

UNIVERSIDAD DE SONORA DIVISIÓN DE INGENIERÍA



POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS Y TECNOLOGÍA

ESCENARIOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL
ESTADO DE SONORA 2030: UNA PROPUESTA

T E S I S

PRESENTADA POR

KATIA ARACELI LEON CUMPLIDO

Desarrollada para cumplir con uno de los
requerimientos parciales para obtener
el grado de Maestra en Ingeniería

DIRECTOR DE TESIS
DR. JORGE LUIS TADDEI BRINGAS

HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO.

NOVIEMBRE 2017

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

Hermosillo, Sonora a 3 de noviembre de 2017

KATIA ARACELI LEON CUMPLIDO

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado vigente, otorgamos a usted nuestra aprobación de la fase escrita del examen de grado, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestra en Ingeniería.

Por tal motivo este jurado extiende su autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **ESCENARIOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ESTADO DE SONORA 2030: UNA PROPUESTA** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE



Dr. Jorge Luis Taddei Bringas
Director de tesis y Presidente del Jurado



Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Secretario del Jurado



Dr. Victor Hugo Benítez Baltazar
Vocal del Jurado



Dr. Jaime Olea Miranda
Vocal del Jurado

c.c.p. Archivo


Ciudad Juárez, Chihuahua, México, a 3 de noviembre de 2017

KATIA ARACELI LEON CUMPLIDO

Con fundamento en el artículo 66, fracción III, del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora, otorgo a usted mi aprobación de la fase escrita del examen profesional, como requisito parcial para la obtención del Grado de Maestra en Ingeniería.

Por tal motivo, como sinodal externo y vocal del jurado, extiendo mi autorización para que se proceda a la impresión final del documento de tesis: **ESCENARIOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ESTADO DE SONORA 2030: UNA PROPUESTA** y posteriormente efectuar la fase oral del examen de grado.

ATENTAMENTE



DR. JAVIER MOLINA SALAZAR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
Sinodal Externo y Vocal del Jurado



RESUMEN

Las energías renovables (ER) constituyen un tema de gran actualidad, debido principalmente a la escasez de combustibles fósiles y los problemas de contaminación que originan. Sonora posee un gran potencial energético renovable, fundamentalmente en energía solar. Por otro lado, el estado se ubica en el primer lugar de consumo eléctrico por habitante en México, ello debido a la climatización de las edificaciones en verano y, en algunas regiones, durante el invierno; asimismo, hay un uso intensivo de energía en la mayoría de las actividades económicas.

En la presente investigación se aborda la metodología de escenarios para las ER de manera descriptiva, ya que ayuda a modificar los modelos mentales de quienes toman las decisiones. Por ello, se propuso trabajar con tres escenarios: a) “Escenario de Referencia”, también llamado tendencial; b) “Escenario del mundo eficiente”, que considera las inversiones en eficiencia energética y que se adopten las políticas necesarias para eliminar las barreras del mercado que obstaculizan la eficiencia energética; y c) “Escenario catastrófico”, para estudiar qué pasa si ocurre lo negativo y lejos de mejorar, la situación empeora.

La propuesta de escenarios se realizó mediante consultas a expertos de la región relacionados con el desarrollo de las ER, a la vez que se involucró la participación del personal de la COEES. Se efectuaron reuniones grupales y entrevistas personales para la obtención de las variables claves, así como el análisis de los actores que intervienen en el sector energético y en el modelo de escenarios a plantear para el Estado de Sonora.

Los resultados obtenidos son da manera de sugerencias o propuestas que permitan aprovechar el potencial energético y que orienten hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del Estado de Sonora.

ABSTRACT

Renewable energy (RE) is a very topical issue, mainly due to the scarcity of fossil fuels and the pollution problems they cause. Sonora has a large renewable energy potential, mainly in solar energy. On the other hand, the state is in the first place of electricity consumption per inhabitant in Mexico, due to the climatization of the buildings in summer and, in some regions, during the winter; likewise, there is an intensive use of energy in most economic activities.

In this investigation the methodology of scenarios for the RE is approached in a descriptive way, since it helps to modify the mental models of those who make the decisions. Therefore, it was proposed to work with three scenarios: a) "Reference Scenario", also called trend; b) "Efficient world scenario", which considers investments in energy efficiency and adopting the necessary policies to eliminate market barriers that hinder energy efficiency; and c) "Catastrophic scenario", to study what happens, if the negative occurs and far from improving, the situation worsens.

The scenario proposal was made through discussions with experts from the region related to the development of the REs, while involving the participation of COEES personnel. Group meetings and personal interviews were held to obtain the key variables, as well as the analysis of the key actors involved in the energy sector and the model of scenarios to be proposed for the State of Sonora.

The results obtained are in the form of suggestions or proposals that make it possible to take advantage of the energetic potential and that guide towards a balanced and sustainable development in the State of Sonora.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a mi madre, Delia Irma Cumplido, por ser el apoyo incondicional y la principal cómplice de esta aventura que fue la maestría; así como también a mi padre, Ismael León, por estar presente y apoyarme en lo necesario para cumplir esta meta. Por toda su paciencia ¡Gracias!.

A mis hermanos: Lourdes, Carolina e Ismael, en especial a mi hermano Ismael (el niño de la casa) por ser todo apoyo con referente a las actualizaciones y utilización de nuevas tecnologías. Espero que el también cumplas sus sueños y alcance todas sus objetivos y metas.

Asimismo, a mis cuñados: Tomás y Felpe.

Así también, a mis sobrinas: Mariana (4 años), Danna (año y 10 meses) y Michelle (5 meses), lindas todas ellas, formaron parte de mi proceso de estudio de la maestría y me acompañaron con sus sonrisas y ocurrencias en estos dos últimos años, así como la culminación de esta tesis. Esperando que este trabajo les sirva de inspiración a ellas y se lance a la aventura de los estudios, en un futuro no muy lejano.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE) por las becas otorgadas y los apoyos económicos brindados para contar con los recursos para realizar mis estudios de posgrado.

De igual forma agradezco al personal de la división de ingeniería de la Universidad de Sonora y al personal del Posgrado en Maestría en Ingeniería en Sistemas y Tecnología. Todos ellos formaron parte importante de esta aventura, al brindarme su apoyo para el logro de esta meta.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Presentación	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivo general.....	4
1.4 Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis	4
1.6 Alcances y delimitaciones.....	5
1.7 Justificación	6
2. MARCO DE REFERENCIA	7
2.1 Antecedentes teóricos	7
2.1.1 Conceptos básicos en escenarios.....	7
2.1.2 Historia del futuro	11
2.1.3 Variables claves que influyen en el futuro de las ER.....	15
2.1.4 ¿Que hay después de escenarios?.....	16

2.2 Lo que está ocurriendo en el Mundo, México y Sonora con respecto a la energía.....	16
2.2.1 En el Mundo	16
2.2.2 En México	22
2.2.3 En Sonora	24
2.2.4 Potencial de ER en Sonora	25
3. METODOLOGÍA Y ENFOQUE PROPUESTO	27
Etapa I. Revisión literaria	29
Etapa II. Establecer la metodología de escenarios	29
Etapa III. Aplicación de la metodología de escenarios 2030.....	30
Etapa IV. Análisis de resultados.....	30
Etapa V. Conclusiones y Recomendaciones.....	30
3.1 Enfoque metodológico para la elaboración de escenarios.....	31
Fase I. Estado Actual	32
Fase II. Variables claves y fuerzas motrices	42
Fase III. Conjunto de Escenarios	43
Fase IV. Resultados	45
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESCENARIOS PARA SONORA 2030	47
4.1. Fase I. Estado actual	47
Paso 1. El propósito de los escenarios	47
Paso 2. Tipos de escenarios	48
Paso 3. Alcances y limitaciones	48
Paso 4. Definir periodo de tiempo	49
Paso 5. Naturaleza del equipo de escenario: interno y externo	49

Paso 6. Herramientas metodológicas.	49
Paso 7. Situación actual.....	49
- Situación actual en México	50
- Situación actual en Sonora	53
4.2. Fase II. Variables claves y fuerzas motrices	60
Paso 8. Punto de partida.....	60
Paso 9. Definición de las variables internas y externas para la construcción de escenarios (Variables Claves).....	60
Paso 10. Identificar las principales fuerzas motrices.....	73
Paso 11. Desarrollo del conjunto de escenarios	75
4.3. Fase III. Conjunto de escenarios	75
4.3.1 “Escenario Referencial (ET)” al 2030.	76
1. Acción política - ET	77
2. Apoyo gubernamental - ET	80
3. Percepción y realidad del cambio climático - ET.....	83
4. Producto Interno Bruto (PIB) e intensidad energética del PIB -ET.....	87
5. Consumo de energía eléctrica per cápita - ET	90
6. Costos de la tecnología de ER - ET	92
1. Costo de celdas fotovoltaicas.....	92
4.3.2 “Escenario del mundo eficiente (EME)”	94
1. Acción política - EME,	95
2. Apoyo gubernamental de ER – EME,.....	96
3. Percepción y realidad del cambio climático - EME.....	97
4. PIB e intensidad energética del PIB - EME.....	98
5. Consumo de energía per cápita - EME	99

6. Costos de la tecnología de ER - EME.....	99
1. Costo de Plantas de concentración solar (Energía termosolar)	100
2. Hibridación de fuentes de ER.....	101
Argumentación “Escenario del Mundo Eficiente” .	102
4.3.3 “Escenario catastrófico” (EC)	103
1. Acción política - EC,	104
2. Apoyo gubernamental de ER – EC,	105
3. Percepción y realidad del cambio climático - EME.....	105
4. PIB e intensidad energética del PIB - EC.....	106
5. Consumo de energía per cápita - EC	106
6. Costos de la tecnología de ER - EC.....	107
Argumentación “Escenario Catastrófico”.....	107
Paso 12. Evaluación crítica del número de escenarios.....	109
4.4 Fase IV. Resultados del ejercicio.....	109
Paso 13. Resultado del ejercicio de escenarios.....	109
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
6. REFERENCIAS	117
7. ANEXOS	122
Anexo 1. Capacidad global de Energía Eléctrica Renovable.....	122
Anexo 2. Software MICMAC	123
Anexo 3. Análisis FODA	127
Anexo 4. Temperaturas medias mensuales Hermosillo.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Porcentaje y promedio anual de artículos publicados de escenarios - series de tiempo de 5 años-; (Varum y Melo, 2010)	14
Figura 2.2. Producción de Electricidad 2015 - El segundo año de desaceleración de la producción mundial de electricidad (Enerdata, 2016).	19
Figura 2. 3. Proporción de energía eólica y solar en la producción de electricidad. (Enerdata, 2016)	20
Figura 2. 4. Capacidad de ER instaladas en el mundo a finales 2016 (REN21, 2016).....	21
Figura 2. 5. Zonas con mayor potencial en ER en México	23
Figura 2. 6. Potencial en ER en Sonora	25
Figura 3. 1. Etapas de estructura de metodología de trabajo.....	28
Figura 3. 2 Propuesta metodológica para la elaboración de escenarios	32
Figura 3. 3. Herramientas Metodológicas para la Construcción de escenarios.....	35
Figura 3. 4 Plano de motricidad y dependencia (Martínez, 2012).	36
Figura 3.5. Cono construcción de escenarios cualitativos y cuantitativo.....	44
Figura 4. 1. Tecnologías consideradas de baja emisión de CO2	50
Figura 4. 2. Participación mínima de Energías Limpias en MEXICO	51
Figura 4. 3. Potencial estimado en MW de recursos Renovables en México	52
Figura 4. 4. Estatus y proyecciones en la implementación de ER en Sonora.	53
Figura 4. 5. Mapa conceptual a partir de los Resultados del Análisis FODA para el sector energético de Sonora	54
Figura 4. 6. Producción de energía primaria en petajoules, 2011.	56
Figura 4. 7. Producción de energía secundaria y distribución porcentual del intercambios regional para el estado de Sonora, 2011	56
Figura 4. 8. Porcentajes de los consumos de energía en el sector transformación y distribución de energía en Sonora, 2011.	57
Figura 4. 9. Estructura porcentual de la entrada de energía a centrales eléctricas por tipo de fuente, 2011.	57

Figura 4. 10 Composición de la oferta interna bruta de energía en el Estado de Sonora, 2011.	58
Figura 4. 11. Se presentan los datos finales para cada sector y la composición porcentual.	59
Figura 4. 12 Plano de influencias y Dependencias directas.	68
Figura 4. 13. Proyección de participación mínima de Energías Limpias en México y Sonora 2030.	78
Figura 4. 14. Proyección lineal del cumplimiento de metas para mitigar la producción de GEI al 2030.....	79
Figura 4. 15. Temperaturas medias anuales de la ciudad de Hermosillo.	84
Figura 4. 16. Proyección de temperaturas medias en Hermosillo al 2030.	86
Figura 4. 17. PIB anual del estado de Sonora, proyección al 2030.....	87
Figura 4. 18. Intensidad Energética MWh/\$ Millones de pesos, Proyección 2030.	90
Figura 4. 19. Proyección del consumo per cápita al 2030.....	92
Figura 4. 20. Historial de precios de células fotovoltaicas de silicio de 1977-2015.	93
Figura 4. 21. Se alcanzan los objetivos establecidos en la ley de transición energética al 2030.	96
Figura 4. 22. Intensidad energética baja	98
Figura 4. 23. Consumo de energía per cápita - EME	99
Figura 4. 24. Se abandonan los proyectos de energías ER el 2030.	104
Figura 4. 25. Consumo energético per cápita.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Recopilación de metodologías para la construcción de escenarios (Vergara et al., 2010).	10
Tabla 2. 2. Historia de escenarios Shell 1973-2016	13
Tabla 2. 3 Variables claves que influyen en el futuro de las ER.....	15
Tabla 2. 4. Definición de Energías Renovables.....	26
Tabla 3. 1 Código de influencia (Cely, 1999).....	37
Tabla 3. 2. Código de diligenciamiento de la matriz de actores por objetivos, (Cely, 1999).....	38
Tabla 3. 3. Código de diligenciamiento de la matriz de posiciones valoradas, (Cely, 1999).....	38
Tabla 3. 4. Código de diligenciamiento de la matriz de los medios de acción directos, (Cely, 1999).	38
Tabla 3. 5 Escala de calificación de la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis, (Cely, 1999).	40
Tabla 4. 1 Potencial estimado en MW de recursos Renovables en México	52
Tabla 4. 2 Producción de energía primaria en el estado de Sonora en petajoules, 2011.....	55
Tabla 4. 3 Consumo energético por sectores.....	59
Tabla 4. 4 Definición de las Variables: Título Largo y Corto.....	66
Tabla 4. 5 Matriz de Impactos Cruzados, extraído del software.....	67
Tabla 4. 6 Sumatoria de resultados de la matriz de impactos cruzados	67
Tabla 4. 7 Identificación de las principales Fuerzas Motrices	69
Tabla 4. 8 Los principales actores identificados ordenados por jerarquización.....	72
Tabla 4. 9. Elementos Predeterminados	76
Tabla 4. 10. Datos proyectados para el cumplimiento de metas al 2030.	79
Tabla 4. 11. Unidades económicas del sector privado y paraestatal que efectuaron inversión para la protección ambiental.....	81

Tabla 4. 12. Medias mensuales de temperatura -Promedios, máximos y mínimos 1966-2016.....	85
Tabla 4. 13. Temperaturas medias anuales de Hermosillo proyección al 2030. ...	85
Tabla 4. 14. Intensidad energética al 2030	89
Tabla 4. 15. Consumo per cápita Sonora y proyección al 2030	91
Tabla 4. 16. Propuesta ofertada en CSP \$c/kW (HelisCSP, 2017).	100
Tabla 4. 17. Tabla comparativa de los tres escenarios al 2030.....	112

1. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables (ER) constituyen un tema de gran actualidad en el mundo, dado que la etapa de uso de combustibles fósiles está llegando a su fin, debido principalmente a la escasez y problemas de contaminación que originan. El Estado de Sonora posee un gran potencial energético renovable, principalmente en energía solar. Por otro lado, se ubica en el primer lugar en consumo eléctrico por habitante de México, ello debido a la climatización de las edificaciones en verano y, en algunas regiones, durante el invierno; asimismo, hay uso intensivo de energía en la mayoría de las actividades económicas.

En el marco de la Cumbre Mundial de la Energía del Futuro 2016, México se comprometió para 2024 a que el sistema eléctrico funcione con al menos 35% de energías limpias y con 50% para el año 2050; actualmente esta proporción es del 21% (Reséndiz, 2016). De ahí la importancia de trabajar escenarios para conocer la posibilidad de que esos objetivos se puedan lograr y la posible contribución de Sonora.

El desarrollo de escenarios es utilizado por planificadores, formuladores de política e investigadores en diversas disciplinas, siendo ésta una metodología para pronosticar eventos futuros. Depende de un análisis de la situación actual, el desarrollo de supuestos fundamentados acerca del futuro, una comparación de sus posibles efectos, y las respuestas probables de diversos actores. En esencia, el desarrollo de escenarios es una afirmación matemática que adquiere rigor a través del análisis (FEWS NET, 2015). La metodología de escenarios ayuda también a modificar los modelos mentales de quienes toman las decisiones (Van Der Heijden, 1998).

El proyecto de investigación generará como resultado escenarios pertinentes para las ER al 2030, que permitan hacer recomendaciones para la toma de decisiones en materia energética para el Estado de Sonora y con ello establecer nuevas bases de

política energética, como se exige en la Estrategia Nacional de Energía del Gobierno Federal y en concordancia con lo establecido globalmente.

En esta sección se da a conocer la instancia gubernamental que participará en el estudio, la problemática planteada, el objetivo general y los objetivos específicos, la hipótesis y la justificación del mismo.

1.1 Presentación

La Comisión de Energía del Estado de Sonora (COEES), es la organización gubernamental encargada de que se hagan cumplir los objetivos de política energética, así como desarrollar e implementar dicha política para el fomento de la eficiencia energética y el aprovechamiento de ER. Además, es el órgano encargado de tomar decisiones para crear políticas de orden energético que beneficie a todos los sectores productivos y de servicios de la región; busca realizar y promover acciones técnicas, de gestión, de promoción y difusión, encaminadas a lograr una cultura de eficiencia energética y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía.

Para el planteamiento y desarrollo de escenarios, se trabajará en conjunto con personal de la COEES y en seguimiento a trabajos anteriormente realizados como los Balances Estatales de Energía de 2009, 2010 y 2011, así como el documento “Estimación del Potencial de Energías Renovables en el Estado de Sonora”. Esos estudios servirán de base para el planteamiento de escenarios que ayuden a prospectar el uso de ER en el 2030, como se establece en la Estrategia Nacional de Energía del Gobierno Federal (SENER, 2014). Actualmente se carece de escenarios en materia energética que orienten hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del Estado de Sonora.

1.2 Planteamiento del problema

Sonora se ubica en el “*primer lugar de consumo eléctrico por habitante en México*” (Taddei *et al.*, 2014); ello debido a la climatización de las edificaciones en verano y, en algunas regiones, durante el invierno; asimismo, hay uso intensivo de energía en la mayoría de las actividades económicas, por lo que también cuenta con antecedentes de alto consumo energético, por arriba de la media nacional. Por el contrario, sólo se genera energía a partir de hidroelectricidad y biomasa, importándose del interior del país o del extranjero más del 94% de la energía (COEES, 2010). Asimismo, hay pocos estudios que aborden la problemática actual y potencial de las ER en el Estado.

Por otro lado, el Estado tiene la característica de poseer un *gran potencial energético* en recursos renovables principalmente en energía solar y que a la fecha no ha sido explotado (Taddei *et al.*, 2014); por ello, se propone incrementar significativamente el uso de este tipo de energías en el país para el 2030. Es así como surge la necesidad de profundizar en estudios para mejorar el conocimiento de las posibilidades reales que se tienen para el aprovechamiento de las ER en Sonora.

En este sentido existen diversas metodologías con enfoque estratégico para definir la prospectiva. Una de ellas, la metodología de escenarios que permite profundizar en el conocimiento de diversos futuros; sin embargo, actualmente se carece de un estudio de escenarios alternativos para el desarrollo de una política energética en Sonora. De no hacerse se seguirá desaprovechando el potencial existente.

1.3 Objetivo general

Establecer escenarios sobre la utilización de las ER en el Estado de Sonora, para hacer recomendaciones a los tomadores de decisiones en el establecimiento de políticas energéticas sustentables. Para ello se hará acopio y revisión de información relevante sobre escenarios en ER y el planteamiento de éstos en otros lugares del mundo.

1.4 Objetivos específicos

- Identificar posibles alternativas que den respuesta a las situaciones de cada escenario propuesto, a través de un análisis de sensibilidad.
- Analizar los escenarios propuestos con los involucrados en la toma de decisiones en materia de política energética; ya que son estos los encargados de implementarla.
- Recomendar estrategias de política energética sustentada para Sonora, encaminadas a la elaboración de una propuesta para la toma de decisiones.
- Validar los escenarios a través de alguna herramienta de software, el cual apoyará a reducir el riesgo de la política o proceso de cambio, a identificar los puntos clave de apalancamiento para la mejora, a construir modelos de simulación y la creación de escenarios hipotéticos para apoyo a la decisión.

1.5 Hipótesis

El establecimiento de escenarios para las ER al 2030, permitirá hacer recomendaciones para la toma de decisiones en materia energética para el Estado de Sonora.

1.6 Alcances y delimitaciones

El presente proyecto de investigación se limitará a trabajar con información que se tenga disponible sobre el Estado de Sonora en materia de ER, fundamentalmente los Balances Estatal de Energía de 2009, 2010 y 2011 que pueden servir de base para hacer una prospectiva al 2030; A partir de ahí se pretende establecer nuevas bases de política energética, como se exige en la Estrategia Nacional de Energía del Gobierno Federal (SENER, 2014). Los planteamientos de escenarios para el Estado de Sonora deberán hacerse en concordancia con los establecidos globalmente.

Se trabajó con un mínimo de tres escenarios, como lo marcan algunas metodologías que abordan este tema (Amer *et al.*, 2013), asimismo, esto dependió de los datos y de la información que se tuvo disponible, así como de la información obtenida de las variables claves para la obtención de los resultados.

A continuación se presentan los escenarios base para el desarrollo de la tesis: **a) “Escenario de referencia”**.- también llamada tendencial, aquel que ocurriría en ausencia de políticas específicas para cambiar de rumbo del consumo energético. Corresponde a la extrapolación de tendencias. Lo que podría suceder si las cosas siguen comportándose como hasta el momento (Miklos y Arroyo, 2008). **b) “Escenario del mundo eficiente”**.- Señala que todas las inversiones en eficiencia energética que sean económicamente viables se hagan y se adopten todas las políticas necesarias para eliminar las barreras del mercado a la eficiencia energética (World Energy Council, 2016). **c) “Escenario catastrófico”**.- para estudiar qué pasa si ocurre lo negativo y lejos de mejorar, la situación empeora (Miklos y Arroyo, 2008).

Con la utilización de la técnica de planteamiento de escenarios y en vinculación con los tomadores de decisiones, se detectarán necesidades de orden de política

energética, que permita estar preparados para incrementar, en el futuro, la utilización de las ER. El alcance es a nivel recomendación para los tomadores de decisiones.

1.7 Justificación

La justificación para el desarrollo de este proyecto se debe a que la COEES tiene una serie de compromisos públicos y una agenda por cumplir; cuenta con pocos expertos en la materia de ER, por lo que requiere de apoyo externo que les ayude a orientar sus objetivos, así como darles herramientas que les ayude a tomar decisiones. Asimismo, se destaca que Sonora fue de los primeros Estados en el país que aprobó la Ley de Fomento a las Energías Renovables y Eficiencia Energética en el 2009.

De acuerdo con la problemática anteriormente mencionada, no se cuenta con escenarios que coadyuven a establecer políticas de orden energético. Ello impide aprovechar el potencial que existe en el Estado de Sonora para la generación de ER y que hasta el momento no se han explotado. Por otro lado, los escenarios también permitirán preguntarse o generar una serie de supuestos como: ¿qué pasaría de seguir como hasta ahora, de seguir o no seguir un plan? en caso de seguir uno u otro, ¿cuáles serían las consecuencias?, pero estas y otras interrogantes se responderá en el transcurso y desarrollo de la investigación.

La información que arrojen los escenarios podrá ser utilizada para reorientar los objetivos y planes de desarrollo energético en el Estado de Sonora. Por último, esto permitirá a COEES conocer la situación actual de las políticas públicas energéticas que se ejecutan en el Estado.

2. MARCO DE REFERENCIA

A continuación se presentan los antecedentes teóricos que ayudarán a entender conceptos básicos de la problemática, y la importancia de las ER para el Estado de Sonora; asimismo se presentará el entorno en el que éstas se desenvuelven para el planteamiento y desarrollo de escenarios.

2.1 Antecedentes teóricos

En el siguiente apartado se presentan los conceptos básicos referentes a escenarios, que servirán de base para la construcción del marco de referencia.

2.1.1 Conceptos básicos en escenarios

Existe una gran variedad de conceptos y herramientas metodológicas que pueden ser utilizadas para la planeación estratégica, una de ellas, la planeación por escenarios se ha convertido en la actualidad en una aproximación metodológica para predecir y/o construir un futuro (Vergara *et al.*, 2010).

En consecuencia, el ser humano siempre ha tenido la fascinación de conocer el futuro, acudiendo a varios métodos para ello, de los primeros registros se encuentra la bola de cristal, desde antes los años 600 A.C. (Bunce, 2015), la lectura de las cartas, astrología, nigromancia, entre otros relacionados con el ocultismo. Por otro lado, las ciencias exactas también han hecho su aportación tratando de adivinar un futuro incierto, surgiendo un conjunto de enfoque científico “la futurología”, donde la ciencia y el arte se combinan para predecir el futuro (Yeoma y Morello, 2007).

Asimismo, Valdés (2006), presenta una breve reseña de la historia e ideologías en las ciencias del futuro, donde hace ver que el deseo de conocer (prever, predecir, imaginar o inventar) el futuro es tan viejo como nuestra especie; abordado de diferentes maneras.

Algunas de las interpretaciones más importantes que se han realizado sobre el concepto del futuro son las siguientes (Gomes *et al.*, 2001): 1. *El futuro interpretado como producto de la magia*, se refiere a Interpretar el futuro como producto de la adivinación. Aunque esta concepción permanece hasta nuestros días, predominó principalmente en la época medieval; 2. *El futuro unidireccional*. Surgió con el apoyo de las ciencias matemáticas y la estadística. Donde el futuro se puede moldear mediante la aplicación de modelos econométricos de proyección, utilizando series históricas de referencia y ofreciendo una visión probable de futuro, basada principalmente en extrapolaciones; Y por último, 3. *El futuro visto de manera polifacética y humanista*. La concepción más reciente, surgida a finales de la década de los años cincuenta, propone que el futuro sólo **depende de la acción del hombre**. Ello hace que aparezca la prospectiva, bajo la inspiración de Gastón Berger.

Gastón Berger fue un filósofo francés, empresario, administrador; Inventor del término “prospectiva” y afirmaba que tomar una actitud prospectiva implicaba prepararse para la acción (Herrera, 2012). En 1959, Berger decía que mediante la prospectiva se debía “observar lejos, ampliamente y profundamente, pensar en el hombre y asumir riesgos” (Godet *et al.*, 2007).

Por otro lado, Martin (2014) habla sobre la gran mentira de planificación estratégica, en él se refiere a que la estrategia es importante, porque obliga a enfrentarse a múltiples futuros desconocidos que sólo puede adivinar. Lo que es peor, en realidad la elección de una estrategia implica la toma de decisiones que cortan de forma explícita posibilidades y opciones.

Por lo que, Martin sugiere que se deben de salir de la zona de confort, y que tiene que ser incómodo y preocupado: La verdadera estrategia se trata de hacer sus apuestas y tomar decisiones difíciles. Pero el principal objetivo es “no eliminar el riesgo, para aumentar las probabilidades de éxito”. Por lo anteriormente expuesto, da paso a la metodología de escenarios, donde ésta forma parte de una variedad de métodos que existen para prever el futuro.

En relación a la metodología de escenarios, Van Der Heijden (1998) enfatiza la importancia de planear; menciona que se hace con el objetivo de alcanzar un mejor resultado, al enfocar las decisiones diarias en una forma estructurada y eficiente para aprovechar al máximo el tiempo y los recursos. De ahí que los escenarios ayudan a modificar los modelos mentales de quienes toman las decisiones. Esto es el arte de prevenir el futuro.

Por ello, el desarrollo de escenarios es utilizado por planificadores, formuladores de política e investigadores en diversas disciplinas, siendo ésta una metodología para pronosticar eventos futuros. Depende de un análisis de la situación actual, el desarrollo de supuestos fundamentados acerca del futuro, una comparación de sus posibles efectos, y las respuestas probables de diversos actores; En esencia, “el desarrollo de escenarios es una afirmación matemática que adquiere rigor a través del análisis” (FEWS NET, 2015).

Los tomadores de decisiones pueden usar escenarios para pensar en aquellos aspectos del futuro que más les preocupan, o para descubrir qué aspectos deberían preocuparlos, y explorar las formas en que éstos podrían desplegarse. Debido a que muchas variables pueden determinar lo que realmente sucederá, los desarrolladores crean varios escenarios. Todos éstos abordan las mismas preguntas importantes y todos incluyen aquellos aspectos del futuro que probablemente persistan, pero cada uno describe una manera diferente en la cual los aspectos inciertos del futuro podrían jugar (World Energy Council, 2016).

A continuación, en la tabla 2.1 se presenta una recopilación de metodologías para la construcción de escenarios y sus aportaciones en el tiempo. La revisión bibliográfica la realizaron Vergara *et al.*, (2010) y consistió en la búsqueda relativa a la planeación por escenarios, técnica asociada a los estudios prospectivos y la simulación de sistemas; se realizó un análisis de artículos en revistas indexadas, libros, tesis doctorales y demás documentos técnicos referenciados en el mundo académico-empresarial.

Modelo / Metodología	Autor(es)	Características / Aportes	Año
Future-Now	Herman Kahn [5]	Emplea juicios razonados y la intuición. Método cualitativo	1967
Operational Research / Management Science (OR/MS)	Amara y Lipinski [12]	Involucra algoritmos estructurales y modelos matemáticos. Método cuantitativo.	1983
Procedimiento para la construcción de escenarios	Peter wack [9]	Soporta los escenarios bajo una estructura robusta, complementados con un análisis numérico	1985
Industry Scenarios	Michael Porter [40]	Parte de que el análisis de la industria permite prever cómo será el mundo en el futuro	1985
Procedimiento para la construcción de escenarios	Millet y Randles [2]	Emplea técnicas intuitivas y cuantitativas. Relaciona métodos cualitativos y cuantitativos.	1986
Análisis de escenarios para la planeación estratégica. Procedimiento para la construcción de escenarios en tres fases.	Julia Brauers y Martin Weber [48]	Incluye métodos creativos cualitativos en la fase de análisis	1988
Metodología general de ocho pasos propuesto por Schwartz	Peter Schwartz [30]	Método procedimental para desarrollar escenarios	1991
Metodología para la construcción de escenarios	Michel Godet [12]	Uso de la perspectiva para el diseño de escenarios	1992
Metodología para la construcción de escenarios en tres fases	The Future Group [46]	Enfatiza en centrar en los puntos críticos de la organización.	1994
Metodología para la construcción de escenarios en cuatro fases	Sholom Feldblum [49]	Relaciona la simulación estocástica con la prueba de escenarios	1995
Metodología para la construcción de escenarios en nueve pasos	Paul Schoemaker [27]	Incluye en el paso 9 la posibilidad de reexaminar los escenarios después de realizar investigaciones posteriores	1995
Metodología para el desarrollo de escenarios	Kees Van Der Heijden [43]	Método estructurado para el desarrollo de escenarios	1996
Método de la doble variable	John Galuhng [2]	Identifica las dos mayores incertidumbre y crea escenarios para estas	1998
Metodología general de siete pasos	John Ratcliffe [50]	Modelo adaptable para el uso en cualquier tipo de organización	2000
Teoría general para la planeación de escenarios basado en el método de ocho pasos de Dubin	Thomas J. Chertnack [15]	Aplicación teórica para la construcción y prueba de escenarios	2003
Metodología general de cinco pasos	Diana Soarce, Katherine Fulton, y the Global Business Network community [47]	Incluye el seguimiento posterior de los escenarios elaborados	2004
Desarrollo de escenarios prospectivos	Iver B. Neumann y Erik F. Verland [45]	Los escenarios pueden provenir directamente de datos del pasado, del presente o de ambos.	2004
Transition management Model	Saartje Sondejker, Jac Geurts, Jan Rotmans y Arnold Tukker [44]	Modelo para la transición de escenarios hacia los procesos gerenciales	2006

Tabla 2.1. Recopilación de metodologías para la construcción de escenarios (Vergara et al., 2010).

Por otro lado, en una revisión de planificación de escenarios realizada por Amer *et al.*, (2013), observan que en la última década ha habido un aumento significativo en la utilización de dicha metodología. Asimismo, intentan dar respuestas a algunas preguntas de los aspectos prácticos de la planificación de escenarios como: *la selección de escenario, número adecuado de escenarios y problemas de validación de escenario*. Concluyen que los enfoques de planificación de escenarios que comprenden una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas son mejores; además, para un proyecto de escenarios es fundamental un número apropiado de ellos, los cuales pueden variar de 3 a 5 escenarios futuros.

De acuerdo con Ivner *et al.* (2010), hay diferentes herramientas que sirven a los tomadores de decisiones para llevar a cabo el proceso de planificación energética; entre ellas se encuentran: el compendio de información, consulta ciudadana, análisis de escenarios y formulación de alternativas, el desarrollo de una imagen visionaria del futuro, así como el desarrollo de escenarios externos. Mencionan que éstas son herramientas que pueden ser utilizadas para promover la eficiencia energética, el suministro, la distribución, la transformación y los usos de las ER.

2.1.2 Historia del futuro

Los escenarios adquirieron relevancia en la década de 1970. Previamente, en 1965, la petrolera Royal Dutch Shell puso en servicio un sistema dirigido por computadora para la planificación, a partir de un modelo de pronóstico financiero racional, que además estaba muy en boga en esa época; se dieron cuenta que los métodos cuantitativos tradicionales no eran suficientes para predecir el futuro ya que el sistema arrojaba pronósticos equivocados.

Dicho sistema computacional fue cerrado a inicios de los 70's, al tiempo que inician una actividad llamada "estudios a largo plazo" en la sede de Londres con el veterano Ted Newland; con Newland y Davidson la operación de "futuros" comenzó a tomar

forma en 1967 desde entonces a la fecha (2016), con un primer informe de estudio "Año 2000", la planificación de escenarios en Shell ha continuado evolucionando y ayuda a formar el pensamiento global de la compañía en su estrategia sobre energía y otras materias (Wilkinson y Kupers, 2013).

En la tabla 2.2 se presenta el resumen de la evolución de los escenarios de la compañía Shell a la fecha. Se recalca que *“en Shell y en otros lugares, los escenarios han ayudado a que los líderes se preparen para el futuro que podría ocurrir, más que para el futuro que les gustaría crear”* (Zea, 2013).

Escenarios de Shell		
Año	Títulos reales	Aportación del escenario
1973	“Crisis Scenario” Traducción "Escenario de crisis"	Una respuesta tardía a una brecha de energía inminente hace que los precios del petróleo en caída, espiral ascendente. Los gobiernos productores ejercen un estricto control sobre la industria a través de la nacionalización.
	“Dirigiste Solution” Traducción "Solución dirigida"	Los gobiernos de los países consumidores intervienen en los mercados de energía, con el apoyo de la opinión pública. La industria de la energía recibe subsidios, las restricciones se imponen sobre el consumo, y se fomenta la conservación.
	Fue un año muy activo para los escenarios: Los anteriores son sólo dos de los seis que se emitió, y dos más, se centró en la posibilidad de una escasez de energía.	
1977	“Carter Miracle” Traducción "Carter milagro"	El liderazgo moral exudado por el presidente Jimmy Carter EE.UU. restablezca la confianza. Los gobiernos toman medidas para fortalecer el comercio y las inversiones internacionales.
	“Convalescence” Traducción "Convalecencia"	La recuperación es más lenta de lo normal. El desempleo se combina con una mala opinión del gobierno en general para que el sistema frágil.
	“Relapse” Traducción "Recaída"	La inflación se eleva considerablemente, al igual que los salarios. La economía global está sacudida por los conflictos en el Medio Oriente y otras perturbaciones externas.
1989	“Global Mercantilism” Traducción "Mercantilismo global"	El poder económico es la fuerza motriz. El conflicto de Intereses regionales afecta a la seguridad económica y el medio ambiente. El proteccionismo crece, y el comercio se gestiona a través de acuerdos bilaterales. Muchos países en desarrollo se quedan atrás.
	“Sustainable World” Traducción "Mundo Sostenible"	Entorno de prioridad absoluta. El sistema económico global es elástico, y los países en desarrollo son presentados a bordo. El crecimiento en el negocio de la energía es limitada. Un énfasis en combustibles limpios conduce a una reconstrucción de la industria.
1995	“Just Do It!” Traducción "¡Solo hazlo!"	El éxito viene a los que aprovechar las últimas innovaciones en tecnología oportunidades de rápido movimiento en un mundo de hiper-competencia, la personalización, la autosuficiencia y la creación de redes informales.
	“Da Wo” Traducción "Da Wo" (Chino para "Big Me")	Los países y las empresas descubren que las relaciones de confianza y el papel del gobierno que permite proporcionar una ventaja estratégica a largo plazo. Esto favorece Asia, porque su gente y las empresas vistan del bienestar individual y social como inextricablemente ligado.

2001	"Business Class" Traducción "Clase de negocios"	Una élite interconectada a nivel mundial y la única superpotencia que queda dirigiendo el mundo hacia una mayor integración económica y la prosperidad. Ciudades y otros centros de poder disminuir la influencia de los gobiernos nacionales y desarrollar un "nuevo medievalismo".
	"Prism" Traducción "Prisma"	El poder persistente de la cultura y la historia dan forma a un "nuevo regionalismo", poniendo el mundo monocromático de la integración global en cuestión.
2013	"Mountains" Traducción "Montañas"	Los gobiernos desempeñan un papel importante, ayudando a desarrollar ciudades más compactas y transformar la red de transporte global. Las nuevas políticas desbloquean el gas natural abundante y aceleran la captura de carbono y la tecnología de almacenamiento, lo que resulta en una moderación de las emisiones de gases de efecto invernadero.
	"Oceans" Traducción "Océanos"	El fuerte crecimiento económico acelera la demanda de energía. El poder es más ampliamente distribuido, y los gobiernos son más lentos para ponerse de acuerdo sobre las decisiones importantes. Las fuerzas del mercado en lugar de políticas dan forma al sistema de energía: el petróleo y el carbón siguen siendo parte de la mezcla, y las emisiones de gases de efecto invernadero lograr un cambio dramático del clima.
2016*	"A better life with the healthy planet: pathways to net-zero emissions" Traducción "Emisiones netas-Cero"	El Equipo de Escenarios Shell ilustra opciones, desafíos e ideas para la sociedad descarbonizar la economía global en una forma que podría abordar tanto el desafío del cambio climático y el deseo de un mayor crecimiento económico. ¿Cómo podría el sistema energético del mundo evolucionar para satisfacer la demanda futura, al tiempo que permite una mejor calidad de vida y la salud del planeta? Esta es la principal cuestión planteada en un nuevo informe por el equipo de escenarios de Shell.
	"New Lenses On Future Cities" Traducción	El primer objetivo del escenario es ver a 500 ciudades de todo el mundo para explorar cómo las ciudades individuales podrían evolucionar de forma más sostenible. Las poblaciones urbanas están creciendo y alrededor de tres de cada cuatro de nosotros vivirá en ciudades en 2050. A medida que las ciudades se expanden, la presión sobre los recursos vitales de energía, agua y alimentos aumenta. En todo el mundo hay grandes diferencias en la forma en que las ciudades se construyen y funcionan, cómo se mueven alrededor de habitantes y cómo utilizan la energía. Es de vital importancia para entender más acerca de estas diferencias a fin de tomar las decisiones correctas para la construcción de ciudades sostenibles.
	"New Lens Scenarios on the Future" Traducción	Lo que pasaría en 50 años a partir de ahora... o incluso en el 2100? Consideramos dos posibles escenarios del futuro, tomando una serie de presionar las tendencias y problemas globales y utilizarlos como "lentes" a través de la cual ver el mundo. También plantean preguntas sorprendentes. Por ejemplo, podría convertirse en energía solar fotovoltaica fuente de energía más grande del mundo por la década de 2070? ¿Podría mundialmente el dióxido de carbono (CO ₂) de estar cerca de cero para el año 2100, en parte gracias a la tecnología que elimina el CO ₂ de la atmósfera?

Fuente: tabla elaboración propia con información de (Wilkinson y Kupers, 2013)

Nota: *2016, con información de la página web de Shell. <http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios.html>

Tabla 2. 2. Historia de escenarios Shell 1973-2016

La pregunta frecuente acerca de la práctica de escenario en Shell, es: "¿Funcionó?"; es decir, ¿crea valor al negocio, en lo particular, permite mejorar la toma de decisiones? La respuesta es "sí" en el caso de los escenarios más enfocadas y "sólo

de manera indirecta" en el caso de escenarios globales. No se tienen ejemplos sólidos de desarrollos futuros esperados que tiene Shell mejor que otras compañías que hayan utilizado la metodología entorno a la crisis del petróleo de 1970 (Wilkinson y Kupers, 2013).

Los escenarios no son pronósticos dice Wilkinson (2009). Distingue entre futuros Plausibles y futuros Probables; estos últimos son comunes para hacer pronósticos, mientras que en la práctica de escenarios Shell hace énfasis en la creación y el mantenimiento de un conjunto de futuros plausibles, es decir admisibles o recomendables. Dice que por ello la práctica de escenarios también está disfrutando de un renacimiento fuera de Shell.

Asimismo, el uso de la planificación de escenarios en la práctica, ha crecido en la última década como una manera de enfrentar la incertidumbre (Zapata y Kaza, 2015). Después del 9/11 en Estados Unidos (USA), ha habido un aumento repentino y sostenido en la utilización de la herramienta de escenario para la gestión de incertidumbre (Bilodeau y Rigby, 2007). De su lado, Verum y Melo (2010) presentan los porcentajes y promedio anual de los artículos publicados, relacionados con el tema de escenarios (figura 2.1).

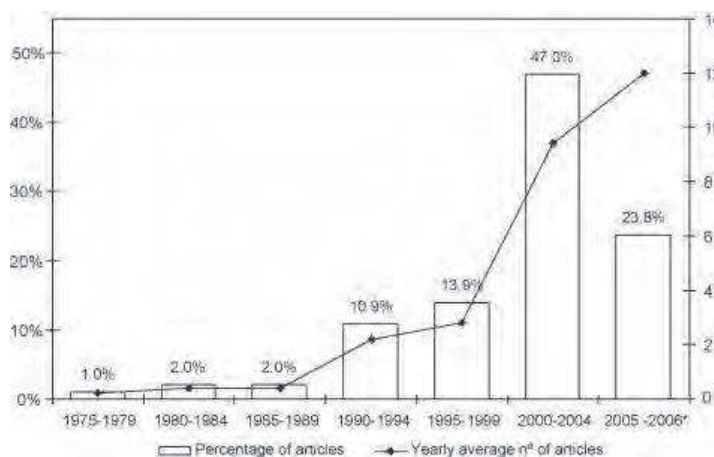


Figura 2. 1. Porcentaje y promedio anual de artículos publicados de escenarios -series de tiempo de 5 años-; (Varum y Melo, 2010)

2.1.3 Variables claves que influyen en el futuro de las ER

En el 2013, dentro del informe global para las ER en el mundo (REN21), específicamente en el Anexo 3, se muestran respuestas de los expertos sobre el futuro de las ER; un alto porcentaje respondió que el futuro depende de las políticas, el financiamiento, las condiciones comerciales, la regulación del mercado de la energía, las reducciones de costos, las cuestiones sociales y otros factores. Asimismo una minoría considero que el desarrollo tecnológico en sí, era un factor clave. Al menos 18 **"variables clave"** surgieron de entrevistas y escenarios, ver tabla 2.3. Los modelos de escenario incorporan muchas o todas estas variables externas como entradas (exógenas) o como variables internas (endógenas).

Variables que Influyen en Futuros de las Energía Renovable	
1. Crecimiento de la población y demografía.	10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda.
2. Producto interno bruto (PIB) e intensidad energética del PIB.	11. Precios y demanda del carbón.
3. Eficiencia energética y consumo de energía per cápita.	12. Precios del petróleo.
4. Costos de la tecnología de energía renovable.	13. Aceptación de la energía nuclear y apoyo gubernamental.
5. Acción de política.	14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto.
6. Subvenciones e impuestos a los combustibles fósiles.	15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono.
7. Tasas de interés (tasas de descuento).	16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales.
8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno.	17. Geografía de la población y de los recursos.
9. Precios e impuestos del carbono.	18. Percepción y realidad del cambio climático.

Tabla 2. 3 Variables claves que influyen en el futuro de las ER

Los resultados del escenario dependen de cómo se usen estas variables, o qué valores se asumen para ellos si son tratados como insumos. La mayoría de los escenarios consideran variables como el crecimiento económico (PIB), la intensidad y demanda

de energía, los costos de combustible, los precios del carbono, los costos tecnológicos y el grado de acción política. Estas variables podrían ser consideradas como los motores de las ER y otras tecnologías energéticas, y pueden modelarse a partir de historias de condiciones socioeconómicas, expectativas sobre cambio tecnológico, impulsores de políticas, tasas de crecimiento proyectadas u otras consideraciones.

2.1.4 ¿Que hay después de escenarios?

Pang (2010, citado en Vergara *et al.*, 2010, pag. 225) , propone, para el futuro, el surgimiento de nuevos métodos relacionados con el escaneo social (en inglés: social scanning) basado en tecnología Web 2.0 y los mercados de predicción (en inglés: prediction markets), que prevén la renovación de la futurología en el siglo XXI.

2.2 Lo que está ocurriendo en el Mundo, México y Sonora con respecto a la energía.

En los siguientes apartados se presenta el panorama general de lo que está ocurriendo en el Mundo, en México y Sonora.

2.2.1 En el Mundo

El desarrollo de la humanidad está ligado a la capacidad para obtener y aprovechar la energía de la naturaleza. La energía es la base de la economía mundial y el dinamismo que la caracteriza se debe en mucho a la contribución de los combustibles fósiles; es decir, el petróleo, el gas natural y el carbón mineral (Hirsch, 2005).

Morales, Mínguez y Conejo (2010) mencionan que “Las fuente de ER son cada vez más atractivas desde el punto de vista económico”; sin embargo, en algunos casos las ER constituyen una fuente intermitente que no puede ser enviado a la voluntad de quien la produce. Para ello, plantean una metodología para producir un conjunto de

escenarios posibles con modelos de producción de ER que pueden ser descritos a través de un proceso estocástico.

Por otra parte y relacionado con esto, Mark Jacobson esbozó un plan para el mundo donde observó la importancia de obtener toda la energía a partir del viento, el agua y los recursos solares para el año 2050. En ese entonces, su propuesta para muchas personas fue radical y poco práctica. Sin embargo, en el último año es una realidad y la principal corriente en la conferencia de París; donde ahora se tiene como objetivo llegar a 80% de las ER para el 2030 y el 100% para el 2050 (Jacobson *et al.*, 2015).

En cuanto al uso de ER en Latinoamérica, actualmente Costa Rica es de los primeros países de América latina que está produciendo energía 100% Renovable y tiene proyectado permanecer así hasta 2021. Chile, está viviendo bajo la ley "20/25", en virtud del cual el 20 por ciento de la red eléctrica debe ser renovable para el año 2025. Uruguay es otro caso de éxito en energía eólica con 30% y biomasa 15%. Uruguay ahora tiene como objetivo generar 38 por ciento de su electricidad a partir del viento a finales de 2017 (Thwaites, 2016). Brasil y México, constituyen un 80 por ciento del total del mercado de las ER en América latina, los inversionistas en ER tienen en la mira a esos dos países.

De su lado, Brasil depende en gran medida de la energía hidroeléctrica (alrededor del 70 por ciento de la red), pero después de sufrir una de las peores sequías, se inclinan a alejarse de ella, de ahí que el desarrollo de energía eólica ha sido impresionante en los últimos años incrementándose -de 2010 a 2014, diez veces más la capacidad instalada. Sin embargo, los bajos precios del petróleo no sólo afectan a las ER; afecta a la formulación de políticas de energía aun cuando *"La esperanza es que las decisiones políticas no se hagan sólo por lo que está sucediendo ahora"* (Fredrick, 2016).

En cuanto a la producción anual de dióxido de carbono (CO₂), proveniente en su mayoría del uso de combustibles fósiles y que coadyuva al calentamiento global, de

acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (2012) -IEA por sus siglas en inglés- dicha producción ha variado de 15,643 millones de toneladas en 1973 a 29,381 millones de toneladas en 2008, prácticamente el doble en 35 años (IEA, 2012).

La IEA (2013), registró que los niveles de CO₂ en la atmósfera superaron por primera vez en varios cientos de miles de años las 400 partes por millón. Por lo que es necesario actuar intensamente antes de 2020, fecha en que debe entrar en vigor un nuevo acuerdo internacional en materia climática. La energía se halla en el centro neurálgico de este desafío, debido a que, el sector energético produce aproximadamente dos tercios de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido a que más del 80% del consumo mundial de energía se basa, todavía, en el uso de combustibles fósiles.

A pesar de la positiva evolución de algunos países, las emisiones mundiales de CO₂ derivadas de la energía crecieron un 1.4% y alcanzaron 31.6 gigatoneladas (Gt) en 2012, un máximo histórico (IEA, 2012).

La IEA 2014, habla de que la transición de China hacia un modelo de crecimiento menos intensivo en energía tiene repercusiones fundamentales en las tendencias mundiales. China sigue siendo con mucho el mayor productor y consumidor de carbón del mundo; el país instalará más capacidad de generación eléctrica renovable y hacia 2030 superará a Estados Unidos como mayor consumidor de petróleo y tendrá un mercado de gas más grande que el de la Unión Europea. La demanda energética total de China en 2040 será casi el doble que la de Estados Unidos (International Energy Agency, 2014). En la figura 2.2. Se muestra el mapa de producción de electricidad a nivel mundial.



Figura 2.2. Producción de Electricidad 2015 - El segundo año de desaceleración de la producción mundial de electricidad (Enerdata, 2016).

De acuerdo con Enerdata (2016) **Europa** tiene como objetivo participar con el 20% del total de energía de fuentes renovables para el año 2020, aprobada en 2008. **Estados Unidos**, espera un crecimiento a largo plazo en el mercado en tecnologías de ER, asimismo, expertos en políticas apuntaron a seguir apoyando la política fuertemente para mantener un crecimiento continuo en los mercados de futuros en ER, así como incentivar una variedad de subsidios y mecanismos de apoyo a nivel estatal. **Japón**, tras el accidente nuclear de Fukushima en marzo de 2011, plantea su "estrategia nacional de política verde" a finales de 2012. Las versiones propuestas de esta estrategia se han dirigido a una eliminación completa de la energía nuclear para el año 2040, así como una participación del 30% de la electricidad de ER para el 2030.

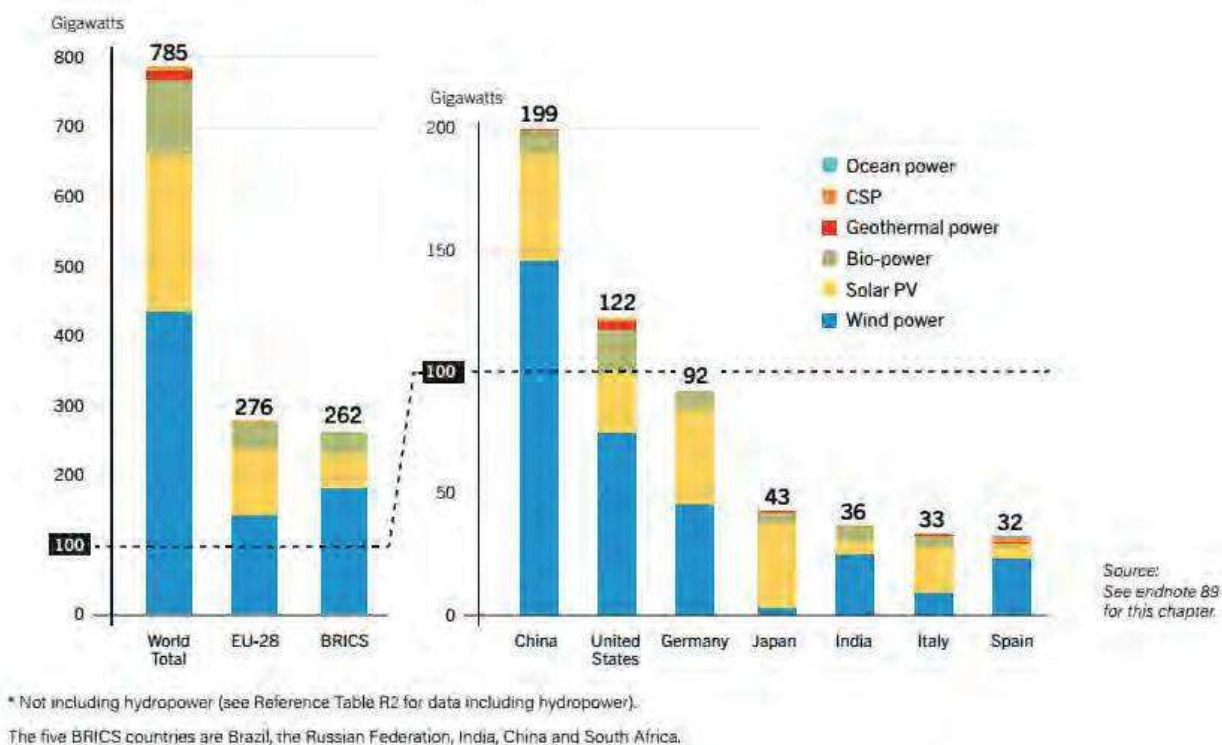
En 2010, **China** se convirtió en el líder mundial en ER, en términos de inversión anual. Escenarios y opinión de los expertos sugieren que China seguirá siendo el líder mundial en las próximas décadas. Por otro lado, Los expertos creen que esta expansión en ER se acelerará hasta el 2020 en los principales países como Argentina, Chile, Colombia, Egipto, Ghana, Indonesia, Jordania, Kenia, México, Nigeria, Filipinas, Sudáfrica y Tailandia. Y más allá de 2020, las ER en los mercados será cada vez más amplia basada en un mayor número de países, como países en desarrollo a aumentar

el liderazgo (REN21, 2013). La participación de las fuentes de ER en el consumo mundial de electricidad se ha duplicado en los últimos 4 años (Enerdata, 2016). Las ER más relevantes, eólica y solar se muestran en la figura 2.3.



Figura 2. 3. Proporción de energía eólica y solar en la producción de electricidad. (Enerdata, 2016)

El 2015, fue un año extraordinario para la ER, como se puede apreciar en la figura 2.4, la capacidad instalada de ER en el mundo a finales del 2015 se ha duplicado, EU-28, BRICS, y 7 de los principales países consumidores de energía, han invertido en ello. En conclusión, los principales retos y barreras para las iniciativas de energía en todo el mundo incluyen: la incertidumbre y el riesgo causado por los cambios o fluctuaciones en las regulaciones, sistemas de apoyo y financiamiento disponible; apoyo continuo del gobierno de los actores energéticos existentes (incluidos los combustibles fósiles); una falta de capacidades locales, el conocimiento, la confianza y la participación de las poblaciones y la oposición local. Pero se puede resaltar, en particular, que los proyectos de energía de la comunidad Europea, han sido inhibida por los cuellos de botella legales y administrativos, más que por las barreras financieras (REN21, 2016).



*Tabla R2-ver anexo 1

Figura 2. 4. Capacidad de ER instaladas en el mundo a finales 2016 (REN21, 2016).

Los impactos del clima y el cambio de uso de la tierra son algunos de los desafíos más grandes que enfrenta la conservación de la biodiversidad y manejo de recursos naturales en el siglo XXI. El aumento de la cantidad de generación de energía renovable es un objetivo primordial para mitigar las emisiones que contribuyen al cambio climático desde el sector de la energía (Kreitler *et al.*, 2015).

A mediano plazo se esperan estilos de vida con menor intensidad energética debido a que esos combustibles no son renovables y no existen fuentes primarias de energía conocidas con capacidad energética similar (Odum y Odum, 2011).

2.2.2 En México

“*El futuro de la energía y la reforma energética no es tarea fácil en México*” (Samples, 2016). Debido a los cambios derivados de las reformas constitucionales de energía, las empresas en ER de Estados Unidos están observando las posibilidades para aprovechar el potencial mexicano de ER, lo que podría ofrecer nuevas ventajas y oportunidades para la industria en ambos lados de la frontera, ya que están en una posición única para ayudar a desarrollar, suministrar, construir y financiar proyectos en el mercado de la energía en evolución de México (Sternthal, 2016).

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) en el 2007 plantearon 6 escenarios de ER que giraron en torno a la gestión de riesgo ante el cambio climático en México, esto debido a que, uno de los sectores de mayor importancia para el crecimiento económico de un país es el energético, para el desarrollo de la actividad económica y de servicios; al mismo tiempo, este sector es responsable de poco más del 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial de acuerdo con cifras del Instituto de Recursos Mundiales en el 2005 (Tejeda *et al.*, 2007).

Mediante la elaboración del plan integral para el desarrollo de las ER en México 2013-2018, la consultora PriceWaterhouseCoopers (PwC), pretende realizar su aportación a la integración definitiva de las ER dentro de la matriz energética mexicana y, en concreto, dentro del sistema eléctrico nacional (SEN); México cuenta con el potencial para el desarrollo de las ER, a lo largo de toda la geografía nacional, como se muestra en la figura 2.5. La región norte del país se sitúa en las zonas de mayor potencial de generación solar, por su alto nivel de irradiación; Las zonas más ventosas del estado de Oaxaca y otros estados como Tamaulipas, Baja California, Puebla o Veracruz permitirían maximizar el potencial de energía eólicas. El eje neo-volcánico (800 km de longitud), zona con elevado potencial para la instalación de plantas de generación geotérmica. El aprovechamiento de los residuos urbanos, agrícolas y forestales

generados para la generación eléctrica de plantas de biomasa. Adicionalmente, los ríos, especialmente en la región sur-sureste albergan un alto potencial de instalación de centrales hidráulicas de pequeña escala. Por último, la industria mexicana tiene la oportunidad de mejorar su competitividad mediante los ahorros energéticos motivados por el incremento de eficiencia derivada de instalación de plantas de cogeneración eficiente (PwC *et al.*, 2013).



Fuente: Imagen obtenida del Plan integral para las Energías Renovables en México 2013-2018, p.10 (PwC *et al.*, 2013).

Figura 2. 5. Zonas con mayor potencial en ER en México

La problemática asociada con lo antes mencionado, ha traído como consecuencia una intensificación en la investigación de opciones de energía a partir de fuentes renovables como la energía geotérmica, solar, eólica, mareomotriz, entre otras. Las ER son un componente esencial para enfrentar el cambio climático, fenómeno cuyos efectos son cada vez más severos y está obligando a una transformación fundamental en el desarrollo económico como lo conocemos desde la Revolución Industrial (Taddei Bringas *et al.*, 2014).

2.2.3 En Sonora

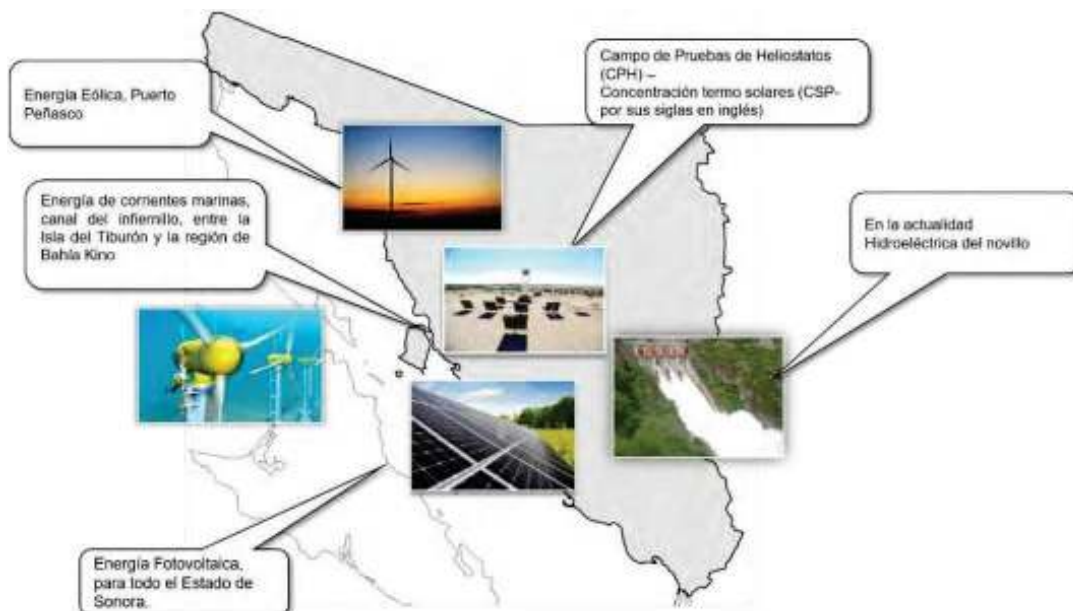
Por otro lado, se tiene información estadística obtenida del Balance de Energía para el Estado de Sonora (COEES, 2010), con lo cual se permite destacar algunas cuestiones, como:

- El consumo energético per cápita es de 93.1 GJ/habitante, superior al dato de la media nacional.
- En consumo de electricidad, el nacional es de 1,733 kWh per-cápita y en Sonora 4,163 kWh/persona, muy próximo al promedio de E.U. que es de 4,600 kWh/persona.
- En México sólo el 7.4% de la oferta interna bruta de energía es cubierta por las fuentes renovables, mayoritariamente por las plantas hidroeléctricas. En el caso de Sonora, el 95.2% de los energéticos se importan de otros estados o del extranjero. Sólo el 4.8% se produce localmente a partir de hidroelectricidad y biomasa.
- El 94% de la energía consumida proviene del extranjero o del interior del país.
- En Sonora se produce leña, carbón antracita e hidroenergía.

Asimismo, se destaca que Sonora fue de los primeros Estados en el país que aprobó la Ley de Fomento a las Energías Renovables y Eficiencia Energética (Gobierno del Estado de Sonora, 2009). Por ello, Sonora tiene la característica de poseer un gran potencial energético en los recursos renovables, principalmente en energía solar, pero también se ubica en el “*primer lugar en consumo eléctrico por habitante de México*”; debido a la climatización de las edificaciones en verano y, en algunas regiones, durante el invierno; asimismo, hay uso intensivo de energía en la mayoría de las actividades económicas.

2.2.4 Potencial de ER en Sonora

Como se menciona anteriormente, el Estado de Sonora posee un gran potencial en ER, principalmente en Energía Solar; asimismo, potencialmente tendría la plantas hidroeléctricas, generación de energía eólica y de corrientes marinas, crecimiento de fotovoltaica y desarrollo de la termosolar, como se muestra en la figura 2.6.






Fuente: Elaboración propia con información recabada de estimación potencial de Taddei *et al.*, (2014).

Figura 2. 6. Potencial en ER en Sonora

Las ER son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. En la última década marcó un aumento dramático en la inversión de activos de ER en todo el mundo y un aumento sustancial del consumo de ER a nivel mundial (Ossai, 2017). Por ello, constituye un tema de gran actualidad, debido principalmente a la escasez de combustibles fósiles y problemas de contaminación que éstos originan.

A continuación tabla 2.4 se presenta un resumen detallado de las ER que forman parte potencial del Estado de Sonora y México.

Energías Renovables	Definición
 <p data-bbox="383 485 602 512">Energía Hidráulica</p>	<p data-bbox="724 436 1422 575">El agua de una presa con su potencia hidráulica disponible, pasa por una turbina, la cual la transforma en potencia mecánica y ésta a través de un generador, la convierte en potencia eléctrica. Luego pasa a los transformadores, para iniciar su viaje a los centros de consumo.</p>
 <p data-bbox="383 611 623 638">Energía Geotérmica</p>	<p data-bbox="724 590 1422 674">Es energía calorífica proveniente del núcleo de la Tierra, la cual se desplaza hacia la superficie a través de las fisuras existentes en las rocas sólidas y semisólidas de su interior.</p>
 <p data-bbox="383 751 558 779">Energía Eólica</p>	<p data-bbox="724 695 1422 856">La energía cinética del viento puede transformarse en energía, tanto mecánica como eléctrica. La energía eólica es una opción limpia, pero la instalación de un parque (granja eólica) puede producir un impacto ambiental – sobre todo en paisaje y fauna- que es necesario evaluar de acuerdo a las condiciones del entorno físico, biológico y social.</p>
 <p data-bbox="383 892 683 919">Energía solar fotovoltaica</p>	<p data-bbox="724 863 1422 972">La energía solar fotovoltaica consiste en la conversión directa de la radiación solar en electricidad mediante sistemas fotovoltaicos. Los módulos o paneles son arreglos de celdas solares (que transforman la luz en electricidad). En</p>
 <p data-bbox="383 1060 613 1087">Energía termosolar</p>	<p data-bbox="724 978 1422 1192">La energía solar térmica se basa en la concentración de la radiación solar, a fin de llevar un fluido a suficiente temperatura para accionar motores (turbinas) térmicos que van acoplados a generadores eléctricos. También se han desarrollado sistemas híbridos, que combinan dos sistemas: uno tradicional, sobre la base de un combustible convencional, más el vapor, proveniente de una fuente solar activa de alta temperatura, que conforman lo que se conoce como ciclo combinado</p>
 <p data-bbox="383 1255 488 1283">Biomasa</p>	<p data-bbox="724 1199 1422 1358">Por biomasa se entiende el conjunto de materia orgánica renovable vegetal o animal. Se encuentra disponible en estado sólido, líquido o gaseoso; tiene aplicaciones principalmente como combustible para el transporte, establecimientos industriales (por ejemplo, plantas de cogeneración) y en el sector doméstico para calefacción, cocina y agua caliente</p>
 <p data-bbox="383 1476 623 1503">Energías Oceánicas</p>	<p data-bbox="724 1365 1422 1629">Se genera electricidad a partir de la energía proveniente del océano mediante varias formas de aprovechamiento: energía mareomotriz (un dique que almacena agua, convirtiendo su energía potencial en electricidad por medio de una turbina); undimotriz u olamotriz (energía que se obtiene del movimiento de las olas); la térmica oceánica (transforma en energía útil la diferencia de temperatura entre la cálida superficie marina y la fría agua que se encuentra en las profundidades del océano); y finalmente, la energía cinética de las corrientes marinas (tiene su similitud con la eólica)</p>

Fuente: Elaboración propia con información recabada de estimación potencial de (Taddei et al., 2014).

Tabla 2. 4. Definición de Energías Renovables

3. METODOLOGÍA Y ENFOQUE PROPUESTO

En esta sección se presenta una propuesta metodológica para el desarrollo de escenarios en ER para el Estado de Sonora, que permita el aprovechamiento del potencial energético así como resolver la problemática existente, ya que, actualmente se carece de escenarios en materia energética que orienten hacia un desarrollo equilibrado y sostenible del Estado de Sonora.

Asimismo, es importante mencionar que esta investigación es de alcance exploratorio, debido a que los escenarios constituyen “descripciones exploratorias y provisionales de un futuro probable” (Firmenich B., 2010), consecuentemente, Hernández-Sampieri et al. (2010), mencionan que este tipo de estudios se realiza con el objetivo de explorar un tema poco estudiado; el estudio inicia como exploratorio, para después ser descriptivo, correlacional y explicativo (no puede situarse únicamente en alguno de los tipos citados); además, esta investigación girará en una combinación de enfoque cuantitativo y cualitativo (Mixto).

A partir de la revisión literaria y de situar el estado del arte, se abordará una variedad de instrumentos metodológicos que serán de utilidad para el planteamiento y desarrollo de escenarios en ER. En general, la planeación por escenarios se ha convertido en la actualidad en una aproximación metodológica para predecir y/o construir un futuro. Destacan las aportaciones hechas en el tiempo por Herman Kahn (1967) con el método cualitativo; Amara y Lipinski (1983) con el método cuantitativo; Kees Van Der Heijden (1996) método estructurado para el desarrollo de escenarios; así hasta llegar a la realizada por Amer *et al.* (2013) donde se combinan la técnica cualitativa y cuantitativa.

Este último afirma que las técnicas cuantitativa y cualitativa para el planteamiento y desarrollo de escenarios suelen ser mucho mejores. Asimismo, será de apoyo la

Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos propuesto por Cely (1999), ya que ésta consta de tres objetivos básicos para la construcción de los mismos, que son: 1) imagen de la situación actual, 2) determinar las variables claves y sus actores del sistema en estudio, y finalmente, 3) construir los escenarios a partir de la observación y análisis de las variables claves y de los actores respecto a un juego de hipótesis.

Ya que ninguna de las metodologías de escenarios mencionada anteriormente resulta por sí sola aplicable a la problemática planteada en la investigación se hace una adaptación para el estudio de las ER en Sonora.

A continuación, en la figura 3.1, se presenta la estructura metodológica donde se muestran las etapas que involucra el presente proyecto de investigación. La propuesta consiste en una estrategia de 5 etapas, necesarias para proveer información apropiada para el planteamiento y desarrollo de los escenarios sugeridos.

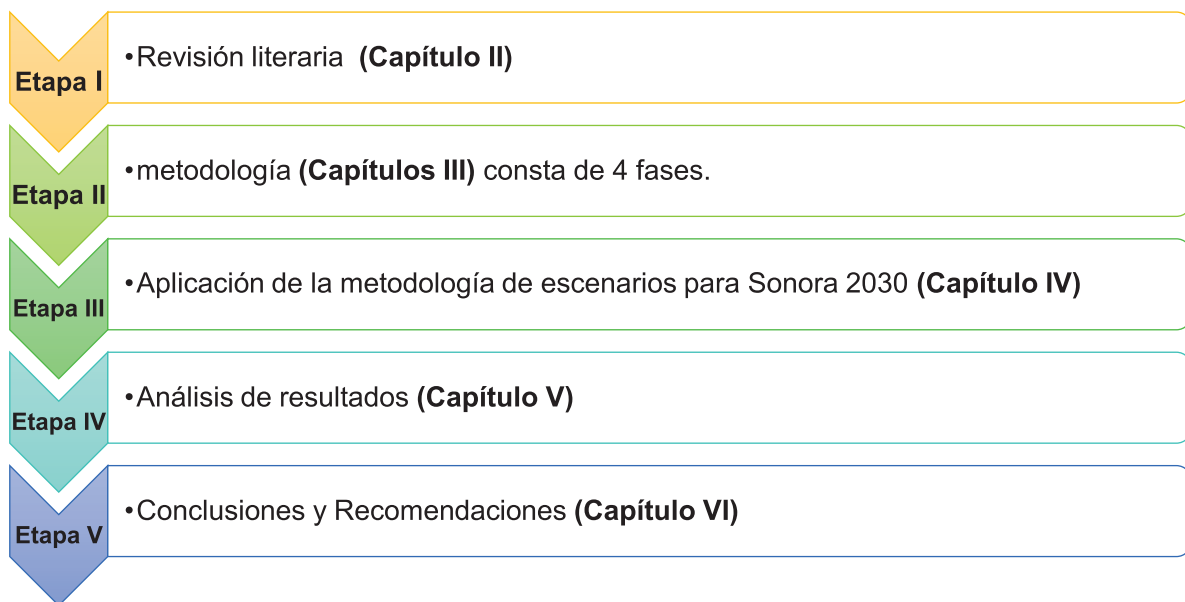


Figura 3. 1. Etapas de estructura de metodología de trabajo.

A continuación se presenta una descripción detallada de cada una de las etapas de la metodología de trabajo a utilizar.

Etapa I. Revisión literaria

Como resultado de ubicar el estado del arte sobre la temática que nos ocupa, en esta primera fase se realiza la revisión de fuentes primarias y secundarias; esto es, bibliografía, publicaciones periódicas en la web, memorias de congresos, consultas a bases de datos de revistas indexadas de la biblioteca digital de la UNISON y revistas especializadas referidas a escenarios y planeación estratégica y particularmente en fuentes de ER, así como la teoría y práctica de los escenarios en el mundo.

El objetivo de esa actividad fue conocer las fortalezas y debilidades que implica la aplicación de la metodología de escenarios en ER y como han sido abordados en diferentes campos de acción, tanto económicos, políticos y sociales, bajo diversas perspectivas y enfoques, en distintos países y diferentes circunstancias.

Para asegurar la actualidad de las referencias, se consideraron sólo las que se realizaron entre 2013 y 2017; sin embargo, se consideraron algunas citas referidas a la metodología de escenarios que datan de finales de la década de los 90's y principios del milenio.

Etapa II. Establecer la metodología de escenarios

Se establece la metodología de escenarios, mediante el estudio exhaustivo de las diferentes técnicas que en el mundo se utilizan para trabajar escenarios en ER; esto se hizo mediante la revisión literaria de las metodologías utilizadas en los últimos años. Posteriormente, se elaboró la propuesta metodológica que más se adaptaba a la presente investigación; obteniendo con ello una propuesta metodológica, propia.

Etapa III. Aplicación de la metodología de escenarios 2030.

Fundamentos y propuesta del modelo, llevada a su implementación. Para el planteamiento de tres escenarios propuestos en el presente trabajo de tesis. Estos consistirán en:

a) “Escenario de Referencia”.- Aquel que ocurriría en ausencia de políticas específicas para cambiar de rumbo del consumo energético.

b) “Escenario del mundo eficiente”.- Señala que todas las inversiones en eficiencia energética que sean económicamente viables se hagan y se adopten todas las políticas necesarias para eliminar las barreras del mercado a la eficiencia energética.

c) “Escenario catastrófico”.- para estudiar qué pasa si ocurre lo negativo y lejos de mejorar, la situación empeora.

Etapa IV. Análisis de resultados

En esta fase se aborda el análisis de resultados obtenidos en la fase IV, que consiste en un resumen comparativo entre los escenarios, así como de los resultados obtenidos tanto de tipo cuantitativo como cualitativo.

Etapa V. Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente, se plantean las conclusiones y recomendaciones, en esta fase nos dedicaremos a concluir los resultados y hallazgos obtenidos del planteamiento de los escenarios y descubrir hacia donde nos trasladó la investigación. Asimismo se plantean las recomendaciones para organización que se beneficiará de la propuesta, además de las recomendaciones que se plantean para trabajos futuros.

3.1 Enfoque metodológico para la elaboración de escenarios

Una vez que se ha realizado la revisión literaria y quedado plasmada en el marco teórico, en el presente apartado se aborda el enfoque metodológico para el desarrollo de escenarios de las ER en Sonora.

A continuación, en la figura 3.2, se presenta una imagen de las metodologías propuestas por Amer *et al.*, (2013) y la de Cely (1999), con las adaptaciones hechas para el presente estudio. Cabe destacar, como ya se mencionó anteriormente, que ninguna de ellas resulta aplicable por sí sola para las necesidades de del planteamiento y desarrollo de escenarios y la investigación de las ER en Sonora. Sin embargo, sirven de referencia para adaptarlas y proponer una metodología específica.

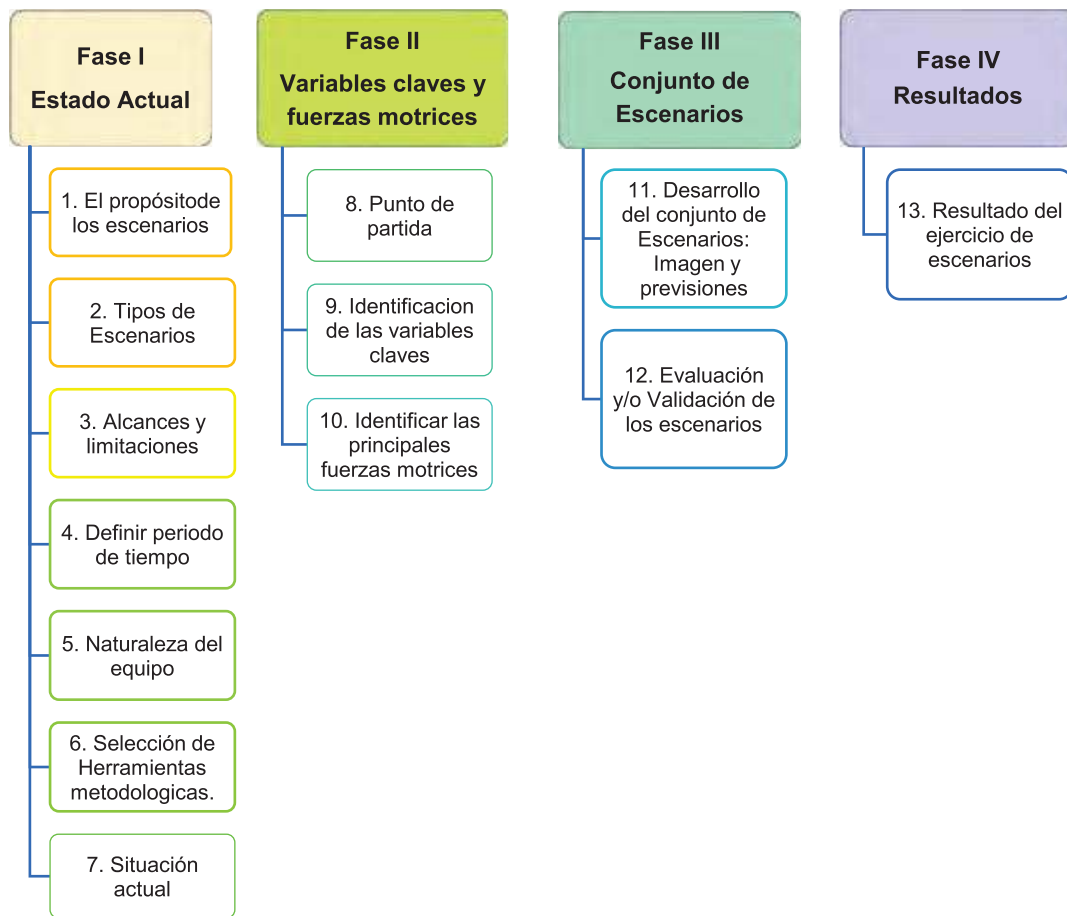


Figura 3. 2 Propuesta metodológica para la elaboración de escenarios

El enfoque metodológico se desarrolla en 4 fases, las cuales en total contienen 13 pasos. Enseguida se muestran las fases y los pasos correspondientes

Fase I. Estado Actual

Paso 1. El propósito de los escenarios

Siendo una metodología de lógica intuitiva, de prospectiva y de tendencias modificadas probabilísticas, de múltiples escenarios, desde una sola actividad para dar sentido a situaciones y desarrollar estrategias, hasta una actividad de aprendizaje continuo. Por lo general, una actividad única asociada con el desarrollo de políticas y decisiones estratégicas más eficaces para hacer la predicción extrapolativa y de evaluación de

ellas. En este sentido, la metodología de escenarios permite profundizar en el conocimiento de diversos futuros; una vez desarrollada y aplicada la metodología de múltiples escenarios alternativos, se podrán ampliar el desarrollo de políticas para la toma de decisiones estratégicas.

Se trata de establecer el propósito el preguntarse para que el desarrollo de dicha actividad que a su vez involucre a los actores.

Paso 2. Tipos de escenarios

Los escenarios son de tipo normativo y descriptivo. Generalmente suelen ser descriptivos. Los escenarios descriptivos son de naturaleza extrapolativa y presentan una serie de posibles eventos de futuros alternativos. Por otro lado, los escenarios normativos están dirigidos a las metas y responden a las preocupaciones de planificación de políticas para lograr los objetivos deseados.

Para efectos de la presente investigación los escenarios giran en torno al método de tipo descriptivo, y como se he venido diciendo, se plantea presentar 3 escenarios que son: a) “Escenario de Referencia”, b) “Escenario del mundo eficiente”, c) “Escenario catastrófico”.

Paso 3. Alcances y limitaciones

El alcance se centra estrechamente en la probabilidad y el impacto de eventos específicos, considerando la información que se tenga disponible hasta el momento del análisis de sensibilidad que se realice para la construcción de los cuatro escenarios, que hasta el momento está propuesto.

Paso 4. Definir periodo de tiempo

En general, los escenarios pueden ser desarrollados para cualquier período de tiempo, pero por lo general proporcionan una mayor utilidad si se desarrolla a largo plazo. El uso de la planificación de escenarios para la planificación a largo plazo y la prospectiva

estratégica facilita la adaptación rápida a grandes cambios. La incertidumbre del futuro aumenta a medida que nos alejamos del presente y miramos hacia el futuro.

Paso 5. Naturaleza del equipo de escenario: interno y externo

Equipo Interno: Por lo general, es necesario contar con un equipo interno en la organización que apoye para desarrollar escenarios; además de ser ellos los expertos que tiene el conocimiento de aporte en la materia de energía para la construcción de ellos.

Equipo Externo: Asimismo, los expertos externos serán utilizados para obtener sus puntos de vista y así aportar nuevas ideas para la construcción de los escenarios.

Por ello, se dice que tanto el equipo interno como externo serán aquellas personas expertas en este sistema de estudio, que conocen parte de él y que generalmente pertenecen a algunos de los actores del mismo sistema.

Paso 6. Selección de Herramientas metodológicas.

En este paso se seleccionan las herramientas metodológicas necesarias para el diagnóstico de la situación actual, la búsqueda de las variables claves, así como la herramienta de análisis de motricidad y dependencia de las variables, para después llegar a identificación de los agentes de cambio, mecanismos de acción, que serán necesarias para las estrategias y desarrollo de los escenarios.

Los tipos de herramientas estructurales indispensables para esta investigación aplicable en las 3 primeras fases de la metodología, son:

1. Análisis estructurado con el método MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación).
2. Análisis del juego de actores con el método MACTOR (Método de Actores)
3. Método SMIC (Sistema y matriz de impacto cruzado).

En la figura 3.3 se muestran los instrumentos metodológicos, las acciones que abarcan cada uno de ellas y cómo influye uno sobre el otro para llegar al planteamiento de hipótesis y la construcción de escenarios.



Fuente: Elaboración propia utilizando la Metodología de Construcción de escenarios (Cely, 1999)

Figura 3. 3. Herramientas Metodológicas para la Construcción de escenarios

A continuación se detallan cada uno de los instrumentos metodológicos referidos:

1. Análisis estructurado con el método MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación).

El análisis estructurado es una herramienta de reflexión colectiva. Este método tiene por objetivo permitir identificar las variables claves o esenciales en las cuales debe basarse prioritariamente la reflexión sobre el futuro. El análisis estructural cubre las dos primeras fases de la construcción de la base analítica y las desarrolla en tres pasos:

1. Identificación de variables y delimitación del sistema
2. Localización de las relaciones en la matriz del análisis estructural
3. Búsqueda de las variables esenciales a través del método MICMAC (análisis de motricidad y dependencia)

Asimismo, el análisis estructurado se utilizan diferentes métodos, como: entrevistas con expertos, lluvia de ideas y consulta bibliográfica y artículos relacionaos con el tema de estudio.

Posteriormente, una vez que se tiene la información las variables son ubicadas en un plano de motricidad y dependencia. Según su ubicación su interpretación es diferente.

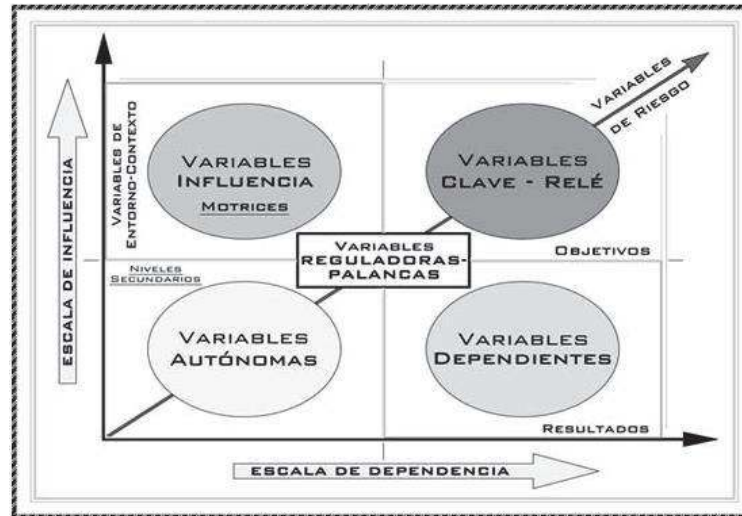


Figura 3. 4 Plano de motricidad y dependencia (Martínez, 2012).

La influencia que una variable puede ejercer sobre otra puede ser de tres clases:

- **Influencia Directa:** en este caso la variable A influye sobre la variable B; entonces, cuando cualquier cambio modifica a A, modifica a B también.
- **Influencia Indirecta:** en este tipo de influencia, sí la variable A afecta a la variable B, y si B a su vez afecta a la variable C; entonces se puede afirmar que la variable A influye indirectamente sobre la variable C.
- **Influencia Potencial:** en este caso se determina la influencia de una variable sobre otra en términos del poder ser o del deber ser. Esto quiere decir que, en este tipo de relación, se identifica si la variable A podría o debería influir sobre la variable B en el futuro.

El análisis estructural, se realiza utilizando el código indicado en la tabla 3.1.

Tipo de influencia	Código
Influencia Potencial	P
Influencia Real	1
Influencia Nula	0

Tabla 3. 1 Código de influencia (Cely, 1999)

2. Análisis del juego de actores con el método MACTOR (Método de Actores)

En la visión prospectiva, el futuro no está totalmente determinado, ya que, sin importar el peso probabilístico de las tendencias provenientes del pasado, se encuentra siempre abierto a múltiples posibilidades.

Esto se debe a que cada uno de los actores que participan en el sistema, dispone de diferentes caminos para realizar sus acciones, alcanzar sus objetivos y realizar sus proyectos. Sin embargo, el obstáculo principal para la aplicación de esta parte del método prospectivo, radica en la determinación del número óptimo de actores que deben ser considerados.

El objetivo es descubrir la relación entre los actores e identificar las posturas ante una serie de objetivos asociados

El método de análisis del juego de actores se desarrolla en tres etapas que se explican a continuación:

- a) se busca analizar el comportamiento de los diferentes actores sociales frente a las variables clave que fueron obtenidas del análisis estructural.
- b) se analiza la posición que asume cada uno de los actores, frente a las conductas de los demás, con respecto a una misma variable. Esto se hace mediante la utilización de una matriz de actores x objetivos (MAO). El método permite que la posición que tome cada actor, frente a una conducta u objetivo de otro, pueda ser calificada como favorable, neutra o desfavorable, de acuerdo con la escala que se muestra en el la tabla 3.2 y 3.3.

Posición	Código
Posición favorable	1
Posición neutra	0
Posición desfavorable	-1

Tabla 3. 2. Código de diligenciamiento de la matriz de actores por objetivos, (Cely, 1999)

Posición	Código
Posición muy favorable	3
Posición medianamente favorable	2
Posición favorable	1
Posición muy desfavorable	-3
Posición medianamente desfavorable	-2
Posición desfavorable	-1

Tabla 3. 3. Código de diligenciamiento de la matriz de posiciones valoradas, (Cely, 1999).

- c) Se analizan las relaciones de poder entre los actores. Este análisis es muy importante, porque los juegos de alianzas y conflictos posibles dependen en gran parte de la capacidad que posea un actor para imponer sus prioridades a los demás.

Para encontrar estas relaciones de poder se utilizan dos matrices, la matriz de los medios de acción directos (MAD) y la matriz de los medios de acción indirectos (MAI). La matriz de los medios de acción directos (MAD), es una matriz de Actores x Actores en la que la influencia de un actor sobre otro se mide de acuerdo con la siguiente escala de la tabla 3.4.

Tipo de Influencia	Código
Influencia Fuerte	3
Influencia Moderada	2
Influencia Débil	1
Neutralidad	0

Tabla 3. 4. Código de diligenciamiento de la matriz de los medios de acción directos, (Cely, 1999).

Para lograr dicha asociación, se procede inicialmente a caracterizar a cada actor con un coeficiente de poder (r). El cálculo de este coeficiente r_i debe considerar

la medida de la motricidad indirecta en la matriz MAI y ponderarla con una función inversa de la dependencia. De esta forma la expresión matemática que representa al coeficiente r_i es:

$$r_i = \frac{M_i}{\sum M_i} \times \frac{M_i}{M_i \times D_i} \quad (3.1)$$

Donde:

M_i = la motricidad indirecta del actor

D_i = la dependencia indirecta del actor

Por otro lado, para facilitar la interpretación de los resultados, es conveniente normalizar los coeficientes r_i por su media, r_{iM} , de la siguiente forma:

$$R_i = \frac{r_i}{r_{iM}} \quad (3.2)$$

De esta forma, quedarán descritas las relaciones de poder entre los diferentes actores y las conductas de los mismos respecto a las variables esenciales. Por otro lado, se podrán identificar los juegos de alianzas y conflictos, como consecuencia de las relaciones de poder, así como los objetivos (anhelos, proyectos y temores) que tienen los actores respecto a las variables claves. Culminada esta parte, se puede iniciar la última fase del estudio prospectivo: la elaboración de escenarios.

3. Método SMIC (Sistema y matriz de impacto cruzado)

En esta parte de la aplicación del método SIMC correspondiente a la elaboración de escenarios, busca identificar los diferentes futuros posibles y jerarquizarlos de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia.

El método SMIC calcula la probabilidad de ocurrencia de una hipótesis teniendo en cuenta que los diferentes elementos de un sistema guardan relación unos con otros. Asimismo permite, a partir de las probabilidades atribuidas a la hipótesis, obtener una jerarquía de futuros posibles, clasificados por probabilidades decrecientes y de esta

forma elegir el futuro correspondiente al escenario más probable y los futuros correspondientes a los escenarios posibles y deseados.

En el SMIC, los expertos deben calificar la probabilidad de ocurrencia del listado de hipótesis, de dos formas:

- Calificar las probabilidades simples de realización de las hipótesis en un horizonte de tiempo dado.
- Calificar las probabilidades condicionales de realización de las hipótesis de la siguiente forma: Probabilidad de A si B se realiza y probabilidad de A si B no se realiza.

Ambas formas de calificación deben realizarse de acuerdo con la escala que se muestra en la tabla

Probabilidad	Significado
0.9	Evento muy probable
0.7	Evento probable
0.5	Evento de dudosa ocurrencia
0.3	Evento Improbable
0.1	Evento muy improbable

Tabla 3. 5 Escala de calificación de la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis, (Cely, 1999).

Lo anterior puede presentarse situaciones en las que las probabilidades asignadas, no cumplen con las restricciones clásicas de la probabilidad. Tales restricciones son:

$$\bullet 0 < P < 1 \quad (3.3)$$

$$\bullet P(i/j).P(j) = P(j/i).P(i) = P(i,j) \quad (3.4)$$

$$\bullet P(i/j).P(j) + P(i/\bar{j}).P(\bar{j}) = P(i) \quad (3.5)$$

De esta forma, el objetivo principal del método SMIC consiste en la corrección de las probabilidades asignadas por los expertos (probabilidades brutas), de tal forma que

los resultados obtenidos sean coherentes; es decir, que satisfagan las restricciones clásicas de las probabilidades. Por lo que, finalmente se procede a jerarquización de los escenarios.

Wilson 1998, sugiere cinco criterios para seleccionar y jerarquización de escenarios (Amer *et al.*, 2013):

- **Plausibilidad:** Los escenarios seleccionados tienen que ser capaces de suceder,
- **Coherencia:** La combinación de lógicas en un escenario tiene que asegurar que no hay inconsistencia interna incorporada y contradicción,
- **Utilidad / relevancia:** Cada escenario debe aportar ideas específicas sobre el futuro que ayuden a tomar la decisión,
- **Desafío / novedad:** los escenarios deben desafiar la sabiduría convencional de la organización sobre el futuro,
- **Diferenciación:** deben ser estructuralmente diferentes y no simples variaciones sobre el mismo tema.

Por otro lado, se buscarán herramientas genéricas como paquetes de software que apoyen al análisis cuantitativo y análisis de partes interesadas. Así como, Herramientas propietarias como el impacto de tendencias y el impacto de análisis cruzado, equipo de cómputo, video y/o audio que sirvan de apoyo en las reuniones focales con que puedan llevarse a cabo con los expertos en la materia en energía.

Paso 7. Situación actual

En este paso de la construcción de escenarios, se determinará la situación o el estado actual que guarda la organización, para así construir múltiples escenarios (deseables, posibles y probables, así como plausibles), desde una sola actividad para dar sentido a las situaciones y desarrollar una estrategia, hasta una actividad de aprendizaje continuo.

Lo anterior, con la finalidad de realizar una actividad de una sola vez, asociada con el desarrollo de decisiones políticas y estratégicas más eficaces.

Para ello, primeramente se construye la base analítica que consta de:

- a) Imagen de la situación actual del sistema y su entorno
 - Elaborar un listado de variables que influyen en el sistema, sin importar si son cuantificables o no, Esto se hace con la intención de tener una visión global del sistema. Se utilizan diferentes métodos, como: entrevistas con expertos, lluvia de ideas y consulta bibliográfica
- b) Análisis de motricidad y dependencia, con la finalidad de analizar los efectos directos e indirectos que existe ente las variables.
 - Se utiliza el método de análisis estructurado (método MICMAC), el cual se explica claramente más adelante.

Con ello, el análisis de la situación actual permitirá encontrar los agentes de cambio dentro de la evolución de las variables y las estrategias de los actores. Por tal situación es importante que en este análisis se debe tener en cuenta no solo los datos cuantitativos, sino también los datos cualitativos como factores económicos, sociológicos, políticos, ecológicos, entre otro.

Fase II. Variables claves y fuerzas motrices

Paso 8. Punto de partida

El momento actual servirá de punto de partida para el desarrollo de escenarios y el análisis de resultados del método MICMAC, explicado anteriormente, lo cual dará la pauta para el desarrollo de los escenarios propuestos.

Paso 9. Definición de las variables internas y externas para la construcción de escenarios.

Mediante el método MICMAC, se hace la detección de las variables claves, tanto cuantitativa como cualitativa.

Descripción de los métodos:

Método cualitativo: Método de trabajo por consulta y entrevistas a expertos.

Método cuantitativo: Cálculo de variables, pronósticos, he información estadística que se tenga disponible, asimismo nos apoyaremos de software estadísticos que sirvan de apoyo para el análisis de sensibilidad.

Paso 10. Identificar las principales fuerzas motrices

Una vez que se tiene identificadas las variables claves, se procede a identificar las fuerzas motrices, considerando los siguientes factores del Método de análisis MICMAC:

- Factores Políticos
- Factores Económicos
- Factores Sociales
- Factores Tecnológico

Fase III. Conjunto de Escenarios

Paso 11. Desarrollo del conjunto de escenarios

Para la construcción de escenarios se utilizaran los métodos: análisis del juego de actores –método MACTOR- y el método de sistema y matriz de implicaciones cruzadas –método SMIC-; ambos métodos ya han sido explicados.

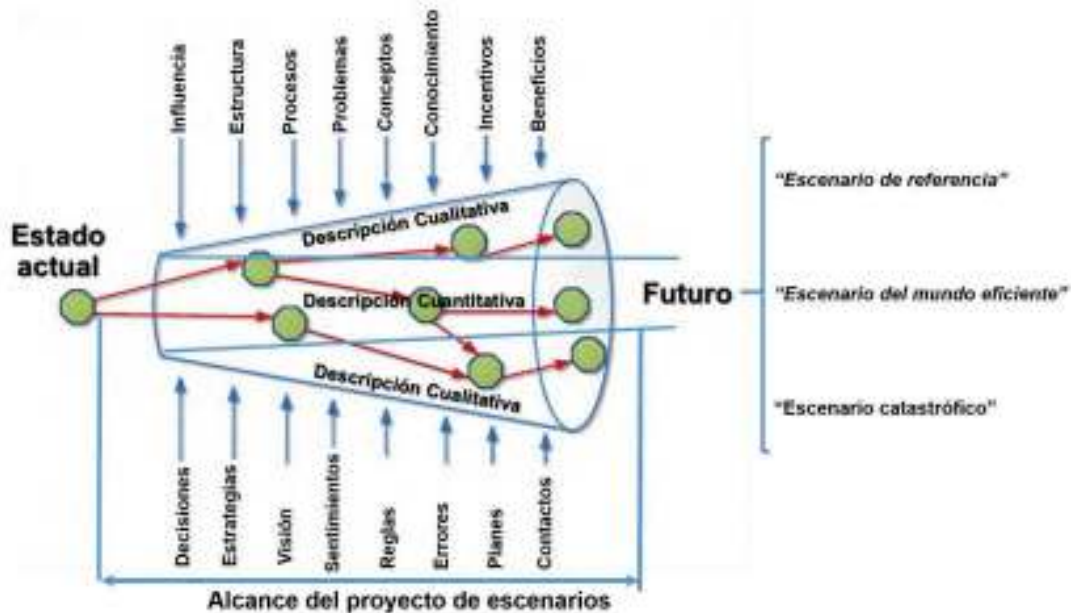
Con el método de juego del análisis de actores (Método MACTOR), se construye un cuadro de estrategias de los actores, que sintetiza el análisis de la situación actual,

ponen en evidencia los retos del futuro y busca encontrar la posición de cada actor con respecto a los proyectos y objetivos de los demás.

Para la descripción del conjunto de escenarios, así como sus implicaciones y posibles resultados, es de gran apoyo método SMIC (Sistema y Matriz de Impactos Cruzados).

Estos futuros se obtienen a partir de una lista de hipótesis que muestre las tendencias, rupturas, o hechos portadores de futuro que condicionan el comportamiento del sistema; es decir, deben representar a las variables clave que fueron identificadas en el análisis estructural.

La metodología para la elaboración de escenarios implica, inicialmente, transformar las variables claves en hipótesis. Las hipótesis deben estar redactadas en términos que faciliten la medición de las respectivas variables en cuanto a su comportamiento presente y su situación futura.



Fuente: Elaborado a partir de la revisión de literatura de escenarios (Amer et al., 2013)

Figura 3.5. Cono construcción de escenarios cualitativos y cuantitativo

Para lograr esto es muy importante que cada una de las hipótesis cumpla con las siguientes características:

- Poseer un indicador de la situación actual de la variable, preferiblemente cuantificable.
- Tener un horizonte de futuro
- Tener una condición futura, formulada a manera de hipótesis.

Para lograr que las hipótesis estén acordes con las variables claves, es necesario analizar el contexto de estas últimas dentro del sistema y su comportamiento, expresado en términos de los objetivos estratégicos.

Para realizarlo se toman los factores mencionados anteriormente y se los transforma en hipótesis, que se designarán preguntas anexas. Estas preguntas anexas serán calificadas por los expertos de la misma forma que lo serán las hipótesis.

Paso 12. Evaluación crítica del número de escenarios

Una vez realizado lo anterior, podemos llegar a la necesidad de plantear un nuevo número de escenarios. Esta evaluación tiene que ser con Coherencia, integralidad, consistencia interna, novedad, apoyada por rigurosos análisis estructurales y lógicas.

Fase IV. Resultados

Paso 13. Resultado del ejercicio de escenarios

Finalmente se presenta la jerarquización de los escenarios obtenidos. Los resultados de la aplicación del método SMIC al conjunto de hipótesis en estudio, proporciona un listado de probabilidades (π_1, π_2, π_P) para cada uno de los r escenarios, lo cual permite obtener el escenario más probable, al cual corresponde la π_k máxima.

- En primera instancia se escoge del listado de escenarios final (promediado o ponderado), aquellos cuya probabilidad acumulada corresponda al 70%; sub-grupo denominado ***el núcleo más probable***.
- Posteriormente se procede a escoger los escenarios cuya probabilidad de ocurrencia acumulada corresponda al 50%; sub-grupo ***denominado núcleo tendencial***, como su nombre lo indica refleja claramente las tendencias de opinión de los expertos (actores).

“Asimismo, debe tenerse en cuenta que aunque existe un escenario más probable, los escenarios alternos se encuentran dentro de la tendencia de opinión y, por ende, también son altamente posibles (Cely, 1999)”.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESCENARIOS PARA SONORA 2030

En este capítulo, y en seguimiento a los descritos anteriormente, nos abocaremos al análisis e implementación de la metodología propuesta para la construcción de escenarios. Esta metodología se desarrolló en 4 fases y 13 pasos propuestos, que fueron clave para la evolución y desarrollo de éste.

La presente análisis e implementación fue desarrollado en una instancia gubernamental, que tiene el carácter propositiva en cuestiones energéticas, por ello, es importante recalcar que no tiene carácter de decisión, por ello, será necesario que se haga llegar a las instancias competentes como la CFE, al poder ejecutivo y/o secretaría de Economía.

4.1. Fase I. Estado actual

Paso 1. El propósito de los escenarios

Como primer paso metodológico fue necesario identificar el propósito que se busca con la construcción de escenarios, donde éste, fue definido por el Estado de Sonora a través de la Secretaría de Economía donde se propuso incrementar significativamente el uso de este tipo de energías en el país para el 2030, surgiendo de la necesidad de profundizar en los estudios para mejorar el conocimiento de las posibilidades reales que se tienen para el aprovechamiento de las ER en Sonora.

En este sentido existe la metodología de escenarios, que permite profundizar en el conocimiento de diversos futuros; una vez desarrollado y aplicado la metodología de escenarios alternativos, se podrán ampliar las políticas energética para el desarrollo del Estado de Sonora.

Paso 2. Tipos de escenarios

Como se ha expresado anteriormente, los escenarios que se estudian en la presente propuesta de investigación, son: a) “Escenario de Referencia”, b) “Escenario del mundo eficiente”, c) “Escenario catastrófico”. Los escenarios presentados son de tipo descriptivos, ya que se tiene la posibilidad de presentar una serie de eventos alternativos futuros.

En este punto se llegó a un acuerdo con la COEES para determinar los tipos de escenarios a generar, ya que estos pueden ser amplias o estrechas, considerando datos globales, regionales, del país, y examinados desde los diferentes sectores económicos que interviene la energía y encaminar los alcances hacia las ER.

Paso 3. Alcances y limitaciones

El presente proyecto de investigación se limitará a trabajar con información que se tenga disponible sobre el Estado de Sonora en materia de ER, fundamentalmente los Balances Estatal de Energía de 2009, 2010 e información 2011 que sirve de base para hacer una prospectiva al 2030; A partir de ahí se pretende establecer nuevas bases de política energética, como se exige en la Estrategia Nacional de Energía del Gobierno Federal. Los planteamientos de escenarios para el Estado de Sonora deberán hacerse en concordancia con los establecidos globalmente, llegando hacer de carácter sugerente.

Es importante recordar que los resultados que se obtengan serán de carácter de sugerencia (propuesta), dado que la COEES es una instancia propositiva, no tiene carácter de decisión, por ello, será necesario que se haga llegar a las instancias competentes como la CFE, al poder ejecutivo y/o secretaría de Economía.

Paso 4. Definir periodo de tiempo

Para la construcción de los escenarios fue necesario llegar a un acuerdo de cuál sería el tiempo definido para la construcción de los escenarios al 2030 y en apego a lo establecido en la Estrategia Nacional de Energía del Gobierno Federal. Además de que la información con la que se cuenta a nivel mundial y nacional habla de la construcción de escenarios al 2030.

Paso 5. Naturaleza del equipo de escenario: interno y externo

Para este paso, tanto el equipo interno como externo son aquellas personas expertas en este sistema de estudio, que conocen parte de él y pertenecen a algunos de los actores del mismo sistema. En este caso serán los expertos de COEES, dos investigadores de Universidad de Sonora y dos investigadores con amplísima experiencia de la UNAM. Este trabajo se desarrolló por consulta a los expertos.

Paso 6. Herramientas metodológicas.

Las herramientas metodológicas de apoyo, definidas anteriormente fueron las siguientes:

1. Análisis Estructurado con el método MICMAC (Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación).
2. Análisis del juego de actores con el método MACTOR (Método de Actores)
3. Método SMIC (sistema y matriz de impacto cruzado)

Paso 7. Situación actual

Análisis de Resultados – Situación actual en México y Sonora

El presente apartado se integra con información de la situación actual de México, como nación, que repercute en la situación actual y futura de las ER en el estado de Sonora.

Asimismo, se presenta información de estadística descriptiva en Energía, que servirán de base para la elaboración de escenarios, como: Producción de energía primaria,

Producción de energía secundaria, Oferta interna bruta de energía y consumo energético del estado.

- Situación actual en México

A continuación se muestra el panorama general de lo que es la situación actual en México y repercute de forma directa al estado de Sonora.

¿Qué son energías Limpias?: Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de energía cuyas emisiones de CO₂ o residuos, cuando existan, no excedan los límites establecidos. En la figura 4.1. se muestran las tecnologías consideradas de bajo emisiones de carbono según las normas internacionales.

Tecnologías consideradas de bajo emisiones de carbono según las normas internacionales



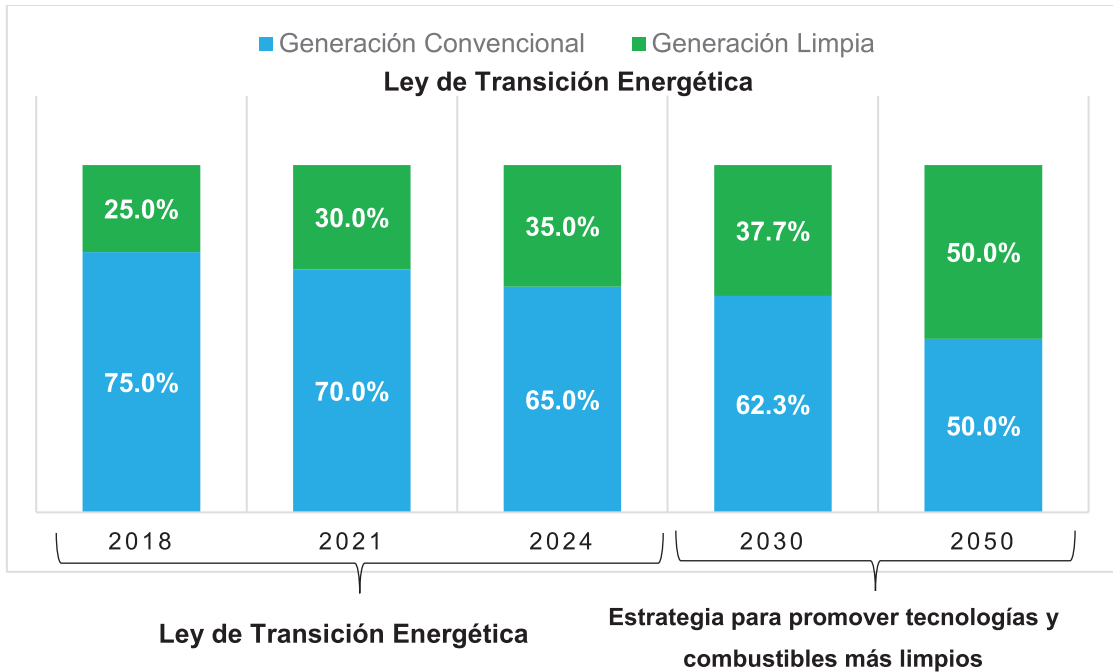
Fuente: SENER y SEMARNAT.

Figura 4. 1. Tecnologías consideradas de baja emisión de CO₂

SENER estableció la cuota mínima nacional de energía limpia en la generación de energía eléctrica. Como se muestra a continuación y fue establecido en la Ley de Transición Energética (diciembre de 2015), dice:

25% para 2018 30% para 2021 35% para 2024
37.7 para 2030 50% para 2050

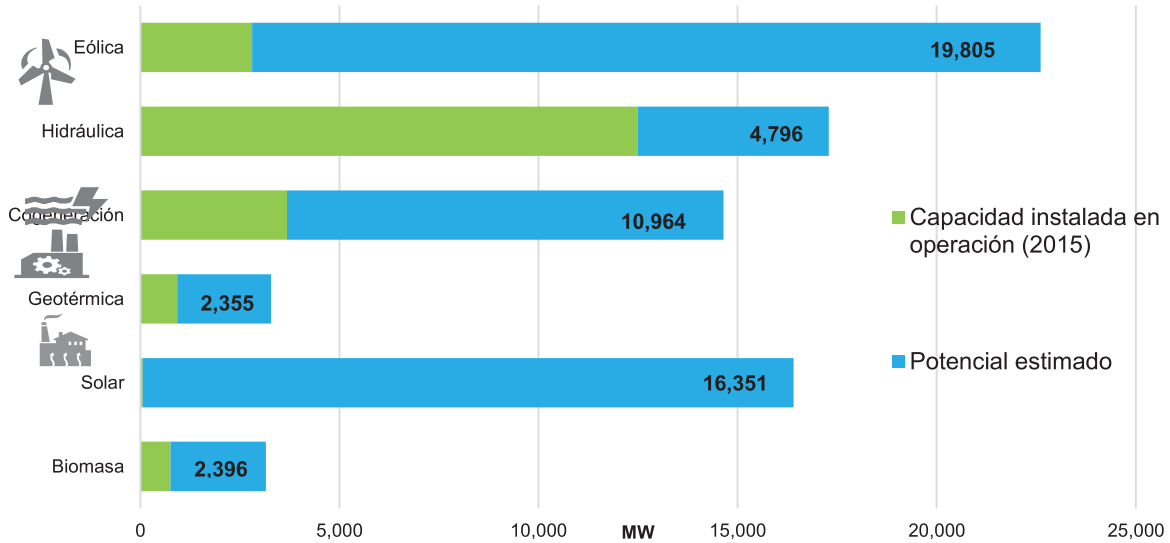
Así también, se establece la estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios (noviembre de 2016).



Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE), presentación Certificado de Energías Limpias (Álvarez, 2017)

Figura 4. 2. Participación mínima de Energías Limpias en MEXICO

Potencial de recursos Renovables en México



Fuente: SENER, AMDEE, AMEXHIDRO, Pwc

Figura 4. 3. Potencial estimado en MW de recursos Renovables en México

Como se observa en la figura 4.3. y tabla 4.1, Se tienen grandes expectativas en generación de energía eléctrica a partir de energía eólica con una participación del 35% y solar con una participación 29%. Es aquí donde los tomadores de decisiones tienen que enfocar sus esfuerzos para atraer los recursos al estado de Sonora.

Energías Limpias	MW potencial	%
Eólica	19,805	35.0
Hidráulica	4,769	8.5
Cogeneración	10,964	19.0
Geotérmica	2,355	4.0
Solar	16,351	29.0
Biomasa	2,396	4.5
Total	56,640	100.00

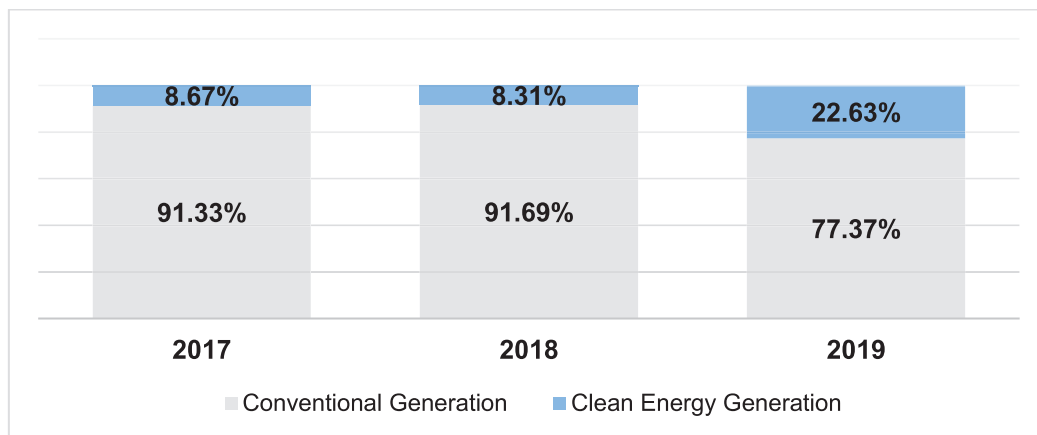
Tabla 4. 1 Potencial estimado en MW de recursos Renovables en México

- Situación actual en Sonora

Estado de Sonora posee un gran potencial en ER, que pueden ser explotadas por el mismo, principalmente en Energía Solar. Planta hidroeléctrica, Energía Geotérmica, eólica, corrientes marinas, fotovoltaica y termo solar y Energías Oceánicas.

Estatus y proyecciones en la implementación de energías limpias

En la figura 4.4 se muestran el estatus y proyecciones en la implementación de las ER, en porcentajes programados para este 2017 y los próximos dos años que entraran en operación para el estado de Sonora.

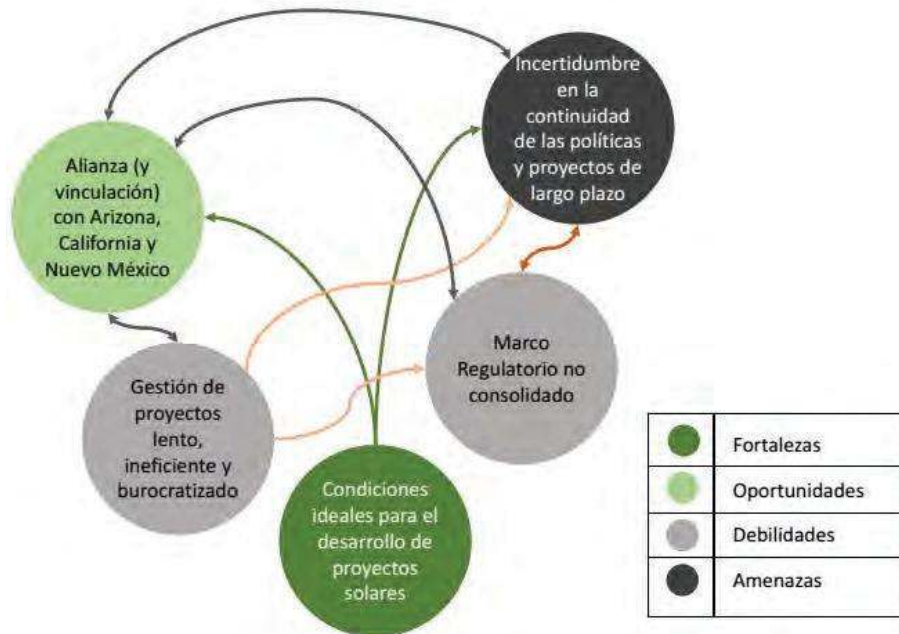


Fuente: Información proporcionada por la COEES.

Figura 4. 4. Estatus y proyecciones en la implementación de ER en Sonora.

Mapa conceptual a partir de los Resultados del Análisis FODA

A partir de un ejercicio de grupo de expertos de la COEES, se definió la base estratégica del mapa conceptual del análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), como se muestra a continuación, Ver anexo 3:



Fuente: Mapa de ruta de energía solar (Knoware, 2017).

Figura 4. 5. Mapa conceptual a partir de los Resultados del Análisis FODA para el sector energético de Sonora

En la figura 4.5 se observan los principales resultados obtenidos del análisis FODA, mostrando un panorama general de la situación política, económica y social que guarda el estado. Así, se identifica que el estado de Sonora tiene las condiciones ideales para el desarrollo de proyectos solares a largo plazo como su principal *fortaleza*, y que la gran *oportunidad* de crear alianzas con el país vecino del norte (Arizona, California y Nuevo México). Aunque no podemos exentar que existen *debilidades* y *amenazas*: como debilidades se tiene la Gestión de proyectos lenta, ineficiente y burocrática, así como también un marco regulatorio no consolidado y, por otro lado, como principal amenaza la incertidumbre en la continuidad de las políticas y proyectos de largo plazo.

Estadísticas descriptivas

De la base de datos proporcionada por COEES, se procesa y se obtienen los siguientes datos de estadísticos.

- Producción Primaria

En el tabla 4.2. Se muestra la producción de energía primaria en petajoules en el 2011, que a la fecha no ha variado, donde en Sonora sólo se produce Leña (55%), Carbón mineral (28%), Hidroenergía (17%) y con un porcentaje muy pequeño, pero existente proyecto Eólico (.000003%) en Puerto Peñasco, Sonora.

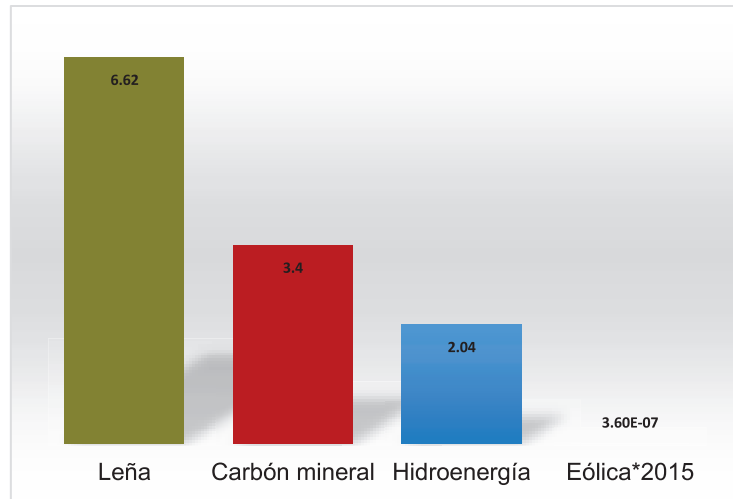
En 2015, se inaugura el parque eólico en Puerto Peñasco (Mazón, 2015), donde este tipo de Pequeño Productor, es de un aerogenerador eólico de 1,8 megavatios, con el que se generan mensualmente 550 mil kWh hora que se requieren para los 10 mil 500 hogares beneficiados en la primera etapa de Energía Sonora. Además, cada domicilio beneficiado estará recibiendo cada mes descuentos de hasta el 20% en su recibo de la luz (REVE, 2013).

Energías Primarias	Producción en Petajoules	Estructura porcentual (%)
Leña	6.62	55%
Carbón mineral	3.4	28%
Hidroenergía	2.04	17%
Térmica solar	N.D.	0%
FV solar	N.D.	0%
Eólica*2015	3.60E-07	0.000003%
Total	12.0600004	100%

Fuente: Información proporcionada por COEES.

Tabla 4. 2 Producción de energía primaria en el estado de Sonora en petajoules, 2011.

Asimismo, la tabla 4.2 muestra la térmica solar, que existe como proyecto a cargo de la universidad de Sonora y Centro de Investigación en Energía de la UNAM, el proyecto es conocido como Campo de Prueba de Helióstatos (CPH) (Navarro Robles, 2011); que se espera en un futuro bajar recursos para que sea una Planta de Energía de Helióstatos. Así como la fotovoltaica (FV) solar, que existen registro de apoyos a niveles empresariales y de hogar, en pequeña escala; que traen ahorros significativos en los recibos de luz. En la figura 4.6.

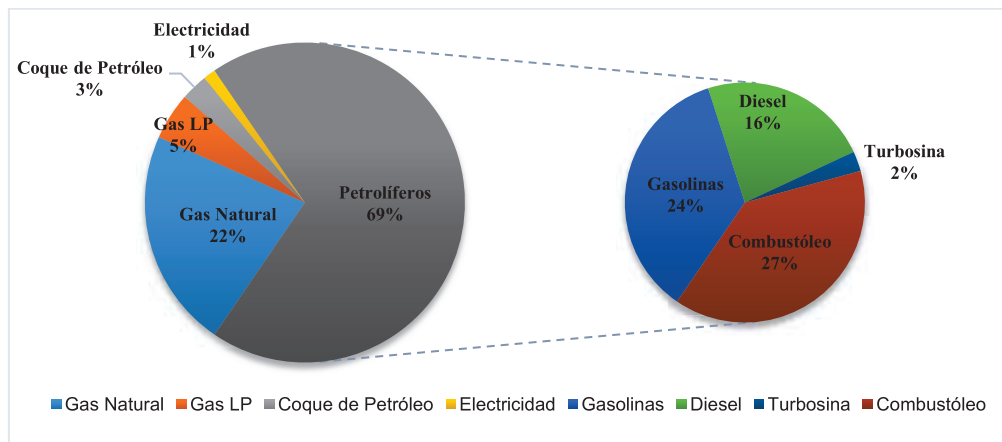


*Nota: Energía eólica puerto peñasco en 2015

Figura 4. 6. Producción de energía primaria en petajoules, 2011.

- Producción Secundaria

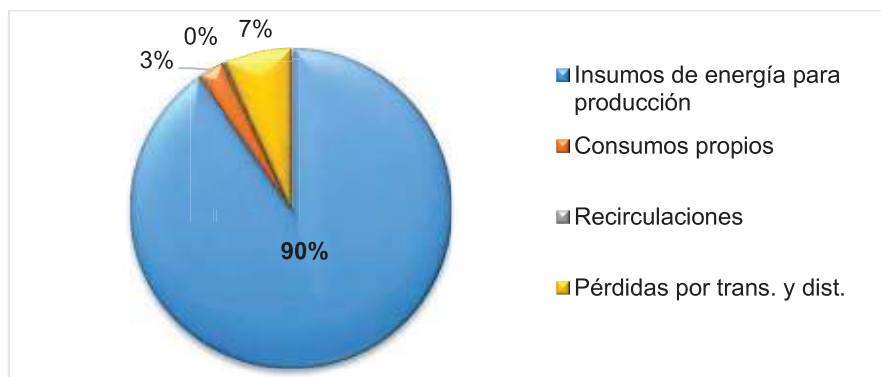
En la figura 4.7. Se muestra la producción de energía secundaria y como se distribuye porcentualmente del intercambio regional para el estado de Sonora, y como se divide el suministro petrolífero en un 69%, donde éste es representado por Combustóleo (27%), Gasolina (24%), Diésel (16%) y Turbosina (2%).



Fuente: Elaboración propia a partir de Información proporcionada por COEES.

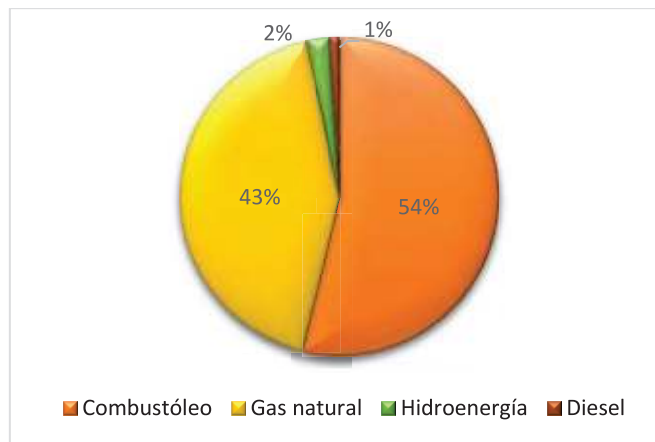
Figura 4. 7. Producción de energía secundaria y distribución porcentual del intercambios regional para el estado de Sonora, 2011

En el 2011, y como se muestra en la figura 4.8, la cantidad de energía primaria y secundaria que entró como insumo para la generación de otras formas de energía a las centrales de transformación fue de 96.03 PJ que representa el 90%. Además, en consumos propios en las mismas centrales (2.84 PJ), recirculaciones (0.32 PJ) y pérdidas por transportación y distribución (7.15 PJ) se sumaron 10.31 PJ, lo que nos da un total de consumo de 106.34 en el sector de transformación y distribución de energía en Sonora. Representando un 40.5% de la oferta interna bruta de energía.



Fuente: Elaboración propia a partir de Información proporcionada por COEES.

Figura 4. 8. Porcentajes de los consumos de energía en el sector transformación y distribución de energía en Sonora, 2011.



Fuente: Información proporcionada por COEES.

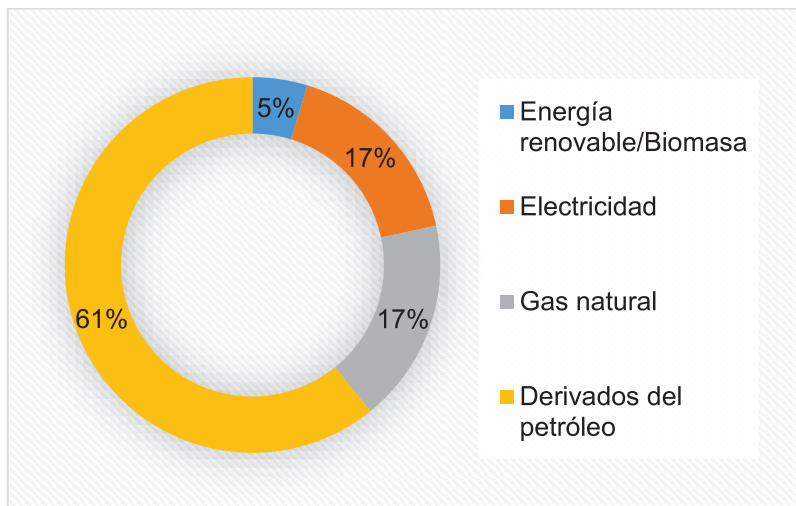
Figura 4. 9. Estructura porcentual de la entrada de energía a centrales eléctricas por tipo de fuente, 2011.

En la figura 4.9 se presentan las cantidades de entrada de energía a las centrales eléctricas y la distribución porcentual por cada tipo de energía utilizada como insumo para el año 2011. Dividiéndose en combustóleo (54%), Gas natural (43%), **Hidroenergía con apenas el 2%**, es una cantidad muy pequeña del porcentaje del pastel y diésel al 1%. Por lo que, el penúltimo dato nos muestra una parte de lo poco que se ha avanzado en energía renovable y la muy baja utilización de la energía hidroeléctrica que se tiene en el Estado de Sonora.

- Oferta interna bruta de energía

A continuación, en la figura 4.10, se muestra porcentualmente la composición de la oferta interna bruta de energía en el Estado de Sonora, 2011, que como lo hemos venido viendo en la mayoría de los consumos energéticos que tenemos en el estado, son derivados del petróleo, y en esta gráfica no fue la excepción, La oferta interna bruta de energía se compone 61% derivados del petróleo, 17% en ambos casos de electricidad y Gas natural, 5% Energía renovable/Biomasa.

En el caso de Gas natural, éste se espera que presente un incremento en el porcentaje, debió al proyecto reciente de gasoducto que abastecerá a las termoeléctricas con gas natural para el estado.



Fuente: Información proporcionada por COEES.

Figura 4. 10 Composición de la oferta interna bruta de energía en el Estado de Sonora, 2011.

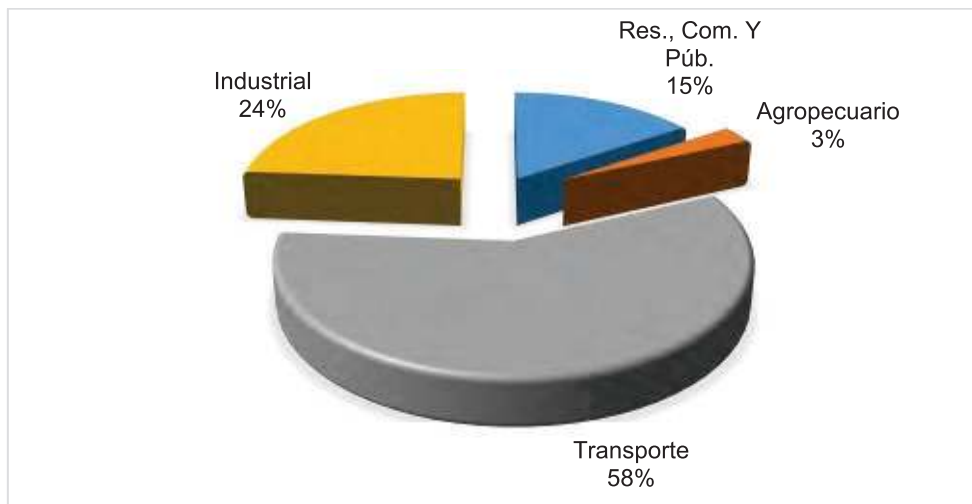
-Consumo Energético final.

Por otro lado, se presenta el consumo energético final que se compone de cuatro grandes sectores: agrícola, transporte, industrial, así como el residencial, comercial y público. Este consumo totalizó 145.350 PJ en el 2011 lo que representa 61 % del consumo interno bruto de energía. En la tabla 4.3 y figura 4.11 se muestra el consumo energético por sector.

Sector de consumo	Consumo de energía en petajoules (PJ)	Estructura porcentual (%)
Sector residencial, comercial y público	22.59	15%
Sector agropecuario	3.88	3%
Sector transporte	84.27	58%
Sector Industrial	34.61	24%
Total	145.350	100%

Fuente: Información proporcionada por COEES.

Tabla 4. 3 Consumo energético por sectores.



Fuente: Información proporcionada por COEES.

Figura 4. 11. Se presentan los datos finales para cada sector y la composición porcentual.

En la figura 4.11, se muestra como el sector de transporte, es el que muestra el más alto porcentaje de consumo energético, representado por el 58% seguido del sector industrial con un 24%, Sector residencial, comercial y público con 15% y por ultimo tenemos al sector agropecuario.

Estos datos serán la pauta para formar lo que serán los escenarios Bases para el estado de Sonora, es por ello, que se utilizará una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa) para el planteamiento de los escenarios.

4.2. Fase II. Variables claves y fuerzas motrices

Paso 8. Punto de partida

El momento actual servirá de punto de partida para el desarrollo de escenarios y el análisis de resultados.

Paso 9. Definición de las variables internas y externas para la construcción de escenarios (Variables Claves).

Aplicación del método Mic-Mac

Matriz Mic-Mac (matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación) es una herramienta utilizada para la identificación de variables claves, además es utilizada para el método de escenarios. Permitiendo identificar con ellos los movimientos en el mercado.

1. Permite identificar la relación entre las variables y la tendencia que existe entre ellas.
2. Destaca las tendencias de las variables, que son esenciales para la evolución del sistema, en este caso los escenarios para ER en Sonora.
3. Estimula la reflexión dentro del grupo de trabajo, cuales son las tendencias de las variables ganadoras que pueden beneficiar al sistema.

Para ello, colaboraron 3 expertos en materia de ER, dos doctores de la Universidad de Sonora y un doctor de la universidad autónoma de México (UNAM).

Por otro lado utilizaremos un software que está disponible gratuitamente, MICMAC para la evaluación sistemática de la matriz una vez que los expertos llegaron al conceso de calificación de las variables. Lo cual se trabajó con 18 variables propuesta por REN21 en el 2013, donde ellos estuvieron de acuerdo que serían las adecuadas a evaluar en este procesos de calificación de las mismas, aun cuando se vio la posibilidad de agregar más, pero se llegó al acuerdo que eso afectaría solamente a las tecnologías a utilizar, y esto, no es lo que se busca para este trabajo.

Pasos a seguir con el software MICMAC

1. Inventario de Variables: Recopilar todas las variables posibles que afectan el sistema.
2. Descripción de la relación entre variables
3. Identificación de tendencias
4. Matriz de impactos cruzados: se determina (la influencia y la dependencias) entre las variables. Después se evalúan una a una las variables, de forma cuantitativa: Fuerte (3), mediana (2) débil (1) y nula (0)
5. Clasificación de Resultados:
 - ***Zona de Poder:*** Variables de éxito (alta influencia, baja dependencia).
 - ***Zona de Conflicto:*** Variable en espera (Alta-Media Influencia, Alta-Media dependencia).
 - ***Zona de Autonomía:*** Variables de bajo éxito (Baja influencia, baja dependencia).
 - ***Zona de Resultados:*** Tendencia nula (Media-Baja influencia, alta-media dependencia).

1. *Inventario de Variables y su descripción: Recopilar todas las variables posibles que afectan el sistema.*

Los expertos sugieren “dieciocho (18) variables claves” que Influyen de manera directa o indirecta en Futuros de ER.

1. *Crecimiento de la población y demografía.* La población afecta la demanda de energía y la producción económica y por lo tanto el uso de energía. Los cambios demográficos también afectan a la infraestructura y los servicios energéticos necesarios.

2. *Producto interno bruto (PIB) e intensidad energética del PIB.* La producción económica afecta la demanda de energía. La intensidad energética del PIB refleja la estructura de la economía, en términos de actividades intensivas en energía frente a actividades de baja energía (es decir, fabricación vs. servicio).

3. *Consumo de energía per cápita.* Cuánta eficiencia energética adicional es posible, y cuánto se puede lograr en la práctica, para disminuir el consumo de energía per cápita.

4. *Costos de la tecnología de ER.* ¿Cómo disminuirán los costos con el tiempo? La producción de tecnología acumulada a lo largo del tiempo.

5. *Acción de política.* Existe un amplio reconocimiento de que las políticas han respaldado el desarrollo de las ER en las últimas décadas y que la necesidad de políticas continuará en el futuro. Por lo tanto, tanto el grado de acción de la política como la descripción de las políticas son fundamentales para los escenarios.

6. Subsidios e impuestos a los combustibles fósiles. *“Los subsidios y los impuestos para los combustibles competidores afectan la competitividad de esos combustibles en relación con las ER. Los modelos proponen si los subsidios permanecen en los niveles actuales, o si se eliminan gradualmente y cuándo. La mayoría de los escenarios no tienen en cuenta la eliminación de las subvenciones, pero hay excepciones. Por ejemplo, el escenario de "Políticas nuevas" de la IEA WEO (2010) muestra una eliminación gradual de los subsidios en los países importadores netos de petróleo para 2020”.*

7. Tasas de interés (tasas de descuento). Las inversiones en ER son de capital intensivo y dependen en gran medida del costo del capital. Los expertos en finanzas subrayaron que las tasas de interés son "factor uno" en el análisis de proyecciones y posibilidades futuras. Pequeños cambios en la tasa de interés pueden tener grandes consecuencias. Los escenarios tienen que asumir tasas de interés (descuento) en el futuro en el modelado de la competitividad económica.

8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno. ¿Cuánto financiamiento estará disponible para las inversiones en infraestructura, a qué niveles de riesgo y rendimiento? Esta cuestión se refiere a las condiciones macroeconómicas y financieras en general ya la disposición de los grandes inversores institucionales a financiar las inversiones en infraestructura teniendo en cuenta sus perfiles de tiempo, riesgo y retorno. *Los escenarios generalmente no modelan estos parámetros.*

9. Precios e impuestos del carbono. ¿Hasta qué punto afectarán los precios y los impuestos del carbono a la economía de las energías renovables? Muchos escenarios modelan los precios futuros del carbono y los impuestos. Pero los expertos señalan que los precios del carbono son muy inciertos y dependen en gran medida de las reglas del mercado y en muchos casos de las asignaciones gubernamentales de créditos.

10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda. ¿Qué sucede con los precios futuros del gas y la demanda de gas? Expertos consideraron la generación de gas natural como el principal competidor continuo con energía renovable, pero también señaló que los dos son complementarios. Muchos escenarios proyectan un gran cambio del carbón al gas natural. Los expertos señalaron la volatilidad del precio del gas natural y la necesidad de (y el costo de) la cobertura del precio del gas, como parte de la ecuación de competitividad.

11. Precios y demanda del carbón. El carbón sigue siendo una característica central de nuestros sistemas energéticos, o el carbón está "a la salida", como sugieren algunos visionarios. La mayoría de los escenarios demuestran que el uso del carbón mundial ha aumentado. 2035, pero casi todo el aumento ocurre en los países no miembros de la OCDE, donde China casi duplica su consumo de carbón para 2035.

12. Precios del petróleo. ¿Qué pasa con los futuros precios del petróleo? La mayoría de los escenarios muestran que los precios del petróleo a largo plazo en el rango de 100 a 150 dólares por barril continúan por décadas. Entre muchos posibles efectos, los precios del petróleo afectan la competitividad de los biocombustibles para el transporte, e indirectamente influyen en los precios del gas natural.

13. Apoyo gubernamental. ¿Cuánto seguirán los gobiernos para apoyar la energía Renovables? Muy pocos escenarios modelan estos factores.

14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto. ¿Qué cantidades de producción de gas de esquisto son factibles y cómo afectará el gas de esquisto a los precios del gas natural? Algunos expertos consideraron que las perspectivas del gas de esquisto eran un determinante importante de los futuros renovables en esos países. Un experto estadounidense dijo que "el gas barato de esquisto está aquí", y citó un costo de electricidad de 5-6 centavos / kWh de gas de esquisto, lo suficientemente barato como para socavar las energías renovables, dijo el experto. Sin embargo, otros dijeron que

el veredicto sigue siendo incierto sobre cómo se convertirá el gas de esquisto comercial.

15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS). CCS se convertirá en comercial? ¿Cuándo? Los expertos expresaron una serie de puntos de vista sobre si la CAC sería comercialmente viable. Muchos creían que la respuesta sería importante para el futuro de las energías renovables, ya que muchos escenarios con restricciones de carbono muestran intercambios entre mayores cantidades de energías renovables futuras y el uso de la CAC con carbón y gas natural.

16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales. ¿Pueden encontrarse formas de expandir y fortalecer las redes de manera socialmente aceptable? Muchos expertos creen que las redes más fuertes serán esenciales para el futuro de las ER, pero no están seguros del grado de expansión de las redes debido a problemas ambientales y sociales en los países desarrollados y los niveles de inversión requeridos en los países en desarrollo.

17. Geografía de la población y de los recursos. La ubicación de los centros de población en relación con las áreas de recursos renovables afecta la cantidad de transmisión que debe existir para dar cabida a las ER.

18. Percepción y realidad del cambio climático. ¿Cómo evolucionarán las percepciones sobre el cambio climático con el tiempo? ¿Con qué rapidez cambiará realmente el clima? Estas preguntas afectarán la voluntad política y social y el mandato de reducir las emisiones de CO₂.

Nota: Ver anexo software MICMAC – Resultados, Definición de variables en el sistema.

En la siguiente tabla 4.4, se presenta el número de variables, el título o nombre de la variable y el título corto que fue alimentado en el sistema.

N°	Título largo	Título corto
1	1.Crecimiento de la población y demografía	1.Cre_P
2	2. (PIB) e intensidad energética del PIB.	2.PIB_IEP
3	3. Eficiencia energética y consumo de energía per cápita.	3. EE_CEPC
4	4. Costos de la tecnología de ER.	4.CT-ER
5	5. Acción política. (respaldo del desarrollo de las ER)	5. AP_ER
6	6. Subsidios e Impuestos a los combustibles fósiles.	6. SI-CF
7	7. Tasas de interés (tasas de descuento).	7.TInterés
8	8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno.	8.DF-TIR
9	9. Precios e impuestos del carbono.	9.PICarb
10	10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda.	10. GasNat
11	11. Precios y demanda del carbón.	11. \$ DC
12	12. Precios del petróleo.	12. \$ Petr
13	13. Apoyo gubernamental de ER	13. Ap.Gob
14	14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto.	14. GasEsq
15	15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS).	15. CCS
16	16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales.	16.RED_ENE
17	17. Geografía de la población y de los recursos renovables.	17. Geogra
18	18. Percepción y realidad del cambio climático.	18.CaClima

Tabla 4. 4 Definición de las Variables: Título Largo y Corto.

2. Identificación de tendencias y evaluación de variables

Matriz de impactos cruzados: con la participación del grupo de expertos se determina la influencia y la dependencia entre las variables. Después se evalúan una a una las variables, de forma cuantitativa: Fuerte (3), mediana (2) débil (1) y nula (0). El documento de trabajo se muestra en el Anexo 2.

	1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:	16:	17:	18:
1: 1.Cre_P	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
2: 2.PIB_IEP	1	0	2	2	1	3	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1
3: 3.EE_CEPC	3	2	0	2	2	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
4: 4.CT-ER	1	1	2	0	2	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
5: 5.AP_ER	0	0	1	2	0	2	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	3
6: 6.SI-CF	1	3	2	3	0	0	0	0	2	2	2	3	0	3	1	2	1	1
7: 7.TInterés	0	2	1	3	0	1	0	3	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1
8: 8.DF-TIR	0	2	2	3	1	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0
9: 9.PICarb	0	1	1	1	0	1	2	0	0	3	1	1	2	1	0	2	0	1
10: 10. GasNat	0	2	2	1	1	1	0	0	2	0	1	1	0	3	2	2	0	0
11: 11. \$ _DC	0	1	1	1	1	1	0	0	3	3	0	1	0	2	2	2	0	0
12: 12. \$ _Petr	0	3	2	1	2	2	0	0	2	2	3	0	0	2	1	1	0	0
13: 13. Ap.Gob	0	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0
14: 14. GasEsq	0	2	2	1	1	1	0	0	3	2	2	2	0	0	1	1	1	1
15: 15. CCS	0	1	1	1	1	2	0	0	3	1	1	1	0	2	0	2	1	0
16: 16.RED_ENE	1	2	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
17: 17. Geogra	3	2	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
18: 18.CaClima	0	1	2	1	3	2	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	2	0

Tabla 4. 5 Matriz de Impactos Cruzados, extraído del software.

La tabla 4.5 que es la matriz de impactos cruzados nos arroja un nuevo resultado, ver en la tabla 4.6 la sumatoria de resultados.

N°	Título corto	Total de líneas	Total de columnas
1	1.Cre_P	8	10
2	2.PIB_IEP	28	29
3	3.EE_CEPC	31	29
4	4.CT-ER	25	26
5	5.AP_ER	24	18
6	6.SI-CF	26	29
7	7.TInterés	14	14
8	8.DF-TIR	16	12
9	9.PICarb	17	23
10	10. GasNat	18	22
11	11. \$ _DC	18	17
12	12. \$ _Petr	21	23
13	13. Ap.Gob	20	16
14	14. GasEsq	20	22
15	15. CCS	17	11
16	16.RED_ENE	17	26
17	17. Geogra	13	14
18	18.CaClima	20	12
	Totales	353	353

Tabla 4. 6 Sumatoria de resultados de la matriz de impactos cruzados

3. Clasificación de Resultados: servirá para identificar las principales fuerzas motrices.



Figura 4. 12 Plano de influencias y Dependencias directas.

A continuación se presenta la definición de las cuatro zonas de la figura 4.12.

- **Zona de Poder:** Variables de éxito (alta influencia, baja dependencia).
- **Zona de Conflicto:** Variable en espera (Alta-Media Influencia, Alta-Media dependencia).
- **Zona de Autonomía:** Variables de bajo éxito (Baja influencia, baja dependencia).
- **Zona de Resultados:** Tendencia nula (Media-Baja influencia, alta-media dependencia).

En la siguiente tabla 4.7 se observa las principales fuerzas motrices que nos arroja el Método Mic-Mac para a identificación de las principales variables claves en estudio.

Zona de Poder:	Zona de Conflicto:	Zona de Resultados:	Zona de Autonomía
5. Acción política	2. (PIB) e intensidad energética del PIB.	9. Precios e impuestos del carbono.	1. Crecimiento de la población y demografía
13. Apoyo gubernamental de ER	3. Consumo de energía per cápita.	10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda.	7. Tasas de interés (tasas de descuento).
18. Percepción y realidad del cambio climático.	4. Costos de la tecnología de ER.	16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales	8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno.
	6. Subsidios e Impuestos a los combustibles fósiles.		11. Precios y demanda del carbón.
	12. Precios del petróleo.		15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS).
	14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto.		17. Geografía de la población y de los recursos renovables.

Tabla 4. 7 Identificación de las principales Fuerzas Motrices

Para garantizar el éxito de los escenarios se trabajará con las seis principales variables, las tres variables que se encuentran en la zona de poder y las tres primeras de la zona del conflicto; siendo éstas las que mayor puntaje obtuvieron.

Aplicación del método MACTOR (análisis del juego de actores); (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones)

MACTOR es una herramienta utilizada para la identificación de los agentes y/o variables de cambio, mecanismos de acción y proyectos de los actores, así como sus estrategias.

Pasos a seguir:

1. Identificar los actores que influyen sobre el desarrollo y futuro del sistema, por tanto de las variables claves también. El objetivo es tener el listado de actores, que no supere los 12 a 15 actores
2. Es identificar el objetivo estratégico que persigue de cada uno de los actores.
3. Evaluar la influencia directa entre los actores. De esta forma, se podrá conocer el grado de influencia de cada uno de ellos y jerarquizarlos en función de dicha influencia, ya que algunos de los actores poseerán una importante influencia sobre el resto de los actores.
4. Conocer el posicionamiento de los actores, cual su actitud actual respecto a los objetivos; en este caso, con respecto a las ER.

Una vez que se siguió el método anteriormente descrito en la metodología y el resumen de los pasos seguidos del método MACTOR, también conocido como juego de actores; se llevado a cabo la reunión de expertos surgiendo la siguiente tabla 4.7 Los principales actores identificados ordenados por jerarquización. Dicha información será de utilidad para conocer los factores pueden afectar la relación ente los actores y las principales fuerzas motrices identificadas. Ver tabla 4.8 donde se presenta el listado y descripción de los actores identificados.

Jerarquía	Actores involucrados		Definir			Observaciones
	Nombre corto	Nombre	Objetivos con las metas	* Tipo de Actor	** Actitudes	
1	SENER	Secretaría de Energía	SENER estableció la cuota mínima nacional de energía limpia en la generación de energía eléctrica, Establecer, conducir y coordinar la política energética del país	dominante	Preactiva	Ley de la industria eléctrica
2	CENACE	Centro nacional de control de energía	Control operativo del sistema eléctrico nacional, planean la expansión eficiente de la red eléctrica nacional y la operación del mercado eléctrico mayorista	dominante	Preactiva	Control operativo del sistema eléctrico
2	CRE	Comisión Reguladora de Energía	Dan Permisos: Traspasación distribución y comercialización de electricidad, hidrocarburos y derivados de hidrocarburos.	dominante	Reactiva	Regulador de hidrocarburos y electricidad, transporte almacenamiento y comercialización de electricidad. Criterios permiso y cuidan a industria.
3	CFE	Comisión Federal de Electricidad	Generación, transmisión distribución comercialización de energía eléctrica	dominados	Reactiva	Transmisión y distribución, son áreas estratégicas y el estado (Gov., admón. pública, etc.) mantendrá su titularidad.
3	\$-Financiero	Sector Financiero	Estructuración y financiamiento de proyectos de generación de energía, transmisión y distribución eléctrica	autónomos	Reactiva	\$
4	GOBM	Gobierno Municipal	Trámites, cambio de uso de suelo, protección civil, permisos de construcción	dominado	Reactivo	Trámites burocráticos

5	IP	Empresarios Privados	Desarrollar energías de bajo impacto ambiental. Empresas participantes como: Pueblo Solar, Ingeniería eléctrica tu Pueblo, entre otras.	autónomos	Proactivo	Empresarios-inversionistas
6	USA	Gobierno Norte Americano	País vecino del norte poderoso con altos intereses en el desarrollo económico energético en México y Sonora	dominante	Proactiva	Posibles Alianza, California, Arizona y nuevo México
7	GOBEDO-SE-COEES	Secretaría de Economía- Comisión de Energía del Estado de Sonora	Desarrollar e implementar la política estatal para el fomento de la eficiencia energética y el aprovechamiento de energías Renovables	dominados	reactiva	
8	Universidades e instituciones de I+D+i	Universidades	Ampliar y consolidar la vinculación entre la universidad y la sociedad para la generación compartida de conocimientos	Enlace	Proactivo	I+D + i Capacitación y formación de M.O. Especializada (Capital Humano)
9	CEDES	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora	Permisos de impacto ambiental	Enlace	Reactivo	Ecología y Desarrollo Sustentable
10	Alianzas	Comisión Sonora -Arizona (Relaciones Públicas internacionales)	En energía: Organización trasfronteriza que busca mejorar las condiciones económicas de la región a través de colaboraciones públicos privadas en la promoción comercio, networking e información	Enlace	Reactiva	Alianzas

Nota: * Tipo de Actor -Dominante, de enlace, autónomo y Dominado

** Actitudes -Preactiva, proactiva y Reactiva

Tabla 4. 8 Los principales actores identificados ordenados por jerarquización

Definición por Tipo de Actores y sus Actitudes:

*** Tipo de Actores -Dominante, de enlace, autónomo y dominado**

Actor Dominante: son actores externos con alta influencia y alta dependencia.

Actor de Enlace: estos actores son aquellos que tiene alta influencia y baja dependencia.

Actor Autónomo: Poco influyentes y poco dependientes, actúa como autores secundarios formándose como parte de agentes complementario de importancia significativa, por el peso que en el ámbito del sistema de actor y que pueden ejercer en la orientación energética nacional.

Autor Dominado: son actores internos: son actores llamados obedientes en esta metodología por resultar del análisis con alta dependencia y poca influencia.

**** Actitudes - Preactiva, proactiva y reactiva:**

Preactiva: Consiste en prepararse para los cambios del futuro. Toma decisiones en base al futuro que se quiere construir.

Proactiva: Enfrenta los hechos cuando estos llegan "Construye los cambios".

Reactiva: "Reacciona cuando ya ocurrió el cambio" – ejecutan.

Paso 10. Identificar las principales fuerzas motrices

De las tablas 4.6 y 4.7 se derivan las siguientes conclusiones, de identificación de las principales fuerzas motrices y tipos de actores del sistema.

Principales fuerzas motrices con el Método MICMAC;

Una vez que fueron identificados, por los expertos, las principales fuerzas motrices con el Método MICMAC; se tomó la decisión de que solamente 6 serían las variables claves a utilizar de un inventario total de 18 variables utilizadas, siendo las 6 primeras las de

mayor relevancia para la construcción de escenarios para el estado de Sonora. Siendo las siguientes:

1. Acción política,
2. Apoyo gubernamental de ER,
3. Percepción y realidad del cambio climático.
4. (PIB) e intensidad energética del PIB.
5. Consumo de energía per cápita, y por último
6. Costos de la tecnología de ER.

Por otro lado, se tiene la identificación de los principales tipos de actores, así como, cuál es su influencia y dependencia que se tiene entre ellos, que se tuvo a partir del método MACTOR para la construcción de los escenarios.

Tipo de Actores -Dominante, de enlace, autónomo y dominado

Actor Dominante: SENER, CENACE, CRE y USA, son actores externos; pero ello mismo, son de alta influencia y alta dependencia.

Actor de Enlace: Universidades, CEDES y Comisión Sonora –Arizona, estos actores son aquellos que tiene alta influencia y baja dependencia.

Actor Autónomo: Poco influyentes y poco dependientes, son: Sector Financiero, Empresarios Privados; éstos dos actúa como agentes secundarios que forman parte complementaria de importancia significativa, por el peso que en el ámbito del sistema de actor y que pueden ejercer en la orientación energética nacional. Y finalmente;

Autor Dominado: CFE, GOBM y GOBEDO-SE-COEES, son actores internos: son actores llamados obedientes en esta metodología por resultar del análisis con alta dependencia y poca influencia.

Paso 11. Desarrollo del conjunto de escenarios

4.3. Fase III. Conjunto de escenarios

Es importante recordar que los escenarios son líneas en el tiempo futuro y surgió como una manera de dar a los tomadores de decisiones una visión de futuro colaborativa que puede sostener su estrategia y política en un mundo incierto.

Los expertos en la materia están de acuerdo en que los eventos futuros relacionados con factores políticos, económicos, tecnológicos y sobre todo sociales, no pueden ser profetizados de manera exacta, esto debido al grado de incertidumbre que guardan cada uno de ellos. Sin embargo, las principales posibilidades de ocurrir un futuro u otro, son usualmente conocidas y deben ser incorporadas en cualquier planeación futura.

Es por ello, que en esta sección se construirán el conjunto de escenarios que fueron definidos previamente en la metodología, éste consta de tres escenarios (Generación energética) que son: el referencial, mundo eficiente y catastrófico. Donde los resultados obtenidos con los modelos y métodos (MICMAC y MACTOR) utilizados, se hace un análisis con base al comportamiento en el futuro hasta el año 2030 utilizando comparaciones con las estadísticas y documentos oficiales para explicar los cambios esperado en el variables claves y el comportamiento de los actores involucrados, previamente identificados.

Elementos Predeterminados

Ahora definiremos de forma resumida aquellos elementos predeterminados que fueron definidos con anterioridad y que enmarcaran el desarrollo de los tres escenarios principales, previamente definidos, ver tabla 4.9.

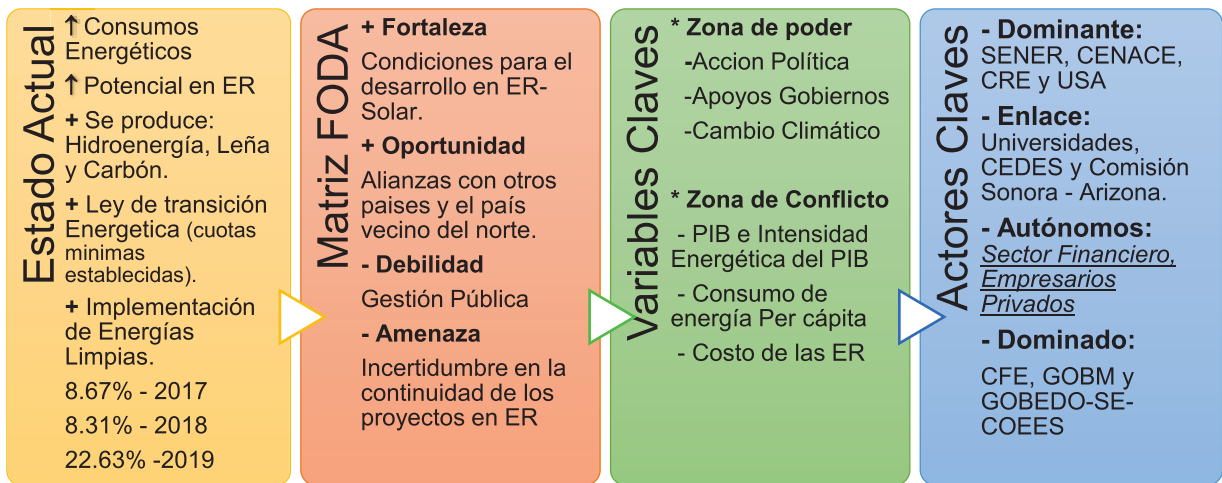


Tabla 4. 9. Elementos Predeterminados

4.3.1 “Escenario Referencial (ET)” al 2030.

El escenario referencial también llamado escenario tendencial, es el que se tiene como posibilidad de ocurrencia si las cosas siguen como se han venido presentando. Así rompa con una tendencia o la confirme. Corresponde a la extrapolación de tendencias. Lo que podría suceder si las cosas siguen comportándose como hasta el momento. A pesar de la incertidumbre que existe en el país y de lo engorroso de los trámites, existe la oportunidad de crear alianzas con el país vecino y se tienen las condiciones para potencializar el desarrollo de ER en energía solar, es así, que todos los esfuerzos están encaminados a cumplir con las cuotas mínimas establecidas por la nación para crear nuevas fuentes de ER.

Por otro lado, se siguen abriendo plantas eléctricas de ciclo combinado, debido a la compra de gas natural (Excedentes) donde Estados Unidos es el principal proveedor de éste. Es por ello, que puede frenar la utilización de ER en el Estado.

1. Acción política - ET

Sonora fue de los primeros Estados en el país que aprobó la Ley de Fomento a las Energías Renovables y Eficiencia Energética en el 2009. Ley publicada en la Sección II del Boletín Oficial del Estado de Sonora, el jueves 27 de agosto de 2009.

En el 2014, la Cámara de Diputados, define la Ley de la Industria Eléctrica a las energías limpias: Como aquellas fuentes de energía con procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias (Congreso de la Unión, 2014).

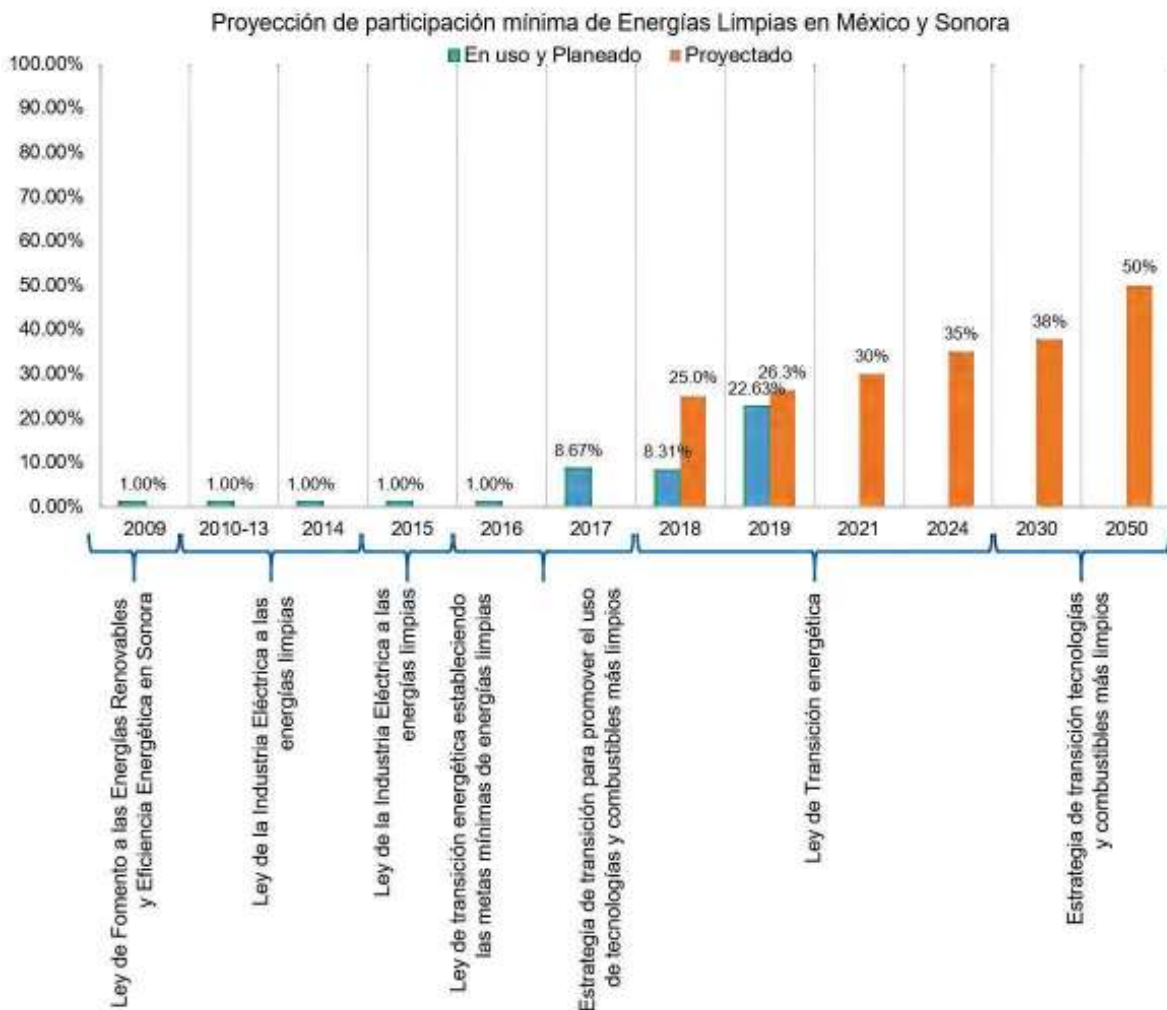
Por lo anterior, para la generación y consumo de energía eléctrica mediante energías limpias, en el 2015 la cámara de diputados, crea la Ley de transición energética estableciendo las metas mínimas de energías limpias, la cual es de: 25% para el año 2018, 30% para el año 2021 y 35% para el año 2024 (Congreso de la Unión, 2015)

Además surge a manera complemento, en el 2016, la Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios, estableciendo el 37.7% de la electricidad deberá de ser generada por energías limpias para el año 2030, y el 50% para el año 2050 (Congreso de la Unión, 2015).

SENER estableció la cuota mínima nacional de energía limpia en la generación de energía eléctrica y el estado de Sonora se apega a ellas, ver figura 4.13. Proyección de participación mínima de Energías Limpias en México y Sonora. Se aprecia la evolución de las acciones políticas llevada a cabo desde 2009 en el estado de Sonora y la participación de la federación a nivel nacional con la legislación de leyes a favor de energías más limpias para la república Mexicana.

En la figura 4.13, se muestra la trayectoria para este escenario, donde 1.0% es el porcentaje de participación de generación de energía hidroeléctrica. Por otro lado, se espera tener la puesta en marcha de plantas fotovoltaicas para la generación de

energía eléctrica con una participación total del 8.67% en ER, para el 2018 8.31%, éste indicador baja debido a la apertura de subestaciones eléctricas de ciclo combinado, y 22.23% la participación de generación de energía eléctrica a partir de fuente de ER para el 2019 (Estos tres porcentajes son los que ya se encuentran en obra y en trámite para próximas subastas). Y lo proyectado se considera los datos establecidos como cuotas mínimas para el establecimiento de Energías limpias y lo que se tiene estimado como meta para cada año, establecido en el 2015 en diario oficial de la federación en el apartado de energías.



Fuente: Elaboración propia con información de diario oficial de la federación (DOF).

Figura 4. 13. Proyección de participación mínima de Energías Limpias en México y Sonora 2030.

Proyección de las metas mínimas establecidas en la ley de transición energética.

Con la generación de energía eléctrica a partir de las ER, servirá a México como nación y con la participación de los estados a cumplir las metas para mitigar la producción de gases de efecto invernadero (GEI). En la tabla 4.10, se muestran los datos proyectados para el cumplimiento de metas, de seguir como hasta y su cumplimiento al 2030.

Años bases	% ER	Años Pronóstico	% ER Pronóstico
2009	2.04	2020	12.94
2010	2.04	2021	14.38
2011	2.04	2022	15.83
2012	2.04	2023	17.27
2013	2.04	2024	18.71
2014	2.04	2025	20.15
2015	2.04	2026	21.59
2016	2.04	2027	23.03
2017	8.67	2028	24.47
2018	8.31	2029	25.92
2019	22.26	2030	27.36

Tabla 4. 10. Datos proyectados para el cumplimiento de metas al 2030.

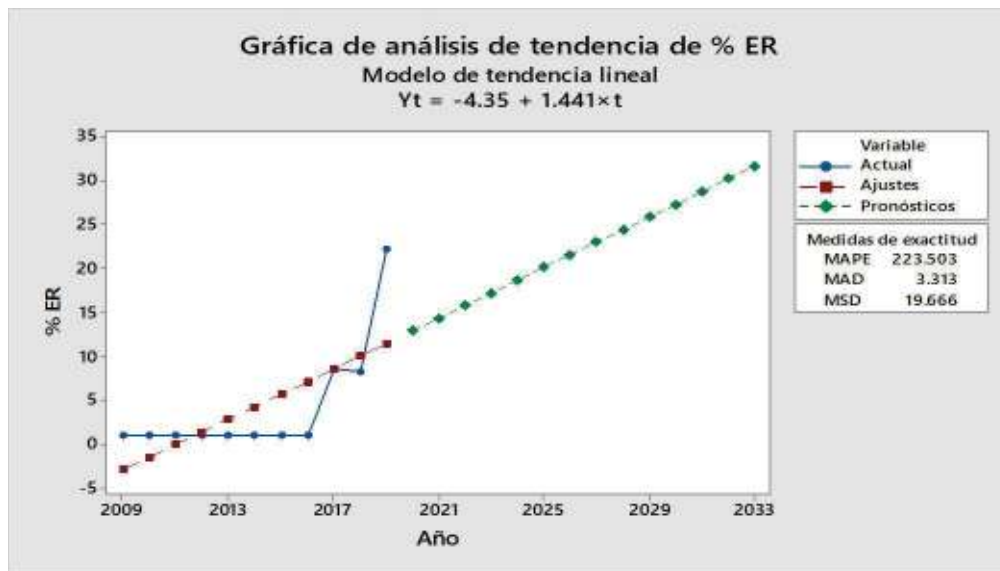


Figura 4. 14. Proyección lineal del cumplimiento de metas para mitigar la producción de GEI al 2030.

Con datos utilizados para la proyección del 2009 al 2030 (ver figura 4.14) las expectativas quedarían alrededor **de 10 puntos porcentuales por debajo de las metas mínimas establecidas al 2030 por SENER** en la ley de transición energética.

2. Apoyo gubernamental - ET

Unidades económicas del sector privado y paraestatal que efectuaron inversión para la protección ambiental en 2013, según entidad federativa y actividad; para este caso, se manejan los datos a nivel nacional y como entidad federativa el estado de Sonora exclusivamente, excluyendo el resto de las entidades.

El sector privado y paraestatal comprende a los productores de bienes o de servicios que realizan actividades económicas como personas físicas o sociedades constituidas como empresas, incluidas aquellas con participación estatal y las empresas productivas del estado cuya finalidad es la producción de bienes y servicios de mercado.

Como podemos observar en la tabla 4.11, este rubro destinado a la protección del medio ambiente para el 2013 se ejercieron a nivel federal 6'250,028 miles de pesos, de los cuales estos se dividen en dos vertientes que son: Inversiones para reducir la contaminación con una participación del 0.6% y Actividades para la protección del medio ambiente con un 99.4%. De ese monto ejecutado el 2.7% está destinado a Sonora como entidad federativa que equivale a 170,678 miles de pesos, de eso, sólo el 4.3% se destinó a la actividad para disminuir el consumo de energía o uso de energías alternativas (Solar, eólica, otras).

Ahora bien, de esos 7,356 miles de pesos, el 97.8% lo utilizó la industria manufacturera, el 1.4% el sector de la minería, el 0.8% al sector de servicios de alojamiento temporales y preparación de alimentos y bebidas, y un 0% para el sector, que nos compete en este ejercicio de escenarios, de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor

final, apartado, disminución del consumo de energía o uso de energías alternativas (Solar, eólica, entre otras).

	Efectuaron inversión para reducir la contaminación		Actividades en las que se invirtió para la protección del medio ambiente			
	miles de pesos	%	miles de pesos	%	Disminuir el consumo de energía o uso de energías alternativas (solar, eólica, otra)	
Nacional	37,411	0.60%	6,212,617	99.4%		
Total nacional			6,250,028	100.0%		
Sonora	1,092	0.64%	169,586	99.4%		
Total Sonora			170,678	2.7%	7,356	4.3%
Sector 21 Minería	122	11.2%	45,511	26.8%	105	1.4%
Sector 22 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	72	6.6%	63,855	37.7%	0	0.0%
Sector 31-33 Industrias manufactureras	479	43.9%	59,954	35.4%	7,191	97.8%
Sector 72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	419	38.4%	266	0.2%	60	0.8%
Totales	1,092	100.0%	169,586	100.0%	7,356	100.0%

Fuente: INEGI. Censos Económicos 2014; Fecha de elaboración: 21/07/2016

Tabla 4. 11. Unidades económicas del sector privado y paraestatal que efectuaron inversión para la protección ambiental.

Hasta el momento no existen apoyos directos a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en ER; sólo existe la inversión privada para este tipo de rubros y la forma de estimular la generación de energía eléctrica en ER es a través de la **deducción acelerada**, esto consiste en el primer año de inversión recuperar lo invertido a través de la deducción del 100% de la inversión.

En la Ley del impuesto sobre la renta publicada en el Diario Oficial de la Federación 30-11-2016, entrará en vigor el 1 de enero de 2018. En el **Artículo 34**. Los por cientos máximos autorizados, tratándose de activos fijos por tipo de bien, **fracción XIII**. Dice que será del 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente. Donde se consideran, fuentes renovables aquéllas que por su naturaleza o

mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial, de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Asimismo, se considera generación la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía. Lo dispuesto en esta fracción será aplicable siempre que la maquinaria y equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción (Congreso de la Unión, 2013).

Además existen fideicomisos y estímulos para el ahorro de energía mediante tecnologías de paneles solares a pequeña escala.

Recientemente, se implantó un Fideicomiso Público para Promover el Desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética. Categorías de Apoyo: *Desarrollo Regional* y Fortalecimiento de Cadenas de Valor en Sectores Industriales.

Estándares de la Industria

- ✓ **Objeto:** *Promover el cierre de brechas entre los requerimientos de la Industria Energética en materia de normas, estándares y certificaciones y las capacidades de los proveedores nacionales.*

Desarrollo regional

- ✓ **Objeto:** *Impulsar la implementación de proyectos integrales para el desarrollo y la competitividad de proveedores locales establecidos en regiones, zonas o espacios definidos que atiendan la demanda del sector energético para aumentar las capacidades técnicas y de calidad.*

Se cuenta con el Laboratorio Nacional de Concentración Solar y Química Solar, conformado por instituciones de investigación en energía solar como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad de Sonora (UNISON), el Instituto de Energías Renovables y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Ofrecen Servicios de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), así como capacitación y generación de capital humano como mano de obra especializada. Área especializada en procesos de I+D+i en sistemas de concentración solar y química solar.

3. Percepción y realidad del cambio climático - ET.

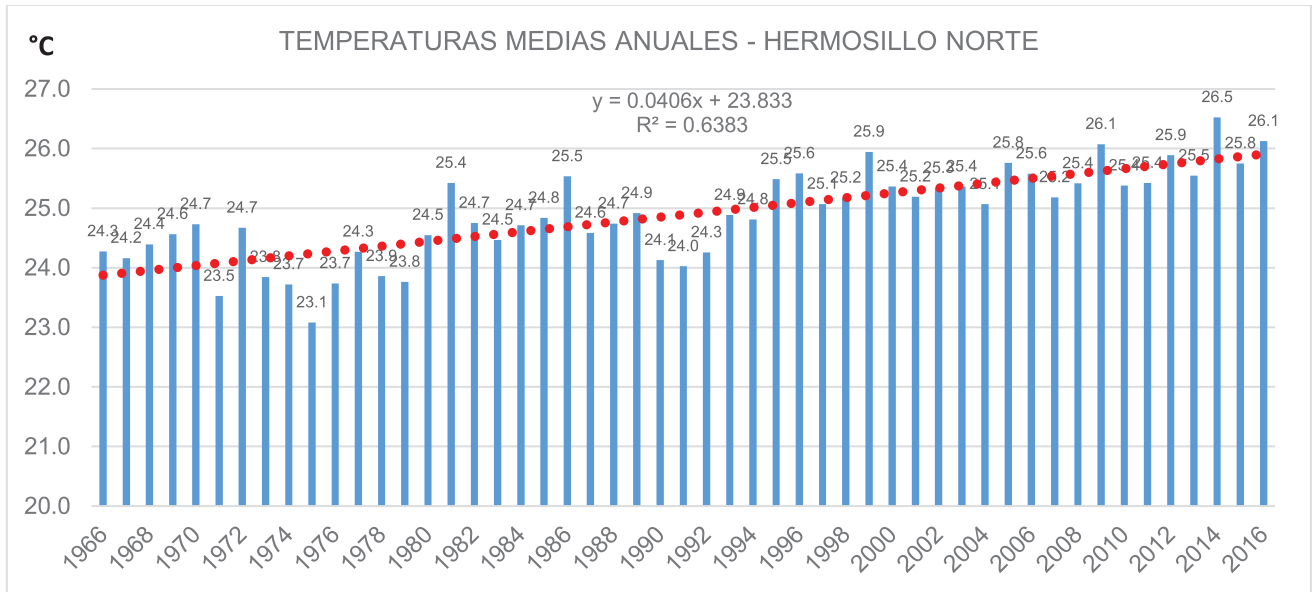
Percepción del Cambio Climático

En esta sección por cuestiones de tiempo y practicidad consideramos datos de una región de similar al estado de Sonora y que tiene problemas de escasez de agua; porque además, es un tema poco estudiado en México y por el Estado. Es por ello, que se considera la siguiente información, ya que es lo que se tiene disponible por el momento. Además, se puede ver como una oportunidad para el desarrollo de una investigación más completa dirigida al estado de Sonora.

En el tema de sociedad, sobre la percepción del cambio climático, el 30% de los encuestados manifestaron, que la escasez de agua en las viviendas por sequías es un efecto negativo del cambio climático, asimismo el 18% manifestó el cambio en las actividades sociales por las altas temperaturas en verano, 5% señalaron el decremento en salud por ondas de calor intensas, así como incremento en las enfermedades infecciosas por presencia de virus o bacterias ambientales, así como la reducción de la oferta de bienes y servicios básicos y el aumento de precio de los mismos.

Realidad del cambio climático

Por otro lado, se tiene la realidad del cambio climático, el histórico de las temperaturas anuales de Hermosillo, éste va de 1966 a la fecha, pero por cuestiones de estudio se enfoca para el análisis hasta el 2016, que equivale a 50 años en la recolección de datos. A continuación se presenta la figura 4.15, así como su línea de tendencia.



Fuente: Conagua – Hermosillo

Figura 4. 15. Temperaturas medias anuales de la ciudad de Hermosillo.

Como consecuencia de la innovación y modernización de la ciudad de Hermosillo, que ha llevado a modernización de sus calles, la colocación de la cinta asfáltica, la colocación de banquetas, construcción de edificios, concentración de asentamientos humanos, el incremento de auto han agregado concentración de temperaturas por zonas.

El actual meteorólogo de Conagua-Hermosillo, en una pequeña entrevista para la solicitud de información, menciona, que es aseverado hablar sobre cambio climático ya que son los muchas las variables que se tendrían que estudiar para saber si la temperatura ha variado en Sonora en especial la de Hermosillo que aun cuando se

tiene el registro histórico de 1966 -2016 en un periodo de 50 años es un tiempo muy corto que ayude a asegurar algo, con todo el tiempo que tiene el planeta tierra siéndolo.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Promedio	16.9	18.4	20.7	23.7	27.3	31.7	32.4	31.8	30.9	26.7	21.2	16.9	24.9
Máximo	21.1	22.2	24.3	26.4	30.1	34.0	34.3	33.5	32.9	30.1	24.0	19.4	26.5
Mínimo	13.3	14.8	16.6	19.6	24.1	29.4	29.8	29.5	27.3	23.5	18.0	13.7	23.1

Tabla 4. 12. Medias mensuales de temperatura -Promedios, máximos y mínimos 1966-2016

Como se puede ver en la tabla 4.12 las temperaturas medias mensuales de 1966-2016, los meses más calientes van de mayo a octubre. Pero analizando toda la base de datos, un día de junio de 2014 y 2016 se reportó la temperatura más alta registrada de 48.5°C y dos días consecutivo de enero 1971 se registraron las temperaturas mínimas de Hermosillo, que fueron de -3°C.

Proyección de temperatura al 2030

Año base	Temperatura media anual	Año base	Temperatura media anual	Año base	Temperatura media anual	Año base	Temperatura media anual	Años Pronóstico	Pronóstico
1966	24.3	1980	24.5	1994	24.8	2008	25.4	2017	25.9
1967	24.2	1981	25.4	1995	25.5	2009	26.1	2018	26.0
1968	24.4	1982	24.7	1996	25.6	2010	25.4	2019	26.0
1969	24.6	1983	24.5	1997	25.1	2011	25.4	2020	26.1
1970	24.7	1984	24.7	1998	25.2	2012	25.9	2021	26.1
1971	23.5	1985	24.8	1999	25.9	2013	25.5	2022	26.1
1972	24.7	1986	25.5	2000	25.4	2014	26.5	2023	26.2
1973	23.8	1987	24.6	2001	25.2	2015	25.8	2024	26.2
1974	23.7	1988	24.7	2002	25.3	2016	26.1	2025	26.3
1975	23.1	1989	24.9	2003	25.4			2026	26.3
1976	23.7	1990	24.1	2004	25.1			2027	26.4
1977	24.3	1991	24.0	2005	25.8			2028	26.4
1978	23.9	1992	24.3	2006	25.6			2029	26.4
1979	23.8	1993	24.9	2007	25.2			2030	26.5

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por la CONAGUA.

Tabla 4. 13. Temperaturas medias anuales de Hermosillo proyección al 2030.

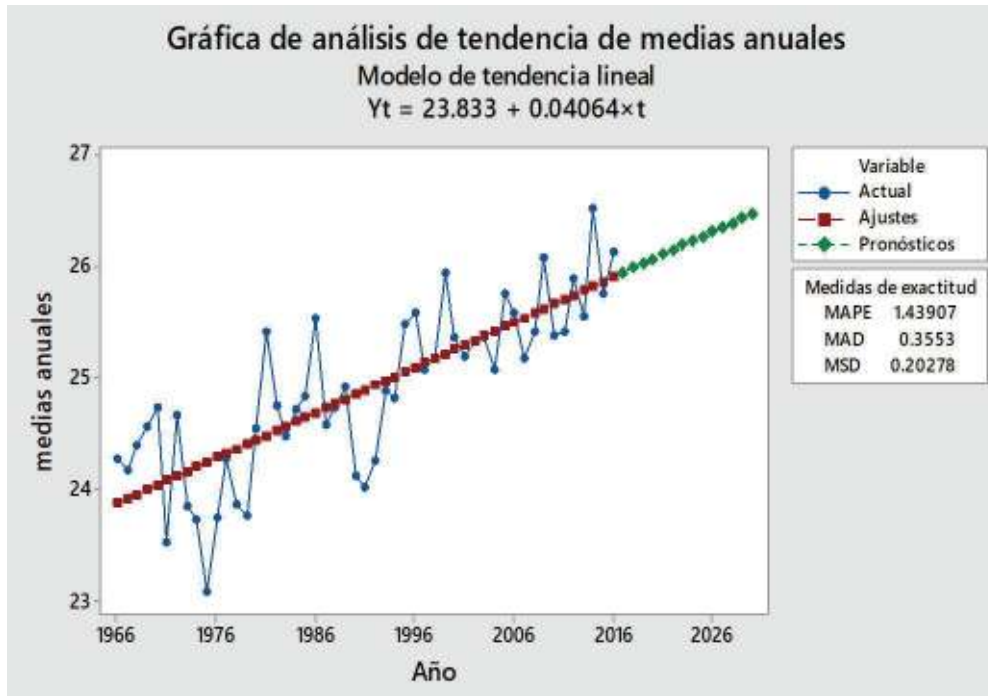


Figura 4. 16. Proyección de temperaturas medias en Hermosillo al 2030.

Aun cuando en la tabla 4.13 y figura 4.16, se observa un tendencia de incremento esos 14 años de pronóstico no quiere decir que va a sufrir un incremento en la temperaturas, de hecho se muestra un comportamiento cíclico a los últimos 10 años, registrando temperaturas como el 2009 y 2014 en la proyección. Pero si se considera desde el 1966 al 2016, y por qué no, hasta el 2030. Se puede decir que la temperatura de la capital del estado de Sonora ha aumentado 2°C aproximadamente, desde que se tiene registro a la fecha y se espera mínima variación para los próximos 14 años.

Con ese cambio en la temperatura, que se ha dado seguramente la gente aumentará su percepción sobre lo dañino del cambio climático y la necesidad de reducir los GEI; por lo tanto, las ER tendrán cada vez más apoyo de la sociedad.

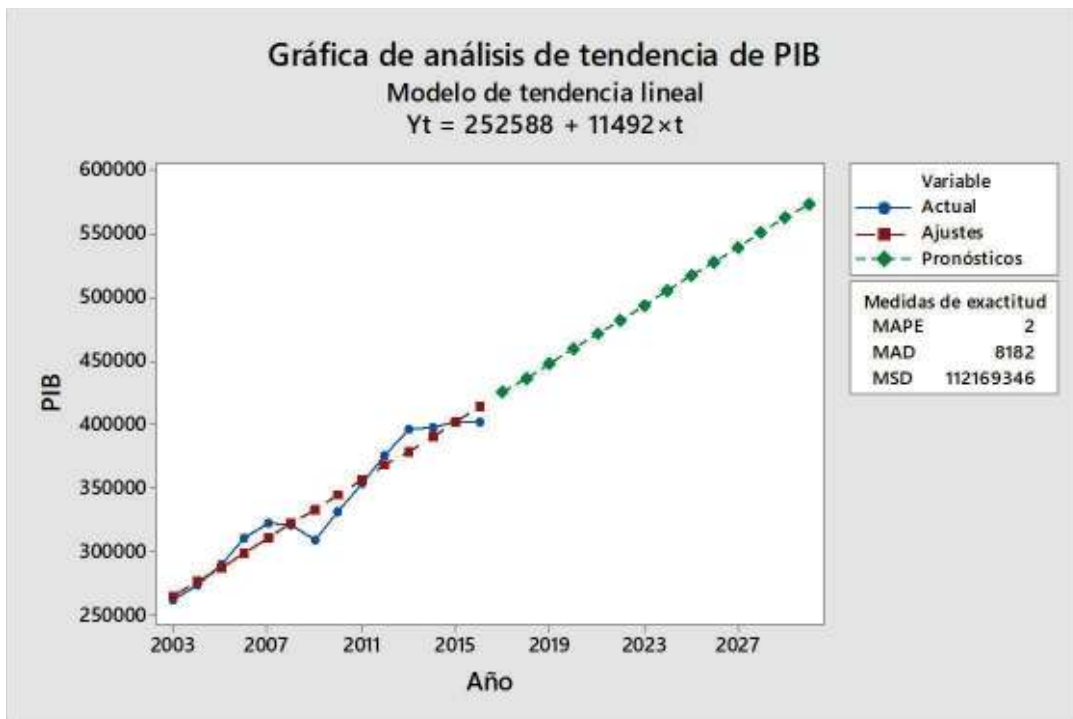
4. Producto Interno Bruto (PIB) e intensidad energética del PIB -ET.

Producto interno bruto (PIB)

El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado, en este caso, se desglosa para la entidad federativa del estado de Sonora.

EL PIB es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas de cada país, únicamente dentro de su territorio.

El siguiente dato se obtuvo del portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del Banco de Información Económica (BIE).



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI/BIE.

Figura 4. 17. PIB anual del estado de Sonora, proyección al 2030.

Como se puede observar en la figura 4.17, se muestra un crecimiento positivo del 3% promedio anual del producto interno bruto para el estado de Sonora para el 2030. Este indicador del PIB puede variar del 2 al 3 por ciento anualmente.

Intensidad Energética del PIB

La intensidad energética es un indicador de la eficiencia energética de una economía. Se calcula como la relación entre el consumo energético (E) y el producto interior bruto (PIB) de un país.

$$I = \frac{E}{PIB} \quad (4.1)$$

Se interpreta como: "se necesitan x unidades de energía para producir 1 unidad de riqueza".

Así que, cuando la intensidad energética es:

1. ***Intensidad energética elevada:*** indica un coste alto en la "conversión" de energía en riqueza (se trata de una economía energéticamente voraz). Se consume mucha energía obteniendo un PIB bajo.
2. ***Intensidad energética baja:*** indica un coste bajo. Se consume poca energía, obteniendo un PIB alto.

A continuación se presentan los datos estadísticos del consumo energético convertido a Megawatts/hora y del PIB para obtener la intensidad Energética, proyectada al 2030, como se observa en la tabla 4.14.

Implementación de la metodología de escenarios para Sonora 2030

Años	Consumo energético en Petajules	Consumo energético *Conversión a MWh	**PIB (millones de Pesos)	Intensidad Energética MWh/\$
2010	139.28	38,688,888.9	331,009.3	116.9
2011	145.35	40,375,000.0	353,719.4	114.1
2012	151.69	42,061,111.1	375,443.9	112.0
2013	158.30	43,747,222.2	395,602.0	110.6
2014	165.20	45,433,333.3	397,292.3	114.4
2015	172.41	47,119,444.4	402,548.0	117.1
2016	179.92	48,805,555.6	402,548.0	121.2
2017	187.77	50,491,666.7	424,964.0	118.8
2018	195.95	52,177,777.8	436,455.8	119.5
2019	204.50	53,863,888.9	447,947.6	120.2
2020	213.41	55,550,000.0	459,439.3	120.9
2021	222.72	57,236,111.1	470,931.1	121.5
2022	232.43	58,922,222.2	482,422.9	122.1
2023	242.56	60,608,333.3	493,914.6	122.7
2024	253.14	62,294,444.4	505,406.4	123.3
2025	264.18	63,980,555.6	516,898.1	123.8
2026	275.69	65,666,666.7	528,389.9	124.3
2027	287.71	67,352,777.8	539,881.7	124.8
2028	300.26	69,038,888.9	551,373.4	125.2
2029	313.35	70,725,000.0	562,865.2	125.7
2030	327.01	72,411,111.1	574,357.0	126.1

Nota: Donde: 1 (unidad) petajoule equivale a 277777.777777778 megawatts horas.

Producto interno bruto por entidad federativa, Valores a precios constantes de 2008 > Total de la actividad económica Sonora r1 / f1/ (Millones de pesos a precios de 2008).

Fuente: Balance de energía del estado de Sonora e INEGI.

Tabla 4. 14. Intensidad energética al 2030

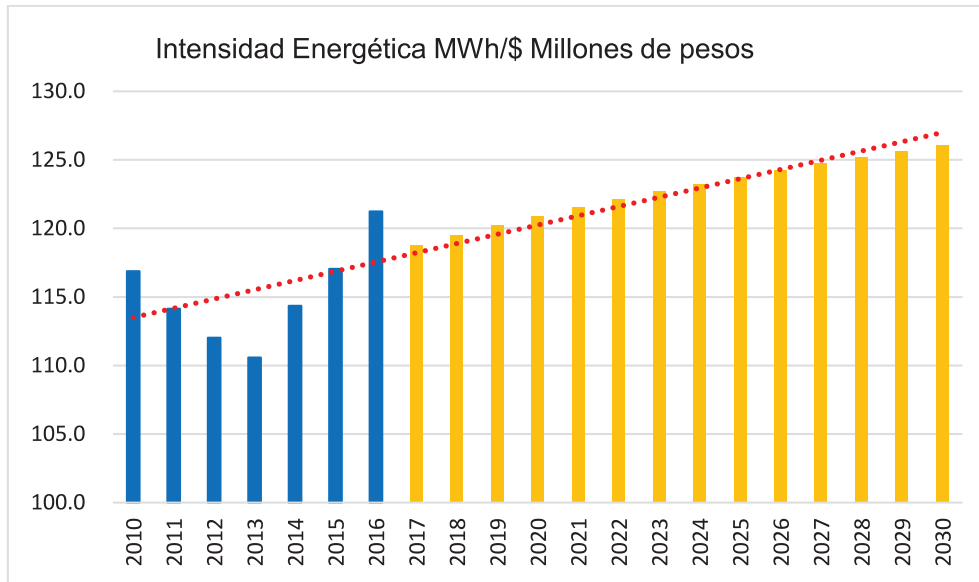


Figura 4. 18. Intensidad Energética MWh/\$ Millones de pesos, Proyección 2030.

Esto indica que se tiene un coste alto en la "conversión" de energía en riqueza, por tanto, se trata de una economía energéticamente voraz. Se consume mucha energía obteniendo un PIB bajo, lo cual el crecimiento es un efecto negativo, ver figura 4.18.

5. Consumo de energía eléctrica per cápita - ET

Este indicador se calcula de la siguiente forma: Energía eléctrica entregada/ población total = Consumo per cápita en (MWh)

Implementación de la metodología de escenarios para Sonora 2030

Años	Total Volumen de ventas (MWh) a	Población Sonora b	Consumo per cápita Sonora (MWh) a/b
1999	6,996,829	2,247,827	3.113
2000	7,345,813	2,289,991	3.208
2001	7,399,257	2,330,502	3.175
2002	7,175,533	2,373,321	3.023
2003	7,458,841	2,416,527	3.087
2004	7,857,274	2,460,302	3.194
2005	8,338,856	2,501,653	3.333
2006	8,317,399	2,542,078	3.272
2007	8,693,496	2,586,060	3.362
2008	8,535,916	2,632,192	3.243
2009	8,378,335	2,679,501	3.127
2010	8,461,642	2,727,032	3.103
2011	9,701,954	2,767,364	3.506
2012	10,182,422	2,809,806	3.624
2013	10,187,812	2,851,462	3.573
2014	8,980,622	2,892,464	3.105
2015	9,972,600	2,932,821	3.400
2016	10,192,446	2,972,580	3.429
2017	10,383,865	3,011,810	3.448
2018	10,575,283	3,050,473	3.467
2019	10,766,701	3,088,524	3.486
2020	10,958,119	3,125,865	3.506
2021	11,149,537	3,162,763	3.525
2022	11,340,956	3,199,479	3.545
2023	11,532,374	3,235,843	3.564
2024	11,723,792	3,271,824	3.583
2025	11,915,210	3,307,365	3.603
2026	12,106,629	3,342,397	3.622
2027	12,298,047	3,376,893	3.642
2028	12,489,465	3,410,845	3.662
2029	12,680,883	3,444,227	3.682
2030	12,872,301	3,476,930	3.702

Fuente: CONAPO y Anuarios Estadístico INEGI de 1999-2015.

Tabla 4. 15. Consumo per cápita Sonora y proyección al 2030

En los próximos años se espera que haya un incremento poblacional y por ende en la demanda del consumo eléctrico, como se muestran los datos proyectados en la tabla 4.15 y figura 4.19.

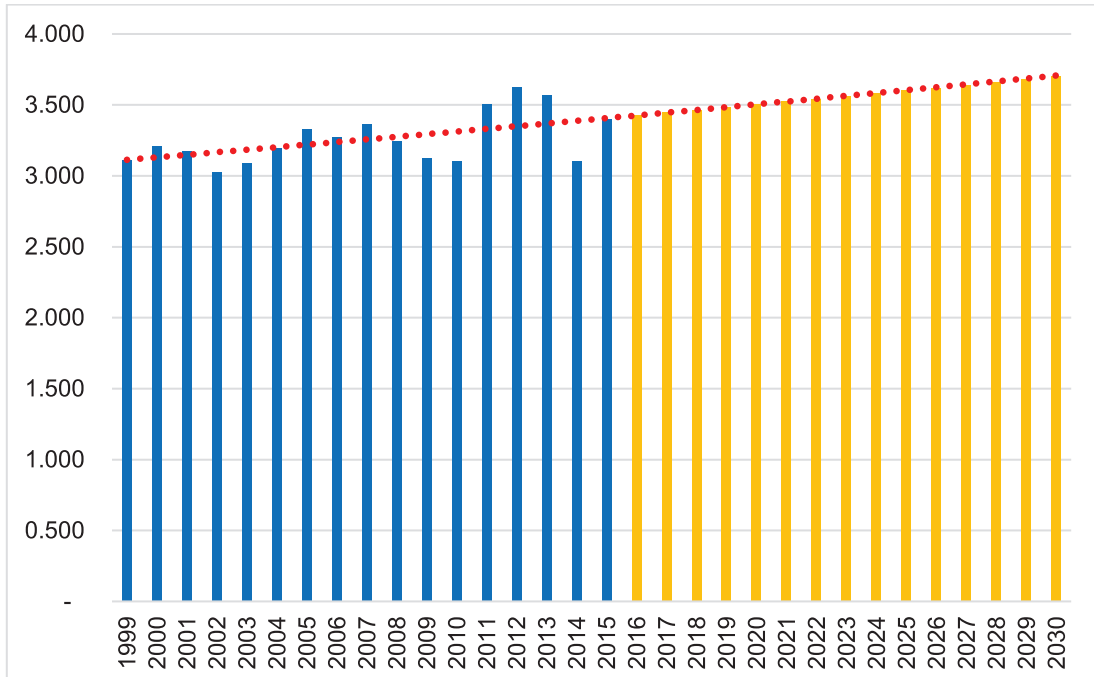


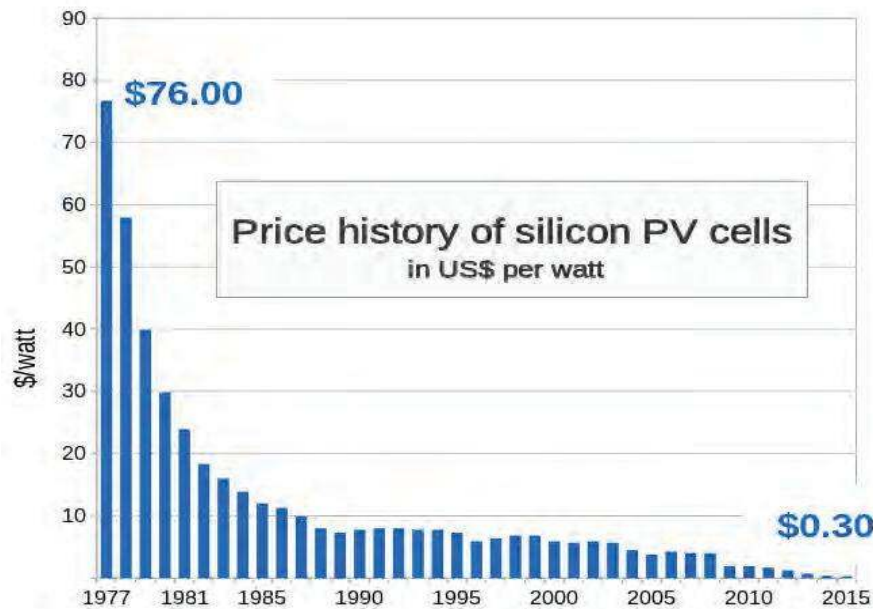
Figura 4. 19. Proyección del consumo per cápita al 2030.

6. Costos de la tecnología de ER - ET

En el presente apartado, se presenta la evolución de los precios Fotovoltaica, así como su tendencia actual.

1. Costo de celdas fotovoltaicas

A continuación se presenta el historial del precio de celdas fotovoltaicas de silicio de 1977 al 2015. La evolución en precio de la celdas fotovoltaicas es eminente la disminución del precio, siendo éste del 99.6%, y ahora son mucho más eficientes y económicas que hace 40 años. Como se puede observar en la siguiente figura 4.20.



Fuente: Bloomberg new Energy finance & pv.energytender.com

Figura 4. 20. Historial de precios de células fotovoltaicas de silicio de 1977-2015.

A 40 años, este tipo de tecnologías para la generación eléctrica, son una realidad, a menor precio y mayor eficiencia tecnológica, por lo pronto, es la mejor apuesta en ER que se tiene en el Estado.

Argumentación “Escenario Referencial”:

1. *Acción política*, aun cuando existe un ideal de cuotas mínimas establecidas, que SENER tiene proyectado aumentar con 35% la Energía Eólica y 29% la Energía Solar fotovoltaica, en las proyección al 2030, se estima que se quedará 10 Puntos porcentuales por debajo de la meta mínima establecida para ese año.

2. *Apoyo gubernamental*, no existen un apoyo (recurso económico) gubernamental que beneficie a la generación de energía eléctrica. Pero si bien, la cámara de diputados aprobó para el 2018, la **deducción acelerada**, esto consiste en el primer año de inversión recuperar lo invertido a través de la deducción del 100% de la inversión se encuentra en la Ley de Impuesto sobre la renta, **Artículo 34, fracción XIII**.

3. *Percepción y realidad del cambio climático.* Hay una percepción por parte del cambio climático y este es la climatización de viviendas y la escasez del agua principalmente en verano. Pero además hay una realidad que se debe considerar, hay un registro de temperaturas de 1966 al 2016, que al proyectarla al 2030. Se puede decir que la temperatura de la capital del estado de Sonora va en aumento y éste puede ser de hasta 2°C aproximadamente, desde que se tiene registro a la fecha y para los próximos 14 años que sería la 2030.

4. *(PIB) e intensidad energética del PIB.* Ambos indicadores van en aumento. Por tanto no se está siendo tan eficiente con la riqueza que se genera en relación con el consumo energético.

5. *Consumo de energía per cápita,* éste indicador al crecer la población también crece la demanda de energía eléctrica. Lo que ha arrojado una tendencia al incremento.

6. *Costos de la tecnología de ER.* La buena noticia es que este último indicador es muy positivo para el estado de Sonora y la generación de energía eléctrica con fuente de energías renovables, y la ventaja es que este tipo de tecnologías que es fotovoltaica y termosolar han disminuido los precios.

4.3.2 “Escenario del mundo eficiente (EME)”

Señala que todas las inversiones en eficiencia energética que sean económicamente viables se hagan y se adopten todas las políticas necesarias para eliminar las barreras del mercado.

A pesar de incertidumbre que existe en la continuidad de los proyectos, la gestión pública se agiliza en el trámite de proyectos de ER, se crean alianzas satisfactorias con otros países, así como, en especial con el país vecino del norte. El gobierno

federal, estatal y municipal, llegan al acuerdo de incentivar y crear mayores apoyos que despunte el sector eléctrico en ER. Alcanzando para el 2030 las cuotas mínimas establecidas del 37.7%; con ello, se cumpliría con el 50% de la meta establecida para el 2050.

1. Acción política - EME,

A pesar de incertidumbre que existe en la continuidad de los proyectos, las acciones políticas planteada por el estado de Sonora (2009), Ley de la Industria Eléctrica a las energías limpias (2014), Ley de transición energética estableciendo las metas mínimas de energías limpias (2015) y la Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios (2016), *las leyes establecidas funcionan y se ejecutan adecuadamente para lo que fueron creadas.*

Se crean alianzas con otros países, en especial con el país vecino del norte. El gobierno federal, estatal y municipal, se ponen de acuerdo en incentivar y crear mayores apoyos que repunte el sector energético en ER. Alcanzando para el 2030 la cuota mínimas establecida en consumo energético del 50% en ER. Ver figura 4.21, donde, se alcanzan los objetivos establecidos en la ley de transición energética al 2030.

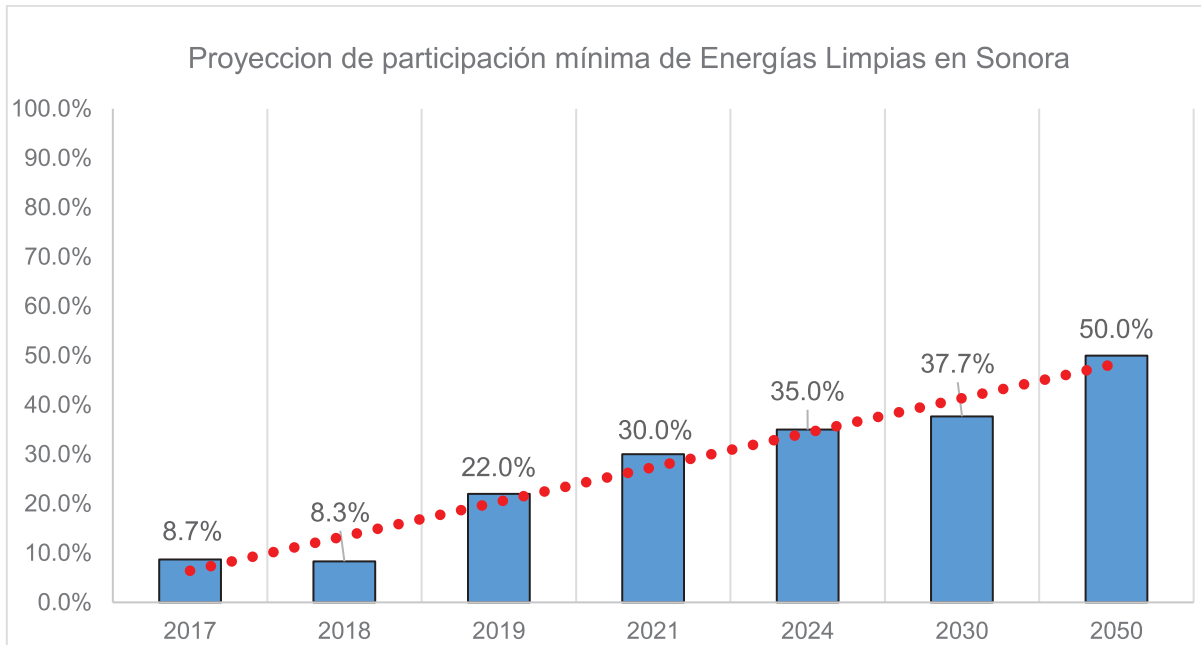


Figura 4. 21. Se alcanzan los objetivos establecidos en la ley de transición energética al 2030.

Para el 2030, se están planteando nueva acciones políticas en las que se considera la implementación de tecnologías más eficientes en ER como la energía termosolar, la energías oceánicas, entre otras que forman parte del potencial de ER de SONORA; así como, crea hibridación con otras tecnologías que garanticen la generación de energía eléctrica limpias las 24 horas los 7 días de la semana (24/7).

2. Apoyo gubernamental de ER – EME,

En las Unidades económicas del sector privado y paraestatal se efectúan inversión para la protección ambiental. En el Sector 22. Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final, en el rubro, para disminuir el consumo de energía o uso de energías alternativas (solar, eólica, termosolar, entre otras). Se espera que cuando menos se ejerza el 50% del 0% que se tiene destinado en el 2017.

La promoción y el aprovechamiento del fideicomiso creado para incentivar el desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética, Fortalece el desarrollo regional y Fortalecimiento de Cadenas de Valor en Sectores Industriales para el estado de Sonora, con ello, trae la oportunidad de nuevos empleos y la generación de mano de obra calificada.

En cuanto a ER en el estado, la UNAM, la UNISON, las universidades del estado de Sonora, el Instituto de Energías Renovables y CONACyT cuentan con más de 14 años de experiencia y ofreciendo Servicios de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), así como capacitación y generación de capital humano como mano de obra especializada. Área especializada en procesos de I+D+i en sistemas de concentración solar y química solar.

3. Percepción y realidad del cambio climático - EME.

La percepción sobre la importancia de combatir el cambio climático aumenta; existe una mayor claridad de que los GEI producen un incremento sostenido de la temperatura media en la tierra, por lo cual debe buscarse la reducción en la generación de dichos gases. Es una realidad que el 60% de la población está consciente de la responsabilidad humana sobre el cuidado del medio ambiente.

Por otro lado, gracias a las acciones tomadas para la generación de electricidad por ER, los GEI disminuyen en el medio ambiente. Ello marca una estabilidad y disminución en la sensación térmica y las temperaturas medias anuales se mantienen sin alteración significativa.

4. PIB e intensidad energética del PIB - EME.

El Crecimiento del PIB se mantiene igual, en crecimiento al prospectar al 2030. Pero lo que se busca, en este escenario de mundo eficiente, disminuye el consumo energético, cuando sucede eso, y la intensidad energética baja: indica un coste bajo, entonces, se consume poca energía, obteniendo un PIB alto. Como se muestra en la figura 4.22.

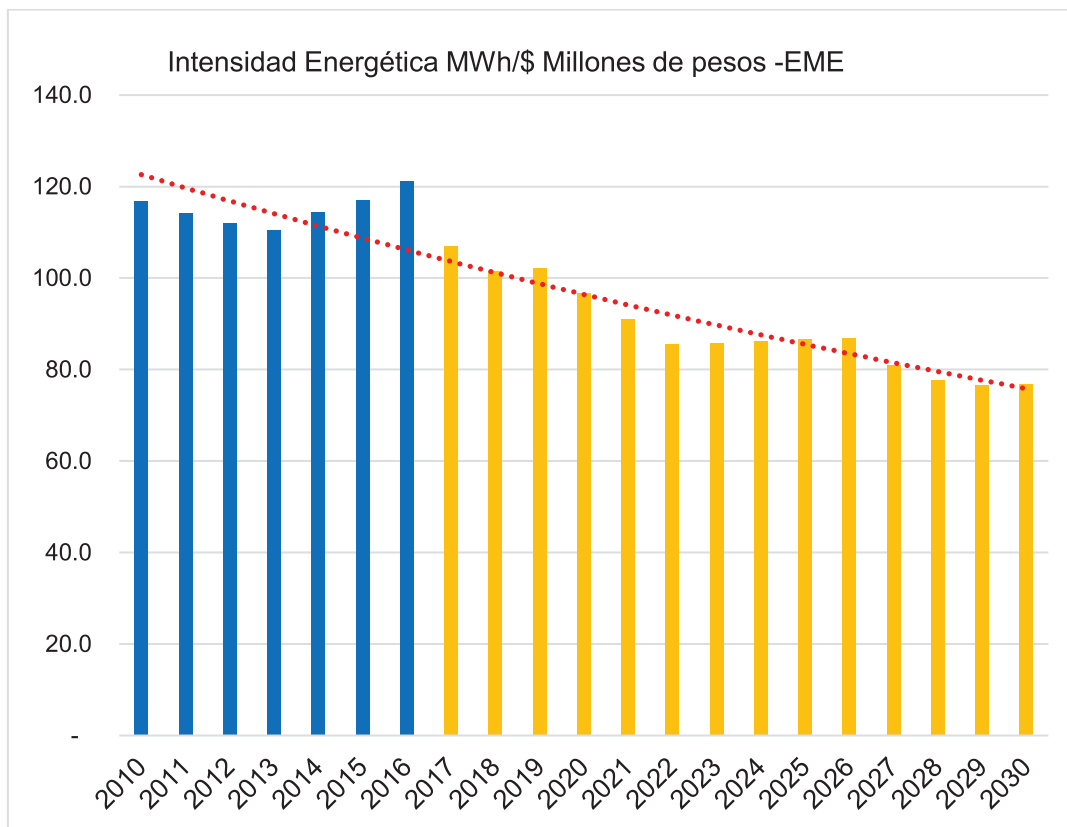


Figura 4. 22. Intensidad energética baja

En este escenario de mundo eficiente, sería magnífico que el PIB se mantiene su crecimiento del 3%. Pero la intensidad energética baja, por tanto, en el mundo eficiente se produce más con menos consumo energético.

5. Consumo de energía per cápita - EME

La combinación de eficiencia energética y ER reducen la demanda de energía eléctrica para 2030. Siendo un efecto positivo para el consumo per cápita.

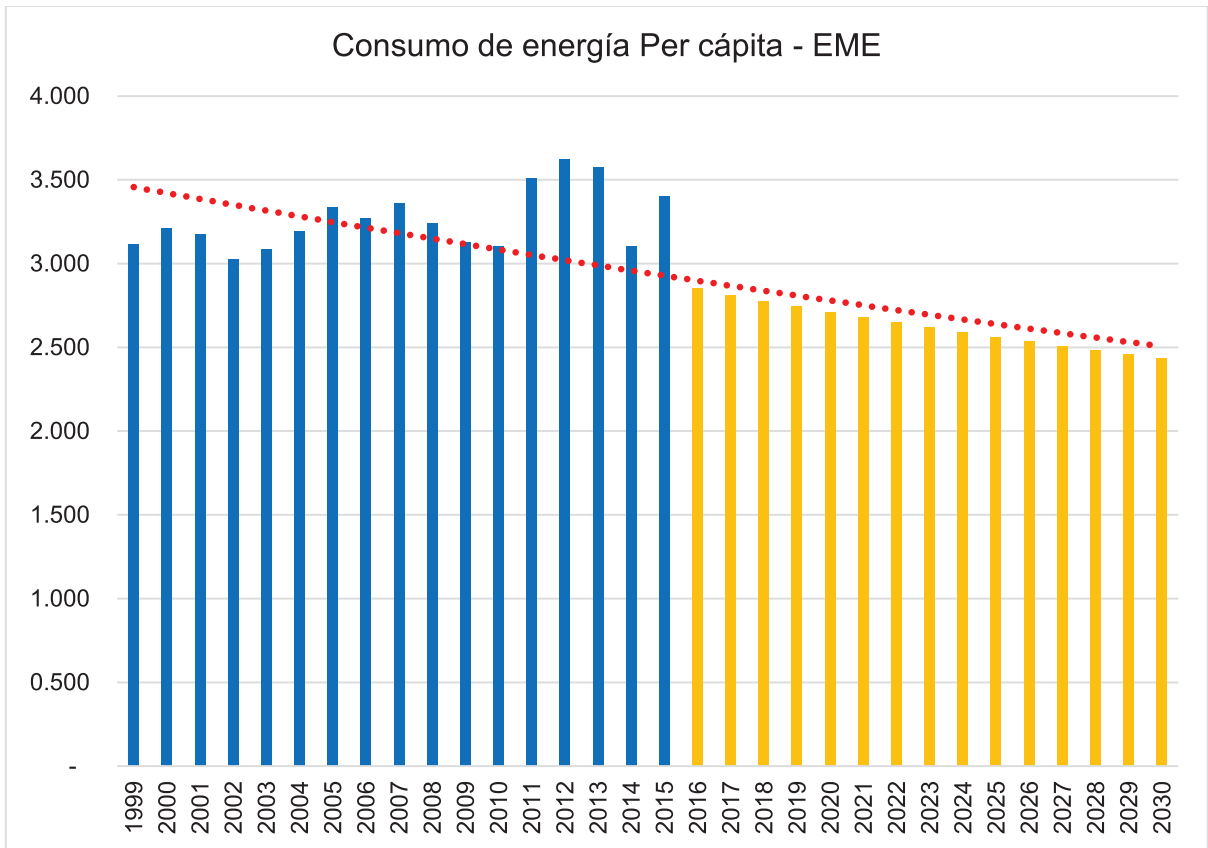


Figura 4. 23. Consumo de energía per cápita - EME

6. Costos de la tecnología de ER - EME.

Para el 2030 el costo de la tecnología termosolar es tan barata, que es casi iguala al precio por watt, a la fotovoltaica en la actualidad.

1. Costo de Plantas de concentración solar (Energía termosolar)



La última noticia que se tiene registrada es que Dubai tiene la oferta más baja de planta concentrada de torre de 200 MW de energía solar con un valor de 9,45 centavos / kWh. Dubai Electricity & Water Authority (DEWA) recibieron cuatro ofertas económicas, el 5 junio

2017, para el proyecto de 200MW de energía de concentración solar (CSP –por sus siglas en inglés). El proyecto fue testigo del precio más bajo de USD 9,45 centavos / kWh, presentado por el consorcio ACWA, casi un 40% registran bajo precio por la electricidad generada por esta tecnología. Las otras tres ofertas variaron de USD 10,58 a 17,35 centavos por kWh. DEWA revisará ahora las propuestas de licitación con propuestas técnicas y comerciales y determinará al ganador en un mes para julio. Con un mínimo de ocho horas de almacenamiento, el proyecto se espera en línea para abril de 2021 (HelisCSP, 2017), ver tabla 4.16.

Consorcios	Propuesta ofertada (\$c/kWh)
ACWA Power (Saudi Arabia), Shanghai Electric (China), BrightSource (USA)	9.45
Alfanar (Saudi Arabia), Suncan (China)	17.35
Engie (France), SolarReserve (USA), Power China (China), Sepco3 (China)	11.42
Masdar (UAE), EDF (France), Abengoa (Spain), Harbin Electric (China)	10.58

Tabla 4. 16. Propuesta ofertada en CSP \$c/kW (HelisCSP, 2017).

Hasta ahora se ha hablado de las desventajas en precio de este tipo de instalaciones, pero estas nuevas posibilidades ponen a la energía solar de concentración (CSP) en el marco de un futuro prometedor. Basta ver los desarrollos en China de la empresa Brightsource, competidor de Solar Reserve. Con esto, este tipo de tecnologías, con generación las 24 horas gracias al almacenamiento térmico de sales, se vuelve cuatro

veces más barata que una nuclear, siendo esta última la referencia de generación de energía eléctrica la más barata, hasta entonces; tal vez deban incluir fotovoltaica para dar la potencia nominal en las horas centrales del día, reservando de esa forma la termosolar para cargar el almacenamiento térmico y completar según lo requiera la demanda a lo largo del día (Collado, 2016).

Tampoco hay que perder de vista la subvención (Ayuda económica) del 30%, que hace posible también estos bajos costes en sintonía con los últimos precios de las grandes plantas fotovoltaicas, teniendo en cuenta que la curva de aprendizaje de la termosolar ha sido muy inferior.

2. Hibridación de fuentes de ER

Pero qué es la **hibridación de fuentes de ER**, se ha creado un novedoso sistema híbrido capaz de convertir el calor solar y derivado de una combustión en un suministro continuo de energía eléctrica y, además, reducir las emisiones GEI. La energía solar se caracteriza por su variabilidad, y ahí radica uno de los impedimentos para que cobre mayor protagonismo dentro de las ER. «Hybrid renewable energy converter for continuous and flexible power production» (HRC POWER) es un proyecto subvencionado por la **Unión Europea** en el que se están realizando avances considerables con vistas a lograr una energía solar disponible a todas horas. Propone un concepto novedoso que consiste en un sistema híbrido, el cual combina una serie de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables. El calor generado se convierte en electricidad mediante efectos termoeléctricos o termofotovoltaicos (CORDIS, 2017).

Argumentación “Escenario del Mundo Eficiente”.

A pesar de incertidumbre que existe en la continuidad de los proyectos, se incentivan y crean apoyos que despunte el sector energético en ER, alcanzando para el 2030 las cuotas mínimas establecidas del 37.7%, en la ley de transición energética, buscando alcanzar el 50% establecido para el 2050.

1. Acción política, la gestión pública se agiliza, las acciones políticas planteadas funcionan satisfactoriamente y se ejercen adecuadamente para lo que fueron creadas. Esto lleva a dejar de consumir gas natural al país del norte, gracias a la ejecución de ER en el Estado.

Al 2030, se plantean nuevas acciones políticas para la implementación de tecnologías más eficientes en ER; uso intensivo de la termosolar entre otras potencialmente viables, así como la hibridación de fuentes de ER («Hybrid renewable energy converter for continuous and flexible power production» (HRC POWER – por sus siglas en inglés) con vistas a lograr una energía solar disponible a todas horas; el cual combina una serie de tecnologías para el aprovechamiento de las ER.

2. Apoyo gubernamental, se espera cuando menos se ejerza el 30% de los apoyos destinados a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, así incentivar el uso de energías alternativas (Solar, eólica, entre otras). Son aprovechados adecuadamente el fideicomiso creados para incentivar el desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética. Por otro lado, las universidades y centros de investigación, capacitan y generan capital humano como mano de obra especializada. Asimismo, se fortalece el área especializada en procesos de I+D+i. en ER.

3. Percepción y realidad del cambio climático. La percepción del cambio climático es del 60% de la población y están consciente de los efectos de las emisiones de los GEI.

Las acciones tomadas en generación de energía eléctrica y del sector energético por ER, los GEI disminuyen en el medio ambiente. El cual marca una estabilidad y disminución en la sensación térmica y las temperaturas medias anuales se mantienen como hace 50 años y cambia la realidad existente.

4. PIB: Se espera un crecimiento 3% anual al 2030, pero en este escenario se busca que la Intensidad energética del PIB, disminuya; cuando suceda eso, y la intensidad energética baja: indica un coste bajo, entonces, se consume poca energía, obteniendo un PIB alto. Siendo éste decremento un efecto positivo.

5. Consumo de energía eléctrica per cápita. La combinación de eficiencia energética y ER reducen el valor del indicador al 2030.

6. Costos de la tecnología de ER. Se tiene un bajo costo de las celdas fotovoltaicas, y son mucho más eficientes que en la actualidad. Para el 2030 se está planeando la implementación de tecnologías más eficientes en ER; como la termosolar entre otras potencialmente viables, así como la hibridación (HRC POWER) de éstas.

4.3.3 “Escenario catastrófico” (EC)

La incertidumbre crece, no se cree que pueda existir continuidad de los proyectos fotovoltaicos planeados para el 2017 al 2019, la gestión pública entorpece los trámites de proyectos de ER, no se logran crear alianzas con otros países, mucho menos con el país vecino del norte.

El gobierno federal, estatal y municipal, no llegan al acuerdo de incentivar y crear mayores apoyos que despunte el sector energético en ER. Por lo que, mucho menos se logra alcanzar las cuotas mínimas establecidas en ER. El Estado se vuelve dependiente del gas natural que le vende el país vecino, por lo tanto, también trae consigo efectos al medio ambiente sobre todo los de GEI.

1. Acción política - EC,

La incertidumbre crece, hay poca continuidad de los proyectos en ER, las acciones políticas planteada por el estado de Sonora (2009), Ley de la Industria Eléctrica a las energías limpias (2014), Ley de transición energética estableciendo las metas mínimas de energías limpias (2015) y la Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios (2016), las leyes establecidas no funcionan adecuadamente y lo proyectos fotovoltaico que dieron inicio a la aplicación de estas leyes quedan en el olvido 2 años después de la puesta en operación. No era la tecnología adecuada.

No se crean alianzas con otros países, y mucho menos con el país vecino del norte. El gobierno federal, estatal y municipal, NO logran incentivar y crear mayores apoyos que repunte el sector energético en ER. Por lo tanto, no se logra alcanzando para el 2030 la cuota mínimas establecida en consumo energético del 37.7% en ER. El Estado sufre una crisis energética, ver figura 4.21. de suceder, se abandonan los proyectos de energías ER el 2030.

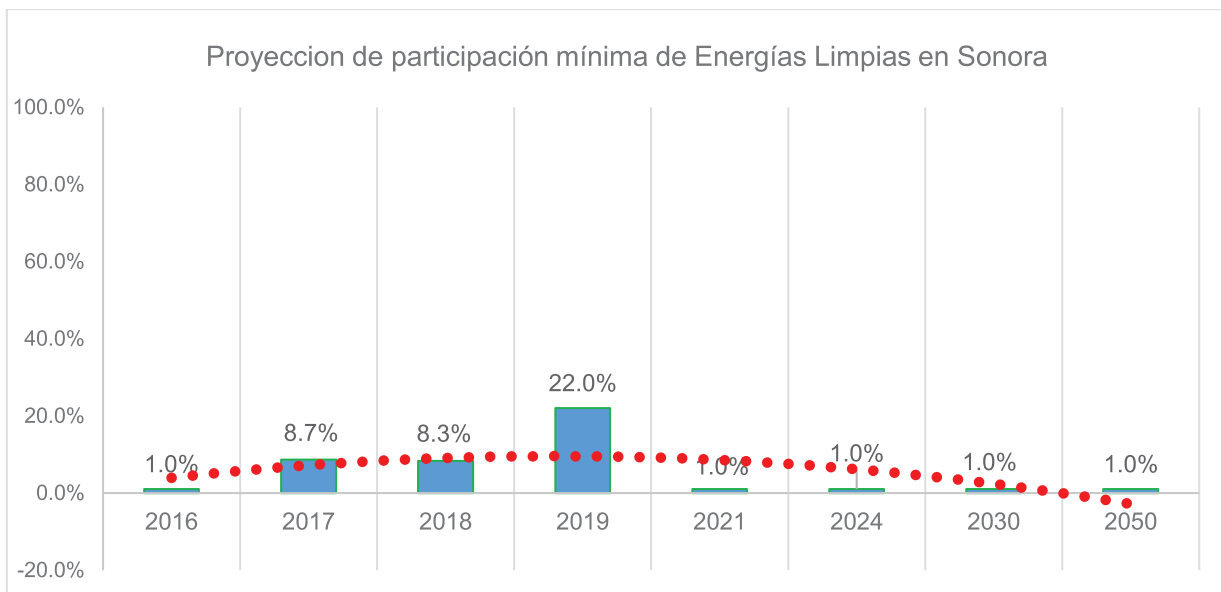


Figura 4. 24. Se abandonan los proyectos de energías ER el 2030.

Para el 2030, se tendrán que tomar acciones correctivas que encaminen los proyectos en energías renovables, porque de seguir así en este escenario catastrófico, existe la posibilidad de que se deje de contar con la participación de las hidroeléctricas, ya que no habría suficiente agua que ayude a generar electricidad.

2. Apoyo gubernamental de ER – EC,

De haber un déficit energético, para el 2024, los gobiernos tendrán que buscar apoyos emergentes que ayuden a mitigar la crisis eléctrica que se pudiera presentar, a la larga este tipo de apoyos sería más caro el financiamiento para el Estado.

La promoción y el aprovechamiento del fideicomiso creado para incentivar el desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética, Fortalece el desarrollo regional y Fortalecimiento de Cadenas de Valor en Sectores Industriales no fueron aprovechados por micros empresarios de la región.

La UNAM, la UNISON, las universidades del estado de Sonora, el Instituto de Energías Renovables y CONACyT. Ofrecen servicios de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), así como capacitación y generación de capital humano como mano de obra especializada. Área especializada en procesos de I+D+i en sistemas de concentración solar y química solar, no fue lo suficientemente aprovechado por el Estado para generar y explotar las ER, por lo que, el capital humano existente es desaprovechado, provocando la fuga de cerebros de la región y del país.

3. Percepción y realidad del cambio climático - EME.

La percepción del cambio climático aumenta, pero después de estar sufriendo una crisis eléctrica y una sequía eminente, porque no se tomaron las decisiones adecuadas a tiempo, que hicieran revertir la situación del cambio climático. La realidad nos ha

alcanzado, la sensación térmica ha aumentado. Y por otro lado, se busca de forma emergente el mitigar la crisis eléctrica, persistente. Al hacerse dependiente del gas natural y abrir más plantas de ciclo combinado, los GEI aumentan en el medio ambiente de la región y se tiene graves problemas de contaminación en el Estado.

4. PIB e intensidad energética del PIB - EC.

Se espera un crecimiento del PIB del 3% en promedio anual hasta el 2030. Pero, al haber una crisis energética éste podría disminuir precipitadamente.

Intensidad energética disminuye o se mantiene constante por un déficit energético, y el PIB disminuye porque se ocupa energía para producir, entonces podría ser un indicador muy negativo para el estado.

5. Consumo de energía per cápita - EC

El consumo per cápita se incrementa, por el despilfarro energético y la falta de políticas económicas y culturales para reducir la demanda. Ver figura

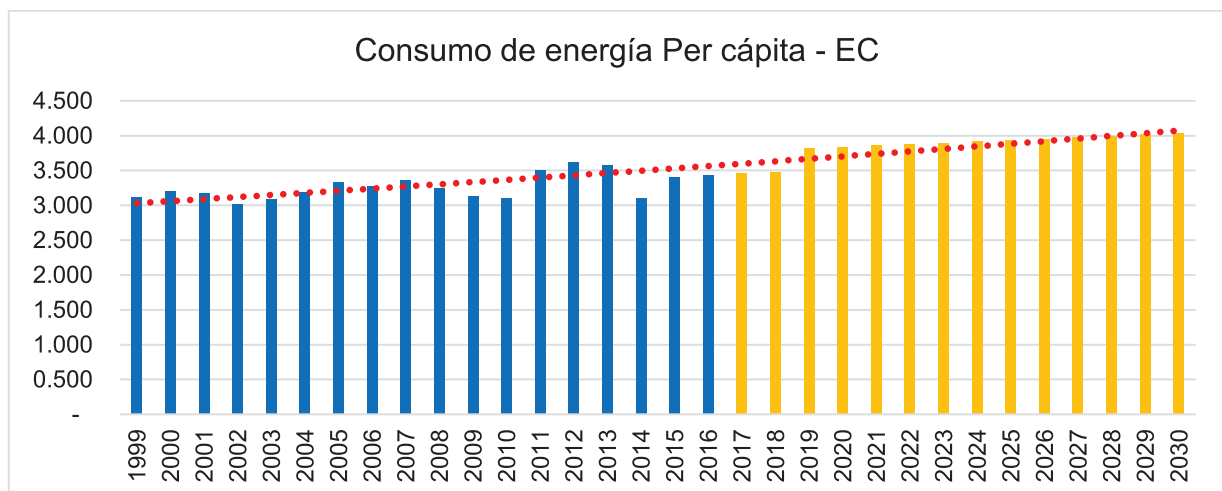


Figura 4. 25. Consumo energético per cápita

6. Costos de la tecnología de ER - EC.

Como las tecnologías en ER, son un hit a nivel mundial, en la actualidad existen monopolios controlando la producción de este tipo de tecnologías, por lo tanto se encarecen y pueden llegar a ser inalcanzable para el estado de Sonora la aplicación y utilización de este tipo de tecnologías. (ME ESTOY VOLVIENDO LOCA, SE ME ACABA DE OCURRIR, HE DE ESTAR VOLVIENDO MAL DEL CEREBRO)

Argumentación “Escenario Catastrófico”.

La incertidumbre crece, no se cree que pueda existir continuidad de los proyectos fotovoltaicos planeados para el 2017 al 2019, la gestión pública entorpece los trámites de proyectos de ER, no se logran crear alianzas con otros países, mucho menos con el país vecino del norte. El Estado se vuelve dependiente del gas natural, por lo tanto, también trae consigo efectos negativos al medio ambiente sobre todo los de GEI.

1. Acción política, las acciones políticas establecidas no funcionan adecuadamente y los proyectos fotovoltaicos que dieron inicio a la aplicación de estas leyes quedan en el olvido 2 años después de la puesta en operación. No era la tecnología adecuada. No se crean alianzas con otros países, y mucho menos con el país vecino del norte (no hay acuerdos). Por lo que, el estado de Sonora se vuelve dependiente del gas natural, para que operen las subestaciones de energía de ciclo combinado.

2. Apoyo gubernamental. El gobierno federal, estatal y municipal, no logran incentivar y crear mayores apoyos que repunte el sector energético en ER. Por lo tanto, no se logra alcanzando para el 2030 la cuota mínima establecida en consumo energético del 37.7% en ER.

Podría haber un déficit energético, para el 2024, los gobiernos tendrán que buscar apoyos emergentes que ayuden a mitigar la crisis eléctrica que se pudiera presentar, a la larga este tipo de apoyos sería más caro el financiamiento para el Estado. Los fideicomisos creados no fueron aprovechados por los empresarios y micro empresarios de la región.

3. *Percepción y realidad del cambio climático.* La percepción del cambio climático aumenta, pero después de estar sufriendo una crisis eléctrica y una sequía eminente, porque no se tomaron las decisiones adecuadas a tiempo, que hicieran revertir la situación del cambio climático.

4. *PIB e Intensidad energética del PIB.* En el PIB, Se espera un crecimiento 3% anual al 2030. Pero, al haber una crisis energética éste podría disminuir precipitadamente. Asimismo, la intensidad energética disminuye por un déficit energético, y el PIB disminuye porque se ocupa energía para producir, entonces podría ser un indicador muy negativo para el estado.

5. *Consumo de energía eléctrica per cápita.* Las malas prácticas culturales e inadecuadas políticas llevan a un incremento en el consumo per-cápita.

6. *Costos de la tecnología de ER.* Las tecnologías en ER, son un hit a nivel mundial, en la actualidad existen monopolios controlando la producción de este tipo de tecnologías, por lo tanto, se encarecen y pueden llegar a ser inalcanzable para el estado de Sonora la aplicación y utilización de este tipo de tecnologías

Paso 12. Evaluación crítica del número de escenarios

Una vez realizado el ejercicio de elaboración de escenarios, se puede llegar a la necesidad de plantear un nuevo número de escenarios pero, por los tiempos establecidos, se dejó en tres escenarios que son los pertinentes para esta investigación. Se puede dejar como recomendación para futuros trabajo ampliar el abanico de posibilidades en desarrollo de escenarios; sería conveniente que cada 5 años se replantee un nuevo ejercicio porque la situación de los factores políticos, Económicos, Sociales y Tecnológico, a nivel mundial, nacional y estatal puede cambiar y, con ello, plantearse nuevos escenarios.

Asimismo, para la elaboración de los escenarios se consideró la opinión de los expertos para que este ejercicio cumpla con la Coherencia, integralidad, consistencia interna, novedad, apoyada por rigurosos análisis estructurales y lógicas.

4.4 Fase IV. Resultados del ejercicio

Paso 13. Resultado del ejercicio de escenarios

En la tabla 4.17, se presenta un cuadro resumen de los comportamientos de las variables involucradas para cada escenario:

Escenarios al 2030 (Variables)	Referencial ó Tendencial (ET)	Mundo Eficiente (EME)	Catastrófico (EC)
Contexto general	<p>ET, tiene posibilidad de ocurrencia si las cosas siguen como se han venido presentando. A pesar de la incertidumbre, los esfuerzos se encaminan para cumplir con las cuotas mínimas establecidas para crear nuevas fuentes de ER.</p>	<p>EME, las inversiones en ER son económicamente viables y se adoptan todas las políticas necesarias para eliminar las barreras del mercado a la eficiencia energética a pesar de incertidumbre que existe. La gestión pública se agiliza en el trámite de proyectos de ER, se crean alianzas satisfactorias con otros países y, en espacial, con el país vecino del norte. Se incentivan y crean apoyos que despunte el sector energético en ER, alcanzando para el 2030 las cuotas mínimas establecidas del 37.7%, buscando alcanzar el 50% establecido para el 2050.</p>	<p>EC, ocurre lo negativo; y lejos de mejorar la situación empeora. La incertidumbre crece; no se cree que pueda existir continuidad de los proyectos fotovoltaicos planeados para el 2017 al 2019; la gestión pública entorpece los trámites de proyectos de ER; no se logran crear alianzas con otros países, mucho menos con el país vecino del norte. El Estado se vuelve dependiente del gas natural que le vende el país vecino, por lo tanto, también trae consigo efectos al medios ambiente sobre todo los de GEI.</p>
1. Acción política	<p>Sonora fue de los primeros estados en el país que aprobó la Ley de Fomento a las ER y Eficiencia Energética, en el 2009. Con la Ley de transición energética se espera para el 2024 tener el 35% ER y con la Estrategia de transición para el 2030 tener 37.7% de energías limpias; para el 2050 tener el 50% de éstas. La apertura de subestaciones eléctricas de ciclo combinado amenaza el cumplimiento de las cuotas mínimas establecidas.</p>	<p>A pesar de incertidumbre que existe en la continuidad de los proyectos, la gestión pública se agiliza, las acciones políticas planteadas funcionan satisfactoriamente y se ejercen adecuadamente para lo que fueron creadas. Esto lleva a dejar de consumir gas natural al país del norte, gracias a la ejecución de ER en el Estado. Al 2030, se plantean nuevas acciones políticas para la implementación de tecnologías más eficientes en ER; uso intensivo de la termosolar entre otras potencialmente viables, así como la hibridación (HRC POWER) de éstas.</p>	<p>La incertidumbre crece; hay poca continuidad de los proyectos en ER; las acciones políticas establecidas no funcionan adecuadamente y los proyectos fotovoltaicos que dieron inicio a la aplicación de estas leyes quedan en el olvido, 2 años después de la puesta en operación. No era la tecnología adecuada. No se crean alianzas con otros países, y mucho menos con el país vecino del norte (no hay acuerdos). Sonora se vuelve dependiente del gas natural, para que operan las subestaciones de energía de ciclo combinado.</p>

<p>2. Apoyo gubernamental</p>	<p>Cero %de los apoyos está destinado a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, a partir del uso de energías alternativas (Solar, eólica, entre otras). Sólo existe la deducción acelerada; ésta será 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables. Existen fideicomisos y estímulos para el ahorro de energía. Se creó un Fideicomiso Público para Promover el Desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética.</p>	<p>Se espera que se ejerza el 30% de los apoyos destinados a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, Se aprovecha el fideicomiso creado para incentivar el desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética. Las universidades y centros de investigación capacitan y generan capital humano como mano de obra especializada. Asimismo, se fortalece el área especializada en procesos de I+D+i relacionadas con ER.</p>	<p>El gobierno federal, estatal y municipal, NO logran incentivar y crear apoyos que repunten al sector energético en ER. Por lo tanto, no se logra alcanzando para el 2030 la cuota mínimas establecida en consumo energético del 37.7% en ER. De haber un déficit energético, para el 2024, los gobiernos tendrán que buscar apoyos emergentes que ayuden a mitigar la crisis eléctrica que se pudiera presentar; a la larga este tipo de apoyos sería más caro. Los fideicomisos creados no fueron aprovechados por micros empresarios de la región.</p>
<p>3. Percepción y realidad del cambio climático</p>	<p>La precepción del 30%, de los encuestados, manifestó que la escasez de agua en las viviendas por sequías es un efecto negativo del cambio climático. La realidad, a 50 años de recolección de datos, las temperaturas medias anuales de la ciudad de Hermosillo, ha aumentado 2°C aproximadamente..</p>	<p>La percepción del cambio climático es del 60% de la población y están conscientes de los efectos de las emisiones de GEI. Las acciones tomadas en generación de energía eléctrica por ER llevan a disminución de los GEI, lo cual marca una estabilidad y disminución en la sensación térmica y las temperaturas medias anuales se mantienen como hace 50 años.</p>	<p>La percepción del cambio climático aumenta, pero después de estar sufriendo una crisis eléctrica y una sequía eminente, porque no se tomaron las decisiones adecuadas a tiempo, que hicieran revertir la situación del cambio climático.</p>

<p>4. PIB e Intensidad energética del PIB $I = E/PIB$</p>	<p>PIB: Se espera un crecimiento 3% anual al 2030. Intensidad energética del PIB: este indicador va a la alza al 2030, esto quiere decir, que se obtiene un coste alto en la "conversión" de energía en riqueza, por tanto, se trata de una economía energéticamente voraz. Se consume mucha energía obteniendo un PIB bajo. Siendo éste un efecto negativo de crecimiento.</p>	<p>PIB: Se espera un crecimiento 3% anual al 2030. Intensidad energética del PIB: se busca, en este escenario, que disminuye el consumo energético, cuando sucede eso, y la intensidad energética baja: indica un coste bajo, entonces, se consume poca energía, obteniendo un PIB alto. Siendo éste decremento un efecto positivo.</p>	<p>PIB: Se espera un crecimiento 3% anual al 2030. Pero, al haber una crisis energética éste podría disminuir precipitadamente. Intensidad energética disminuye por un déficit energético, y el PIB disminuye porque se ocupa energía para producir, entonces podría ser un indicador muy negativo para el estado</p>
<p>5. Consumo de energía eléctrica per cápita</p>	<p>El indicador tiene una tendencia de crecimiento al 2030.</p>	<p>La combinación de eficiencia energética y ER reducen el valor del indicador al 2030.</p>	<p>Las malas prácticas culturales e inadecuadas políticas llevan a un incremento en el consumo per-cápita</p>
<p>6. Costos de la tecnología</p>	<p>De 1977 al 2015, el precio de celdas fotovoltaicas ha disminuido 99.6%, por lo que, ahora son mucho más eficientes y económicas que hace 40 años. Este iba de \$76 dólares a \$0.30 centavos de dólar por watts.</p>	<p>Se tiene un bajo costo de las celdas fotovoltaicas, y son mucho más eficientes. Para el 2030 se está planeando la implementación de tecnologías más eficientes en ER; como la termosolar entre otras potencialmente viables, así como la hibridación (HRC POWER) de éstas.</p>	<p>Las tecnologías en ER, son un hit a nivel mundial, en la actualidad existen monopolios controlando la producción de este tipo de tecnologías, por lo tanto, se encarecen y pueden llegar a ser inalcanzable para el estado de Sonora la aplicación y utilización de este tipo de tecnologías</p>

Tabla 4. 17. Tabla comparativa de los tres escenarios al 2030.

El resultado obtenido es de carácter de sugerencia (propuesta), dado que la COEES es una instancia propositiva, no tiene carácter de decisión; por ello, será necesario que se haga llegar a las instancias competentes como la CFE, al poder ejecutivo y/o secretaría de Economía.

Las conclusiones que se obtuvieron para cada uno de los escenarios son las siguientes:

Escenario referencial:

- * Los esfuerzos se encaminan al cumplimiento de las cuotas mínimas establecidas para la producción de energías limpias, a pesar de existir incertidumbre en la continuidad de los proyectos.
- * Los excedentes de gas natural generan la creación de nuevas plantas eléctricas de ciclo combinado y pueden frenar la utilización de ER en el Estado. Ello pudiera hacer quedar 10 puntos porcentuales por debajo de la cuota establecida para las ER al 2030.
- * No son suficientes los esfuerzos al crear el fideicomiso para incentivar el desarrollo de Proveedores y Contratistas Nacionales de la Industria Energética, ya que pudiera quedar fuera la participación de contratistas locales y la mano de obra local.
- * Se espera un crecimiento del 3% del PIB, pero con intensidad energética alta, lo cual es un efecto negativo.
- * El precio de celdas fotovoltaicas ha disminuido 99.6%, en 40 años, a menor precio y mayor eficiencia tecnológica, siendo una realidad la utilización de este tipo de tecnologías para la generación eléctrica.

Escenario de un mundo eficiente

- * Las acciones políticas se ejecutan adecuadamente para lo que fueron creadas.
- * Se deja de consumir gas natural al país del norte; no se ocupa, gracias a la ejecución de ER en el Estado, llegando a ser el mayor productor de energías Limpias de la región noroeste y de México.
- * Al 2030, se plantean nueva acciones políticas para la implementación de tecnologías más eficientes en ER como la energía termosolar, la energía oceánica, entre otras que forman parte del potencial de ER de Sonora.
- * Asimismo, se crea hibridación de fuentes de ER que garanticen la generación de energía eléctrica limpias las 24/7.
- * La combinación de eficiencia energética y energías renovables reducen la demanda de energía en 2030.
- * Se aprovechan los fideicomisos de ahorro de energía y para incentivar el desarrollo de contratistas nacionales; con ello, trae la oportunidad de nuevos empleos y la generación de mano de obra calificada.
- * La generación de energía eléctrica por ER trae la disminución de GEI en el medio ambiente. Cambiando la sensación térmica y las temperaturas medias anuales se mantienen como hace 50 años.
- * Se espera un crecimiento del 3% del PIB, pero con intensidad energética baja, lo cual es un efecto positivo porque se tiene un consumo energético bajo.

Escenario catastrófico

- * La incertidumbre crece; hay poca continuidad de los proyectos en ER.
- * Las acciones políticas establecidas no funcionan adecuadamente.
- * La tecnología no fue la adecuada y los proyectos fotovoltaicos quedan en el olvido 2 años después de la puesta en operación.
- * No hay acuerdos de alianza con otros países, mucho menos con el vecino del norte.
- * Se vuelve dependiente del gas natural y el vecino del norte estratégicamente abarata los precios.
- * En el 2030, se tendrán que tomar acciones correctivas que encaminen los proyectos en ER, porque de seguir así en este escenario catastrófico, existe la posibilidad de que se deje de contar con la participación de las hidroeléctricas, ya que no habría suficiente agua que ayude a generar electricidad.
- * *Para el 2024, los gobiernos tendrán que buscar apoyos emergentes que ayuden a mitigar la crisis eléctrica que se pudiera presentar.
- * *Mano de obra especializada en ER, desaprovechada, con ello se provoca la fuga de cerebros de la región y del país.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A efecto de evitar el escenario catastrófico se deberá tomar en cuenta los riesgos que se ocasionarían con respecto a cada una de las variables involucradas, esto es, promover la acción política y los apoyos gubernamentales encaminados al fomento de las ER; asimismo no se deberá descuidar el trabajo encaminado a que la sociedad siga aumentando la percepción, realidad y preocupación por el cambio climático.

Los indicadores referidos a la intensidad energética y el consumo de electricidad deberán ser monitoreados, observados, analizados y difundidos a efecto de mantenerlos dentro de la tendencia favorable al avance de las ER. En cuanto al indicador de cambio tecnológico, si bien es ajeno o externo a lo que se puede hacer desde Sonora, es factible colaborar en este punto impulsando la investigación y desarrollo en energías renovables mediante el establecimiento de vínculos claros entre la academia, la empresa y el gobierno.

Aun cuando se tienen barreras ideológicas, culturales y económicas, se recomienda fortalecer las acciones sugeridas por el escenario tendencial, para lograr mejores resultados de los previstos. Se pueden fomentar marcos normativos que impulsen las ER y que estén orientadas a la reducción de emisiones de GEI. Y, en la medida en que se impulsen las actividades propuestas por el escenario de eficiencia energética, se lograrán mejores resultados para un desarrollo energético limpio.

Se deberá seguir haciendo acopio de información de las variables involucradas en esta investigación para obtener mejores parámetros que permitan realizar ejercicios considerando más escenarios y profundizando más en detalles que pueden ser relevantes para el tema.

6. REFERENCIAS

Álvarez, N. (2017) “Presentación Certificados de Energías Limpias (CEL) -Taller Sonora-NAG (1)”.

Amer, M., Daim, T. U. y Jetter, A. (2013) “A review of scenario planning”, *Futures*, 46, pp. 23–40. doi: 10.1016/j.futures.2012.10.003.

Bilodeau, B. y Rigby, D. K. (2007) “A Growing Focus on Preparedness”, *Harvard Business Review*,. Disponible en: <https://hbr.org/2007/07/a-growing-focus-on-preparedness>.

Bunce, B. (2015) *The History of the Crystal Ball, Broadly*. Disponible en: https://broadly.vice.com/en_us/article/the-history-of-the-crystal-ball.

Cely, A. (1999) “Metodología de los Escenarios para Estudios Prospectivos”, *Revista Ingeniería e Investigación*, (44), pp. 26–35.

COEES (2010) “Balance de Energía del Estado de Sonora 2010”, *Comisión de Energía del Estado de Sonora*. Disponible en: <http://www.coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Balance-de-energia-Sonora-2010.pdf>.

Collado, E. (2016) “Una termosolar de 2 GW con almacenamiento puede producir la electricidad más barata del mundo”, *Energías Renovables, El periodismo de las energías limpias*. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/eduardo-collado/una-termsolar-de-2-gw-con-almacenamiento-20161020>.

Congreso de la Unión (2013) “Ley del Impuesto Sobre La Renta”, *Diario Oficial de la Federación*, pp. 1–273. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR_301116.pdf.

Congreso de la Unión (2014) “Ley de la Industria Eléctrica.”, *Diario Oficial de la Federación*, pp. 1–23. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5366665&fecha=31/10/2014&print=true.

Congreso de la Unión (2015) “Ley de Transición Energética”, *Diario Oficial de la Federación*, pp. 1–24. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015&print=true.

CORDIS (2017) “Hybrid system for renewable energy A”, *CORDIS - Community Research and Development Information Service -European Commission*, pp. 2–3. Disponible en: http://www.cordis.europa.eu/result/rcn/157744_en.html.

Enerdata (2016) *Global Energy Statistical Yearbook 2016, Enerdata Intelligence +*

Consulting. Disponible en: <https://yearbook.enerdata.net/#world-electricity-production-map-graph-and-data.html>.

FEWS NET (2015) *El desarrollo de escenarios, Famine Early Warning Systems Network*. Disponible en: <http://www.fews.net/es/nuestro-trabajo/nuestro-trabajo/el-desarrollo-de-escenarios>.

Firmenich B., E. H. (2010) "Metodología para la construcción de escenarios", <http://www.conduces.com.ar/escenarios-completos.pdf>. Disponible en: <http://www.conduces.com.ar/escenarios-completos.pdf>.

Fredrick, J. (2016) "Brazil, Mexico an Argentina have three of the most exciting oil developing those areas in times of low oil prices is the challenge ahead. Will each country be up to the task?", *Latin Trade (English)*. May/Jun2015, Vol. 23 Issue 3, p42-42. 1/2p., (June 2015).

Gobierno del Estado de Sonora (2009) *Ley de fomento de energías renovables y eficiencia energética del estado de sonora capítulo i disposiciones generales*. Disponible en: <http://www.contraloria.sonora.gob.mx/ciudadanos/compendio-legislativo-basico/compendio-legislativo-basico-estatal/leyes/262--204/file.html>.

Godet, P. M., Durance, P., Durance, P. y Michel, P. (2007) *Prospectiva Estratégica : problemas y métodos*. Segunda Ed. Paris. Disponible en: <http://www.prospektiker.es/prospectiva/caja-herramientas-2007.pdf>.

Gomes, A. M., Valle, S. M., Maestrey, A., Trujillo, V., Alfaro, O., Mengo, O. y Medina, M. (2001) *La dimensión de futuro en la construcción de la sostenibilidad institucional, ISNAR - Proyecto "Nuevo Paradigma"*. Disponible en: <http://www.inovapropectiva.com.br/visao/images/stories/Livros/innovacion para la sostenibilidad institucional isnar.pdf>.

Van Der Heijden, K. (1998) *Escenarios: El arte de prevenir el futuro*. 10a ed. Panorama Editorial, S.A. de C.V. Disponible en: <http://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=5880>.

HelisCSP (2017) *Dubai 200MW Concentrated Solar Power tower plant receives lowest bid of 9.45 cents/kWh*, *Solar Thermal Energy News*. Disponible en: <http://helioscsp.com/dubai-200mw-concentrated-solar-power-tower-plant-receives-lowest-bid-of-9-45-centskwh/>.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M. del P. (2010) *Metodología de la investigación - Quinta edición*. The McGraw Hill.

Herrera, V. (2012) *Gastón Berger, prospectivacung5*. Disponible en: <https://sites.google.com/site/prospectivacung5/principales-exponentes/gastonberger>.

Hirsch, R. L. (2005) "The Inevitable Peaking of World Oil Production", *The Atlantic Council of the United State*, XVI(3), pp. 1–10.

IEA (2012) “Renewable Energy”, *World Energy Outlook 2012* -(International Energy Agency). Disponible en: <http://www.iea.org/newsroom/news/2012/november/world-energy-outlook-2012.html>.

IEA (2013) “World Energy Outlook 2013”, *Agencia Internacional de Energía*, p. 7. doi: 10.1787/weo-2013-en.

International Energy Agency (2014) “World Energy Outlook”, *Electronics and Power*, 23(4), p. 329. doi: 10.1049/ep.1977.0180.

Ivner, J., Björklund, A. E., Dreborg, K.-H., Johansson, J., Viklund, P. y Wiklund, H. (2010) “New tools in local energy planning: experimenting with scenarios, public participation and environmental assessment”, 15(2), pp. 105–120. doi: 10.1080/13549830903527639.

Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A., Bazouin, G., Bauer, Z. A. F., Heavey, C. C., Fisher, E., Morris, S. B., Piekutowski, D. J. Y., Vencill, T. A. y Yeskoo, T. W. (2015) “100% clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for the 50 United States”, *Energy Environ. Sci.* Royal Society of Chemistry, 8, p. doi: 10.1039/C5EE01283J.

Knoware (2017) “Mapa de Ruta de Energía de Sonora”.

Kreitler, J., Schloss, C. A., Soong, O., Hannah, L. y Davis, F. W. (2015) “Conservation planning for offsetting the impacts of development: A case study of biodiversity and renewable energy in the Mojave Desert”, *PLoS ONE*, 10(11), pp. 1–16. doi: 10.1371/journal.pone.0140226.

Martin, R. L. (2014) “The Big Lie of Strategic Planning”, *Harvard Business Review, Business Source Complete, EBSCOhost*, 92, 1/(February), pp. 78–84.

Martínez, M. (2012) *Nuevos Fundamentos de la Investigación Científica*, Ed. Trillas, México.

Mazón, A. (2015) “Fue inaugurado el parque eólico en Puerto Peñasco”, *Rockypoint360*. Disponible en: <http://rockypoint360.com/fue-inaugurado-el-parque-eolico-en-puerto-penasco/>.

Miklos, T. y Arroyo, M. (2008) “Prospectiva y Escenarios Para El Cambio Social”, *Working Papers*, pp. 2–28. Disponible en: http://www.javeriana.edu.co/blogs/boviedo/files/WORKING_PAPERS_8.pdf.

Morales, J. M., Mínguez, R. y Conejo, A. J. (2010) “A methodology to generate statistically dependent wind speed scenarios”, *Applied Energy*. Elsevier Ltd, 87(3), pp. 843–855. doi: 10.1016/j.apenergy.2009.09.022.

Navarro Robles, J. (2011) “INAUGURAN UNAM Y UNISON CAMPO DE PRUEBAS DE HELIÓSTATOS”, *Boletín UNAM-DGCS-640*. Disponible en: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_640.html.

Odum, H. T. y Odum, E. (2011) *A Prosperous Way Down: Principles and Policies*. Editado por eBook Collection (EBSCOhost). Sebastopol : University Press of Colorado.

Ossai, C. I. (2017) “Optimal renewable energy generation – Approaches for managing ageing assets mechanisms”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 72(December 2015), pp. 269–280. doi: 10.1016/j.rser.2017.01.041.

PwC, WWF, IMERE y CWF (2013) “Plan integral para el desarrollo de las energías renovables en México 2013-2018”. Disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/130222_plan_integral_para_desarrollo_de_energias_renovables.pdf.

REN21 (2013) *Renewables 2013 Global Futures Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century(REN21) y el Institute for Sustainable Energy Policies(ISPE)*. Disponible en: http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/gfr/REN21_GFR_2013.pdf.

REN21 (2016) *Renewables 2016 - Global Status Report*. Editado por G. Wetstone, K. Thornton, R. Hinrichs-rahlwes, S. Sawyer, M. Sander, R. Taylor, D. Rodgers, M. Alers, H. Lehmann, M. Eckhart, y D. Hales. Disponible en: http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf.

Reséndiz, F. (2016) “EPN: Cambio Climático se Combate con Responsabilidad Global”, *El universal*, 18 enero. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/politica/2016/01/18/eqn-cambio-climatico-se-combate-con-responsabilidad-global>.

REVE (2013) “Eólica en México: proyecto eólico en Sonora”, *Revista Eólica y Vehículos Eléctricos*. Disponible en: <http://www.evwind.com/2013/02/18/eolica-en-mexico-proyecto-eolico-en-sonora/>.

Samples, T. R. (2016) “A New Era for Energy in Mexico? The 2013 – 14 Energy Reform”, *Texas international Law Journal*, 50(Special Issue), pp. 603–644.

SENER (2014) “Estrategia Nacional de Energía 2014 - 2028”, p. 57. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>.

Sternthal, R. (2016) “Opportunities Dawning For U.S. Renewable Energy Companies In Mexico”, *Forbes.com*, p. 22.

Taddei, J. L., Navarrete Hinojosa, M. de los Á., Taddei Arriola, P. D. y Cabanillas López, R. (2014) “Estimación del Potencial de Energías Renovables en el Estado de Sonora”, *Epistemus*, 8(17), pp. 88–94. Disponible en: http://www.epistemus.uson.mx/revistas/articulos/17-13ENERGIAS_RENOVABLES_EN_SONORA.pdf.

Tejeda, A., Gay, C., Cuevas, G. y Rivera, C. O. (2007) “Escenarios de energías renovables en México bajo cambio climático”, pp. 1–152.

- Thwaites, J. (2016) *How Uruguay Became a Wind Power Powerhouse, The World's #1 Renewable Energy Network for News, Information, and Companies; published by the World Resources Institute*. Disponible en: <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/03/how-uruguay-became-a-wind-power-powerhouse.html>.
- Valdés, A. (2006) “Las ciencias del futuro: ¿un problema sociológico?”, *Sistema de Información Científica -Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*; ISSN: 1870-2333, 2; núm. 1, pp. 105–139. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/726/72620105/>.
- Varum, C. A. y Melo, C. (2010) “Directions in scenario planning literature – A review of the past decades”, *Futures*. Elsevier Ltd, 42(4), pp. 355–369. doi: 10.1016/j.futures.2009.11.021.
- Vergara, C. J., Fontalvo, T. J. y Maza, F. (2010) “La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas Scenario Planning: Review of concepts and methodological proposals”, 8(2), pp. 21–29.
- Vergara, J. C., Maza, F. y Fontalvo, T. (2010) “Futurología: origen, evolución y métodos”, *Palabra- palabras que obra*, (11), pp. 218–229.
- Wilkinson, A. y Kupers, R. (2013) “Living in the Futures”, *Harvard Business Review*. Disponible en: <https://hbr.org/2013/05/living-in-the-futures>.
- World Energy Council (2016) “World Energy Scenarios - The Grand transition”. Disponible en: http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World-Energy-Scenarios_Composing-energy-futures-to-2050_Executive-summary.pdf.
- Yeoma, I. y Morello, G. (2007) “The futurology of revenue management and pricing”, *Journal of Revenue and Pricing Management, Palgrave Macmillan Ltd, 1476-6930*, 6, pp. 251–252. doi: 10.1057/palgrave.rpm.5160115.
- Zapata, M. y Kaza, N. (2015) “‘Radical uncertainty: scenario planning for futures’, Environment & Planning B: Planning & Design”, *EBSCOhost*, pp. 754–770.
- Zea (2013) “Venezuela: escenarios políticos ante la crisis y las elecciones del 8D por Antonio de La Cruz”, *Runrunes*, 23 octubre. Disponible en: <http://runrun.es/opinion/venebarometro/86962/venezuela-escenarios-politicos-ante-la-crisis-y-las-elecciones-del-8d-por-antonio-de-la-cruz.html>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Capacidad global de Energía Eléctrica Renovable

Table R2. Renewable Electric Power Global Capacity, Top Regions/Countries, 2015

	Global	EU-28	BRICS ¹	China	United States	Germany	Japan	India	Italy	Spain
TECHNOLOGY	GW			GW						
 Bio-power	106	36	31	10.3	16.7	7.1	4.8	5.6	4.1	1
 Geothermal power	13.2	1	0.1	~0	3.6	~0	0.5	0	0.9	0
 Hydropower	1,064	126	484	296	80	5.6	22	47	18	17
 Ocean power	0.5	0.3	~0	~0	0	0	0	0	0	~0
 Solar PV	227	95	50	44	26	40	34	5.2	18.9	5.4
 Concentrating solar thermal power (CSP)	4.8	2.3	0.4	~0	1.7	~0	0	0.2	~0	2.3
 Wind power	433	142	180	145	74	45	3	25	9	23
Total renewable power capacity including hydropower	1,849	402	746	496	202	97	65	83	51	49
Total renewable power capacity (not including hydropower)	785	276	262	199	122	92	43	36	33	32
Per capita capacity (kilowatts per inhabitant, not including hydropower)	0.1	0.5	0.1	0.1	0.4	1.1	0.3	0.03	0.5	0.7

Tabla R2. Renewable Electric Power Global Capacity

Fuente: REN 21, 2016, p.33

Anexo 2. Software MICMAC



El método MICMAC ha sido creado por Michel Godet y desarrollado dentro en el LIPSOR - Cf M.Godet, *Manuel de prospective stratégique*, Tome 2 Editions Dunod 2001 - Cf M.Godet, *Creating Futures Scenario Planning as a strategic Management Tool*, Editions Economica

Resultados:

Definición de Variables título largo y corto en el software MicMac

N°	TITULO LARGO	TÍTULO CORTO	DESCRIPCIÓN
1	1.Crecimiento de la población y demografía	1.Cre_P	La población afecta la demanda de energía y la producción económica y por lo tanto el uso de energía. Los cambios demográficos también afectan a la infraestructura y los servicios energéticos necesarios.
2	2. (PIB) e intensidad energética del PIB.	2.PIB_IEP	La producción económica afecta la demanda de energía. La intensidad energética del PIB refleja la estructura de la economía, en términos de actividades intensivas en energía frente a actividades de baja energía (es decir, fabricación vs. servicio).
3	3. Eficiencia energética y consumo de energía per cápita.	3. EE_CEPC	Cuánta eficiencia energética adicional es posible, y cuánto se puede lograr en la práctica?
4	4. Costos de la tecnología de ER.	4.CT-ER	¿Cómo disminuirán los costos con el tiempo? La producción de tecnología acumulada a lo largo del tiempo.
5	5. Acción política. (respaldo del desarrollo de las ER)	5. AP_ER	Existe un amplio reconocimiento de que las políticas han respaldado el desarrollo de las ER en las últimas décadas y que la necesidad de políticas continuará en el futuro. Por lo tanto, tanto el grado de acción de la política como la descripción de las políticas son fundamentales para los escenarios.
6	6. Subsidios e Impuestos a los combustibles fósiles.	6. SI-CF	“Los subsidios y los impuestos para los combustibles competidores afectan la competitividad de esos combustibles en relación con las ER. Los modelos proponen si los subsidios permanecen en los niveles actuales, o si se eliminan gradualmente y cuándo.
7	7. Tasas de interés (tasas de descuento).	7.TInterés	Las inversiones en ER son de capital intensivo y dependen en gran medida del costo del capital. Los expertos en finanzas subrayaron que las tasas de interés son "factor uno" en el análisis de proyecciones y posibilidades futuras. Pequeños cambios en la tasa de interés pueden tener grandes consecuencias. Los escenarios tienen que asumir tasas de interés (descuento) en el futuro en el modelado de la competitividad económica.

N°	TÍTULO LARGO	TÍTULO CORTO	DESCRIPCIÓN
8	8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno.	8.DF-TIR	¿Cuánto financiamiento estará disponible para las inversiones en infraestructura, a qué niveles de riesgo y rendimiento? Esta cuestión se refiere a las condiciones macroeconómicas y financieras en general ya la disposición de los grandes inversores institucionales a financiar las inversiones en infraestructura teniendo en cuenta sus perfiles de tiempo, riesgo y retorno.
9	9. Precios e impuestos del carbono.	9.PICarb	¿Hasta qué punto afectarán los precios y los impuestos del carbono a la economía de las energías renovables? Muchos escenarios modelan los precios futuros del carbono y los impuestos.
10	10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda.	10. GasNat	¿Qué sucede con los precios futuros del gas y la demanda de gas? Expertos consideraron la generación de gas natural como el principal competidor continuo con energía renovable, pero también señaló que los dos son complementarios.
11	11. Precios y demanda del carbón.	11. \$_DC	El carbón sigue siendo una característica central de nuestros sistemas energéticos, o el carbón está "a la salida", como sugieren algunos visionarios. La mayoría de los escenarios demuestran que el uso del carbón mundial ha aumentado. 2035, pero casi todo el aumento ocurre en los países no miembros de la OCDE, donde China casi duplica su consumo de carbón para 2035.
12	12. Precios del petróleo.	12. \$_Petr	¿Qué pasa con los futuros precios del petróleo? La mayoría de los escenarios muestran que los precios del petróleo a largo plazo en el rango de 100 a 150 dólares por barril continúan por décadas.
13	13. Apoyo gubernamental de ER	13. Ap.Gob	¿Cuánto seguirán los gobiernos para apoyar la energía Renovables?
14	14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto.	14. GasEsq	¿Qué cantidades de producción de gas de esquisto son factibles y cómo afectará el gas de esquisto a los precios del gas natural? Algunos expertos consideraron que las perspectivas del gas de esquisto eran un determinante importante de los futuros renovables en esos países.
15	15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS).	15. CCS	CCS se convertirá en comercial? ¿Cuándo? Los expertos expresaron una serie de puntos de vista sobre si la CAC sería comercialmente viable. Muchos creían que la respuesta sería importante para el futuro de las energías renovables, ya que muchos escenarios con restricciones de carbono muestran intercambios entre mayores cantidades de energías renovables futuras y el uso de la CAC con carbón y gas natural.
16	16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales.	16.RED_ENE	¿Pueden encontrarse formas de expandir y fortalecer las redes de manera socialmente aceptable? Muchos expertos creen que las redes más fuertes serán esenciales para el futuro de las ER, pero no están seguros del grado de expansión de las redes debido a problemas ambientales y sociales en los países desarrollados y los niveles de inversión requeridos en los países en desarrollo.
17	17. Geografía de la población y de los recursos renovables.	17. Geogra	La ubicación de los centros de población en relación con las áreas de recursos renovables afecta la cantidad de transmisión que debe existir para dar cabida a las ER.
18	18. Percepción y realidad del cambio climático.	18.CaClima	¿Cómo evolucionarán las percepciones sobre el cambio climático con el tiempo? ¿Con qué rapidez cambiará realmente el clima? Estas preguntas afectarán la voluntad política y social y el mandato de reducir las emisiones de CO2.

Ejercicio realizado en Excel, y evaluado por los expertos:

¿Cuál es el futuro de las ER en el Edo. De Sonora 2030?	Incidencia =Controla o modifica las decisiones																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total
1. Crecimiento de la población y demografía.		2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	8
2. Producto interno bruto (PIB) e intensidad energética del PIB.	1		2	2	1	3	1	2	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	28
3. Consumo de energía per cápita.	3	2		2	2	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	30
4. Costos de la tecnología de ER.	1	1	2		2	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	25
5. Acción política. (respaldo del desarrollo de las ER)	0	0	1	2		2	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	3	24
6. Subsidios e Impuestos a los combustibles fósiles.	1	3	2	3	0		0	0	2	2	2	3	0	3	1	2	1	1	26
7. Tasas de interés (tasas de descuento).	0	2	1	3	0	1		3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	13
8. Disponibilidad financiera y perfiles riesgo-retorno.	0	2	2	3	1	2	1		0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	15
9. Precios e impuestos del carbón (mineral que se quema).	0	1	1	1	0	1	0	0		2	1	3	2	1	0	2	0	1	16
10. Precios del gas natural, volatilidad de los precios y demanda.	0	2	2	1	1	1	0	0	2		1	1	0	3	2	2	0	0	18
11. Precios y demanda del carbón.	0	1	1	1	1	1	0	0	3	3		3	0	2	2	2	0	0	20
12. Precios del petróleo.	0	3	2	1	2	2	0	0	2	2	3		0	2	1	1	0	0	21
13. Apoyo gubernamental para las ER.	0	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1		0	0	2	0	1	21
14. Costo y disponibilidad de gas de esquisto.	0	2	2	1	1	1	0	0	2	2	2	2	0		1	1	1	0	18
15. Costo y viabilidad de la tecnología de captura y almacenamiento de carbono (CCS).	0	1	1	1	1	2	0	0	2	1	3	1	0	2		2	1	0	18
16. Expansión de la red de transmisión de energía, cuestiones ambientales y sociales.	1	2	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	17
17. Geografía de la población y de los recursos renovables.	3	2	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1		1	13
18. Percepción y realidad del cambio climático.	0	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2		12
Totales	10	29	29	26	18	29	11	11	18	20	18	24	16	22	11	26	14	12	

Anexo 3. Análisis FODA

Oportunidades	% de votos	Fortalezas	% de votos
Alianza estratégica (y vinculación) con Arizona, California y Nuevo México.	26%	Condiciones naturales ideales para el desarrollo de proyectos solares (alta irradiación solar en el estado).	24%
IES especializadas e interesadas en la formación de capital humano.	19%	Ubicación geográfica privilegiada con acceso directo al mayor mercado energético.	16%
Existe un interés por parte del gobierno por desarrollar un proceso de simplificación administrativa y de trámites para el desarrollo de proyectos de energías limpias.	15%	Extensión territorial amplia y tipo de vegetación idónea para proyectos solares.	10%
Desarrollo de proyectos por parte de empresas nacionales y extranjeras.	8%	Acceso a financiamiento preferencial para proyectos binacionales de gran escala.	7%
Sector energético en Sonora en proceso de consolidación.	8%	Visión internacional sobre la necesidad de energías renovables y sustentabilidad.	5%
Integración de empresas locales a cadenas especializadas.	8%	Tecnologías más accesibles.	5%
Plan de reordenamiento territorial para calificar zonas y definir tipos de proyecto.	8%	Reforma al sector energético nacional.	4%
		Metas globales de cambio climático.	4%
		Yacimientos de minerales estratégicos, en especial Litio y grafito (base del grafeno).	4%
		Gran potencial para el aprovechamiento de proyectos de eficiencia energética	4%
		Potencial para el desarrollo de otras energías renovables (eólica, hídrica, geotérmica, y mareomotriz).	4%
Debilidades	% de votos	Amenazas	% de votos
Gestión de proyectos lenta, ineficiente y burocratizada que incrementa los costos de operación y ejecución	15%	Incertidumbre en la continuidad de las políticas y proyectos de largo plazo.	38%
Marco regulatorio no consolidado.	12%	Variación brusca en las condiciones tecnológicas y/o de mercado energético (costos, niveles de ventas y tecnología).	18%
Falta de especialización y experiencia en la industria.	9%	Incertidumbre de la visión de los líderes frente a la situación geopolítica actual principalmente en energía, cambio climático y cooperación.	14%
Incremento de costos de nuevos proyectos de generación por infraestructura de transmisión escasa.	9%	Fuerte competencia en el mercado y grandes empresas liderando el cambio.	11%
Falta de instrumentos de financiamiento competitivos.	7%	Herencia de prácticas monopólicas en el sector.	11%
Infraestructura logística limitada para proyectos de energía	7%		
Talento en el sector, escaso.	5%		
Capacidad instalada insuficiente.	4%		
Falta de acuerdos entre actores.	4%		
No hay ecosistema de innovación consolidado.	4%		
Visión centrada en la cadena de suministro y no en la cadena de valor.	4%		
Instituciones a cargo del sector no actualizadas y con tareas poco claras.	3%		
Poca claridad de las oportunidades.	3%		

Fuente: Mapa de ruta de Energía de Sonora, elaborada 2017.

Anexo 4. Temperaturas medias mensuales Hermosillo

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1961	16.8	16.5	18.4										
1962													
1963													
1964													
1965							32.9	31.6	30.3	27.2	22.0	16.8	
1966	14.1	14.8	20.6	24.4	28.4	31.4	32.3	30.5	30.6	25.7	21.5	16.9	24.3
1967	15.8	18.0	21.1	21.4	26.3	29.4	32.8	31.6	30.9	26.8	21.6	14.3	24.2
1968	16.4	19.5	20.2	22.1	26.5	31.0	32.1	30.6	31.1	26.9	20.2	16.0	24.4
1969	18.1	16.1	18.8	24.2	27.5	29.6	32.7	33.2	31.0	25.3	21.6	16.8	24.6
1970	16.4	19.4	19.8	21.7	28.0	31.4	33.1	33.2	30.6	25.0	21.3	16.7	24.7
1971	15.4	17.1	21.2	21.8	25.4	30.1	32.9	30.7	30.4	23.5	19.2	14.5	23.5
1972	16.5	18.4	22.8	24.7	26.1	31.1	33.1	31.1	31.1	26.0	18.8	16.4	24.7
1973	14.4	17.4	16.6	20.8	26.7	30.9	32.3	32.0	31.5	26.5	20.1	16.9	23.8
1974	15.2	16.7	20.4	23.2	26.1	31.6	30.9	31.8	30.0	25.7	19.4	13.7	23.7
1975	15.0	16.2	18.4	19.6	24.2	29.6	29.8	31.2	30.5	25.2	21.2	16.2	23.1
1976	17.6	18.5	18.8	21.6	26.0	31.4	30.5	31.5	27.3	24.6	20.8	16.2	23.7
1977	15.3	19.0	17.2	22.7	24.6	31.5	31.8	31.2	30.2	26.9	21.4	19.4	24.3
1978	16.2	16.6	20.9	21.7	25.6	32.0	32.5	31.4	29.6	27.3	18.3	14.2	23.9
1979	13.3	16.1	18.5	22.8	25.5	31.4	32.6	30.3	31.6	26.8	19.0	17.4	23.8
1980	17.1	19.2	18.3	22.3	24.1	32.2	33.0	30.7	31.2	26.3	21.0	19.1	24.5
1981	18.2	19.7	18.7	24.8	26.6	32.2	32.4	33.5	31.1	26.0	22.8	19.1	25.4
1982	16.3	19.2	20.4	25.0	26.1	30.6	32.6	33.0	31.6	26.0	20.1	16.1	24.7
1983	17.1	17.7	19.5	21.1	27.3	30.6	33.3	31.1	31.0	26.5	20.4	18.1	24.5
1984	17.0	18.6	21.7	23.0	30.1	31.4	31.0	30.9	31.5	24.4	20.3	16.7	24.7
1985	15.6	17.3	20.0	25.6	28.3	32.4	33.0	32.0	29.3	26.3	20.3	18.0	24.8
1986	20.9	19.7	22.8	26.2	27.7	32.5	31.4	32.0	30.1	25.8	21.1	16.1	25.5
1987	15.8	17.8	19.0	24.6	26.3	31.6	33.2	32.0	30.9	29.1	19.6	15.1	24.6
1988	16.0	19.7	20.5	23.5	26.9	31.7	31.8	32.2	30.6	27.3	20.7	16.0	24.7
1989	14.3	18.6	21.9	26.4	27.6	31.2	32.7	31.2	31.3	26.0	20.9	16.9	24.9
1990	15.9	16.1	20.2	23.6	27.0	32.7	30.8	29.5	29.7	27.0	20.6	16.4	24.1
1991	15.8	18.9	17.9	22.6	25.7	29.8	31.7	31.7	30.1	27.9	20.3	15.9	24.0
1992	15.9	17.8	19.0	24.6	27.6	31.5	32.5	30.3	30.7	26.8	19.1	15.2	24.3
1993	17.3	17.3	21.6	24.8	27.9	31.5	32.1	32.1	29.5	26.4	20.6	17.5	24.9
1994	17.2	17.4	21.3	24.2	27.2	33.1	33.8	32.3	31.0	25.7	18.8	15.8	24.8
1995	16.0	19.9	21.4	23.0	26.6	31.5	33.4	32.6	31.8	27.9	23.0	18.5	25.5
1996	18.5	20.4	21.5	25.1	29.3	32.8	32.2	31.7	29.9	26.3	21.1	18.2	25.6
1997	17.2	17.3	22.8	22.2	29.2	30.7	33.0	32.4	31.9	27.3	21.9	15.2	25.1
1998	17.8	16.6	20.0	22.1	27.7	31.8	33.8	32.8	31.6	28.1	22.5	17.3	25.2
1999	18.9	20.3	21.7	22.8	28.0	31.5	32.3	32.3	32.3	29.7	24.0	17.5	25.9
2000	19.3	20.1	20.3	26.0	29.8	32.2	32.2	31.1	31.5	24.8	18.0	19.0	25.4
2001	15.9	17.7	20.5	23.6	29.4	31.9	31.7	32.8	32.4	27.2	22.6	16.8	25.2
2002	17.4	19.7	21.2	25.3	28.0	32.5	32.5	32.0	31.7	24.9	22.3	16.5	25.3
2003	21.1	18.0	20.4	23.3	28.2	31.3	32.2	31.4	30.5	28.4	21.4	18.0	25.4
2004	16.7	16.8	24.3	23.9	29.1	31.9	32.7	33.0	29.9	26.0	19.3	17.2	25.1
2005	18.1	17.6	20.6	24.7	28.0	31.3	33.9	32.5	32.9	27.3	23.5	18.9	25.8
2006	18.3	20.5	20.3	24.9	29.0	32.9	32.4	31.5	29.7	26.9	23.5	17.1	25.6
2007	14.6	19.2	22.7	23.6	27.7	32.5	32.5	31.5	30.9	28.1	23.3	15.6	25.2
2008	16.1	19.1	22.0	25.3	26.4	33.1	31.4	30.7	31.1	28.6	23.5	17.8	25.4
2009	19.5	20.1	22.3	24.2	30.1	31.2	34.3	33.5	31.7	26.0	23.0	17.1	26.1
2010	17.5	17.7	20.9	23.2	27.2	32.2	33.0	33.1	32.9	26.9	20.6	19.3	25.4
2011	17.2	17.1	22.8	25.1	27.0	32.9	32.6	33.3	32.7	28.5	20.7	15.2	25.4
2012	19.9	18.3	21.6	24.7	29.4	33.0	32.0	32.0	30.6	27.8	23.9	17.5	25.9
2013	15.9	16.9	23.5	24.6	28.3	33.1	32.7	32.8	31.1	26.4	22.8	18.4	25.5
2014	20.4	21.6	23.1	25.2	28.7	34.0	32.6	32.1	31.0	28.4	22.8	18.4	26.5
2015	19.1	22.0	24.0	24.9	25.8	32.1	31.9	33.0	30.7	27.8	20.7	17.1	25.8
2016	17.4	22.2	22.8	24.5	26.6	33.2	32.7	32.2	30.4	30.1	23.5	17.8	26.1
2017													
2018													