suelen clasificarse en dos categorías, según si incorporan o no la probabilidad de ocurrencia.

Los métodos que dejan de lado la probabilidad de ocurrencia de algún evento adverso son:

- **Determinación de las variables críticas.** Consiste en que para cada una de las variables que inciden en el VPN se estima:
 - a) La elasticidad del VPN respecto de cada variable.
 - b) La variabilidad de esa variable.
 - c) El indicador de variable crítica.
- **Punto de nivelación.** Para cada una de las variables se puede determinar su valor mínimo (en caso que incidan en forma positiva) y su valor máximo (en caso que incidan en forma negativa). Suponiendo que el resto de las variables asumen sus valores medios. Este procedimiento se suele utilizar cuando el valor de una variable importante para el proyecto es desconocido

- **Análisis de sensibilidad.** Efectos que producen sobre el VPN las variaciones en los valores de las variables. Para elegir las variables con las cuales se hará el análisis de sensibilidad es útil determinar previamente cuáles son las más críticas para el proyecto. Una de las variables muy utilizada en este tipo de análisis es la tasa de descuento, debido principalmente a las dificultades en la determinación de su valor. Es necesario elegir rangos de variación “razonables” para cada variable, acordes con la información disponible. El análisis de sensibilidad permite visualizar la forma en que cada variable incide en el VPN del proyecto y se dispone de más información sobre los probables resultados del proyecto.

Por ejemplo, si se sensibiliza el VPN respecto de la cantidad producida anualmente y del precio de venta del bien, se pueden identificar los rangos de combinaciones de valores de esas variables que permiten obtener VPN positivos. Si se piensa que esas combinaciones son razonables, puede concluirse que la ejecución del proyecto es conveniente, mientras que si no es así, se plantean dudas sobre su conveniencia. Pueden presentarse dificultades al definir los rangos dentro de los cuales puede variar cada variable. Si previamente se han determinado las variables críticas, esos rangos deberán ser coherentes con el indicador de variabilidad de cada variable. En algunos proyectos existen relaciones entre las variables que influyen en los indicadores de rentabilidad. Por ejemplo, la cantidad de agua disponible para riego afecta la producción de uva, pero si se cosecha poca uva su precio puede ser más alto. En estos casos, es necesario considerar las posibles relaciones entre esas variables.

- **Análisis de escenarios.** Combinan en forma coherente las variables más críticas, es decir, determina un escenario optimista, un escenario pesimista y un escenario promedio. Este método suele ser muy útil cuando se plantea originalmente un escenario, pero el evaluador no está seguro sobre su certeza.

El método que incorpora la probabilidad de ocurrencia de ciertos factores de riesgo más usado es:

- **Método Monte Carlo.** Permite obtener una distribución probabilística del VPN, a través de la selección aleatoria de valores de las distintas variables que en él inciden, acorde con la distribución de probabilidades de cada una. Se puede trabajar con muchas variables aleatorias.

La Simulación Montecarlo simula los resultados que puede asumir un dato de una serie mediante la asignación aleatoria de un valor a cada variable pertinente del flujo de efectivo. La selección de valores aleatorios otorga la posibilidad de que al aplicarlos repetidas veces a las variables relevantes, se obtengan suficientes resultados de prueba para que se aproxime a la forma de distribución estimada (Sapag, 2007: 296).

La simulación Monte Carlo es otro intento más de modelar la incertidumbre del mundo real. Este método toma su nombre del famoso casino europeo porque examina los proyectos de la misma manera en que se podr.an analizar estrategias de juegos de apuestas. Su esencia consiste en resultados repetidos, de acuerdo con la situación, la computadora puede utilizarse para generar miles o incluso millones de resultados, el resultado de todas estas repeticiones es una distribución del flujo de efectivo en cada año futuro.

Además, la simulación Monte Carlo se considera un paso que va más allá tanto del análisis de sensibilidad como del análisis de escenarios, las interacciones entre las variables se especifican explícitamente; por lo tanto (al menos en teoría), esta metodología proporciona un análisis más completo. Y, como subproducto, tener que construir un modelo preciso permite que quien hace el pronóstico amplíe y profundice la comprensión del proyecto.

Conclusión capítulo IV.

En éste capítulo se aborda uno de los principales conceptos a considerarse en toda inversión: el riesgo. Se consultaron diversos autores con el fin de dar un concepto adecuado de riesgo y los diferentes tipos, encontrándose que los más comunes son riesgos de negocios, riesgos estratégicos y riesgos financieros, los cuales tienen que ver con la posibilidad de éxito o fracaso de un proyecto.

Además, se sabe que los riesgos financieros se subdividen en otros tipos más específicos y que la principal labor de quien está a cargo de la evaluación financiera, debe realizar un análisis detallado sobre el impacto de este en los posibles resultados en la inversión a realizar.

Se explicaron los principales riesgos financieros y se presentaron ejemplos con la finalidad de plasmarlos en sucesos reales y que suelen ocurrir en el día a día.

Adicionalmente, se encontró que cada día toma mayor importancia para las empresas conocer el impacto ambiental que producen o pueden producir, pues continuamente se ven sometidas a presiones desde distintos ámbitos para conseguir su reducción o eliminación y actualmente ha cobrado fuerza, convirtiéndose en un llamado riesgo ambiental.

Se concluye que el riesgo es un elemento que siempre está presente en toda inversión y se debe de buscar la manera de mitigarlo, tratar de cuantificarlo y sensibilizar todo proyecto frente a posibles desviaciones de los planes establecidos, con la finalidad de brindar mayor certeza para la toma de decisiones.

Capítulo V. Métodos de evaluación de inversiones en el sector energético.

5.1. Inversión en un proyecto de energía eólica en México.

La participación de fuentes renovables de energía en México, ha tenido una historia de creciente importancia. A raíz de las ventajas que traería la diversificación de la canasta energética, fundamentada en la disponibilidad de recursos, la progresiva reducción en los costos de inversión asociados a su aprovechamiento, y la evolución en términos de rendimiento y sofisticación de tecnologías como son las relacionadas con la energía eólica y la solar, estas alternativas, comienzan a cobrar sentido para ser incorporadas en la matriz energética nacional.

En el caso de estudio presentado a continuación se aplican los métodos de Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), así como la teoría de opciones reales a la evaluación de un proyecto de energía eólica en México para determinar el método que denota mayor flexibilidad y plasma mayor información para una adecuada toma de decisiones, bajo los supuestos de riesgo que conllevan éste tipo de proyectos de largo plazo.

La construcción de un parque eólico se caracteriza por implicar una gran inversión inicial necesaria para realizar los estudios de pre factibilidad, factibilidad y la construcción misma del parque. Es importante destacar que un porcentaje importante del total de la inversión es por concepto de equipos y aerogeneradores, otro ítem importante son las obras civiles, terreno, estudios y conexión al sistema eléctrico. La mayor parte del costo total instalado de un proyecto eólico está relacionada con los aerogeneradores. Los contratos para estos normalmente incluyen las torres, la instalación y la entrega, excepto en China. El rango de la participación de las turbinas eólicas en los costos totales instalados históricamente ha variado de 64 a 84% para la energía eólica terrestre y de 30 a 50% para la

energía eólica marina, esto de acuerdo con la base de datos de costos renovables de IRENA & EWEA (2018).

En los principales mercados, a medida que los costos han disminuido, la proporción de aerogeneradores ha tendido hacia el extremo superior de este rango. Las cinco categorías principales de costos determinan los costos totales instalados de un proyecto eólico:

- Costo de la turbina: aspas del rotor, caja de engranajes, generador, góndola, convertidor de potencia, transformador y torre.
- Trabajos de construcción para la preparación del sitio y cimientos de las torres.
- Conexión a la red: incluye transformadores y subestaciones y conexión a la red de distribución o transmisión local.
- Costos de planificación y proyecto: dependiendo de la complejidad del proyecto, estos pueden representar una parte significativa del saldo de los costos del proyecto (es decir, los costos no relacionados con la turbina) .
- Tierra: El costo de la tierra representa una de las partes más pequeñas de los costos totales. La tierra generalmente se alquila a través de contratos a largo plazo para disminuir los altos costos administrativos asociados con la propiedad de la tierra, pero a veces se compra directamente.

Así mismo la Agencia Internacional de las Energías Renovables (2018), menciona que el análisis económico de la energía eólica debe tener en cuenta varios aspectos básicos:

- Los costos de inversión.
- Los costos anuales de explotación, es decir, operación y mantenimiento.

- Los costos anuales de financiamiento.

Los costos de inversión más importantes en el proyecto de un parque eólico terrestre y su participación en el costo total son:

- Costos de estudios de viabilidad: <2%. Incluyen el estudio del recurso eólico, análisis del emplazamiento, diseño inicial, estudio de impacto ambiental, estudio de rentabilidad y gestión de proyecto, entre otros gastos iniciales.
- Costos de equipamiento (aerogenerador): 65-84%. Incluyen los de producción de la turbina y equipos auxiliares, y la transportación hasta el sitio de emplazamiento e instalación.
- Costos de obra civil: 4-16%. Incluyen la transportación interna dentro del emplazamiento de la turbina y la torre, la construcción de la cimentación y carreteras, y otros costos relacionados con la infraestructura necesaria para la instalación y puesta en marcha de las turbinas.
- Costos de conexión a la red: 9-14%. Incluyen el cableado, las subestaciones y las líneas eléctricas necesarias.
- Otros costos de inversión: 4-10%. Por ejemplo, costos financieros durante la construcción, ingeniería, permisos legales y de uso del terreno, licencias, consultas, seguros y, además, los sistemas de monitoreo.

Por su parte, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), menciona en su sitio web que el costo de instalación de un parque eólico en el 2012 se situó en un rango de US\$1,740/KW a US\$2,000/KW, integrado de la siguiente manera:

- Aerogeneradores: 65%
- Conexión a la Red: 11 %
- Cimentaciones y obra civil: 15%
- Desarrollo y gestión de la Construcción: 9 %

La Asociación Europea de Energía Eólica (2018), clasifica los costos de inversión en éste tipo de proyectos como lo muestra el cuadro 12.

Cuadro 12. Costos de inversión de proyectos de energía eólica.

Concepto	Distribución costos totales (%)		Distribución de otros costos (%)	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Turbina	74	82	-	-
Fundaciones	1	6	20	25
Instalaciones eléctricas	1	9	20	15
Conexión a red	2	9	35	45
Consultoría	1	3	5	10
Terreno	1	3	5	10
Costos financieros	1	5	5	10
Construcción de accesos	1	5	5	10

Fuente: European Wind Energy Association (2018), consultado en: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/LEANWIND-Driving-cost-reductions-in-offshore.pdf>

De igual forma, la Dirección Nacional de Energía en Uruguay (2011), menciona que los costos asociados a la turbina (aspas, generador, góndola, torre, supervisión y montaje), se ubican en el entorno del 70 % del costo total del proyecto. Otros costos importantes están relacionados con la conexión a la red y la construcción de las fundaciones de los aerogeneradores. Por lo tanto, el costo de la inversión a realizar dependerá, más allá de la opción tecnológica, del sitio donde el parque sea instalado (accesibilidad, distancia con respecto a la red eléctrica, topografía, disponibilidad y costo de servicios de grúas y logística, tipo de suelo y otros).

Adicionalmente, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (2018), menciona que el costo nivelado de la electricidad (LCOE por sus siglas en inglés) es un indicador del precio de la electricidad requerido para un proyecto en el que los ingresos serían iguales a los costos, incluido un rendimiento del capital invertido igual a la tasa de descuento o WACC. Un precio de la electricidad por encima de este arrojaría un mayor rendimiento del capital, mientras que un precio

por debajo de la misma produce un rendimiento del capital más bajo, o incluso una pérdida. Así, el LCOE depende en gran medida de cuatro factores:

- Factor de capacidad: es el resultado de una interacción de varias variables, entre las cuales la más importante es la naturaleza y la calidad del recurso eólico, seguida del diseño de la turbina eólica y la disponibilidad operativa, incluida la reducción potencial.
- Costos totales instalados: el costo de la turbina suele ser el elemento de mayor costo en un proyecto eólico, aunque dependiendo de la complejidad del proyecto, su participación puede ser menos importante. Esto es aún más para proyectos eólicos marinos.
- WACC: El costo de la deuda, la prima de capital de los inversionistas y la participación de la deuda y el capital en un proyecto van todos hacia el valor final del WACC.
- Costos de operación y mantenimiento: los gastos operacionales consisten en costos fijos y variables y pueden representar hasta el 20% -25% del LCOE.

Una de las tendencias importantes en el mercado eólico es la amplia gama de turbinas eólicas ofrecidas por los fabricantes para permitir a los desarrolladores elegir diseños que ofrezcan el LCOE más bajo para las limitaciones del sitio que enfrentan. General Electric, Siemens y Vestas casi han duplicado el número de ofertas en su cartera desde 2010, y cada una ofrece más de 20 modelos. Esto también ayuda a reducir los costos por debajo de lo que serían de otra manera, ya que utilizar los mismos componentes estructurales en una plataforma determinada puede significar que hasta el 50% de los componentes de la turbina son idénticos, lo que reduce significativamente los costos de desarrollo y desbloquea las eficiencias de la cadena de suministro, esto de acuerdo con European Wind Energy Association (2018).

Los precios de los aerogeneradores fluctúan con la oferta y la demanda, así como con los ciclos económicos. Esto último puede afectar el costo de los materiales utilizados en la fabricación de aerogeneradores, ya que estos tienen una exposición significativa a los precios de los productos básicos, en particular los de cobre, hierro, acero y cemento, dado que representan una parte considerable del costo final de un viento. turbina. Los precios de los aerogeneradores alcanzaron un mínimo en el período 2000-2002, pero los precios aumentaron a medida que aumentaban los precios de las materias primas, el suministro de turbinas se estrechaba y el crecimiento de las turbinas más grandes y de mayor rendimiento se aceleraba. Durante el período 2000-2002, el precio promedio de la turbina en los Estados Unidos alcanzó su nivel más bajo, en alrededor de USD 800 / kW y alcanzó un máximo de alrededor de USD 2 000 a 2 100 / kW en 2008, (Wiser y Bollinger, 2017). De acuerdo con European Wind Energy Association (2018), en Europa, los precios promedio alcanzaron un máximo de alrededor de USD 1 900 / kW para los contratos firmados en 2008/2009.

5.2. Supuestos del proyecto.

En la elaboración del proyecto antes descrito, se plantean los siguientes supuestos:

- Se plantea la realización de un proyecto eólico en el ejido Santo Domingo, en el Istmo de Tehuantepec debido a que se conoce el potencial del régimen de vientos con el que cuenta el estado de Oaxaca. El proyecto constará de 45 aerogeneradores con capacidad de 2.1 MW cada uno y un total de 94.5 MW de potencia total a instalar.
- Tomando en cuenta la información referente a los principales costos de inversión en proyectos de energía eólica emitida por la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Dirección Nacional de Energía en Uruguay, Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas

Renovables (CETER), los costos de la inversión se determinan de la siguiente manera:

- Costos de equipamiento (aerogenerador): 65%.
 - Cimentaciones y costos de obra civil: 15%.
 - Costos de conexión a la red: 11%.
 - Otros costos de inversión costos financieros durante la construcción, ingeniería, permisos legales y de uso del terreno, licencias, consultas, seguros y, además, los sistemas de monitoreo: 9%.
-
- De acuerdo con la empresa Acciona en su portal web (2019), los aerogeneradores tienen una vida útil de entre 20 y 25 años e incluso gracias a las nuevas tecnologías, ya se encuentran en desarrollo modelos que superarán la durabilidad promedio de los aerogeneradores. Para la elaboración del caso empírico se supone una vida útil de los aerogeneradores de 20 años y se deprecia a ese lapso. Por lo cual, para el año 21 se recupera como el valor de salvamento la inversión en el terreno y el saldo final del capital de trabajo neto de operación para el año 20.
 - El proyecto está conectado a la red; por lo cual no se asumen costos de conexión.
 - El Costo de Capital Promedio Ponderado es considerado como la tasa de descuento y es estimado mediante un método propuesto por Godfrey y Espinosa (1996), el cual se plantea más adelante.
 - Toda la energía que se genere será vendida a precios obtenidos mediante un pronóstico que se realiza con base a las cifras emitidas por la Secretaria de Energía (SENER), a través de su portal web.

- **Aerogeneradores**

- Fabricados por Gamesa Corporación Tecnológica S.A., el quinto mayor fabricante mundial de aerogeneradores.
- Modelo de aerogenerador: Gamesa G114 2.1 MW
- Potencia nominal por aerogenerador de 2.1 MW
- Energía a producir: 315,000,000 de Kwhr/año (7,000,000 Kwhr/año por cada aerogenerador)
- Altura de la torre: 80 metros.
- Cada torre pesa 145 toneladas.
- Cada nacela pesa 93 toneladas.
- Diámetro de las aspas ensambladas: 114 metros; cada aspa tiene con una longitud de aproximadamente 57 metros. Cada aspa pesa 13.2 toneladas.
- Altura total (torre más aspa en su punto más alto): 137 metros, el equivalente a un edificio de 45 pisos.

El proyecto se compone de 45 aerogeneradores y un total de 94.5 MW de potencia total a instalar. (Cada aerogenerador tiene un peso de 277.6 toneladas).

De acuerdo con proyectos similares implementados en Oaxaca, se encontró en particular el proyecto Piedra Larga (Fase I), ubicado en Unión Hidalgo; Oaxaca, desarrollado por Gamesa, el cual ocupó los autogeneradores del tipo Gamesa G114 de 2.1 MW , teniendo una inversión de 200,000,000 dólares. A partir de éste monto se estiman los montos para cada rubro mediante un prorrateo utilizando un tipo de cambio de \$19.20, los resultados se observan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Inversión estimada para un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

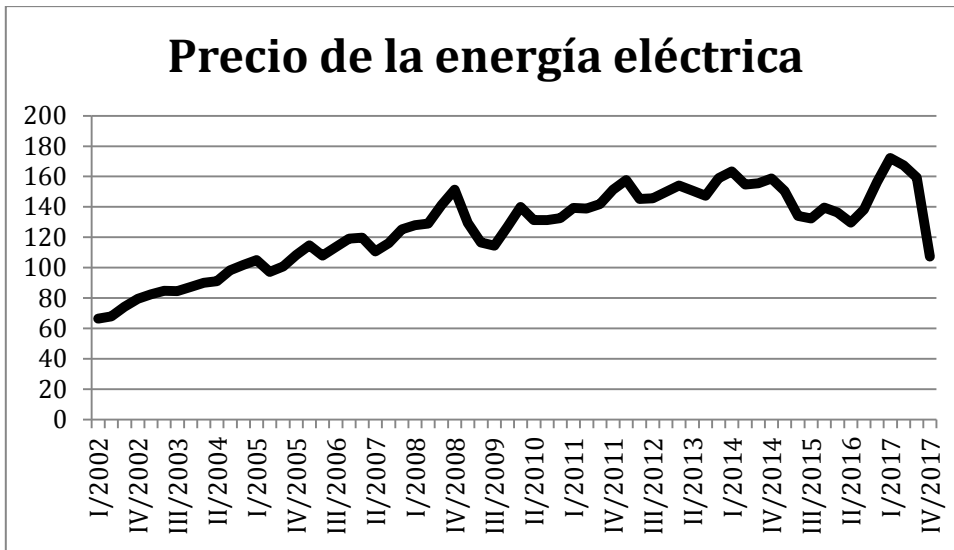
Concepto	Inversión en porcentaje	Inversión de dólares	Inversión en pesos
aerogeneradores	65%	130000000	2,496,000,000
obra civil	15%	30000000	576,000,000
conexión a la red	11%	22000000	422,400,000
costos financieros	9%	18000000	345,600,000
Total	100%	200,000,000	3,840,000,000

Fuete elaboración propia.

5.2.1. Ingresos

Para la estimación de la retribución a las renovables se calcula de manera aproximada la producción y el precio de mercado. La fuente de ingresos se basa principalmente en la retribución de la energía que se genera, de manera que el cálculo de éste rubro se obtiene a través del producto de la estimación de energía que se produce con los aerogeneradores 315,000,000 de Kwhr/año, por un estimado de los precios de la energía eléctrica obtenido a través de un pronóstico de los precios emitidos por la Secretaría de Energía (SENER) a 2018, éste es expresado (centavos por kilowatts-hora), los cuales se pueden observar en la gráfica 11.

Gráfica 11. Precio de la energía eléctrica en México.



Fuente: SENER (2018).

Se utiliza el método de mínimos cuadrados para estimar el precio de la energía eléctrica para los próximos 20 años, los cuales se observan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Precio estimado de la energía eléctrica en México 2019-2039.

Año	Precio promedio
2019	172.5849367
2020	177.4991763
2021	182.4134159
2022	187.3276555
2023	192.2418951
2024	197.1561348
2025	202.0703744
2026	206.9846140
2027	211.8988536
2028	216.8130932
2029	221.7273328
2030	226.6415724
2031	231.5558120
2032	236.4700516
2033	241.3842912
2034	246.2985308
2035	251.2127705
2036	256.1270101
2037	261.0412497
2038	265.9554893
2039	270.8697289

Fuente: elaboración propia con base en datos de SENER (2018).

5.2.2. Costos

Un proyecto eólico presenta costos de muy variadas naturalezas. Por un lado están los referentes a gastos operativos del parque como es el caso de la operación y mantenimiento, el pago de seguros, arrendamiento de terrenos, el peaje de conexión a la red, la administración del parque, etc. Dentro del mantenimiento se incluye la gestión de la instalación, la revisión de los sistemas de seguridad, las revisiones periódicas de tornillería y elementos mecánicos, los ajustes de componentes, la protección anticorrosiva, el mantenimiento de la obra civil, etc.

Se ha determinado que el costo anual de operar y mantener una planta eólica, a partir de estimaciones que se pueden encontrar en la literatura, como también en evaluaciones económicas de parque eólicos de similares características, indican que el porcentaje que representan los costos de mantención y operación sobre los costos totales de un proyecto eólico no son muy altos y se encuentra en torno al 1.6%-1.7% de la inversión. Posteriormente, en el cuadro 15 es posible observar cómo se distribuyen aproximadamente los costos de operación de un proyecto eólico:

Cuadro 15. Distribución de los costos de operación del proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Concepto	Distribución de costos totales (%)
Arrendamiento de terreno y servidumbre	18
Seguros	13
Energía desde la red	5
Mantención de generadores	26
Administración	21
Misceláneos	17
Total	100

Fuente: DEWI (German Wind Energy Institute).

De ésta manera se suponen gastos de operación y mantenimiento de 1.8% anuales, los cuales se observan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Distribución de los gastos de operación y mantenimiento de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Concepto	Distribución de costos totales en dólares	Distribución de costos totales en pesos
Arrendamiento de terreno y servidumbre	\$648,000.00	\$12,441,600.00
Seguros	\$468,000.00	\$8,985,600.00
Energía desde la red	\$180,000.00	\$3,456,000.00
Mantenición de generadores	\$936,000.00	\$17,971,200.00
Administración	\$756,000.00	\$14,515,200.00
Misceláneos	\$612,000.00	\$11,750,400.00
Total	\$3,600,000.00	\$69,120,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en DEWI (German Wind Energy Institute).

Adicionalmente, se considera una tasa de crecimiento tanto para costos como para ingresos equivalentes a la tasa de inflación estimada para los próximos años, la cual se calcula a través del método de mínimos cuadrados, considerando el histórico de inflación en México a partir del año 2000 consultado en la base de datos del Banco de México (Banxico, 2019). Los resultados obtenidos se observan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Inflación en México estimada del año 2019 al año 2039.

Año	Inflación promedio
2019	3.632807018
2020	3.541350877
2021	3.449894737
2022	3.358438596
2023	3.266982456
2024	3.175526316
2025	3.084070175
2026	2.992614035
2027	2.901157895
2028	2.809701754
2029	2.718245614
2030	2.626789474
2031	2.535333333
2032	2.443877193
2033	2.352421053
2034	2.260964912
2035	2.169508772
2036	2.078052632
2037	1.986596491
2038	1.895140351
2039	1.803684211

Fuente: elaboración propia con base en datos de Banxico (2019).

5.2.3. Estimación de la tasa de descuento.

Como bien lo mencionan Godfrey y Espinosa (1996), la estimación más adecuada del costo de capital de las inversiones en los mercados en vías de desarrollo presenta grandes dificultades, de tal manera que proponen calcularla mediante la suma de la tasa de interés libre de riesgo del país donde se realiza dicha inversión, más una prima de riesgo que refleje el riesgo país, la cual, de acuerdo con Saavedra (2008), se puede expresar de la siguiente manera:

$$K = R_f + (R_b - R_{usa})$$

K = Tasa de descuento del proyecto de inversión realizado en México.

R_f = Tasa libre de riesgo en México

Rb = Rentabilidad de los bonos de México a largo plazo.

Rusa = Rentabilidad de los bonos de EUA a largo plazo.

Para éste caso en particular, la tasa libre de riesgo es el promedio del año 2018 de la tasa de CETES a 91 días, para la tasa de rentabilidad de los bonos tanto de México como de EUA a largo plazo, se utiliza el promedio para 2018 de la tasa de los bonos a 10 años, todos obtenidos de la base de datos del Banco de México (Banxico, 2018).

Rf = Tasa libre de riesgo en México	7.83
Rb = Rentabilidad de los bonos de México a largo plazo	7.93
Rusa = Rentabilidad de los bonos de EUA a largo plazo	2.91

$$K = 7.83 + (7.93 - 2.91) = 12.8525\%$$

5.3. Flujos de efectivo.

Para poder calcular la rentabilidad del proyecto es necesario obtener los distintos flujos de caja que tienen lugar a lo largo de la vida útil del mismo. A su vez, estas entradas y salidas de dinero dependen de distintas variables, en este caso muchas de ellas características de los parques eólicos. Normalmente, antes de la fecha de puesta en marcha, tienen lugar una serie de desembolsos para el pago de la inversión y de los costos de las compra correspondientes, éstos representan las aportaciones de capital necesarias para financiar la adquisición o desarrollo de los activos del proyecto. Una vez que empieza el funcionamiento de los equipos aerogeneradores, se generarán unos determinados flujos de caja durante la vida útil del proyecto que representan el flujo neto de entradas y salidas de efectivo derivadas del funcionamiento de la instalación con los que se pretende una recuperación de la inversión llevada a cabo.

Para el caso planteado se considera que las ventas equivalen a la generación de energía de los aerogeneradores, considerando un aumento tanto en el precio de venta como en los costos del proyecto equivalentes a la inflación estimada en el cuadro 17, adicionalmente se considera la proyección del precio obtenida en el cuadro 14 para los próximos años. Con base en diferentes organismos internacionales especializados en energías renovables como la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), la Dirección Nacional de Energía en Uruguay, Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), los cuales mencionan que la vida útil promedio de los aerogeneradores es de 20 años, se hace la estimación del proyecto para ese lapso sin considerar valor de salvamento ya que para el caso del terreno, se considera que se realiza a través de arrendamiento con el gobierno federal. De ésta manera, los flujos de efectivo proyectados para los próximos 20 años, se esperan conforme lo muestra el cuadro 18.

Cuadro 18. Flujos de efectivos proyectados de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ventas		\$543,642,550.62	\$559,122,405.39	\$574,602,260.16	\$590,082,114.93	\$605,561,969.70
Costos variables						
Energía desde la red		\$3,456,000.00	\$3,581,549.81	\$3,708,385.06	\$3,836,320.44	\$3,965,160.90
Mantenimiento de generadores		\$17,971,200.00	\$18,624,059.01	\$19,283,602.29	\$19,948,866.27	\$20,618,836.70
Administración		\$14,515,200.00	\$15,042,509.20	\$15,575,217.24	\$16,112,545.84	\$16,653,675.79
Costos fijos						
Arrendamiento de terreno		\$12,441,600.00	\$12,893,579.32	\$13,350,186.20	\$13,810,753.57	\$14,274,579.25
Seguros		\$8,985,600.00	\$9,312,029.51	\$9,641,801.15	\$9,974,433.14	\$10,309,418.35
Otros gastos		\$11,750,400.00	\$12,177,269.36	\$12,608,509.19	\$13,043,489.49	\$13,481,547.07
Total		\$69,120,000.00	\$71,630,996.21	\$74,167,701.12	\$76,726,408.74	\$79,303,218.07
Depreciación		\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00
Flujo de efectivo neto	-3,840,000,000	\$349,722,550.62	\$362,691,409.18	\$375,634,559.04	\$388,555,706.19	\$401,458,751.63

Cuadro 18. Flujos de efectivos proyectados de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca (continuación).

Año	6	7	8	9	10
Ingresos					
Ventas	\$621,041,824.47	\$636,521,679.24	\$652,001,534.00	\$667,481,388.77	\$682,961,243.54
Costos variables					
Energía desde la red	\$4,094,702.01	\$4,224,730.35	\$4,355,024.00	\$4,485,353.06	\$4,615,480.24
Mantenimiento de generadores	\$21,292,450.47	\$21,968,597.84	\$22,646,124.82	\$23,323,835.93	\$24,000,497.23
Administración	\$17,197,748.46	\$17,743,867.49	\$18,291,100.81	\$18,838,482.86	\$19,385,017.00
Costos fijos					
Arrendamiento de terreno	\$14,740,927.25	\$15,209,029.28	\$15,678,086.41	\$16,147,271.03	\$16,615,728.85
Seguros	\$10,646,225.24	\$10,984,298.92	\$11,323,062.41	\$11,661,917.96	\$12,000,248.62
Otros gastos	\$13,921,986.85	\$14,364,083.20	\$14,807,081.61	\$15,250,200.41	\$15,692,632.81
Total	\$81,894,040.29	\$84,494,607.09	\$87,100,480.06	\$89,707,061.26	\$92,309,604.75
Depreciación	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00
Flujo de efectivo neto	\$414,347,784.18	\$427,227,072.15	\$440,101,053.94	\$452,974,327.52	\$465,851,638.80

Año	11	12	13	14	15
Ingresos					
Ventas	\$698,441,098.31	\$713,920,953.08	\$729,400,807.85	\$744,880,662.62	\$760,360,517.39
Costos variables					
Energía desde la red	\$4,745,161.47	\$4,874,146.61	\$5,002,180.18	\$5,129,002.12	\$5,254,348.63
Mantenimiento de generadores	\$24,674,839.63	\$25,345,562.37	\$26,011,336.94	\$26,670,811.03	\$27,322,612.90
Administración	\$19,929,678.16	\$20,471,415.76	\$21,009,156.76	\$21,541,808.91	\$22,068,264.27
Costos fijos					
Arrendamiento de terreno	\$17,082,581.28	\$17,546,927.80	\$18,007,848.65	\$18,464,407.64	\$18,915,655.08
Seguros	\$12,337,419.81	\$12,672,781.19	\$13,005,668.47	\$13,335,405.52	\$13,661,306.45
Otros gastos	\$16,133,548.99	\$16,572,098.47	\$17,007,412.61	\$17,438,607.21	\$17,864,785.36
Total	\$94,903,229.33	\$97,482,932.20	\$100,043,603.60	\$102,580,042.43	\$105,086,972.69
Depreciación	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00
Flujo de efectivo neto	\$478,737,868.98	\$491,638,020.88	\$504,557,204.25	\$517,500,620.19	\$530,473,544.70

Cuadro 18. Flujos de efectivos proyectados de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca (continuación).

Año	16	17	18	19	20
Ingresos					
Ventas	\$775,840,372.16	\$791,320,226.93	\$806,800,081.70	\$822,279,936.47	\$837,759,791.24
Costos variables					
Energía desde la red	\$5,377,953.04	\$5,499,546.67	\$5,618,859.82	\$5,735,622.68	\$5,849,566.36
Mantenimiento de generadores	\$27,965,355.80	\$28,597,642.68	\$29,218,071.05	\$29,825,237.94	\$30,417,745.07
Administración	\$22,587,402.76	\$23,098,096.01	\$23,599,211.23	\$24,089,615.26	\$24,568,178.71
Costos fijos					
Arrendamiento de terreno	\$19,360,630.94	\$19,798,368.01	\$20,227,895.34	\$20,648,241.65	\$21,058,438.90
Seguros	\$13,982,677.90	\$14,298,821.34	\$14,609,035.52	\$14,912,618.97	\$15,208,872.54
Otros gastos	\$18,285,040.33	\$18,698,458.68	\$19,104,123.38	\$19,501,117.11	\$19,888,525.62
Total	\$107,559,060.76	\$109,990,933.38	\$112,377,196.33	\$114,712,453.62	\$116,991,327.20
Depreciación	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00	\$124,800,000.00
Flujo de efectivo neto	\$543,481,311.40	\$556,529,293.54	\$569,622,885.37	\$582,767,482.85	\$595,968,464.04

Fuente: elaboración propia.

5.4. VPN de una inversión en energía eólica en México.

Una vez obtenidos los flujos de efectivo del proyecto, se obtiene el VPN, el cual consiste en determinar el valor financiero al día de hoy de los flujos de caja futuros que genera la inversión, el cual se observa en el cuadro 19.

Cuadro 19. VPN de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Año	Flujo de efectivo	Valor presente de los flujos
0	\$3,840,000,000.00	
1	\$349,722,550.62	\$309,893,489.84
2	\$362,691,409.18	\$284,783,550.44
3	\$375,634,559.04	\$261,355,707.20
4	\$388,555,706.19	\$239,556,827.93
5	\$401,458,751.63	\$219,323,419.28
6	\$414,347,784.18	\$200,584,751.38
7	\$427,227,072.15	\$183,265,397.99
8	\$440,101,053.94	\$167,287,285.34
9	\$452,974,327.52	\$152,571,329.14
10	\$465,851,638.80	\$139,038,727.36
11	\$478,737,868.98	\$126,611,966.53
12	\$491,638,020.88	\$115,215,590.33
13	\$504,557,204.25	\$104,776,772.10
14	\$517,500,620.19	\$95,225,726.24
15	\$530,473,544.70	\$86,495,988.16
16	\$543,481,311.40	\$78,524,587.71
17	\$556,529,293.54	\$71,252,137.07
18	\$569,622,885.37	\$64,622,850.51
19	\$582,767,482.85	\$58,584,510.86
20	\$595,968,464.04	\$53,088,394.57
Total		\$3,012,059,009.99

VPN -\$827,940,990.01

Para el caso de la evaluación planteada, el VPN a una tasa de descuento de 12.8525% resulta ser de -\$827,940,990.01, lo que es un resultado en términos económicos negativo, lo cual de acuerdo a los principios del método, se tiene que rechazar el proyecto.

5.5. Tasa Interna de Retorno de una inversión en energía eólica en México.

De igual forma que con el VPN, una vez obtenidos los flujos de efectivo, se puede obtener la Tasa Interna de Retorno (TIR) como se observa en el cuadro 20.

Cuadro 20. TIR de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Año	Flujo de efectivo
0	\$3,840,000,000.00
1	\$349,722,550.62
2	\$362,691,409.18
3	\$375,634,559.04
4	\$388,555,706.19
5	\$401,458,751.63
6	\$414,347,784.18
7	\$427,227,072.15
8	\$440,101,053.94
9	\$452,974,327.52
10	\$465,851,638.80
11	\$478,737,868.98
12	\$491,638,020.88
13	\$504,557,204.25
14	\$517,500,620.19
15	\$530,473,544.70
16	\$543,481,311.40
17	\$556,529,293.54
18	\$569,622,885.37
19	\$582,767,482.85
20	\$595,968,464.04

Fuente: elaboración propia.

TIR 9.49%

En tanto, la Tasa Interna de Rentabilidad es el tipo de interés al que hay que descontar los flujos de caja para obtener un Valor Actual Neto igual a cero. Este indicador proporciona una idea de la rentabilidad de un proyecto, es decir, 9.49%.

5.6. Periodo de Recuperación de una inversión en energía eólica en México.

El periodo de recuperación mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente y al igual que con los otros métodos, se obtiene una vez obtenidos los flujos de efectivo como se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21. Periodo de recuperación de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Año	Flujo de efectivo	Periodo de recuperación
0	3,840,000,000	
1	\$349,722,550.62	10.98
2	\$362,691,409.18	10.59
3	\$375,634,559.04	10.22
4	\$388,555,706.19	9.88
5	\$401,458,751.63	9.57
6	\$414,347,784.18	9.27
7	\$427,227,072.15	8.99
8	\$440,101,053.94	8.73
9	\$452,974,327.52	8.48
10	\$465,851,638.80	8.24
11	\$478,737,868.98	8.02
12	\$491,638,020.88	7.81
13	\$504,557,204.25	7.61
14	\$517,500,620.19	7.42
15	\$530,473,544.70	7.24
16	\$543,481,311.40	7.07
17	\$556,529,293.54	6.90
18	\$569,622,885.37	6.74
19	\$582,767,482.85	6.59
20	\$595,968,464.04	6.44
		166.78

Fuente: elaboración propia.

Periodo de recuperación 8.34 años

De éste modo se sabe que la recuperación de la inversión se da en el año 8 con 4 meses aproximadamente.

Aplicando el modelo montecarlo, utilizando como variables de entrada las ventas de energía eólica, el precio de ésta, así como la inflación, se realizan 10,000 simulaciones y se obtiene un valor medio para la TIR de 9.37%, así como un valor medio para el Valor Presente Neto de -\$866,017,685.86, esto utilizando la tasa de descuento planteada del 12.8525%.

5.7. Opciones reales aplicadas a una inversión en energía eólica en México.

Para la aplicación del modelo de opciones reales en la inversión planteada se utiliza la fórmula de Black y Scholes, de tal manera que para calcular la prima de la opción Call, que en éste caso es equivalente al valor de la opción que se encuentra implícita en el proyecto, se presenta la analogía en el cuadro 22.

Cuadro 22. Analogía del método de opciones reales aplicadas a un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.

Elementos del modelo Black & Scholes	\$ (Pesos)	Símbolo	Elementos de los proyectos de inversión
Precio del activo subyacente	\$3,840,000,000.00	(S)	Inversión inicial
Precio de ejercicio	\$3,012,059,009.99	K	Flujos de efectivo descontados
Tasa libre de riesgo	0.0813	r	Tasa sin riesgo CETES
Tiempo expresado en años	20	T	Tiempo para ejercer la opción
Volatilidad	0.1209	σ	Volatilidad de los flujos de efectivo
Volatilidad	0.464	σ	(Beta sectorial de Damodaran)

Fuente: elaboración propia.

Para la volatilidad se utilizaron dos herramientas diferentes con la intención de hacer una comparación, la beta sectorial para energía verde y energía renovable de Damodaran y la volatilidad de los flujos de efectivo. Esto al considerarse que normalmente la beta puede ser utilizada para empresas que ya están establecidas, mientras que la volatilidad de los flujos puede reflejar de mejor

manera el caso de un proyecto de nueva creación. De ésta manera se utiliza la formula de Black & Scholes que esta dada por la siguiente ecuación:

$$C = S N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

De la fórmula anterior se desprenden dos fórmulas adicionales para el cálculo de d_1 y d_2 , los cuales se calculan de la siguiente manera:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Se sustituyen los valores que se tienen y se obtienen los siguientes resultados:

Volatilidad utilizando la beta sectorial:

$$d_1 = 1.93815$$

$$d_2 = 0.13692$$

Volatilidad de los flujos de efectivo:

$$d_1 = 3.72681$$

$$d_2 = 3.18613$$

Para determinar los valores de $N(d_1)$ y $N(d_2)$, se obtienen de la distribución normal, correspondiendo a una probabilidad de:

Volatilidad utilizando la beta sectorial:

$$N(d_1) = 0.973698$$

$$N(d_2) = 0.445548$$

Volatilidad de los flujos de efectivo:

$$N(d_1) = 0.99990$$

$$N(d_2) = 0.99928$$

Con todos los cálculos anteriores se sustituyen los valores en la ecuación principal de tal manera que se obtiene el siguiente resultado:

$$CALL = S N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

Volatilidad utilizando la beta sectorial:

$$CALL = \$3,475,004,718.73$$

Volatilidad de los flujos de efectivo:

$$CALL = \$3,247,538,080.26$$

Adicionalmente, se realizó una simulación Montecarlo para determinar el valor de la opción con diferentes valores para el valor de los flujos de efectivo descontados mediante 10,000 simulaciones, dando como resultado un valor de la opción de \$3,247,872,608.00.

5.8. Comparación de los métodos utilizados para evaluar una inversión ene energía eólica en México.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para una inversión en energía eólica en México se tiene la siguiente información:

VPN	-\$827,940,990.01
TIR	9.49%
Pay Back	8.339014192
Opción real con beta sectorial	\$3,475,004,718.73
Opción real con volatilidad de los flujos de efectivo	\$3,247,538,080.26

El criterio de aceptación del VPN, menciona que el resultado tiene que ser mayor o igual a cero, por lo que por éste método se tiene que rechazar el proyecto.

Por su parte , la TIR es de 9.49%, siendo que la tasa de descuento que se utilizo es el Costo de Capital Promedio Ponderado, la inversión se tiene que rechazar debido a que no ofrece la tasa mínima que se espera para cumplir con las obligaciones.

De igual forma, el Pay Back muestra que la inversión se recupera en el año 8 con 4 meses aproximadamente, lo cual resulta complementario para determinar si se acepta el proyecto.

Adicionalmente, el resultado de la evaluación por medio de la opción real utilizando la beta sectorial es de \$3,475,004,718.73, mientras que para la opción real utilizando la volatilidad de los flujos de efectivo es de \$3,247,538,080.26, en ambos caso se denota que el proyecto puede ser muy rentable pues considera que existe volatilidad de los flujos de efectivo y que éstos pueden verse influenciados en gran medida por diferentes factores.

Debido a que tanto el VPN como la TIR consideran que los flujos se comportan de acuerdo con la tasa de descuento que se plantea y no toman en cuenta algún otro factor como la incertidumbre en el régimen de vientos, los posibles cambios en los precios de la energía, entre otros factores, presentan resultados inflexibles que limitan los resultados que pueden resultar mucho más rentables de lo que se creía. En adición a esto, se puede determinar que el valor total del proyecto es igual al VPN del proyecto, más el valor de la opción:

Valor Presente Neto Ampliado utilizando la beta sectorial

VPN	\$827,940,990.01
Opción real	\$3,475,004,718.73
Valor total del proyecto	\$2,647,063,728.73

Valor Presente Neto Ampliado utilizando la volatilidad de los flujos de efectivo

VPN	\$827,940,990.01
Opción real	\$3,475,004,718.73
Valor total del proyecto	\$2,419,597,090.25

Como se puede observar al combinar los métodos de VPN y opciones reales, se determina que el proyecto se debe realizar presentando un valor muy por encima de la inversión, siendo el riesgo una variable que causa gran impacto en el valor de la opción. De ésta manera, se realiza una estimación de la opción con diferentes volatilidades encontrando los resultados que se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23. Estimación de la opción real de un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca. con diferentes volatilidades.

Volatilidad	Opción real	VPN	VPN ampliado
12.09%	\$3,247,538,156.05	\$827,940,990.01	\$2,419,597,090.25
10%	\$3,247,485,328.51	\$827,940,990.01	\$2,419,544,338.50
20%	\$3,255,781,775.97	\$827,940,990.01	\$2,427,840,785.96
30%	\$3,172,956,449.91	\$827,940,990.01	\$2,345,015,459.90
40%	\$3,147,142,307.77	\$827,940,990.01	\$2,319,201,317.76
46.4%	\$3,475,004,718.73	\$827,940,990.01	\$2,647,063,728.73
75%	\$3,713,254,228.34	\$827,940,990.01	\$2,885,313,238.33

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, las distintas volatilidades generan un VPN ampliado muy diferente para cada caso, en éste sentido, se observa que con una volatilidad del 75%, el VPN se incrementa en comparación con otras volatilidades manteniendo un valor positivo que indica que el proyecto debe realizarse, siendo que a mayor volatilidad, el proyecto resulta más rentable.

Análisis y discusión.

La presente investigación tuvo como objetivo principal aplicar el método de opciones reales para evaluar una inversión en energía eólica en México. La teoría de opciones reales señala que su método de evaluación ofrece diversas ventajas frente a los métodos tradicionales, principalmente el VPN y la TIR. Los estudios revisados como sustento de la investigación señalan que si se consideran factores como la volatilidad, una inversión resulta ser más atractiva y con ganancias potencialmente más altas.

Se realizó la analogía de opciones financieras con las opciones reales para determinar los elementos necesarios para el cálculo de la opción, de manera que se determina el valor de la inversión inicial como (S), se estimaron los flujos de efectivo que puede generar el proyecto y se traen a valor presente, siendo la variable (K) en la fórmula, la tasa libre de riesgo se considera la tasa de Cetes a 91 días para el año 2019 emitida por el Banco de México. El cálculo de la volatilidad se realiza a través del Método de los Flujos de Caja Logarítmicos, obteniendo una desviación estándar de los flujos que ofrece el proyecto de 12.09%. Para el tiempo se determina un lapso de 20 años lo cual corresponde a la vida útil que tienen los aerogeneradores de acuerdo con diversos especialistas. Se calculan los valores de d_1 y d_2 con sus respectivas fórmulas para posteriormente determinar los valores de $N(d_1)$ y $N(d_2)$, a través de la distribución normal. Con todos los cálculos anteriores se sustituyen los valores en la ecuación principal:

$$C = S N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

De esta manera se acepta la hipótesis principal “El método de opciones reales incorpora la incertidumbre en un proyecto en energía eólica en México, brindando un panorama cuantitativo según la volatilidad que enfrentan sus escenarios” y se contrasta con los hallazgos de investigaciones anteriores, como los autores Santos et. al. (2014), quienes concluyen que las opciones reales otorgan flexibilidad a los inversores tratándose de decisiones sobre activos reales,

permiten apreciar la incertidumbre asociada con los flujos de efectivo y otorgan la facilidad a los inversores de tomar decisiones que influyan de manera positiva en el valor final del proyecto. En su investigación llegaron a la conclusión de que el valor que se obtiene en una inversión en energía por el método de opciones reales, es mayor al valor del Valor Presente Neto debido a que el inversionista obtiene mejor información y esto reduce la incertidumbre al brindar la oportunidad de diferir la inversión.

Del mismo modo Dixit & Pindyck (1995), afirman que las opciones reales se pueden aplicar a industrias específicas y para el caso de las inversiones en energía, consideran la irreversibilidad, incertidumbre y flexibilidad temporal de éstos proyectos. De igual forma, dentro de la presente investigación se demostró que el método de opciones reales permite considerar factores como la volatilidad propia de inversiones en energía, la cual puede ofrecer mayores beneficios de los que se observan con los métodos tradicionales. Además en el caso planteado, se observa que a mayor volatilidad, mayor es el rendimiento que se puede esperar.

En cuanto a la pregunta ¿Por qué el método de opciones reales puede ser más adecuado para evaluar una inversión en energía eólica en México? se planteó la hipótesis secundaria “el método de opciones reales presenta mayor flexibilidad ya que incorpora la volatilidad de algunas variables que pueden tener gran impacto en el resultado final del proyecto”, la cual se acepta y haciendo un contraste con Saavedra & Saavedra (2008), los métodos tradicionales VPN y TIR demuestran ser un escenario estático, ignorando por completo la volatilidad futura estimada de los flujos que promete un proyecto y su criterio de aceptación se basa únicamente en que sus valores sean positivos, siendo la utilidad del valor actual neto dependiente enteramente de la exactitud de los ingresos previstos de un proyecto y la tasa de descuento.

De ésta manera dentro de la investigación se encontró que los métodos de VPN y TIR consideran un flujo de efectivo que al traerse a valor presente mediante una tasa de descuento, permiten conocer la rentabilidad de la inversión, sin embargo dejan de lado ciertos elementos que pueden resultar importantes para la toma de decisiones, resultando inflexibles en su criterio de aceptación o rechazo hacia un proyecto. Tal es el caso de Davis & Owens (2003), Muñoz, Contreras, Caamaño & Correira (2009), Moreno (2015), Peñalvo, Cárcel, Devece & Morcillo (2017), así como Lee (2011) quienes en sus estudios utilizaron el método de opciones reales considerando diferentes variables que suelen tener gran impacto en una inversión en energía eólica entre los que destacan el régimen de vientos y los precios de la electricidad, los cuales conllevan una gran volatilidad en los flujos de efectivo, mismos que el método de opciones reales permite considerar, con la finalidad de esperar el momento óptimo para la inversión donde se cuente con mayor información y de ésta forma según Krogh & Linnerud (2015) los inversores en proyectos de energía responden de mejor manera a tales riesgos.

Finalmente para la pregunta ¿Cuáles son los principales tipos de opciones reales utilizadas para evaluar inversiones en energía sustentable eólica?, se concluye que teniendo en cuenta que éste tipo de inversiones son parcial o completamente irreversibles porque el capital de la industria no puede ser utilizado en otros sectores o por diferentes empresas y presentan altos niveles de incertidumbre asociados con el mercado de electricidad liberalizado, se considera que la opción real que se presenta principalmente en éste tipo de inversiones es la de esperar, la cual es comparable con una opción financiera call de compra, esto con la finalidad de obtener mayor información que brinde mayor certeza del futuro comportamiento de las principales variables de riesgo que pueden impactar negativamente el proyecto. Sin embargo, hay que aclarar que esto es únicamente cierto en inversiones nuevas, ya sea por empresas privadas de algún otro sector que estén considerando incursionar en el sector eléctrico para centrales de autoabastecimiento o que pretendan formar nuevas líneas de negocio en dicho sector.

Para el caso de empresas públicas pertenecientes al sector energético, se puede presentar la opción de expandir ya que cuentan con centrales de energía eólica y buscan incrementar la capacidad que tienen instalada. Adicionalmente, en éstos casos las investigaciones de Siddiqui, Marnay & Wiser (2007) y Kyung, Deok & Sung (2014), mencionan que empresas que ya cuenten con inversiones en energía eólica pueden considerar una opción real en proyectos de I + D en el sector de energía eólica bajo diferentes variables con la finalidad de conocer el momento óptimo de implementación de nuevas tecnologías o nuevas centrales de energía de éste tipo.

Conclusión capítulo V.

El capítulo 5 comprende el desarrollo del caso empírico que tuvo por objeto evaluar un proyecto de energía sustentable eólica en México, se plantearon los principales supuestos para la puesta en marcha de éste así como la estimación de las principales variables necesarios para determinar los flujos de efectivo y hacer una aproximación a la rentabilidad que puede ofrecer la inversión.

Debido a la incertidumbre que pueden presentar ciertas variables, se realizó la estimación de un posible comportamientos de éstas para los próximos 20 años a través del método de mínimos cuadrados, tal es el caso del precio de la energía, así como una tasa de crecimiento que se determina como un incremento igual al de la inflación en México para los próximos años.

Para la estimación del costo de capital, se utilizó un método planteado por Godfrey y Espinosa (1996) para las inversiones en los mercados en vías de desarrollo, la cual se calcula mediante la suma de la tasa de interés libre de riesgo del país donde se realiza dicha inversión, más una prima de riesgo que refleje el riesgo país.

Al aplicar los diferentes métodos de evaluación, se encontró que tanto por el VPN como la TIR, la inversión no resulta conveniente al presentar un valor negativo para el VPN y una tasa que no es equiparable con la tasa de descuento que requiere el proyecto. Sin embargo, el método de opciones reales muestra un valor positivo que refleja mayor flexibilidad y una posible incorporación de factores como la desviación estándar de los flujos de efectivo de la inversión, que denota que resulta viable llevar a cabo dicha inversión.

Conclusiones finales.

La presente investigación tuvo por objeto mostrar los diferentes métodos para evaluar inversiones en energía eólica en México, a fin de encontrar la que mostrara mayor flexibilidad para la toma de decisiones, toman en consideración el riesgo, que éste tipo de inversiones conlleva.

La literatura consultada, muestra que las opciones reales pueden brindar un panorama más amplio al considerar diversos factores de riesgo que los métodos tradicionales dejan de lado al evaluar un proyecto de inversión.

Se calcularon los indicadores clásicos como el VPN y la TIR de una inversión en energía eólica en México y se encontró que para éstos métodos, el proyecto no resulta atractivo, ya que para el caso del VPN el resultado es negativo y para la TIR no se ofrece una tasa equiparable con el costo de capital.

Del mismo modo, al implementar el método de opciones reales, se puede observar que debido a que éste método incorpora diversos factores que pueden influir en los flujos de efectivo del proyecto considerados como variables de riesgo, la inversión puede resultar muy rentable, lo cual contrasta con lo encontrado en la literatura consultada en donde se menciona que el método de opciones reales cobra mayor relevancia y aporta mayor información a los proyectos cuando éstos tienen una volatilidad muy alta, y mayor aún, cuando se trata de nuevos proyectos, como es el caso de una inversión en un nuevo parque eólico.

Debido a que los proyectos de inversión en energías renovables son de larga duración, son más susceptibles dicha volatilidad y por lo tanto presentan mayor complejidad para ser evaluados. Además, hay que recordar que los factores de cada país como los precios del petróleo y cambios en las reformas estructurales que impactan directamente en el grado de incertidumbre sobre la viabilidad de dichas inversiones.

Referencias.

Alvarez, Lòpez y Venegas (2010). "Valuación económica de proyectos energéticos mediante opciones reales: el caso de energía nuclear en México", Ensayos Revista de Economía–Volumen XXXI, No.1, pp. 75-98.

Amram, M. & Nalin Kulatilaka (1999). "Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World", Harvard Business School Press, Boston, MA. 246

Amram, M. & Nalin Kulatilaka (2000), "Opciones reales", Gestión 2000, Barcelona.

Baca, Antonio (1997). "La Administración de Riesgos Financieros", revista Ejecutivos de Finanzas, Año XXVI, No. 11, Noviembre, México.

Baca, Gabriel (2013), "Evaluación de proyectos", séptima edición, Mc Graw–Hill / Interamericana editores, S.A. de C.V., México, 371 p.

Besley, S. (2008). "Fundamentos de administración financiera", México D. F., México: Learning Editores

Besley, S., Brigham (2009). "Fundamentos de Administración Financiera", Cengage learning.

Bindzi, Emmanuel & Pr. Wei Long (2017), "Investment motivation in renewable energy: a PPP approach", International Conference – Alternative and Renewable Energy Quest, AREQ, Spain.

Blyth, William, Richard Bradley, Derek Bunn, Charlie Clarke, Tom Wilson & Ming Yang (2007), "Investment risks under uncertain climate change policy", OECD/IEA, Elsevier Ltd., Energy Policy 35, pp. 5766-5773

Brach, Marion (2003). "Real options in practice", Finance Editions, 1ra Edition, Edit. John Wiley and Sons, Preis inkl, Hoboken Nueva York.

CHEN, Nai-Fu, Roll, Richard y Ross, Stephen A. 1986. "Economic forces and the stock market", Journal of Business, 59. 386-403.

Davis, G. y Owens, B. (2003). "Optimizing the level of renewable electric R&D expenditures using real options analysis", Energy Policy, 31(15), 1589–1608.

De la Torre, Joaquín & Claudia Zamarrón (2002), "Evaluación de proyectos de inversión", Pearson Educación, México, 256 p.

Díaz, Tinoco Jaime y Fausto Hernández Trillo (1996). "Futuros y opciones financieros", Edita Limusa, México.

Dixit, A., & Pindyck, R. (1995). "The options approach to capital investment", Cambridge: Harvard Business Review.

Fernandes Bartolomeu, Jorge Cunha, Paula Ferreira (2011), "The use of real options approach in energy sector investments", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 4491–4497.

Fragoso, J.C. (2002). "Análisis y Administración de Riesgos Financieros", Exposición de la materia de Análisis de Riesgos, de la especialidad en Economía Financiera de la Universidad Veracruzana, Capítulo 13: Mercado de Derivados, Xalapa, Ver.

Giones, Ferran, Alexander Brem & Andreas Berger (2018), "Strategic decisions in turbulent times: Lessons from the energy industry", *Kelley School of Business, Indiana University, Business Horizons* 62, pp. 215-225.

Godfrey, Stephen y Ramón Espinosa (1996). "A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets", *Journal of applied corporate finance*, fall, Vol.9 , New York, pp. 80-89.

Gurrola, César & Francisco López (2009), "Spreads de la deuda privada y riesgo sistemático en México", *SciELO* No. 229, pp. 59-84

Guzmán, Blanca, José Coto, Javier Gómez-Aleixandre (2015), "Valuation of wind power distributed generation by using Longstaff–Schwartz option pricing method", *Applied Energy* 145, pp. 223–233.

Hull, J. C. (2014) "Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones" (4a . ed.) México, Pearson.

Instituto Internacional de Investigación de Tecnología Educativa (2010), "Metodología de la Investigación".

Johnson, Robert W., Melicher, Ronald W. (2000). "Administración financiera", Ed. CECSA. México. P. 325

Jorion, Philippe (1999). "Valor en riesgo", Edit. Limusa, México.

Kitzing, Lena, Nina Juul, Michael Drud, Trine Krogh Boomsma (2017), "A real options approach to analyse wind energy investments under different support schemes", *Applied Energy* 188, pp. 83–96.

Krogh Trine, Kristin Linnerud (2015), "Market and policy risk under different renewable electricity support schemes", *Energy* 89, pp. 435-448.

Krogh, Nigel Meade, Stein-Erik Fleten, (2012), “Renewable energy investments under different support schemes: A real options approach”, *European Journal of Operational Research* 220, pp. 225–237.

Kumbaroglu, G., Madlener, R. y Demirel, M. (2008). “A real options evaluation model for the diffusion prospects of new renewable power generation technologies”, *Energy Economics* 30, pp. 1882–1908.

Kyeongseok Kim, Hyoungbae Park, Hyoungkwan Kim, (2017), “Real options analysis for renewable energy investment decisions in developing countries”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 75, pp. 918–926.

Kyung-Taek Kim, Deok-Joo Lee, Sung-Joon Park (2014), “Evaluation of R&D investments in wind power in Korea using real option”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 40, pp. 335–347.

Lee, H., Park, T., Kim, B., Kim, K., & Kim, H. (2013). “A real option-based model for promoting sustainable energy projects under the clean development mechanism”, *Energy Policy* 54, pp. 360-368.

Lee, S. C. (2011). “Using real option analysis for highly uncertain technology investments: The case of wind energy technology”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp. 4443–4450.

Lewent, Judy C., y A. John Kearney (1990). “Identifying, Measuring, and Hedging Currency Risk at Merck”. *Continental Bank Journal of Applied Corporate Finance* 2, pp. 19-28; EE.UU.

Loncar, Dragan, Ivan Milovanovic, Biljana Rakic, Tamara Radjenovic (2017), “Compound real options valuation of renewable energy projects: The case of a wind farm in Serbia”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 75, pp. 354–367.

López Francisco (2001). “Trampas en la valoración de negocios”, España: *Harvard Deusto Business Review*, Marzo-Abril, pp. 23-34.

López, Francisco (2006), “Riesgo sistemático en el mercado mexicano de capitales: un caso de segmentación parcial”, *Revista Contaduría y administración* No. 219, pp. 85-113

Luehrman A. Timothy (1998), “Strategy as a Portfolio of Real Options”, *Harvard Business Review*, September.

Martínez, E. A. y Mutale, J. (2011). “Application of an advanced real option approach for renewable energy generation projects planning”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp. 2087–2094.

Martínez E.A., J. Mutale, F. Rivas-Dávalos (2013), “Real options theory applied to electricity generation projects: A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19, pp. 573–581.

Mejía, Rubi, Izaias Martins & María Núñez (2017), “Administración de riesgos empresariales en Colombia, México y Argentina”, Editorial Eafit, Uduval, Alafec, Medellín,.

Méndez, Mariano (2013), “Opciones reales, métodos de simulación y valoración”, Ecobook – Editorial del Economista, Madrid, España, p. 213.

Miller, Kent & H. Gregory Waller (2003), “Scenarios, Real options and integrated risk management, Long range planning 36, pp. 93-107.

Morales José Antonio & Arturo Morales (2004), “Proyectos de Inversión”, Línea académica, Ed. Gasca SICCO, México.

Moreno Rosa L. (2015). “Evaluación de un proyecto de generación de energía eólica en Colombia mediante opciones reales”.

Muñoz, J., J. Contreras, J. Caamaño & P. Correira (2009). “Risk Assessment of Wind Power Generation Project Investments Based on Real Options”, In Paper presented at the IEEE Power Tech Conference Bucarest.

Ortega Alfonso (2012), “Introducción a las Finanzas”, Segunda Edición, Mc Graw Hill.

Peñalvo Elisa, Francisco Cárcel-Carrasco, Carlos Devece, Ana Isolda Morcillo (2017), “A Methodology for Analysing Sustainability in Energy Scenarios”, *Sustainability* 9, 1590; doi:10.3390/su9091590.

PMBOK (2013), “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos”, Quinta edición, Project Management Institute, Inc., pp. 309-353.

Presley, K., Wesseh Jr., Boqiang Lin (2016), “A real options valuation of Chinese wind energy technologies for power generation: do benefits from the feed-in tariffs outweigh costs?”, *Journal of Cleaner Production* 112, pp. 1591-1599.

Ross, Westerfield y Jaffe (2012). “Finanzas corporativas”, Novena Edición, Mc Graw Hill.

Saavedra, M., Cristiano Hora, Francisco Gaudêncio & M. Freires (2018), “Sustainable and renewable energy supply chain: A system dynamics overview”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, pp. 247–259.

Saavedra, Ma. Luisa & Máximo J. Saavedra (2008), "Aplicación práctica del modelo de opciones reales en la evaluación financiera de proyectos de inversión", Colombian Accounting Journal, pp. 297- 215

Saavedra, Ma. Luisa, Máximo J. Saavedra & Deyanira Bernal, "Proyecto de inversión externa de una firma de autopartes: Opciones reales versus evaluación Financiera", Economía, vol. XXXVIII, núm. 35, enero-junio, 2013, pp. 127-156 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.

Sabau & Roa, Valuación de opciones, (comp.) "Derivados financieros teoría y práctica", México, D. R. Operadora de Bolsa Serfin S. A. De C. V., pp. 3-33

Santos Lúcia, Isabel Soares, Carla Mendes & Paula Ferreira (2014), "Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects", Renewable Energy 68, pp. 588-594.

Sapag, Reinaldo (2008), "Preparación y evaluación de proyectos", editorial Mc Graw hill, Quinta Edición, p. 371

Sapag, Nassir (2001), "Evaluación de proyectos de inversión en la empresa", primera edición, Pearson education S. A., 302 p.

Sapag, Nassir (2007), "Proyectos de inversión: formulación y evaluación", México. Pearson educación.

Siddiqui, A., Marnay C. & Wiser R. (2007), "Real options valuation of US federal renewable research, development, demonstration and deployment", Energy Policy 35, pp. 265–279.

Simón Nadima, Rueda Isabel (2016), "Hacia una administración sustentable", Publicaciones Empresariales, UNAM FCA Publishing 358 pp.

Stein-Erik Fleten, Kristin Linnerud, Peter Molnár & Maria Tandberg (2016), "Green electricity investment timing in practice: Real options or net present value?", Energy 116, pp. 498-506.

VAN home, James & Wachowicz John (2002). "Fundamentos de administración financiera", México, Pearson Educación.

Venegas-Martínez, F. (2006). "Riesgos financieros y económicos: Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre", México: Internacional Thomson Editors, Thomson Learning.

Sitios web

Asociación Mexicana de Energía Eólica

<http://www.amdee.org/>

Acciona energía (2018), Principales parques eólicos en México, consultado en:

<https://www.acciona-energia.com/es/areas-de-actividad/eolica/instalaciones-destacadas/complejo-eolico-oaxaca/Comisión Federal de Electricidad>

Betas del sector energías verdes y energías renovables de Damodaran (2019), consultado en:

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales (2015), la reforma energética y sus implicaciones en temas ambientales, consultado en:

<http://www.ceja.org.mx/articulosrevista/6667/ReformaEnergeticaysusImplicaciones>

CNN Noticias (2015), La caída de Bayer tras perder un caso frente a un hombre que dice que desarrolló cáncer por herbicida de Monsanto, consultado en:

<https://cnnespanol.cnn.com/2018/08/13/la-caida-de-bayer-tras-perder-un-caso-frente-a-un-hombre-que-dice-que-desarrollo-cancer-por-herbicida-de-monsanto/>

Comisión Federal de Electricidad

<http://www.cfe.gob.mx/>

Comisión Reguladora de Energía

<https://www.gob.mx/cre>

Daphnia (2018), Riesgos medioambientales en la empresa, consultado en:

<http://www.daphnia.es/revista/16/articulo/382/Riesgos-medioambientales-en-la-empresa>

El Economista (2018), Monsanto deberá pagar 289 millones de dólares a un hombre que enfermó de cáncer por sus herbicidas, consultado en:

<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Monsanto-debera-pagar-289-millones-de-dolares-a-un-hombre-que-enfermo-de-cancer-por-sus-herbicidas-20180810-0048.html>

El economista (2018), Peso débil aniquila ganancias de Pemex en enero-junio, consultado en:

<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Peso-debil-aniquila-ganancias-de-Pemex-en-enero-junio-20180730-0011.html>

El Economista (2018), Suzuki, Mazda y Yamaha falsificaron test de contaminación, consultado en:

<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Suzuki-Mazda-y-Yamaha-falsificaron-test-de-contaminacion--20180809-0025.html>

El financiero (2017), 5 empresas poseen 83% de inversión petrolera, consultado en:

<http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/poseen-83-de-inversion-petrolera.html>

El financiero (2018), Criptomonedas se 'hunden' y pierden 600 mil mdd, consultado en:

<http://www.elfinanciero.com.mx/economia/criptomonedas-se-hunden-y-pierden-600-mil-mdd>

Estatal Review of World Energy (2018), estadísticas del sector energético a nivel mundial, consultado en:

<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

European Wind Energy Association (2018), estadísticas del sector energético a nivel mundial, consultado en:

<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Offshore-Statistics-2018.pdf>
<https://windeurope.org/about-wind/statistics/>

European Wind Energy Association (2018), Driving Cost Reductions in Offshore Wind, consultado en:

<https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/reports/LEANWIND-Driving-cost-reductions-in-offshore.pdf>

Revista Expansión (2017), InvestaBank es el único banco del país con problemas de liquidez, consultado en:

<https://expansion.mx/empresas/2017/04/10/investabank-de-cara-con-problemas-de-liquidez-tras-escandalo>

German Wind Energy Institute (2018), estadísticas del sector energético a nivel mundial, consultado en:

<http://www.fvee.de/en/>

INEGI (2018), Balance nacional de energía y su relación con el inventario nacional de emisiones, consultado en:

http://www.inegi.org.mx/rde/rde_01/doctos/rde_01_art6.pdf

INEGI (2018), Boletín pib sector energético, consultado en:

http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/pib_pconst/pib_pconst2017_11.pdf

International Energy Agency (2018), World energy balances, consultado en:

<https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2018>

KPMG (2016), Oportunidades del sector eléctrico, consultado en:

<https://home.kpmg/content/dam/kpmg/mx/pdf/2016/10/DEmx-oportunidades-sector-electrico.pdf> Wind turbine models

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (2016), consultado en:

http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf

Secretaria de Energía (2018), estadísticas energéticas nacionales, consultado en:

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=exportar>

Secretaría de Energía (2018), estadísticas energéticas nacionales, consultado en:

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvecua=E302>

Secretaría de Energía (2018), Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional, consultado en:

http://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/ConjuntosProyectosInversion/SENER_07_ProgramaDesarrolloSistemaElectricoNacionalPRODESE N-2018-2032.pdf

Secretaría de Gobierno (2019), Marco legal y regulatorio del sector energético en México, consultado en:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116455/1665.pdf>

Secretaría de Gobierno (2019), Comunicado SENER-CNH-SHCP. Resultados de la cuarta convocatoria de la ronda uno y de la primera convocatoria para asociaciones con PEMEX, consultado en:

<https://www.gob.mx/shcp/prensa/comunicado-conjunto-sener-cnh-shcp-resultados-de-la-cuarta-convocatoria-de-la-ronda-uno-y-de-la-primera-convocatoria-para-asociaciones-con-pemex?idiom=es>

Sistema de información Energética (2018), estadísticas energéticas nacionales, consultado en:

<http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

The International Renewable Energy Agency (2014), Renewable power generation costs in 2014, consultado en:

https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf

The International Renewable Energy Agency (2019), Electrification with Renewables, consultado en:

<https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Electrification-with-Renewables>

Wind turbine models (2019), especificaciones técnicas de turbina Gamesa G114-2.0 MW, consultado en:

<https://en.wind-turbine-models.com/turbines/428-gamesa-g1142.0mw#marketplace>

Anexos

Indice de figuras.

Número	Nombre	Página
Figura #1	Diagrama de la metodología de investigación utilizada.	14
Figura #2	Incremento en la capacidad de producción anual a nivel mundial de energía eólica, 2005–2015.	23
Figura #3	Incremento en la capacidad de producción de energía eólica en los 10 países líderes, 2015.	24
Figura #4	Tipo de riesgo desde el punto de vista desde un inversionista en títulos de una empresa.	92

Índice de cuadros.

Número	Nombre	Página
Cuadro #1	Principales estudios que utilizaron el método de opciones reales en proyectos de energías renovables.	15
Cuadro #2	Penetración e impacto de la energía eólica en México comparado con el España.	25
Cuadro #3	Producción y consumo de petróleo en México (petajoules).	46
Cuadro #4	Consumo anual de energía eléctrica en México (petajoules).	49
Cuadro #5	Empresas asignadas para realizar inversión conjunta en Hidrocarburos en México	49
Cuadro #6	Producción de energía eólica en México.	53
Cuadro #7	Métodos de evaluación de proyectos de inversión.	67
Cuadro #8	Impacto de los principales factores en los tipos de opciones.	79
Cuadro #9	Analogía de las opciones financieras con las opciones reales.	84
Cuadro #10	Tipos de opciones reales.	85
Cuadro #11	Tipos de riesgo financiero	94
Cuadro #12	Costos de inversión de proyectos de energía eólica.	112
Cuadro #13	Inversión estimada para un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	117
Cuadro #14	Precio estimado de la energía eléctrica en México 2019-2039.	118
Cuadro #15	Distribución de los costos de operación del proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	119
Cuadro #16	Distribución de los gastos de operación y mantenimiento de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	120
Cuadro #17	Inflación en México estimada del año 2019 al año 2039.	121
Cuadro #18	Flujos de efectivos proyectados de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	123
Cuadro #19	VPN de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	126
Cuadro #20	TIR de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	127
Cuadro #21	Periodo de recuperación de un proyecto de inversión en energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	128
Cuadro #22	Analogía del método de opciones reales aplicadas a un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca.	129
Cuadro #23	Estimación de la opción real de un proyecto de energía eólica en el ejido Santo Domingo, Oaxaca. con diferentes volatilidades.	133

Indice de gráficas.

Número	Nombre	Página
Gráfica #1	Reservas mundiales de petróleo.	38
Gráfica #2	Producción anual de gas natural a nivel mundial (billones de metros cúbicos).	39
Gráfica #3	Producción anual de carbon a nivel mundial (millones de toneladas).	39
Gráfica #4	Generación anual de energía eléctrica a nivel mundial (TW/hora).	41
Gráfica #5	Consumo anual de energía nuclear a nivel mundial (TW/hora).	42
Gráfica #6	Consumo anual de hidroelectricidad a nivel mundial (TW/hora).	43
Gráfica #7	Consumo anual de energía solar a nivel mundial (TW/hora).	44
Gráfica #8	Consumo anual de energía eólica a nivel mundial (TW/hora).	44
Gráfica #9	Consumo anual de energía geotérmica, Biomasa y otras a nivel mundial (TW/hora).	45
Gráfica #10	Tasa de crecimiento anual compuesto Producto interno Bruto e industria eléctrica.	48
Gráfica #11	Precio de la energía eléctrica en México.	118