



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
INSTITUTO DE ECOLOGÍA

DESARROLLO DE UNA POLÍTICA INDUSTRIAL ENERGÉTICA SUSTENTABLE.
ENERGÍA EÓLICA EN OAXACA, MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
BLANCA MARIANA GALICIA RAMOS

DR. ÁNGEL DE LA VEGA NAVARRO (TUTOR PRINCIPAL)
FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

DR. ADRIÁN ALFREDO FERNÁNDEZ BREMAUNTZ (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
INICIATIVA CLIMÁTICA DE MÉXICO

DR. CARLOS GAY GARCÍA (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA, UNAM

DRA. LETICIA MERINO PÉREZ (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, MARZO 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP /PCS/029/2024
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 94 del 12 de septiembre de 2023, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Galicia Ramos Blanca Mariana** con número de cuenta **302133789**, con la tesis titulada "Desarrollo de una política industrial energética sustentable. Energía eólica en Oaxaca, México", bajo la dirección del Dr. José Angel Félix de la Vega Navarro.

PRESIDENTA: DRA. MÓNICA SANTILLÁN VERA
VOCAL: DR. JOSÉ RAFAEL DORREGO PORTELA
SECRETARIO: DR. ALONSO AGUILAR IBARRA
VOCAL: DR. RAMÓN PADILLA PÉREZ
VOCAL: DR. ADRIÁN ALFREDO FERNÁNDEZ BREMAUNTZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 7 de febrero de 2024.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

"Nos salvamos juntos o nos hundimos separados".

Juan Rulfo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por brindarme la oportunidad de alcanzar este grado académico.

Agradezco al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por acercarme a otras visiones de análisis plasmadas en este proyecto de investigación.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de doctorado (número de beca 544375).

Agradezco al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP), por brindarme la oportunidad de realizar las estancias de investigación que contribuyeron a este trabajo.

Agradezco al Dr. Ángel de la Vega Navarro por la orientación a lo largo del proyecto de investigación, su apoyo, su paciencia, su confianza, su iniciativa de trabajo. Sin duda, su asesoría fue la piedra angular en este proyecto.

Agradezco a la Dra. Leticia Merino Pérez, al Dr. Adrián Fernández y al Dr. Carlos Gay García, por el apoyo en todo momento y la orientación para poder realizar el proyecto de investigación. Particularmente al Dr. Adrián le agradezco el apoyo brindado durante los duros tiempos de la pandemia de covid-19.

Agradezco al Dr. Ramón Padilla por compartir su invaluable conocimiento, por las recomendaciones y sugerencias para realizar y mejorar este proyecto de investigación.

Agradezco a los miembros del jurado, especialmente a la Dra. Mónica Santillán y al Dr. Alonso Aguilar por la revisión, comentarios y sugerencias al escrito de la tesis. Todas las observaciones realizadas por el jurado fueron muy valiosas para mejorar esta investigación.

Agradezco a la generación 2016 de la maestría y el doctorado del Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, por los buenos momentos y las enseñanzas compartidas. Agradezco a la coordinación del Posgrado, en especial, al Dr. Alonso Aguilar, por su acompañamiento para la obtención del grado.

Agradezco al Dr. Rafael Dorrego por todas las facilidades prestadas en la estancia de investigación en Tehuantepec Oaxaca. También agradezco al cuerpo docente de la Universidad del Istmo, campus Tehuantepec, al Dr. Campos, el Dr. Iván, Dr. Edwin, Dr. Miguel Hernández y a los alumnos de la generación 2017 de la Maestría en Energía Eólica.

Agradezco también al Dr. Salomón Nahmad y al Mtro. Rubén Langlé los comentarios y observaciones sobre las diferentes visiones de la energía eólica.

Agradezco al Dr. Jorge Islas Samperio por la oportunidad de intercambiar puntos de vista sobre la participación social en los proyectos de energía renovable.

Agradezco al Ing. Jaime Agredano Díaz y a la Gerencia de Energías Renovables del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) por el apoyo otorgado en trabajo de campo. Así mismo, agradezco al Dr. Huacuz, al Ing. Marco Borja y quienes aceptaron ser entrevistados para esta investigación.

Agradezco al Lic. Héctor Hernández García, por las facilidades prestadas en el trabajo de campo en Oaxaca Centro, con el clúster de energía y con las empresas entrevistadas.

Agradezco a todas las personas, quienes aceptaron ser entrevistadas a lo largo de este proceso de investigación, sin duda su colaboración fue la clave del trabajo que aquí se presenta.

Agradezco al Dr. Daniel Pacheco por iluminar mi camino académico.
Agradezco a la Dra. Diana Barrón por ampliar las fronteras en esta investigación.

Agradezco a mis colegas profesores del cubículo 1 de la Facultad de Economía de la UNAM por facilitar mi formación académica. En especial a: Zoyla Vargas, Martín Rodríguez, Hugo Víctor Ramírez, Bruno Sergio Hernández, José Sandoval, Antonio R. Quintana, Maribel Ramírez.

Agradezco a mi familia, a mis padres y hermanas por todo el apoyo recibido en este largo proceso de formación académica. Agradezco a Jorge Jiménez el acompañamiento, la comprensión y el apoyo para alcanzar este grado académico. Agradezco a mi hija Mejy Elizabeth por llegar a mi vida.

Introducción	10
Capítulo I. La incursión de la energía renovable en el contexto de cambio climático.....	13
1.1. <i>Las energías renovables en el panorama internacional</i>	15
1.2. <i>Energías renovables en México.....</i>	15
1.3. <i>Energía eólica en Oaxaca</i>	17
1.3.1. Diagnóstico inicial.....	19
<i>Conclusiones del capítulo.....</i>	33
Capítulo II. Base teórica.....	36
2.1. <i>Ciencias de la Sustentabilidad</i>	36
2.2. <i>Definición de Política Industrial</i>	38
2.2.1. Teorías económicas en torno a la política industrial	41
2.3. <i>La cadena de valor como eje integrador</i>	54
2.3.1. Económico	54
2.3.2. Social	56
2.3.3. Ambiental	57
<i>Conclusiones del capítulo.....</i>	58
Capítulo III. Aspectos metodológicos	60
3.1. <i>Metodología de cadena de valor</i>	60
3.2. <i>Etapas de la metodología de cadena de valor.....</i>	61
3.2.1. Definición de meta-objetivos.....	61
3.2.2. Selección de la cadena.....	61
3.2.3. Diagnóstico de la situación de la cadena	65
3.2.4. Análisis de las buenas prácticas	67
3.2.5. Elaboración de estrategias para superar las restricciones	67
3.2.6. Documento final.....	68
Capítulo IV: Propuesta de Política industrial sustentable en energía eólica para el Estado de Oaxaca, México	69
<i>Análisis del territorio</i>	69
4.1. <i>Definición de meta-objetivos.....</i>	70
4.2. <i>Selección de la cadena</i>	70
La cadena de valor eólica	71
4.3. <i>Diagnóstico.....</i>	77
4.3.1. Contexto internacional, nacional y regional de la energía eólica	77
4.3.2. Marco jurídico y regulatorio	81
4.3.3. <i>Económico y mercado.....</i>	86
4.3.4. Ciencia, tecnología e innovación.....	95
4.3.5. Gobernanza.....	109
4.3.6. Medio ambiente.....	112
Análisis de las restricciones	117

4.4.	<i>Buenas prácticas</i>	121
4.4.1.	Experiencias internacionales.....	121
4.4.2.	Estrategias internacionales.....	128
4.5.	<i>Estrategias</i>	135
	Programa 1: Reconocimiento e integración de los actores de la cadena.....	135
	Programa 2: Desarrollo empresarial para MiPyMEs.....	136
	Programa 3: Educación y capacitación estratégica para la innovación.....	137
	Programa 4: Normas estatales de evaluaciones ambientales y sociales.....	138
	Programa 5: Sistemas de expansión.....	139
	<i>Conclusiones del capítulo</i>	141
	Conclusiones generales	143
	<i>Aportaciones</i>	144
	<i>Limitaciones</i>	145
	Referencias	146
	Anexos	167
	<i>Anexo 1. Parques eólicos en Oaxaca</i>	167
	<i>Anexo 2. Guión de entrevista</i>	168
	<i>Anexo 3. Energía eólica</i>	170
	<i>Anexo 4. Actividades del eslabón de Planeación</i>	171
	<i>Anexo 5. Actividades del eslabón de Manufactura</i>	172
	Partes de un aerogenerador.....	172
	<i>Anexo 6. Actividades del eslabón de Instalación</i>	174
	<i>Anexo 7. Actividades del eslabón de Operación y Mantenimiento (O&M)</i>	176
	<i>Anexo 8. Actividades en el eslabón de Disposición final</i>	179
	<i>Anexo 9. Actores de soporte en la cadena de valor de energía eólica en Oaxaca</i>	180
	Actores de Investigación y desarrollo tecnológico y formación de capacidades humanas (educación).....	180
	Actores gubernamentales.....	182
	<i>Anexo 10. Empresas de la cadena de valor en energía eólica en México</i>	184
	<i>Anexo 11. Actores del CEMIE Eólico</i>	186

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	14
<i>Figura 2. Clasificación de potencial de viento en el Istmo de Tehuantepec</i>	18
<i>Figura 3. Ubicación geográfica de los proyectos eólicos del istmo de Tehuantepec</i>	29
<i>Figura 4. Mecanismos y estrategias de gobernanza ambiental</i>	37
<i>Figura 5. Eslabones de una cadena de valor simple</i>	47
<i>Figura 6. Metodología</i>	61
<i>Figura 7. Mapeo de actores de la cadena</i>	62
<i>Figura 8. Proceso de elaboración de estrategias</i>	67
<i>Figura 9. Estado de Oaxaca</i>	69
<i>Figura 10. Cadena de valor de energía eólica</i>	71
<i>Figura 11. Crecimiento del tamaño de los aerogeneradores desde 1980 y perspectivas.</i>	96
<i>Figura 12. Funcionamiento de un parque eólico</i>	170

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Permisos de generación de energía eléctrica a partir de energías limpias, 2005</i>	16
<i>Tabla 2. Producto Interno Bruto (PIB) total y PIB per cápita del estado de Oaxaca, 2003-2019</i>	21
<i>Tabla 3. Población con ingreso inferior a la línea de bienestar (porcentaje)</i>	22
<i>Tabla 4. Disponibilidad de energía eléctrica (Oaxaca)</i>	25
<i>Tabla 5. Upgrading o escalamiento en las cadenas de valor</i>	49
<i>Tabla 6. Tipos de gobernanza y características principales</i>	51
<i>Tabla 7. Nivel de análisis de la cadena de valor</i>	65
<i>Tabla 8. Análisis FODA de la cadena</i>	66
<i>Tabla 9. Empresas que participan en la cadena de valor eólica en el estado de Oaxaca</i>	75
<i>Tabla 10. Actores de soporte de Investigación y desarrollo tecnológico y formación de capacidades humanas (educación)</i>	76
<i>Tabla 11. Actores del sector público</i>	76
<i>Tabla 12. Proyectos renovables propuestos por CFE</i>	79
<i>Tabla 13. Líneas de acción del Clúster de Energía</i>	80
<i>Tabla 14. Esquemas de generación de energía eléctrica</i>	81
<i>Tabla 15. Legislación secundaria de la Reforma Energética</i>	82
<i>Tabla 16. Acciones de la Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el estado de Oaxaca</i>	85
<i>Tabla 17. Estrategia para el Fomento Industrial de Cadenas Productivas locales</i>	88
<i>Tabla 18. Número de compañías que participan en la generación de energía eólica a nivel nacional</i>	89
<i>Tabla 19. Líneas de investigación del CEMIE-Eólico</i>	98
<i>Tabla 20. Necesidades de la Energía eólica en tierra</i>	101
<i>Tabla 21. Incubadoras en el estado de Oaxaca</i>	104
<i>Tabla 22. Distribución de integrantes del RENIECYT en Oaxaca, 2017</i>	106
<i>Tabla 23. Condiciones de Ciencia, Tecnología e innovación aplicados al sector de energías limpias en Oaxaca</i>	107
<i>Tabla 24. Instituciones académicas y oferta educativa en Oaxaca</i>	107
<i>Tabla 25. Influencia de Empresas Líderes en el Mercado Local</i>	109
<i>Tabla 26. Impactos ambientales en la cadena de valor eólica</i>	113
<i>Tabla 27. Asuntos de competencia de la SEMAEDESO</i>	116
<i>Tabla 28. Restricciones sistémicas encontradas</i>	117
<i>Tabla 29. Restricciones en el eslabón de Planeación</i>	118

<i>Tabla 30. Restricciones en el eslabón de Manufactura</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 31. Restricciones en el eslabón de Instalación</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 32. Restricciones en el eslabón de Operación y Mantenimiento (O&M)</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 33. Restricciones en el eslabón de Disposición final</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 34. Análisis FODA.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 35. Actividades del eslabón de Planeación</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 36. Actividades dentro del eslabón de Instalación.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 37. Actividades de la Operación de un parque eólico.....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 38. Actividades del Mantenimiento preventivo de un parque eólico.....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 39. Actividades del Mantenimiento correctivo</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 40. Temporalidad de los servicios de mantenimiento</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 41. Clasificación de repuestos.....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 42. Equipos requeridos para la O&M de un parque eólico</i>	<i>178</i>

Índice de Gráficas

<i>Gráfica 1. Inversión en miles de millones de dólares</i>	<i>87</i>
<i>Gráfica 2. Proveedores mundiales de aerogeneradores.....</i>	<i>87</i>
<i>Gráfica 3. Comparativo de valor agregado en cada etapa de la cadena de valor eólica.....</i>	<i>90</i>
<i>Gráfica 4. Costo unitario de inversión eólica</i>	<i>91</i>
<i>Gráfica 5. Países con mayor número de patentes registradas relacionadas con sistemas de información para la operación de plantas eólicas.....</i>	<i>96</i>

Introducción

La presente investigación se inscribe en el marco de las Ciencias de la Sostenibilidad. Estas se definen como un campo de investigación emergente que aborda las interacciones entre los sistemas naturales y sociales, y cómo esas interacciones pueden satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras al tiempo que reduce sustancialmente la pobreza y conserva los sistemas de soporte vital del planeta (Kates, 2011). Una característica importante es que, las Ciencias de la Sostenibilidad reconocen la gama amplia de perspectivas con respecto a lo que hace que el *conocimiento sea útil* tanto en la ciencia como en la sociedad ya que, para llevar a cabo un cambio, no solo se necesita de los científicos sino de todas las partes interesadas (*stakeholders*) (Lubchenco, 1998).

Así mismo, las Ciencias de la Sostenibilidad emergen como un esfuerzo transdisciplinario dinámico y en evolución que aborda la simbiosis entre la actividad humana y el medio ambiente (Spangenberg, 2011) en un análisis integrado para desarrollar capacidades de investigación, crear sistemas coherentes de planificación y aplicación en la realidad (Kates & Clark, 2001). Por tanto, es un campo definido más por los problemas que aborda que por las disciplinas que emplea (Clark, 2007).

Bajo ese marco referencial se inscribe esta investigación que aborda la urgente necesidad de impulsar las energías renovables para enfrentar al cambio climático hoy ya presente, pero que, dicho impulso vaya acompañado del desarrollo socioeconómico local. El caso de estudio es el de la energía eólica en Oaxaca por ser un caso emblemático a nivel internacional por la riqueza de recurso eólico localizado en uno de los estados con mayor rezago y marginación de México.

El estado de Oaxaca cuenta con un gran potencial de energía eólica. Principalmente en la zona del istmo, en los últimos años se han establecido varios proyectos eólicos principalmente privados. No obstante, los resultados socioeconómicos no han sido los esperados, muy por el contrario, se han generado varios conflictos en la región pues no se visualizan beneficios en el estado. La literatura disponible al respecto plantea, como una posible alternativa, una mayor participación social. Sin embargo, esta investigación propone ir un paso más allá al analizar y estudiar las capacidades que tiene el Estado en torno a un verdadero impulso industrial de las energías renovables que promueva la

participación social y que desarrolle las potencialidades del estado. El impulso de una industria propia no solo mejoraría las condiciones sociales locales, sino que colocaría a las energías renovables como un polo de atracción hacia el desarrollo del estado de Oaxaca.

En ese sentido el **Objetivo General** de esta investigación es:

- Proponer estrategias dirigidas a una política industrial en energía eólica en Oaxaca en el contexto de cambio climático.

Para ello, se describen los siguientes **Objetivos Específicos**:

- Analizar los impactos socioeconómicos y ambientales de los parques eólicos en Oaxaca,
- Examinar los postulados teóricos de la política industrial como instrumento de desarrollo local,
- Identificar oportunidades y desafíos de una industria sustentable eólica en Oaxaca mediante el análisis de cadena de valor.

Para dichos fines, se utilizó como base la metodología de cadena de valor que ya ha sido *probada* en otras regiones y sectores, fundamentalmente por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La metodología de la CEPAL se caracteriza por buscar cerrar brechas estructurales mediante herramientas participativas para el diagnóstico y la elaboración de estrategias mediante el diálogo con los actores principales. Por tanto, enriquece el diálogo público-privado cuya importancia es clave para el desarrollo de una política industrial. Esta metodología además busca el desarrollo de capacidades locales estimulando encadenamientos productivos con las pequeñas y medianas empresas, y así propiciar la creación de empleos (Padilla, 2014).

Lo que pretende demostrar esta investigación es que el estado de Oaxaca tiene las condiciones (capacidades técnicas y humanas) para detonar una política industrial eólica sustentable y que dicha política puede ser una propuesta viable para contribuir al desarrollo socioeconómico del estado de Oaxaca.

Esta propuesta de política industrial busca contribuir a la lucha contra el cambio climático impulsando las energías renovables de la mano del crecimiento económico y la apropiación social, claves de la sostenibilidad.

En el Capítulo 1 se analizan los impactos socioeconómicos y ambientales de los parques eólicos presentes en el estado de Oaxaca. Dicho análisis dio pie a proponer una política industrial que se define a partir de los postulados teóricos expuestos en el Capítulo 2. Los métodos sobre los que se basa esta investigación se describen en el Capítulo 3, partiendo del análisis de cadena de valor como herramienta de sistematización. En el Capítulo 4 se identifican oportunidades y desafíos de una industria eólica en el estado de Oaxaca y se establecen algunas recomendaciones de políticas. Por último, se recogen las Conclusiones de este ejercicio de investigación.

Capítulo I. La incursión de la energía renovable en el contexto de cambio climático

El cambio climático representa una gran amenaza para nuestras sociedades por las consecuencias hoy ya evidentes. Fenómenos como aumentos en el nivel del mar, olas de calor, la desaparición del hielo ártico, incendios y desaparición de ecosistemas, etc., ponen a la humanidad frente a una encrucijada. De acuerdo con el informe *Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017* (Naciones Unidas, 2018), hay un indiscutible nexo entre el cambio climático y la mayor asiduidad de desastres naturales que originaron pérdidas directas en la economía mundial.

No obstante, de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los niveles de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han alcanzado un nuevo récord. Las concentraciones promedio mundiales de dióxido de carbono (CO₂) alcanzaron 415,7 partes por millón (ppm) en 2021 y las emisiones de metano y óxido nitroso también aumentaron (Organización Meteorológica Mundial, 2022). Además, la tendencia de la demanda de energía está aumentando a nivel mundial, debido al crecimiento económico y el aumento de la población. En este panorama, las opciones de mitigación como: la conservación y eficiencia energéticas, la captura y el almacenamiento del dióxido de carbono y, sobre todo, el reemplazo de combustibles de origen fósil por energías renovables, son de vital importancia.

En la agenda internacional, el Acuerdo de París, sucesor del Protocolo de Kioto, busca limitar el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático (Naciones Unidas, 2015). Este Acuerdo, que entró en vigor en noviembre de 2016, es en esencia un acuerdo sobre energía (International Energy Agency , 2016). De las 194 partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que presentaron contribuciones determinadas a nivel nacional en el Acuerdo de París, 145 se refirieron a acciones de energía renovable para mitigar y adaptarse al cambio climático, y 109 incluyeron objetivos cuantificados de energía renovable (IRENA, OECD/IEA & REN21, 2018).

Otro avance por parte de la comunidad internacional fue la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Dicha Agenda, impulsada por la Asamblea General de la ONU, es un plan de acción en torno a 17 objetivos con 169 metas a cumplir en los próximos quince años. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) han coordinado a casi 200 países, aunque de manera diferenciada, ya que cada país enfrenta retos específicos en su búsqueda hacia el desarrollo sostenible, pero implica un compromiso común y universal. En ese contexto, cada estado cuenta con soberanía plena para fijar sus propias metas nacionales, apeguándose a los ODS. Los ODS son:

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Naciones Unidas

El tema energético es fundamental para cumplir con los ODS, y los compromisos del Acuerdo de París sobre cambio climático ya que, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) dicho sector es responsable del 35% de las emisiones globales y las necesidades mundiales de energía aumentarán hasta en un 30% para el año 2040. De acuerdo con la misma fuente, las fuerzas clave que sustenta dicha proyección son dos: la economía mundial crece a una tasa promedio de 3.4% por año, mientras que la población se expandirá a más de 9 mil millones en 2040. La cuestión es cómo disminuir las emisiones de GEI del sector energético, sin dejar por ello de cubrir la demanda de servicios derivados.

1.1. Las energías renovables en el panorama internacional

En los últimos años aumentó el interés en el desarrollo de fuentes de energía renovables (que comprenden las fuentes solar, eólica, bioenergía, geotérmica, hidroeléctrica y oceánica). Esta situación ha atraído grandes inversiones públicas y privadas, nuevas fuentes de financiamiento tanto en países desarrollados como subdesarrollados, aumento de cuotas de mercado a través del desarrollo de nuevos productos y servicios y la mejora en la eficiencia energética. Este escenario incentiva la maduración de tecnologías, la disminución de costos y, por tanto, la competitividad frente a otras tecnologías energéticas (IPCC, 2011). En este sentido, las energías renovables pueden impulsar el crecimiento económico, asegurar el suministro de energía y ampliar el acceso a la energía y, sobre todo, ser la vía para el desarrollo.

1.2. Energías renovables en México

Consecuente con esta tendencia internacional, México también ha impulsado las energías renovables. El país tiene el potencial de aprovechar fuentes alternas de energía, en algunos casos considerablemente abundantes en comparación con otros países. Sin embargo, éstos no están distribuidos uniformemente sobre el territorio nacional; por ejemplo, el estado de Oaxaca cuenta con un importante recurso eólico, Sonora y Chihuahua con solar, Chiapas con hidráulica y Baja California con geotermia (SENER, 2013).

Si bien es cierto que México ya contaba con proyectos renovables¹ desde hace varias décadas, fue hasta mediados de la década de los años 2000 que, con apoyos recibidos por instituciones y gobiernos internacionales, se impulsaron nuevos proyectos. En el año 2004, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) aprobó otorgar apoyo económico a México para llevar a cabo un proyecto denominado *Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México*. La agencia ejecutora de este proyecto fue el entonces Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la agencia implementadora fue el Programa de las Naciones Unidas para el

¹ La primera central hidroeléctrica del país data de 1889 con la Batopilas en Chihuahua. Posteriormente, en los años cuarenta el gobierno promovió la construcción de hasta 64 centrales hidroeléctricas, veinte de ellas son de gran importancia y las 44 restantes son centrales pequeñas. Actualmente 57 centrales producen energía eléctrica y siete están fuera de operación (Ramos-Gutiérrez & Montenegro-Fragoso, 2012).

Desarrollo (PNUD) (Nahmad, 2011, pág. 15). En este sentido, la Secretaría de Energía (SENER), como dependencia gubernamental rectora de la política y la planeación energética del país, se encargó desde entonces de la promoción y fomento de estas fuentes alternas de energía. El Programa Sectorial de Energía 2001-2006 (PSE) de esta dependencia estableció las primeras acciones para que, tanto el sector público como el privado, participaran en nuevos proyectos con energías renovables, a saber, tecnologías solar, eólica, geotérmica, minihidráulica, de biomasa y biogás (SENER & GTZ, 2006).

En el año 2005, se autorizaron 54 permisos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, bajo las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración (para complementar procesos productivos) y exportación (Ver *Tabla 1*). Recordando que, con la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (1992) se establecieron estas modalidades cuando se abrió la posibilidad de que el sector privado construyera, operara y tuviera en propiedad plantas de generación de energía eléctrica, actividades previamente reservadas de forma exclusiva a los operadores estatales (González Rodríguez, 2010); en este caso la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

En el mismo año de 2005, se inició la construcción en la Venta, Oaxaca el primer parque de energía eólica (Anexo 3) de gran escala en México (83 MW); en el estado de Guerrero la hidroeléctrica “El Gallo”, con una capacidad de 30 MW; en bioenergía, se inauguró en Nuevo León una planta para producir biodiesel (SENER & GTZ, 2006). Había, por tanto, un claro interés por explotar el potencial renovable del país mediante proyectos diversos.

Tabla 1. Permisos de generación de energía eléctrica a partir de energías limpias, 2005

Energético	Permisos	Capacidad (MW)	Energía (GW h/a)
Eólico	7	956.73	3645.31
Hidro ¹	12	159.08	736.33
Bagazo de caña	4	70.85	205.3
Biogás	3	19.28	120.8
Híbridos ²	28	248.68	475.4
Total	54	1454.62	5183.14

¹ Capacidad menor a 30 MW

² Fuentes renovables con fuentes fósiles

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER & GTZ (Desarrollo Económico Local y descentralización: aproximación a un marco conceptual, 2000).

Para finales del año 2005, se propuso una iniciativa de ley para estimular a las energías renovables. Sin embargo, fue hasta el año 2008 cuando se aprobó la llamada *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* (LAERFTE). Esta Ley proponía la creación del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables para definir las políticas y medidas que fomentaran una mayor integración nacional de estas fuentes alternativas.

No obstante, pese a que se estaban promoviendo varios proyectos de energía renovable, no fue sino hasta el año 2013, con la Reforma Energética, que México amplió la participación privada en el sector hidrocarburos y en el sector eléctrico. Para ello se modificaron los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y se establecieron 21 artículos transitorios que delinearon el marco jurídico regulatorio. En el artículo 25 se incluyó a la *sustentabilidad* como un nuevo criterio en la política energética nacional (SENER, 2015). Así mismo, en la Ley de Transición Energética (2015)² se estableció el incremento gradual de la participación de las energías limpias³ en la industria eléctrica. Para ello se fijó como meta una participación mínima del 25% para el año 2018, del 30% para 2021 y del 35% para 2024 de energías limpias en la generación de energía eléctrica.

1.3. Energía eólica en Oaxaca

El principal recurso eólico de México se localiza en Oaxaca⁴. En la región del Istmo de Tehuantepec, la velocidad media anual de los vientos excede 10 m/s a 50 metros de altura sobre el terreno, siendo que en promedio en el mundo se aprovechan vientos de 6.5 m/s

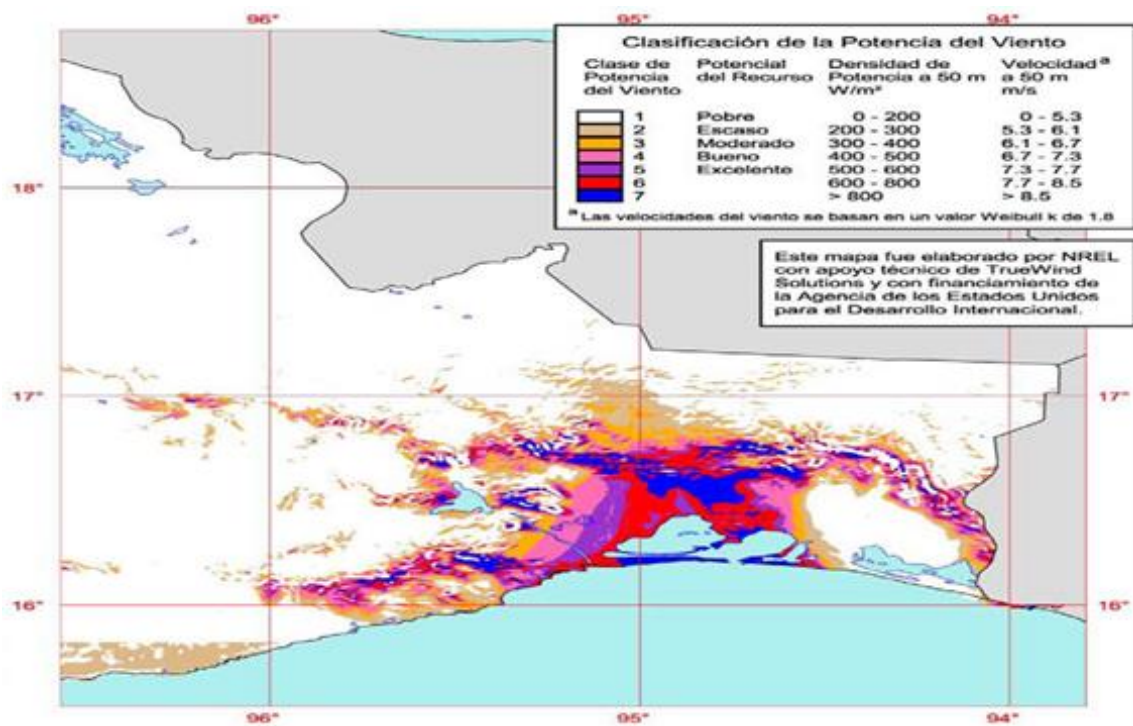
² La Ley de Transición Energética abrogó la LAERFTE.

³ En México se utiliza el término “energías limpias” para englobar a la energía renovable (eólica, solar, geotérmica, biomasa, hidráulica y oceánica) y energía no renovable como hidrógeno (celdas de combustible, y combustión directa), nuclear (fusión y fisión) y fósil con criterios de sustentabilidad (Cogeneración Eficiente y Tecnología de Captura, Uso y Almacenamiento de Bióxido de Carbono). Esto de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida (SENER, 2018).

⁴ También hay otras zonas con potencial importante para la explotación eólica como La Rumorosa en el estado de Baja California, en los estados de Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa, y en la Península de Yucatán, principalmente (Nahmad, 2011).

para la generación de energía (Borja, Jaramillo, & Mimiaga, 2005). De acuerdo con el Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca (Elliot, Schwartz, & Scott, 2004), que muestra las clasificaciones de la potencia del viento en el lugar (ver Figura 2), a partir de la escala 4 en adelante, los índices son adecuados para el desarrollo de energía eólica a escala comercial. Las características topográficas de la región del Istmo son igualmente favorables para la instalación de centrales eléctricas. Todo ello lo distingue como uno de los sitios más atractivos en el mundo para la explotación eólica en escala comercial (Juárez-Hernández & León, 2014).

Figura 2. Clasificación de potencial de viento en el Istmo de Tehuantepec



Fuente: Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca, 2004

Fue en el año 1994, cuando la CFE corroboró este potencial con la primera central eoloelectrónica del país, “La Venta I”, que se ubicó en el ejido La Venta, agencia municipal de Juchitán, Oaxaca. En esta central se instalaron siete aerogeneradores con una capacidad de 1.57 MW. Sin embargo, fue a partir del año 2000, cuando el Gobierno del estado de Oaxaca, con apoyo del entonces Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), intensificó la promoción del desarrollo eoloelectrónico para el Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec.

Dicho proyecto buscaba aumentar la generación de electricidad mediante energía eólica en la región a través de la instalación de 5 mil nuevos aerogeneradores.

Mediante la organización de coloquios internacionales, se reunió a funcionarios de varias dependencias del sector público nacional, inversionistas privados, representantes de instituciones financieras, funcionarios de organizaciones internacionales, desarrolladores de proyectos eolieléctricos, fabricantes de aerogeneradores, investigadores, representantes de algunas ONG's, representantes de los propietarios de tierras en el Istmo, entre otros. El objetivo planteado era fomentar el desarrollo eolieléctrico en el Istmo de Tehuantepec ya que representaba una oportunidad para combatir la pobreza en la región, crear nuevas fuentes de empleo, incrementar la capacidad de generación de electricidad en el país y la diversificación energética para el desarrollo sustentable (Borja, Jaramillo, & Mimiaga, 2005).

Fue así como empresas privadas como Gas Natural Fenosa S.A. de C.V., Iberdrola, Fuerza Eólica del Istmo, Generadora de Energía de Oaxaca, Acciona, DEMEX, Energía Limpia de CISA-GAMESA, Renovalia Energy, Vientos del Istmo, FEMSA-Macquaire, EDF-EVM Eoliatic del istmo, Industrias Peñoles, entre otras se interesaron en instalar centrales eólicas en la zona (Henestroza, 2008). La primera central eólica de empresas privadas en la región del Istmo de Tehuantepec se inauguró el 22 de enero del 2009 por Iberdrola, denominada "Parques Ecológicos de México" con capacidad de producción de 80 megawatts, en la Ventosa, agencia municipal de Juchitán de Zaragoza (Henestroza, 2009). Desde entonces se han inaugurado múltiples proyectos eólicos con participación privada (SENER, 2013).

Actualmente Oaxaca cuenta con 28 parques eólicos, como se muestra en el Anexo 1 cuya capacidad instalada total es de 3,218.43 MW, la mayor a nivel nacional. Sin duda estos proyectos han traído impactos importantes en el entorno. Para hacer un diagnóstico inicial, el siguiente apartado se dividirá en tres secciones (económico, social y ambiental) para sistematizar la información.

1.3.1. Diagnóstico inicial

La incursión de la energía eólica en Oaxaca ha sido referencia nacional e internacional de experiencias en cuanto a la instalación de proyectos energéticos renovables a gran escala

sobre territorios indígenas. Por ello ha sido ampliamente analizada a lo largo de los últimos años. De entre la literatura consultada se destacan varias ideas:

El rápido desarrollo de proyectos eólicos provocó un cambio abrupto en el panorama de la región y modificaciones en las estructuras organizativas de las comunidades locales (Zárate-Toledo, Patiño, & Fraga, 2019). Sin embargo, este cambio favoreció a las empresas desarrolladoras, limitando los beneficios para las comunidades locales y acrecentando el rechazo social a los proyectos (Juárez-Hernandez & León, 2014). Incluso se ha llegado a plantear la exclusión de los pueblos originarios en el negocio eólico (Pérez, 2015). Así lo demuestran los problemas de la tenencia de la tierra, en su mayoría comunal, sus bajas rentas derivadas frente a las ganancias empresariales (Garduño, 2013) y la falta o nula información que se proporcionó a las comunidades locales (Nahmad, 2011).

Incluso se plantea la violación al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (1989) respecto a la consulta previa libre e informada a pueblos indígenas (Díaz-Carnero, 2015), que ha originado conflictos sociales y la conformación de grupos de oposición⁵ por la imposición de un modelo desarrollo de despojo de recursos (Olmos, 2015). En ese sentido se ubica el proyecto de Mareña Renovables como principal ejemplo de las afectaciones medioambientales (Henestroza, 2009) y de despojo de recursos a poblaciones indígenas (Servicio Internacional para la Paz, 2013).

En otros análisis se destacan las fallas de regulación que agravan el conflicto entre los habitantes rurales y las empresas desarrolladoras del proyecto eólico (Grunstein-Dickter, 2016). Aunque en realidad la energía eólica ha involucrado a productores de energía, al estado, al gobierno federal y los propietarios privados, ejidales y comunales

⁵Tal es el caso de la Asamblea de Pueblos Indígenas del Istmo en Defensa de la Tierra y el Territorio, Asamblea Popular del Pueblo Juchiteco, Asamblea del Pueblo de San Dionisio del Mar, Asamblea de Álvaro Obregón, Policía Comunitaria "Gral. Charis", Consejo de Ancianos de Álvaro Obregón, Comisariado de Bienes Comunales de San Mateo del Mar, Representantes de Bienes Comunales de Santa María Xadani, Movimiento de Resistencia Contra las Altas Tarifas de Santa María Xadani, Radio Comunitaria Stiidxa Guidxi de Santa María Xadani, Representantes de Bienes Comunales de Unión Hidalgo, Consejo Ciudadano Indígena Zapoteca de San Blas Atempa, Representación del Comisariado de Bienes Comunales de Santa Cruz Tagolaba, Tehuantepec, Coordinadora de Colonias Unidas, Salina Cruz.

(Nahamad, Nahón, & Langlé, 2014) e incluso a movimientos sociales de resistencia a la política pública eólica en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Cortez & Castillo, 2017). Con la Reforma Energética (2013) y la inclusión del enfoque social, mediante Evaluaciones de Impacto Social (Evis) y Consulta Indígena se dio un avance legal importante, pero a ocho años de distancia, pareciera que esto no ha sido así.

Como se ha podido confirmar, la incursión de la energía eólica en Oaxaca tiene muchas aristas de análisis; sin embargo, para fines de esta investigación, solamente se analizarán algunos impactos.

A nivel económico

La economía oaxaqueña se ha caracterizado por su bajo desempeño económico a nivel nacional (Ver *Tabla 2*). Esto se ha reflejado en el PIB per cápita de la entidad, ubicado en los últimos lugares de entre las 32 entidades federativas.

Tabla 2. Producto Interno Bruto (PIB) total y PIB per cápita del estado de Oaxaca, 2003-2019

Año	Participación PIB Oaxaca en PIB Nacional (%)	PIB Oaxaca (Posición nacional)	PIB per cápita Oaxaca (Posición nacional)
2003	1.7	19º	32º
2004	1.6	20º	31º
2005	1.6	20º	31º
2006	1.6	20º	31º
2007	1.5	21º	31º
2008	1.5	21º	31º
2009	1.6	20º	31º
2010	1.6	21º	31º
2011	1.6	21º	31º
2012	1.6	21º	31º
2013	1.6	21º	31º
2014	1.6	22º	31º
2015	1.5	22º	31º
2016	1.5	22º	31º
2017	1.5	22º	-

2018	1.6	21º	-
2019	1.5	21º	31º

Fuente: Perspectiva estadística de Oaxaca

De acuerdo con el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca (2016-2022), “el impulso y aprovechamiento de las denominadas ‘energías limpias’ o ‘alternativas’ genera, para el estado, un enorme potencial de desarrollo y crecimiento económico” (Gobierno del estado de Oaxaca, 2017, pág. 165). Sin embargo, este desarrollo no se ha visto reflejado en el estado.

En los municipios del Istmo, donde se han instalado los parques eólicos, los datos expresan el nulo impacto positivo en la zona, incluso se ha agravado la situación económica de la población, incrementando el número de personas cuyos ingresos se encuentran por debajo de la línea de bienestar (Ver *Tabla 3*). Llama la atención el caso de Juchitán (donde se ubican las localidades de La Venta y La Ventosa), el número de personas en esta condición pasó de 39,218 en 2010 a 60,258 para 2015 (Coneval, 2021). Si bien es cierto, no se puede atribuir este comportamiento sólo a la presencia de los parques eólicos, lo cierto es que, cuando se promueven los proyectos en la zona se habla del desarrollo económico como consecuencia de su presencia en Oaxaca que, como se ha descrito, es uno de los estados con mayor rezago y marginación del país.

Tabla 3. Población con ingreso inferior a la línea de bienestar (porcentaje)

Municipio	Población con ingreso inferior a la línea de bienestar			
	2010		2015	
	Porcentaje	Personas	Porcentaje	Personas
Asunción Ixtaltepec	54.9	6,551	59.6	7,763
Ciudad Ixtepec	48.1	11,552	53.6	17,312
El Espinal	52.2	4,515	42.8	3,778
H. C. de Juchitán de Z.	53.6	39,218	61.5	60,258
Santo Domingo Ingenio	73.5	5,837	72.1	5,919
Unión Hidalgo	57.1	4,802	63.7	9,371

Fuente: Coneval, (2021)

Otro de los impactos registrados es que, cuando se promueven proyectos eólicos en el estado se remarcan los empleos generados en la región. Por ejemplo, en la inauguración del parque Energía Eólica del Sur se anunció la generación de 3 mil 500 empleos indirectos y mil 500 directos (Manzo, 2019). Este tipo de mensajes genera grandes expectativas en la

población local, sin embargo, la mayoría de los empleos se generan en la etapa constructiva de un parque eólico y esta etapa es de poca duración.

En la etapa de construcción es donde más gente se ve favorecida por la mano de obra requerida para la construcción de un parque eólico; que incluyen empleos directos de administradores de obra, electricistas, operadores de equipo pesado, personal de seguridad y obreros generales para ensamble y obra civil (Ver *Imagen 1*). En visitas de campo se constató que, en algunas de estas obras, los obreros contratados venían de otros lugares aledaños, muchos de ellos migrantes de Centroamérica por lo que recibían pagos inferiores y no contaban con seguridad social. Como empleos indirectos en esta etapa destaca la derrama en la economía local derivado de actividades como transporte, alimentación y alojamiento de las personas que laboran en esa área. No obstante, el efecto es transitorio en ambos tipos de empleos dado que la etapa de construcción difícilmente supera el año y medio de actividades.

Imagen 1. Vista de la etapa de construcción de un parque eólico



Foto: B. Mariana Galicia, 2017

Una vez terminada la etapa de construcción, el empleo generado se traduce a contados trabajos enfocados en operadores para monitorear la central y atender cualquier alarma del sistema. Entre las funciones de dichos operadores se requieren conocimientos de cómputo, manejo de inventarios, programación de trabajo y equipo, manejo de registros de

desempeño, análisis de tendencias estadísticas y procesamiento de datos (Nahamad, Nahón, & Langlé, 2014).

En general, los empleos creados en la etapa de construcción oscilan alrededor de los 1,200 indirectos y 750 directos, en tanto que en la etapa de operaciones apenas se registran 30 directos (Nahamad, 2011). En etapas posteriores de la vida útil de un parque eólico se requiere de personas *certificadas* para realizar los trabajos operativos, esto es, trabajo en alturas con equipo especial (Ver *Imagen 2*). Sin embargo, el salario que recibe un técnico certificado oscila entre 7, 500 y 10 mil pesos al mes. Otros de los pocos empleos requeridos en etapas posteriores son poco especializados y de baja remuneración para tareas de vigilancia.

Imagen 2. Trabajador de parque eólico



Otro aspecto importante es que, pese a que la energía eólica ha sido gran tractora de inversión en el país, esto no se ha traducido en un impacto positivo en la región. Por ejemplo, en 2013 la mayor parte de los 2 616 millones de dólares invertidos en los 1 269 MW eólicos en operación en el istmo de Tehuantepec se destinó a la compra de los 914 aerogeneradores a firmas como la danesa Vestas (58), la estadounidense Clipper (59) y las

españolas Acciona (371) y Gamesa (426) (Juárez-Hernandez & León, 2014); es decir, los equipos y componentes utilizados provienen en mayor medida del extranjero. En ese mismo sentido, si bien es cierto, la incorporación de energías renovables a la matriz energética contribuye a una mayor diversificación energética reduciendo la dependencia del petróleo y sus impactos ambientales (Grunstein-Dickter, 2016); también lo es que esta incorporación ha dependido de la participación de particulares y que los beneficios locales hasta ahora son escasos.

Actualmente, de acuerdo con los Permisos otorgados por la Comisión Reguladora de Energía (2019), de los 28 parques construidos, más de dos terceras partes de los parques eólicos están bajo control privado y/o extranjero. Así, los beneficios generados por los proyectos eólicos se destinan a empresas como las españolas Iberdrola, Gamesa, Acciona, Renovalia, y las mexicanas Peñoles, Cemex, etc., quienes venden electricidad a empresas como Bimbo, Walt Mart, Soriana, Cemex, Cruz Azul, Grupo FEMSA (Coca Cola, Heineken, Oxxo) (Servicio Internacional para la Paz, 2013).

A nivel social

Entre los impactos sociales se destaca que, cuando se promueven proyectos eólicos, frecuentemente se ilustra la capacidad de sus proyectos en términos del número de viviendas al que podrían abastecer de energía, pero la mayor parte de la energía producida es para beneficio de las empresas asociadas con los permisionarios que operan las centrales (Juárez-Hernandez & León, 2014). Esto resulta contrastante ya que, de acuerdo con Censo de Población. INEGI 2020:

Tabla 4. Disponibilidad de energía eléctrica (Oaxaca)

	Disponen de energía eléctrica	No disponen de energía eléctrica	Total
Viviendas habitadas	1,093,796	25,242	1,119,038
Personas	4,038,761	93,387	4,132,148

Fuente: Censo de Población. INEGI 2020

Pese a que Oaxaca es referente nacional en cuanto a generación de energía eólica en el país, esto no se ve traducido en una mejor cobertura del servicio eléctrico a los pobladores del estado.

Otros de los impactos asociados a la incursión de la energía eólica en Oaxaca son los proyectos sociales que las grandes empresas dirigen a la comunidad en donde se sitúan. Dichos proyectos en general han tenido bajo impacto para el total de la comunidad, pues se traducen en algunas obras de infraestructura como la pavimentación de algunas calles, bardas o techos en escuelas y algunos talleres (Nahamad, Nahón, & Langlé, 2014). Existen pocos proyectos que impulsen la integración comunitaria y su desarrollo de carácter productivo. Visitando las páginas de internet de algunas empresas instaladas en la región del Istmo, se destacan acciones como centros de capacitación principalmente para mujeres para aprender habilidades de estilismo, de bordado y diseño y microempresas de cocina, algunas aulas interactivas y el apoyo a obras de reconstrucción derivados de las afectaciones del sismo del 2017.

También es importante destacar que parte de la población tiene la percepción de que los parques no sólo no benefician a la localidad, sino que han roto el tejido social. Esto derivado de las disparidades en cuanto a la distribución de los beneficios pues hay quienes reciben algún ingreso o apoyo por parte de las empresas eólicas y hay quienes no han sido beneficiados en ningún sentido. Además, también se genera encono social entre los beneficiarios, ya que unos reciben más que otros. Llama la atención que, de acuerdo con Gutiérrez, Vázquez, & Sosa (2017), la mayoría de los hombres son quienes consideran que hay beneficios de los parques eólicos en la localidad y las mujeres lo notan menos (aún cuando muchas de las acciones locales van dirigidas a ellas). Esto debido a que las mujeres son quienes tienen menos acceso a la propiedad de la tierra y no reciben directamente pagos por la renta de sus terrenos a diferencia de los hombres.

Por otra parte, de acuerdo con el mismo estudio de Gutiérrez, Vázquez, & Sosa (2017), una parte de la población tiene la percepción de que el parque eólico sí trae beneficios a sus localidades pero sólo para las personas que rentaron sus terrenos (aunque de manera desigual), para el gobierno, para las empresas y para quienes obtuvieron trabajo por los

parques que, a pesar de ser precarios, se otorgan bajo la lógica de dar prioridad a los ejidatarios o a sus hijos, a un posesionario o a un vecindado.

De acuerdo con la misma fuente, existe la percepción de que por los parques eólicos se ha detenido la migración interna e internacional. Los hombres ya no tienen que ir a Estados Unidos o a la capital del país a encontrar fuentes de empleo además de que se “nota el progreso” pues en el paisaje urbano ya hay más casas construidas con cemento y no con barro (Ver *Imagen 3*). Se tiene la percepción de una mejora en su nivel de vida, pues destinan el ingreso de las eólicas a solventar el gasto corriente de los hogares e incluso, algunos que tienen terrenos de dimensiones mayores y reciben rentas considerables, han puesto algún negocio como tiendas o farmacias (Nahamad, Nahón, & Langlé, 2014).

Imagen 3. Paisaje urbano cercano a los parques eólicos



Fuente: B. Mariana Galicia, 2017

“Yo conocí Juchitán antes de las eólicas y era otra cosa, era un pueblito y hubo mucha gente que sí se benefició, mucha gente local que sí ha recibido muy buenos beneficios, porque le tocó en su terreno, porque vio la oportunidad de negocio y puso un restaurante, tenía un banco de materiales en su terreno, porque tenía una constructora, ósea gente que tuvo la visión de acercarse a las empresas y hacer

negocio. Conozco a mucha gente que se hicieron ricos, que cambió su vida totalmente, pero se pudo haber hecho más, mayores beneficios”.

Otro de los impactos positivos constatados en visitas de campo a Juchitán y Tehuantepec es que se ha fomentado el impulso profesional de personas jóvenes tanto de las comunidades istmeñas como de varios estudiantes de intercambio, principalmente de estados aledaños como Chiapas y Veracruz. Ello ha tenido su correspondencia en la ampliación de programas educativos orientados a las energías como Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, etc., en los Institutos Tecnológicos de la Región. Aunque, como se describió anteriormente, en realidad son muy pocos los jóvenes que tienen trabajo en las empresas eólicas.

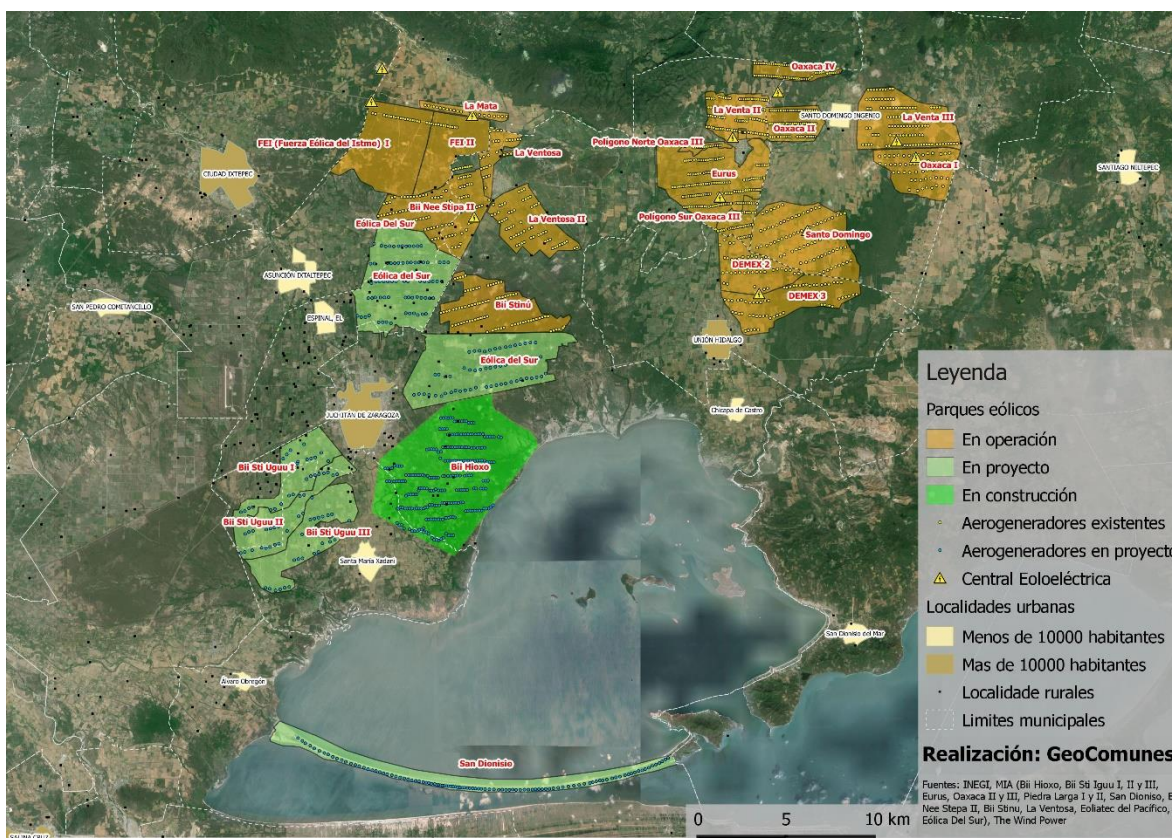
A nivel ambiental

Cuando iniciaron los proyectos eólicos, en México no existían reglamentos y normas ambientales específicas relacionadas con la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables como es la eólica. Las normas ambientales requeridas en su momento era la llamada EIA (Evaluación de Impacto Ambiental), las normas NOM-052-SEMARNAT y NOM-054-SEMARNAT, que corresponden a la disposición y al tipo de residuos generados por proyectos eléctricos, mientras que para la protección de flora y fauna bastaba con la NOM-059-ECOL, NOM-113-ECOL y NOM-114 (Nahmad, 2011).

Sin embargo, la zona del Istmo de Tehuantepec forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Este corredor se estableció en 1997 de un esfuerzo conjunto entre Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y México (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, s.f.) para articular políticas de conservación de la biodiversidad y manejo sustentable de los recursos con alto valor de provisión de servicios ecosistémicos. El corredor es una macrorregión geográfica y cultural de vital importancia por su diversidad, donde confluye la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y el clima húmedo del Golfo con el clima seco del Pacífico. Dichas condiciones le dan a la zona una gran riqueza de flora, fauna, con alto grado de endemismos, considerándose el banco de recursos genéticos más importante de Mesoamérica (Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, 2015).

En este sentido, el Corredor forma parte de la ruta de aves migratorias de Norte y Sur América. Cada temporada pasan por la zona casi doce millones de aves de 130 especies; entre ellas se encuentran la aguililla de alas anchas, la aguililla migratoria mayor y el halcón peregrino, protegidas por las leyes de México, Estados Unidos y Canadá (Henestroza, 2009). Además, la región del istmo cuenta con una gran variedad de murciélagos que intervienen en varios procesos naturales⁶. La presencia de aerogeneradores dispersos en la zona del istmo (Ver *Figura 3*) representa un riesgo para el tránsito de aves y murciélagos.

Figura 3. Ubicación geográfica de los proyectos eólicos del istmo de Tehuantepec



Fuente: Consulta indígena Juchitán, 2015

De acuerdo con las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs) consultadas⁷, algunos parques incorporan programas de vigilancia de aves y murciélagos. Dichos programas

⁶ Tales como dispersor de semillas, polinizador de muchas especies de plantas, controlador de plagas, etc.

⁷ Disponibles en la página de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales:

<https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/transparencia/constramite.html>

consisten en el monitoreo de las trayectorias de aves y murciélagos por medio de prismáticos y radar de largo alcance para evitar o minimizar la influencia de las turbinas en sus rutas especialmente en las épocas de migración de primavera y otoño. Los protocolos de actuación proponen principalmente la vigilancia en campo y realizar un paro de las turbinas. Una vez que el grupo de aves o murciélagos pasa por la zona, se reiniciarían las turbinas volviendo a su funcionamiento normal.

Así mismo, se han realizado los monitoreos de aves en parques eólicos en la zona una vez puestos en marcha (tal como lo registra la Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE) del Instituto de Ecología⁸) sin embargo, la información no es pública. De acuerdo con *Greening the Wind: Environmental and Social Considerations for Wind Power Development* (Ledec, Rapp, & Aiello, 2011) se documentó la muerte de 78 aves y 123 murciélagos entre 2007 y 2008 en el parque La Venta II con 98 turbinas. Pero los autores estiman que la tasa real de mortalidad en este mismo parque eólico podría ser hasta 50 veces mayor debido a la alta tasa de remoción de cadáveres en el área por animales carroñeros y al tipo de vegetación que dificulta la búsqueda y visibilidad de los mismos.

Por otro lado, también existen otros impactos derivados de los residuos generados a lo largo de la vida de un parque. Todos los engranes y soportes son lubricados constantemente por aceite 100% sintético considerado como residuo peligroso. Se prevé que en cada cambio de aceite de cada máquina se generan 10 litros de residuos, por lo que se necesitan protocolos de tratamiento específicos para evitar la contaminación de suelos y aguas, como mantos, ríos y lagunas por el derrame de dichos residuos. Esto es importante porque de acuerdo con Gutiérrez, Vázquez, & Sosa (2017) se ha identificado que el aceite que utilizan las turbinas muchas veces cae al pasto o sorgo que consume el ganado (Ver *Imagen 4*).

⁸ El instituto de Ecología (INECOL) tiene más de cuarenta años desarrollado investigación sobre la biodiversidad y su conservación, así como sobre el manejo sustentable de los recursos naturales. En ese sentido la USPAE ha realizado monitoreos de manera anual a varias empresas eólicas (USPAE INECOL, 2018).

Imagen 4. Paisajes en el Istmo



Fuente: B. Mariana Galicia, 2019

Actualmente en la región del Istmo hay más de dos mil aerogeneradores en funcionamiento, pero sin la información suficiente para generar medidas de mitigación acordes a la conservación de las especies afectadas por estos proyectos (Uribe-Rivera, Guevara-Carrizales, & Ruiz-Campos, 2018). Esto es importante en términos acumulativos porque no es lo mismo evaluar el efecto de un proyecto donde se establecerán pocos aerogeneradores que evaluar el impacto de varios proyectos conjuntos (Ver *Imagen 5*) trabajando al mismo tiempo (Henestroza, 2008).

Imagen 5. Aerogeneradores en movimiento



Fuente: B. Mariana Galicia, 2019

Tanto la SENER como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e incluso el gobierno local no han elaborado una adecuada normativa ambiental a más de veinte años de proyectos eólicos en operación en el estado. Esta normativa necesita de formatos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) propios para este tipo de energía renovable procurando establecer formas de compensación ambiental (Nahmad, 2011). Incluso leyes como Ley Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente para el Estado de Oaxaca expedida en 2018 y reformada en 2021 no plantea la EIA para proyectos eólicos pese a su amplia presencia en el territorio.

Con el actual gobierno federal, en su visión de ampliar los bienes nacionales, ha puesto especial interés en recuperar los activos petroleros y ha intentado revertir la regulación energética establecida desde 2013. Pese a que no se ha logrado dicha modificación, se han hecho otros movimientos en ese sentido. Tal es el caso del apoyo que se le ha dado a empresas nacionales como PEMEX y CFE y, para el caso de la generación eléctrica, en el año 2023 se anunció la compra de plantas de generación, pertenecientes a Iberdrola. De las plantas compradas por el gobierno, se encuentra La Venta III, ubicado en Oaxaca, que

pasará a ser administrada por la CFE. Cabe destacar que dicha empresa, ha sido la privada con mayor generación de electricidad en México.

Conclusiones del capítulo

En los últimos años se ha producido un importante avance en el aprovechamiento de las energías renovables a nivel mundial para reducir la emisión de GEI y reemplazar el uso de combustibles fósiles como respuesta al cambio climático. En México, por su alto potencial renovable, tanto en energía eólica, hidro, solar, biomasa, geotérmica, se han echado a andar varios proyectos.

El estado de Oaxaca cuenta con un gran potencial de generación eléctrica a partir de energía renovable, fundamentalmente eólica, particularmente en el Istmo de Tehuantepec. Desde el año de 1994 se pudo comprobar este potencial con el parque eólico “La Venta I” de la CFE. Pero fue hasta el año 2000 que fue ampliamente promocionado este potencial con el Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec. Desde entonces se echaron a andar varios proyectos hasta llegar a contar con 28 parques eólicos en la región. La presencia de dichos proyectos ha sido ampliamente analizada en los últimos años. Para fines de esta investigación se destacan los siguientes impactos:

Desde el punto de vista económico se puede concluir que:

- El impulso a las energías renovables no se ha visto reflejado en el mejoramiento de las condiciones económicas del estado, tampoco en la región del Istmo pese a que estos proyectos se anuncian como potenciadores del desarrollo.
- Los empleos generados son fundamentalmente en la fase de construcción que es de poca duración. Posterior a esta fase, sólo se solicitan pocos trabajos, algunos calificados que no son necesariamente bien remunerados.
- La incorporación de energías renovables a la matriz energética ha dependido principalmente de la participación de particulares.

Desde el punto de vista social, se puede concluir que:

- Pese a que cuando se promueven proyectos eólicos frecuentemente se ilustra la capacidad en términos del número de viviendas al que podrían abastecer de energía,

la mayor parte de la energía producida es para beneficio de las empresas asociadas con los permisionarios que operan las centrales. Situación contradictoria ya que en Oaxaca carecen del servicio de energía eléctrica 93,387 personas en el estado.

- Una parte de la población tiene la percepción de que el parque eólico trae beneficios a sus localidades aunque sólo para las personas que rentaron sus terrenos (aunque de manera desigual), para el gobierno, para las empresas y quienes obtuvieron trabajo por los parques que, a pesar de ser precarios.
- Parte de la población también tiene la percepción de que los parques no benefician a la localidad y, que muy por el contrario, han roto el tejido social. Esto derivado de las disparidades en cuanto a la distribución de los beneficios.
- Se ha fomentado de manera indirecta el desarrollo profesional de personas jóvenes tanto de las comunidades istmeñas como de estados aledaños como Chiapas y Veracruz. Ello ha tenido su correspondencia en la ampliación de programas educativos orientados a las energías. Aunque, en realidad son muy pocos los jóvenes que tienen trabajo en las empresas eólicas.
- Los proyectos sociales que las empresas dirigen a la comunidad en donde se sitúan los parques eólicos han sido de bajo impacto.

Desde el punto de vista ambiental, se puede concluir que:

- La presencia de aerogeneradores, dispersos en la zona del istmo, parte del Corredor Biológico Mesoamericano, representa un riesgo para el tránsito de aves y murciélagos.
- Existen impactos derivados de los residuos generados a lo largo de la vida de un aerogenerador como aceites sintéticos considerados peligrosos.
- La información en torno a los impactos en flora y fauna de dichos proyectos no es pública. Esta escasez de información conlleva al desconocimiento de la magnitud real de los impactos ambientales generados.
- Existen impactos acumulativos derivados de más de dos mil aerogeneradores en funcionamiento, pero sin la información suficiente para generar medidas de mitigación acordes.

Para hacerle frente a este problema complejo, es necesario recordar que las energías renovables son la vía para combatir el cambio climático, la mayor amenaza de nuestros tiempos. Sin embargo, no basta con implementar proyectos de energías renovables, sino que es necesario generar una real transición social y económica hacia dichas energías. Para generar la transición es necesario que el estado recupere su papel de rector del proceso de desarrollo (ya que hasta el momento se ha limitado a ser intermediario) y genere las estrategias necesarias para solucionar los problemas que se han presentado en la implementación de proyectos y, al mismo tiempo, brindar oportunidades para potenciar el desarrollo económico sostenible y equitativo.

En ese sentido, el estado de Oaxaca puede aprovechar que la energía eólica ya está instalada en el territorio, para orientar los esfuerzos hacia el desarrollo de sus capacidades endógenas. Es decir, impulsar las capacidades humanas, las estructuras sociales e institucionales, que hasta el momento se encuentran de modo disperso o limitado. De esta manera se mejorarían las condiciones socioeconómicas del estado utilizando a la energía eólica como eje dinamizador. Para ello, una política industrial eólica podría alinear e impulsar de manera estratégica los esfuerzos hacia un desarrollo sostenible.

Sin embargo, pese a que una política industrial podría detonar la economía local, no basta para pacificar a la población que ha sido excluida históricamente de las propuestas de desarrollo en su territorio, por tanto, es necesario que, se involucren los actores locales quienes se encargarán de impulsar los cambios necesarios. Para coordinar estos esfuerzos, el estado recobraría su papel de rector del desarrollo legitimado por una base local activa. En resumen, una política industrial eólica, además de impulsar las energías renovables para hacerle frente al cambio climático, también promovería la participación local y, por tanto, socializaría sus beneficios.

Capítulo II. Base teórica

Para esta investigación, en este capítulo es analizado el concepto de Política Industrial desde las diversas corrientes teóricas económicas. Además, dicho concepto es abordado desde la perspectiva de las Ciencias de la Sostenibilidad como instrumento de desarrollo. Todo ello para llegar a una propuesta integradora hacia la política industrial sustentable.

2.1. Ciencias de la Sustentabilidad

Las Ciencias de la Sostenibilidad se definen como un campo de investigación emergente que aborda las interacciones entre los sistemas naturales y sociales (Kates, 2011). Así mismo, las Ciencias de la Sostenibilidad emergen como un esfuerzo transdisciplinario dinámico y en evolución que aborda la simbiosis entre la actividad humana y el medio ambiente (Spangenberg, 2011) en un análisis integrado para desarrollar capacidades de investigación, crear sistemas coherentes de planificación y aplicación en la realidad (Kates & Clark, 2001).

En ese sentido, adoptar un solo marco de observación lo suficientemente representativo se vuelve complejo cuando la sostenibilidad es vista como un proceso (Esteban, Akiyama, Chen, Ikeda, & Mino, 2016), donde la forma de entender y cambiar los sistemas tendría repercusiones dinámicas en su futuro, por tanto, se requieren de la interacción entre disciplinas. No obstante, la transdisciplina lleva consigo retos en sí mismos importantes, tal es el caso del entendimiento entre las ciencias, en sus lenguajes y perspectivas de analizar el mismo problema o bien, un marco de investigación compartido. La investigación transdisciplinaria utiliza un conjunto amplio, pero no claramente definido, de métodos para la producción de conocimiento (Brandt, Ernst, & Gralla, 2013).

Además, el carácter multiescalar de los problemas que aborda la Sostenibilidad -espaciales, sociopolíticos y temporales- añade mayor complejidad. Conjuntamente, las implicaciones de dichas escalas distribuyen de manera desigual los costos y los beneficios de dichos problemas. Por ejemplo, un problema como el cambio climático mundial, causado principalmente por la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el mundo desarrollado, tiene sus efectos negativos más dramáticos en los países de bajas emisiones del sur global (Lemos & Agrawal, 2006).

En ese orden de ideas, desde el punto de vista sociopolítico, la existencia de problemáticas ambientales multiescalares es causa y consecuencia de la toma de decisiones y acciones de diversos actores, ya no solo estatales, sino también de ONG, organizaciones medioambientales transnacionales, organizaciones intergubernamentales y multilaterales, agentes orientados al mercado (Lemos & Agrawal, 2006), entre otros que configuran mecanismos de gobernanza en distintos niveles. A partir de ello, la naturaleza de las Ciencias de la Sostenibilidad está orientada a requerir la participación de múltiples partes interesadas para conectar activamente los problemas y las soluciones (Esteban, Akiyama, Chen, Ikeda, & Mino, 2016).

En ese sentido y para fines de esta investigación, se tomará como referencia los mecanismos y estrategias de las partes interesadas definidas en la gobernanza ambiental. Esta es entendida como las intervenciones dirigidas a cambios en los incentivos, el conocimiento, las instituciones, la toma de decisiones y los comportamientos relacionados con el medio ambiente a través de los cuales los actores influyen en las acciones y resultados ambientales (Lemos & Agrawal, 2006).

Figura 4. Mecanismos y estrategias de gobernanza ambiental



Fuente: Lemos & Agrawal, 2006

Las tres formas principales identificadas en la Figura anterior ilustran la naturaleza dinámica y cambiante de la gobernanza medioambiental contemporánea. Dichas formas de

gobernanza se basan en el reconocimiento de que ningún agente posee por sí solo las capacidades necesarias para abordar las múltiples facetas, interdependencias y escalas de los problemas medioambientales actuales. La participación de los agentes del mercado permite una mayor rentabilidad en la utilización de los recursos. La incorporación de voces comunitarias y locales a la gobernanza medioambiental de información específica sobre el tiempo y el lugar que puede ayudar a resolver problemas complejos y, al mismo tiempo, permitir una asignación más equitativa de los beneficios de los activos medioambientales. Un mayor nivel de participación de diferentes partes de las autoridades estatales puede ayudar a crear los vínculos entre las comunidades descentralizadas y los agentes del mercado (Lemos & Agrawal, 2006).

Un segundo debate relacionado con la gobernanza medioambiental es que, dentro de las estrategias híbridas, se puede discernir una movilización de los incentivos individuales, que inicialmente había sido el núcleo de los instrumentos orientados al mercado, hacia incentivos comunes. Así, las estrategias contemporáneas de cogobernanza, pretende obtener la cooperación voluntaria de los sujetos en acciones dirigidas al medio ambiente.

La posibilidad de generar una cooperación voluntaria entre las partes interesadas promueve ejercicios de *involucramiento y compromiso continuo*. Esto es conexiones de ida y vuelta entre los científicos, los responsables políticos, las comunidades (Reid, 2016) y las empresas para crear un sistema integrado que vincula el conocimiento con la acción, tal como lo refieren las ciencias de la sostenibilidad.

2.2. Definición de Política Industrial

La política económica se refiere a aquellas acciones resultantes de las estrategias públicas implementadas por el estado para alcanzar ciertos objetivos y metas o bien, el conjunto de acciones destinadas a favorecer caminos de desarrollo particulares (Bianchi & Labory, 2011). Hay dos niveles de política económica: las políticas macroeconómicas y las microeconómicas. Las primeras incluyen las políticas fiscales y monetarias que afectan las variables agregadas (producción, empleo y precios) a corto plazo, mientras que la política microeconómica afecta a los actores individuales (empresas y consumidores) en el mediano y largo plazo (Peres & Primi, 2009). Las políticas microeconómicas determinan la

estructura sectorial mediante una política industrial, política tecnológica, política de competencia, etc (Chang, 1994).

La política industrial destaca dentro de las políticas microeconómicas por el potencial impacto que pudiera tener en una economía. Tal como lo define Reich (1982), la política industrial es el conjunto de acciones gubernamentales diseñadas para apoyar industrias que tienen un gran potencial de exportación y capacidad de creación de empleo, así como el potencial para apoyar directamente la producción de infraestructura. Estas acciones, como las describe ampliamente Pinder (1982), van desde apoyar a la industria con inversión pública directa y programas de adquisición pública, incentivos para inversión en investigación y desarrollo, programas en sectores estratégicos y políticas para apoyar a las pequeñas y medianas empresas e incluso incentivos fiscales y monetarios para inversión. La definición también podría incluir el apoyo directo para la creación y mejora de infraestructura física e infraestructura social (instituciones), política comercial, política de competencia y programas para apoyar directamente actividades industriales intensivas en mano de obra (Peres & Primi, 2009).

Contrario a la amplitud de acciones descrita anteriormente, para Johnson (1984), la política industrial se define como aquellas actividades del gobierno que apoyan el desarrollo de ciertas industrias en una economía nacional para mantener la competitividad internacional. Por tanto, la política industrial es selectiva (Landesmann, 1992). Entonces, una política industrial discrimina y selecciona entre industrias, sectores y agentes disponibles a las que tienen mayor potencial dentro de un territorio determinado. Tyson y Zysman (1983) analizan estas posturas distinguiéndolas entre políticas sectoriales (selectivas) y políticas que se aplican sin distinción a todos los sectores de la economía (horizontales). Chang (1994) describe a las políticas industriales como acciones gubernamentales que apoyan industrias consideradas estratégicas para el desarrollo nacional.

Para la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO), la política industrial establece un marco de condiciones económicas, legales y políticas estables y crea incentivos políticos para la inversión y la generación de empleo y el crecimiento económico acelerado (UNIDO, 2016). Desde la visión de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), la política industrial se refiere a la intervención

del estado en la industria para organizar y modificar la estructura y los esquemas de producción. Es un proceso dinámico en que el estado aplica una serie de instrumentos encaminados a la promoción y el fortalecimiento de actividades específicas o agentes económicos, basado en las prioridades del desarrollo nacional (Padilla, 2014). La política industrial exige entonces un estado que promueva el fortalecimiento de las capacidades y la competitividad de los sectores existentes. Esto con claro potencial de especialización e incorporación de progreso técnico que impulse la diversificación de la estructura productiva mediante la creación o consolidación de nuevos sectores de alta productividad y mayor eficiencia ambiental.

En ese sentido, el concepto de política industrial indica la utilización de un conjunto heterogéneo de instrumentos que diversos sujetos institucionales implementan para favorecer industrias prometedoras estimulando la creación de empresas, favoreciendo la aglomeración, promoviendo la innovación y el desarrollo competitivo en el contexto de una economía abierta (Bianchi & Labory, 2006).

De acuerdo con Padilla (2014), los diversos instrumentos de política industrial se pueden agrupar en las siguientes seis áreas:

i) *Políticas de ciencia, tecnología e innovación*: Su objetivo es incrementar las capacidades nacionales para generar conocimientos científicos y tecnológicos, así como estimular las actividades de innovación. Algunos ejemplos de estos instrumentos son: fondos concursables, subsidios, becas de posgrado, incentivos para la colaboración de universidades y centros de investigación y apoyo a incubadoras de alta tecnología.

ii) *Políticas de educación y capacitación*: Son iniciativas orientadas a aumentar la calidad general del sistema educativo y promover la capacitación técnica para la construcción de habilidades de alto nivel, con el objetivo de formar recursos humanos calificados, que afecten el apoyo a la “industria naciente” (Cimodi, Dosi, & Stiglitz, 2009, citados en Padilla, 2016). (Cimoli, Dosi, & Stiglitz, 2009).

iii) *Políticas comerciales*: Son determinantes para potenciar el acceso de empresas nacionales a mercados internacionales. Algunos instrumentos son los tratados multilaterales

y bilaterales de libre comercio, la atracción de inversión extranjera directa (IED) y los esquemas para fomentar las exportaciones (zonas francas y maquila, entre otros).

iv) *Políticas orientadas a industrias seleccionadas*: Destinadas a la intervención en sectores, industrias o empresas estratégicas. Los instrumentos más utilizados en este grupo son: subsidios gubernamentales, planes estratégicos. También se incluyen los instrumentos para fomentar la articulación productiva en agrupamientos industriales o clústers.

v) *Políticas de competitividad*: Son aquellas orientadas a instaurar un ambiente de mayor competitividad entre los actores del mercado. Los instrumentos utilizados son: incentivos fiscales y financieros, desarrollo de marcos eficientes de regulación, un tipo de cambio real competitivo y la adecuación de marcos normativos.

vi) *Políticas que incrementen la productividad*: El incremento de la productividad de una rama de la actividad económica puede incrementar sustancialmente la productividad de otros sectores generando economías de escala.

La clave de la política industrial es planificar y aprender a aprovechar las oportunidades tanto tecnológicas como organizativas mediante todos los instrumentos y generar un sistema de coerción institucional (Romero J. , 2016).

2.2.1. Teorías económicas en torno a la política industrial

En la teoría económica hay dos posturas contrapuestas sobre la intervención del estado en la economía: la posición neoliberal u ortodoxa y el enfoque heterodoxo (evolucionistas, estructuralistas y la postura de cadenas globales de valor). El abordaje teórico de la política industrial se ha centrado más en las justificaciones de la intervención del estado en la economía que en un análisis normativo de qué políticas son las más apropiadas para casos individuales (Peres & Primi, 2009).

2.2.1.1. *Teoría neoclásica*

Esta teoría coloca toda su confianza en los mecanismos de ajuste del mercado para regular la economía, es decir no es necesaria la intervención del estado. Esta postura asume los supuestos de la competencia perfecta, a saber: la eficacia en la asignación de los recursos, la inexistencia de barreras de entrada o de salida a la competencia mercantil, que los agentes son tomadores de precios, que hay información perfecta, etc. La eficiencia

económica es automáticamente posible cuando los mecanismos de precios operan bajo libre competencia.

En ese orden de ideas, la intervención del estado no sólo es innecesaria, sino que incluso es contraproducente pues distorsiona los mecanismos automáticos de regulación del mercado. La intervención del estado puede causar y no curar las imperfecciones del mercado y ocasionar otros problemas como la mala gestión y la corrupción y la concentración del poder económico (Bauer, 1984). En este sentido, la teoría aboga por un estado minimalista que, como sostiene Friedman (1962), hace solo lo que el mercado no puede hacer por sí mismo, a saber, arbitrar y hacer cumplir las reglas del juego.

Desde esta teoría, por tanto, no es necesaria una política industrial ya que distorsiona los mecanismos de mercado y genera una asignación de los factores de producción que no es óptima. Para Little, Scitovsky y Scott (1970) las estrategias industriales son ineficaces ya que generan desigualdades para los diferentes actores económicos. Además, una intervención estatal traducida en política industrial deriva en una ineficiencia y una asignación irracional de los recursos (Krueger, 1981). Por otro lado, una política proteccionista no permite a los países el desarrollo y la apropiación de las ventajas comparativas derivadas del mercado (Balassa, 1988). El mercado internacional permite desarrollar de forma natural patrones de ventajas comparativas entre los países y regiones conforme a sus recursos ya que la competencia con el exterior obliga a los agentes económicos a acelerar la innovación y la incorporación de tecnología (Arellano, 2010).

Naudé (2010) expresa que, incluso con la existencia de fallas de mercado no es motivo suficiente para la intervención del estado en la economía y, si llegara a intervenir, al igual que el mercado, pueden encontrarse con fallas –como información imperfecta- que no les permitan diagnosticar de manera adecuada el problema y, por ende, la forma de intervenir. Y aún si fueran diagnosticadas adecuadamente, las estrategias de acción pudieran no ser las más convenientes y habrá que considerar las consecuencias póstumas de dicha intervención en el mercado. Las fallas del gobierno pudieran ser incluso más frecuentes y costosas que las fallas presentadas en el mercado. Por tanto, la actuación del gobierno no garantiza resolver las fallas del mercado y, por ello no se recomienda. Además, la búsqueda de rentas

políticas y la corrupción pueden generar políticas de protección a determinadas empresas, actividades o bienes cuya producción no es rentable, respondiendo a intereses privados.

2.2.1.2. *Teoría heterodoxa*

La teoría heterodoxa alude a diversas vertientes de pensamiento que abarcan, entre otros, a los evolucionistas e institucionalistas, a la escuela de la regulación, a los marxistas y a los poskeynesianos. Esta amplitud de vertientes de pensamiento puede llegar incluso a posiciones contrapuestas, aunque la mayoría coincide en sus críticas al equilibrio de mercado y su autorregulación y en sí al método de análisis de la corriente ortodoxa. Para fines de esta investigación, sólo se analizarán algunas de las vertientes que plantean la intervención del estado mediante instrumentos de política económica.

Evolucionista

Para la escuela evolucionista, el marco conceptual de los sistemas de innovación entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas lo determina la construcción de capacidades tecnológicas (Lundvall, 2009). En la perspectiva de la teoría del cambio técnico “evolucionista”, la tecnología desempeña el papel principal en dos temas fundamentales para el análisis económico: i) el problema de la coordinación e interdependencia entre agentes y países; y ii) los modelos de cambio y transformación de cada economía (Arellano, 2010).

La teoría reconoce que el sistema económico internacional se caracteriza por amplias y persistentes asimetrías en el desarrollo tecnológico, en los resultados económicos y en las instituciones que rigen la producción y el intercambio. Dichas asimetrías entre países están asociadas con: la capacidad de innovación de nuevos productos y procesos productivos; la eficiencia de los insumos productivos; los patrones nacionales de producción; las pautas de consumo; las formas institucionales de organización de los mercados; y el ingreso per cápita (Dosi G. , 1991).

Según esta teoría, la política industrial estaría orientada a sectores o actividades industriales inductoras de cambios tecnológicos y al entorno económico e institucional en su conjunto. Esta intervención activa del estado condiciona la evolución de las estructuras de las empresas e industrias y la organización institucional, incluido el establecimiento de un

sistema nacional de innovación. La política industrial permite establecer metas; articular instrumentos, normas y reglamentos según los objetivos establecidos; coordinar el progreso de las infraestructuras (física, de ciencia, tecnología e innovación, y social) en sinergia con la estrategia industrial, y organizar el sistema de instituciones públicas y entidades representativas del sector privado que interactuarán para ponerla en práctica (Suzigan & Furtado, 2006).

Para Lall (1992) el desarrollo de capacidades es el resultado de una interacción compleja de estructuras de incentivos (mediadas por intervenciones gubernamentales) con los recursos humanos, el esfuerzo tecnológico y los factores institucionales. Por ello son importantes las intervenciones de política para promover el desarrollo del capital físico y humano y el esfuerzo tecnológico. El cambio técnico representa un campo de enorme importancia para la política industrial, en el sentido el cambio técnico abre la posibilidad de generar círculos “virtuosos” en los procesos de innovación, competitividad y crecimiento económico.

Estructuralista

La visión estructuralista señala que el sistema se modifica por efecto de influencias externas que generan cambios en la estructura económica (establecimiento de un sector especializado), en la estructura social (formación de nuevos grupos sociales), en la estructura política (nuevas formas de participación y de organización institucional, etc.). Los cambios que surgen en las distintas estructuras van creando nuevas formas de vinculación (Sunkel, 1970), lo que se traducirá en una nueva manera de funcionar del sistema en su conjunto. Esta noción de estructura fue enfocada como categoría analítica al subdesarrollo por los estructuralistas latinoamericanos Prebisch, Furtado, Pinto y Ocampo, entre otros que, desde su trabajo teórico en la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), se centraron en las problemáticas que han enfrentado los países de la región en su proceso de desarrollo.

Para Raúl Prebisch, el bajo desarrollo de la región latinoamericana se debió a que formaba parte de una estructura de relaciones económicas internacionales de tipo “centro-periferia”. Esto es, la división del mundo entre países industriales, avanzados o “centros”, y países subdesarrollados, atrasados, o “periféricos”. Por tanto, en la estructura internacional, el

subdesarrollo como el desarrollo son dos aspectos de un mismo fenómeno, ambos procesos son históricamente simultáneos (Sunkel, 1970). En este sentido, los países de América Latina se insertaron como productores y exportadores de materias primas periféricas frente a un centro tecnológico ampliamente desarrollado. Por tanto, la propuesta de la teoría estructuralista es cambiar este patrón hacia el establecimiento de uno nuevo que permitiría superar la condición de subdesarrollo con industrialización.

Los cambios estructurales inherentes a la industrialización requieren de una política gubernamental e inversiones en infraestructura para acelerar el crecimiento económico e intensificar la tasa de acumulación interna de capital mediante incentivos apropiados y otras medidas de política económica (CEPAL, 1987). El cambio estructural (es decir, la transformación de las estructuras productivas y organizativas) implica costos y puede incluso enfrentar barreras.

Estas ideas tuvieron gran repercusión en las políticas económicas de desarrollo en los países de la región en las décadas de los años 1950 a 1970. Sin embargo, hacia finales de los años sesenta se mostró el agotamiento del modelo estructuralista. Esto es que, a pesar de la diversificación industrial impulsada por la expansión del mercado interno, no se generó un crecimiento en las exportaciones de manufacturas, por tanto, el sector externo se debilitó (Arellano, 2010). No obstante, el enfoque neo estructuralista surgió en los años ochenta y noventa como producto de las lecciones aprendidas de los estructuralistas (Sunkel & Zuleta, 1990) y como reacción al “fundamentalismo neoliberal” (Ffrench-Davis, 2005) ya aplicado en América Latina.

El enfoque neo estructuralista se mantuvo en la propuesta de diseñar e instrumentar políticas económicas para la región latinoamericana, pero en contexto de apertura comercial y bloques económicos. Los postulados de esta corriente sugieren que la condición de subdesarrollo que persiste en América Latina se debe en gran parte a tres particularidades: 1) un modelo de inserción al mercado internacional con un modelo comercial empobrecedor; 2) un modelo productivo desarticulado, vulnerable, heterogéneo; 3) concentración del ingreso altamente excluyente que incapacita al sistema para abatir la pobreza (Arellano, 2010). Por tanto, para que las economías alcancen progresivamente el

desarrollo, se necesita generar un proceso dinámico donde, tanto el mercado como el estado, conjunten esfuerzos.

La línea estratégica en este sentido va orientada a configurar una estructura productiva que permita crecer con dinamismo a través de un proceso endógeno de acumulación, absorción y generación de progreso técnico, que asegure una inserción eficiente de las economías de la región en la economía mundial, que incremente la generación de empleo productivo, que reduzca la heterogeneidad estructural y que mejore la distribución del ingreso (Arellano, 2010). Se trata de un esfuerzo que visualiza el desarrollo industrial desde una óptica “desde dentro” mediante una amplia red de vinculaciones entre el sistema educativo, la infraestructura tecnológica, energética, transportes, las relaciones entre empresarios y trabajadores, el aparato institucional público y privado y el sistema financiero (Sunkel & Zuleta, 1990).

En esta nueva etapa de desarrollo, el enfoque neoestructuralista asume que las funciones estatales deben concentrarse en las variables estratégicas, por lo que la política industrial difiere en su diseño e instrumentación de la que se requirió en la fase de la industrialización vía sustitución de importaciones. Ante los cambios profundos en la estructura industrial mundial, derivados del nuevo patrón tecnológico, las funciones estatales deben concentrarse en variables estratégicas por lo que es preciso disponer de un instrumental más vasto de política industrial, que interactúe con el cambio tecnológico, educacional, organizacional y de inversión (Arellano, 2010).

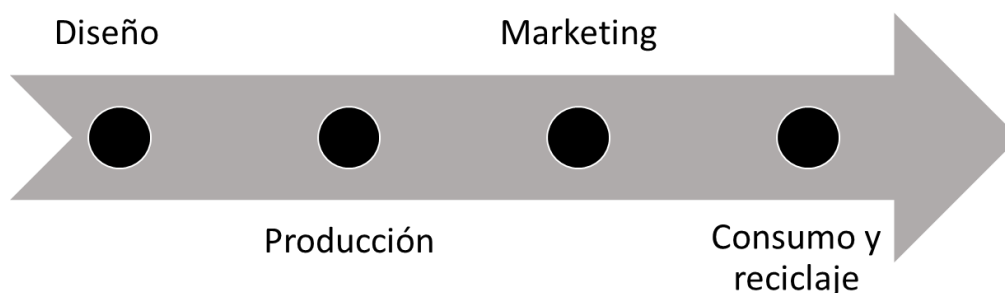
Por tanto, para el enfoque neoestructuralista, los instrumentos de política industrial reconocen la necesidad de coordinar y articular la estrategia de desarrollo junto con las empresas, la academia y los demás integrantes del sistema. En ese sentido, sitúa a la política industrial como el eje central orientado a lograr el cambio estructural deseable para permitir un proceso virtuoso de desarrollo y cohesión social.

Cadenas globales de valor

Se define a la cadena de valor como la gama completa de actividades que le agregan valor a un bien o servicio a través de sus diferentes fases productivas que pueden ser realizadas por una o varias empresas (Kaplinsky & Morris, 2002) en la misma o en diferentes áreas

geográficas. En ese sentido, cuando las cadenas de valor incluyen a empresas de diversos países, son denominadas “cadenas globales de valor”. Aunque en la *Figura 5* se muestra una cadena de valor simple y lineal, la cantidad de eslabones y las relaciones entre ellos cambian según el tipo de industria (Padilla, 2014).

Figura 5. Eslabones de una cadena de valor simple



Fuente: Adaptación de Kaplinsky & Morris (2002).

La globalización, definida como un proceso de producción que ha inducido a la conexión y coordinación de mercados y regiones alrededor del mundo (Gereffi, 1999), ha generado un sistema de redes y la deslocalización productiva, donde las diversas fases de producción de una mercancía se realizan en diferentes países (Kaplinsky, 2000). La *internacionalización* se refiere entonces a la extensión geográfica de las actividades económicas (Gereffi, Humphrey, Kaplinsky, & Sturgeon, 2001).

Para los países, especialmente los países de bajos ingresos o subdesarrollados, la capacidad de insertarse efectivamente en las cadenas globales es una condición vital para el desarrollo. Por lo tanto, no se trata solo de participar en la economía global, sino también de cómo hacerlo con beneficio (Gereffi & Fernandez-Stark, 2016). En ese sentido, el análisis de la cadena de valor permite a las agencias gubernamentales identificar opciones de desarrollo y aprovechar los puntos para mejorar el funcionamiento de la cadena (Schmitz, 2005). Además, este análisis proporciona información valiosa para el diseño e implementación de políticas de desarrollo industrial (Kaplinsky y Morris, 2008), y permite el análisis de la distribución de los procesos de producción y comercialización de acuerdo con los diferentes objetivos de desarrollo de las regiones (GIZ, 2007).

La literatura sobre cadenas de valor es diversa, no obstante, se pueden hacer distinciones sobre algunas perspectivas de pensamiento tales como: (1) enfoques de gestión estratégica y administración de empresas con una perspectiva de la empresa individual, (2) enfoques que enfatiza la importancia de las estructuras de gobernanza configuradas, (3) enfoques de desarrollo de conglomerados industriales, y (4) el enfoque de sistemas de innovación que se centra en la construcción de capacidades en redes de intercambio de conocimientos y desarrollo tecnológico (UNIDO, 2009).

La primera perspectiva parte de la idea de que las cadenas de valor globales vinculan a empresas, trabajadores y consumidores de todo el mundo y, a menudo, constituyen un trampolín para que las empresas y los trabajadores de los países en desarrollo participen en la economía mundial. Por ello es importante identificar el tipo de empresas involucradas en la industria y sus características clave: globales o nacionales; de propiedad estatal o privada; grande, mediana o pequeña; entre otros (Gereffi & Fernandez-Stark, 2016). Desde este punto de vista, la mejora implica cambios en las empresas o grupos de empresas para optimar su posición competitiva en las cadenas de valor globales (Gereffi, Humphrey, Kaplinsky, & Sturgeon, 2001).

Upgrading

El concepto de *upgrading* es el proceso ascendente en la cadena de valor (Romero I., 2009). El ascenso o escalamiento industrial es el proceso por el cual los agentes económicos se mueven de actividades de bajo valor a actividades de alto valor en la producción global de redes. El escalamiento de una empresa (*upgrading*) es el resultado de la capacidad de hacer productos mejores, de procesos más eficientes, o de moverse hacia actividades que requieren habilidades más sofisticadas. Por lo tanto, se puede definir el ascenso de una empresa como la capacidad de innovar para aumentar el valor agregado de sus productos (Pietrobelli & Rabellotti, 2006). De acuerdo con Humphrey y Schmitz (2000) pueden identificarse cuatro cauces de escalamiento al interior de las cadenas de valor, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5. Upgrading o escalamiento en las cadenas de valor

Escalamiento	Características
De procesos	Consiste en la eficiencia en la transformación de los insumos en productos, debido a la reorganización del sistema o mediante la adopción de una tecnología superior
De productos	Consiste en el desarrollo de productos nuevos, más sofisticados o de mayor calidad, que aportan más utilidad/satisfacción al consumidor
Funcionales	Consiste en la obtención de nuevas funciones (o abandonar funciones ya existentes) para incrementar el contenido en conocimiento de la actividad desarrollada por la empresa.
Inter-sectorial o de cadena	Consiste en el abandono por parte de la empresa de la actividad que venía desarrollando para introducirse en otros sectores u otras cadenas de valor.

Fuente: Humphrey & Schmitz (2000)

Investigaciones más recientes como la de Hansen, Nygaard, y Morris (2022) han ampliado el alcance del concepto de “escalamiento” para incluir las muchas formas posibles en las que las empresas locales insertas en las cadenas de valor mundiales pueden ampliar su participación. En ese sentido, las posibles vías de “escalamiento” por las que pueden optar las empresas locales no necesariamente siguen una trayectoria predefinida. Por el contrario, una amplia gama de posibles rutas de “escalamiento” pueden ser seguidas por las empresas locales. Por tanto, “cualquier trayectoria o estrategia que probablemente produzca un impacto positivo en las empresas de los países en desarrollo” (Ponte y Ewert, 2009, p. 1637) puede considerarse una mejora.

El tipo de escalamiento dependerá del tipo de cadena y de empresa. Sin embargo, existen otros factores de igual preponderancia, tales como: 1) el papel del Estado y sus políticas encaminadas a fortalecer las capacidades endógenas vía subsidios, mayores gastos en investigación y desarrollo, asimilación de nuevas tecnologías, etc.; 2) la organización regional formando cadenas en función de las ventajas competitivas de cada país, derivando en un esquema jerárquico de roles exportadores; y 3) capacitación de la fuerza de trabajo y una base empresarial dinámica a partir de las reformas del Estado (Sandoval, 2012). Es decir, se advierte que aun cuando la empresa es quien conduce la estrategia de ascenso, el

contexto espacial en la cual se encuentra afecta la estrategia de mejora, al mismo tiempo que se ve afectada por ella (Romero I. , 2009).

En la segunda perspectiva referente a las estructuras de gobernanza, para Altomonte y Sánchez (2016) la gobernanza se trata del conjunto de mecanismos, procesos y reglas a través del cual se ejerce la autoridad sobre alguna actividad, de las conductas entre las partes y la protección de la naturaleza y de los derechos básicos, y se refiere al funcionamiento de las instituciones en la amplia diversidad de agentes y reglas que influyen sobre ella, con miras al presente y al futuro. En otras palabras, la gobernanza puede ser vista como el conjunto de procesos tanto de toma de decisiones como de implementación de dichas decisiones, en los cuales actúan los mecanismos, procedimientos y reglas establecidas formal o informalmente por las instituciones.

Gobernanza

Gereffi (1999) encabezó el análisis de dos estructuras de gobernanza de cadenas de valor globales: 1) Conducida por el productor (*producer-driven*) y 2) Conducida por el comprador (*buyer-driven*). La primera estructura define a aquellas cadenas en las que los grandes fabricantes, generalmente transnacionales, desempeñan un papel central en la coordinación de las redes de producción (incluidos sus vínculos hacia atrás y hacia adelante). Esto es característico de las industrias intensivas en capital y tecnología, como automóviles, aviones, computadoras, semiconductores y maquinaria pesada. La segunda estructura se refiere a aquellas industrias en las que los grandes minoristas, los comercializadores de marca y los fabricantes de marca desempeñan un papel fundamental en el establecimiento de redes de producción descentralizadas en una variedad de países exportadores, típicamente subdesarrollados.

Posteriormente, el concepto de gobernanza en las cadenas de valor fue definido por Humphrey y Schmitz (2000) para referirse a la organización de los mecanismos institucionales y relaciones entre empresas, en situaciones como incertidumbre, racionalidad limitada (la información puede no estar disponible o solo adquirirse a un cierto costo) y diferencias de interés entre los agentes económicos (Humphrey & Schmitz, 2000) que generan una distribución asimétrica de poder dentro de la cadena. Para Gereffi, Humphrey, Kaplinsky, & Sturgeon (2001) el estudio de la gobernanza en el análisis de la

cadena de valor permite analizar los mecanismos, los procesos y las reglas y cómo los actores se relacionan entre sí y con otros actores. La forma de coordinar las relaciones entre empresas, o la gobernanza de la cadena de valor, incide en la generación, transferencia y difusión del conocimiento entre los participantes de la cadena (Sistema Económico Latinoamericano, 2012).

Si bien es cierto, esa primera división destacó la importancia de la coordinación entre las cadenas globales de valor, con el tiempo se fueron encontrando otros tipos de relaciones de gobernanza entre las cadenas. Tal es el caso de (1) el *proveedor de productos básicos* que proporciona productos estandarizados a través de relaciones de mercado de plena competencia, (2) el *proveedor cautivo* que fabrica productos no estandarizados utilizando maquinaria dedicada a las necesidades del comprador, y (3) el *proveedor llave en mano* que produce bienes personalizados para los compradores y utiliza maquinaria flexible para agrupar la capacidad para diferentes clientes (Sturgeon, 2002; Sturgeon & Lee, 2001). En ese orden de ideas, Gereffi, Humphrey, & Sturgeon (2005) propusieron una tipología más completa de gobernanza de cadenas de valor que más tarde fue retomada por Oddone y Padilla (2016) y que se describe en la *Tabla* siguiente:

Tabla 6. Tipos de gobernanza y características principales

Tipos de Gobernanza	Característica
Mercados	Los vínculos de mercado pueden ser transitorios o repetirse en el tiempo con reiteradas transacciones. El aspecto fundamental es que los costos de cambiar hacia nuevos socios son bajos para ambas partes.
Cadenas de valor modulares	Los proveedores elaboran productos según especificaciones detalladas de los clientes. No obstante, cuando proporcionan los llamados servicios “llave en mano”, los proveedores toman la responsabilidad por las competencias que rodean a las tecnologías de proceso, utilizan maquinaria genérica que limita las inversiones sobre la transacción y realizan gastos de capital para componentes por cuenta de los clientes.
Cadenas de valor relacionales	Redes donde existen interacciones complejas de vendedores y compradores, que suelen crear dependencias mutuas y altos niveles de especificación de bienes. Esa complejidad se gestiona a través de la reputación, la familia o vínculos étnicos.
Cadenas de valor “cautivas”	En estas redes los pequeños proveedores dependen de las transacciones de grandes compradores, y ello los convierte en cautivos porque sufragan costos elevados de cambio. Estas redes se distinguen por un alto grado de control de las empresas líderes.

Jerarquías	La integración es de tipo vertical y de control gerencial, que se ejerce desde los gerentes hacia los subordinados o desde las casas matrices hacia sus subsidiarias o afiliados.
-------------------	---

Fuente: Gereffi, Humphrey, & Sturgeon (2005); Oddone & Padilla (2016)

Los tipos de gobernanza ilustran cómo opera el poder en las cadenas de valor globales. Particularmente en las cadenas de valor globales cautivas, el poder lo ejercen directamente las empresas líderes sobre los proveedores; dicho control directo sugiere un alto grado de coordinación explícita y una gran asimetría de poder, siendo la empresa líder (o la alta dirección) la parte dominante. En las cadenas de valor globales relacionales, el equilibrio de poder entre las empresas es más simétrico, dado que ambas aportan competencias clave. En las cadenas de valor globales modulares, como en los mercados, cambiar de clientes y proveedores es relativamente fácil. Las asimetrías de poder siguen siendo relativamente bajas porque tanto los proveedores como los compradores trabajan con múltiples socios (Gereffi, Humphrey, & Sturgeon, 2005).

Los patrones de gobernanza de la cadena de valor no son estáticos ni están estrictamente asociados con industrias particulares, sino que dependen de las interacciones entre los actores de la cadena de valor. Incluso en una industria en particular, los patrones de gobernanza pueden variar en un lugar y momento determinados, de una etapa de la cadena a otra. Esto se debe a varios factores como nuevas tecnologías competencia, nuevos actores, cambios en el mercado.

En la tercera perspectiva se establece que los clústeres económicos pueden entenderse como una aglomeración de empresas u organizaciones relacionadas que se benefician por su proximidad geográfica y su colaboración. El término *clúster* se popularizó con el libro de Michael Porter *The Competitive Advantage of Nations* (1990). Desde entonces el desarrollo de clústeres se ha convertido en el foco de acción para las empresas, así como de muchos programas nacionales e internacionales impulsados por organismos como el Banco Mundial, la OCDE, la ONUDI, entre otros. Particularmente en Oaxaca, el concepto de clúster toma especial interés por las condiciones actuales descritas en el Capítulo 4.

Schmitz (2005) encuentra que la densidad y la calidad de las relaciones locales dentro de los clústers industriales son importantes para competir en los mercados globales. Por tanto,

el desarrollo de conglomerados es particularmente importante en las primeras etapas de la industrialización, donde los efectos de la eficiencia colectiva se vuelven relevantes (UNIDO, 2009).

Pietrobelli y Rabellotti (2004) sugieren un conjunto de acciones para apoyar el desarrollo de clústers relacionadas con (a) facilitar el desarrollo de economías externas, (b) promover los vínculos entre empresas y (c) fortalecer la posición local de los clústers dentro de las cadenas de valor. Por tanto, el desarrollo de clústeres se centra tanto en la mejora de las operaciones en un segmento específico de la cadena de valor como en la integración de estas operaciones en la cadena de valor general. Si bien es cierto, los conglomerados o clústers son la acumulación de agentes económicos que se dedican al mismo tipo de actividades, sus vínculos hacia atrás y hacia adelante también son de importancia crucial para el funcionamiento de la industria en específico (UNIDO, 2009).

La cuarta y última perspectiva, orientada a la construcción de capacidades individuales y colectivas entre los actores de la cadena de valor parte del hecho, al igual que el enfoque evolucionista (Dosi, 1991), de que el conocimiento tecnológico no se comparte equitativamente entre las empresas, ni es fácil de imitar o transferir entre ellas. Por tanto, para obtener el dominio de una nueva tecnología se requieren habilidades, esfuerzo e inversión por parte de la empresa receptora. La diferencia de estos insumos puede variar según la industria, el tamaño de la empresa o el mercado por lo que el grado de dominio alcanzado es incierto. Por ello, el cambio tecnológico a nivel de empresa debe entenderse como un proceso continuo para absorber o crear conocimiento técnico, determinado en parte por aquellos insumos y también por la acumulación pasada de habilidades y conocimientos (Lall, 1992).

Las capacidades de vinculación con otros eslabones o empresas dentro de la cadena de valor son necesarias para transmitir y recibir información que afectan no solo la eficiencia productiva de la empresa (lo que le permite especializarse más plenamente) sino también la difusión de tecnología a través de la economía y la profundización de la estructura industrial, ambos esenciales para el desarrollo industrial (Cohen & Levin, 1989). Las habilidades involucradas determinan no solo qué tan bien se operan y mejoran determinadas tecnologías dentro de la cadena, sino también qué tan bien se utilizan los

esfuerzos internos para absorber tecnologías compradas o imitadas de otras empresas (Cohen & Levinthal, 1989).

Además, factores externos influyen fuertemente en el proceso de construcción de capacidades. El entorno macroeconómico, las presiones competitivas y el régimen comercial afectan estos esfuerzos. Por ello es importante la acción gubernamental mediante políticas industriales orientadas a crear un entorno robusto y bien estructurado ya que, en las cadenas de valor, los procesos de producción se vuelven más interrelacionados y técnicamente más difíciles de organizar. En suma, el desarrollo de capacidades es el resultado de inversiones realizadas por la empresa en respuesta a estímulos externos e internos, y en interacción con otros agentes económicos, tanto privados como públicos, locales y extranjeros. Por lo tanto, hay factores que son específicos de la empresa (que conducen a diferencias a nivel micro en el desarrollo de capacidades) y aquellos que son comunes a determinados países (dependiendo de sus regímenes de políticas, dotaciones de habilidades y estructuras institucionales) (Lall, 1992).

2.3. La cadena de valor como eje integrador

El análisis de la cadena de valor para el desarrollo industrial puede considerarse como un enfoque que va más allá de los límites del sector industrial tradicional, y que se dirige hacia la perspectiva de sustentabilidad. Esto debido a que, el análisis de la cadena promueve procesos de cogobernanza entre agentes interesados ya sea económicos, sociales y políticos. En ese proceso, se pueden promover procedimientos participativos que involucren a científicos, defensores, ciudadanos activos y usuarios del conocimiento.

Así mismo, a través del análisis de la cadena de valor, se considerarán aspectos económicos, sociales y ambientales en diversos niveles de observación, tal como lo plantea las Ciencias de la Sostenibilidad.

2.3.1. Económico

El análisis de cadena de valor permite identificar los principales agentes económicos y su participación. Específicamente las empresas, independientemente de su lugar de origen y tamaño, participan de alguna u otra manera en cadenas locales, regionales o globales. El análisis de cadena de valor también permite identificar esta participación y fortalecerla. En

ese sentido, reviste especial interés para las empresas pequeñas y medianas esta identificación. Dichas empresas son actores clave para un desarrollo inclusivo y sostenible, para el aumento de la resiliencia económica y para la mejora de la cohesión social (OECD, 2019); además cumplen un papel significativo en la distribución del ingreso (Valdés & Sánchez, 2012).

Para la definición de las MiPyMEs en América Latina se utilizan principalmente dos criterios: conforme al tamaño de las unidades productivas: i) el número de personal empleado por cada empresa, y ii) el monto de las ventas (OCDE & CEPAL, 2013). De acuerdo con Dini y Stumpo (2020), el 99% de las empresas formales latinoamericanas son MiPyMEs y el 61% del empleo formal en la región es generado por empresas de ese tamaño. No obstante, de acuerdo con la misma fuente, la participación en el Producto Interno Bruto (PIB) regional de las MiPyMEs es tan solo el 25%, situación que contrasta con la de los países de la Unión Europea, donde esta cifra alcanza, en promedio, el 56%.

En el caso de México, para el año 2019 había 6.3 millones de establecimientos, de los cuales el 94.9% eran tamaño micro; 4.9% pequeños y medianos (PyMEs) y 0.2% grandes (INEGI, 2020). Las MiPyMEs contribuyen con el 52% del PIB y el 72% en la creación de empleos (Flores, García-López, y Olvera-Gómez, 2019). Debido a la contribución económica y social de dichas empresas, adquiere relevancia fortalecer su desempeño mediante su acceso a cadenas globales de valor.

Sin embargo, no basta con insertarse en una cadena global de valor, ya que todas las empresas están vinculadas entre sí mediante cadenas de producción, sino la calidad de la inserción. Esto porque la conexión de muchas empresas a la cadena de valor está limitada a operaciones sencillas, a actividades de trabajo poco calificado. Por tal razón, son de suma importancia las políticas territoriales que mejoren la inserción de las MiPyMEs a las cadenas de valor mediante el fomento a la producción y a las innovaciones en los sistemas productivos. Al fomentar la producción se aumenta el contenido local que a su vez impulsa la creación de una cadena de suministro nacional sólida y una fuerza laboral calificada (IRENA, 2014). Al fomentar las innovaciones en los sistemas productivos aumentarán la eficiencia productiva local y la competitividad en las redes de empresas. Las redes se establecen a partir de lo local, pero trascienden el territorio (Díaz & Ascoli, 2006).

2.3.2. Social

A través del análisis de cadena de valor se reconocen a los actores que participan en un sector particular, tal es el caso de la energía eólica en Oaxaca. Este mapeo de los actores, sus características y sus vínculos permite mejor el estudio de las oportunidades y limitaciones que enfrentan. Sabiendo que los actores no suelen ser un grupo homogéneo, el mapeo permite reconocer a aquellos con una posición estratégica, independientemente del lugar geográfico, capaces de ejercer cierto nivel de control sobre los procesos en la cadena de valor.

El análisis de gobernanza, descrito en la sección anterior y ampliamente planteado en los enfoques de sostenibilidad, permite entender el conjunto de procesos, y mecanismos a través de los cuales los actores, que no sólo económicos, sino sociales y políticos, influyen en las acciones y los resultados medioambientales. Dicho entendimiento permite generar las intervenciones dirigidas a cambiar los incentivos, conocimientos, instituciones, toma de decisiones y comportamientos relacionados con el medio (Lemos & Agrawal, 2006).

Otro aspecto importante en el análisis de la cadena de valor en el ámbito social y que debe orientar cualquier iniciativa de largo plazo como lo es una política industrial es la promoción de la participación de los actores y otras partes interesadas en un sector o industria. El análisis de la cadena de valor puede trabajar hacia diferentes objetivos de desarrollo, incluida la participación efectiva de ciertos actores en la cadena, la mejora de su desempeño, sus interacciones, la gestión general y la gobernanza de la cadena, y la mejora de su funcionamiento y competitividad (Vermeulen, Woodhill, Proctor, & Delnoye, 2008). La participación de diferentes grupos permite una comprensión compartida de los problemas y oportunidades a lo largo de toda la cadena de valor.

Los enfoques participativos de la cadena de valor incentivan la colaboración no sólo en la realización del diagnóstico para la comprensión compartida de los problemas, sino que permite encontrar las oportunidades de acción. Asimismo, en el monitoreo y la evaluación se incluyen las partes interesadas, involucrando a todos los participantes en el progreso, extrayendo lecciones y aplicándolas en políticas y prácticas futuras (Vermeulen, Woodhill, Proctor, & Delnoye, 2008). Estos ejercicios de participación generan procesos de

involucramiento continuo (Reid, 2016) entre las partes, tal como lo plantean Ciencias de la Sostenibilidad.

2.3.3. Ambiental

El aspecto ambiental se vuelve de vital importancia para cualquier iniciativa pública de largo plazo como lo es una política industrial. El análisis de la cadena de valor permite la adopción de estándares de sostenibilidad ambiental mediante la identificación de dos dimensiones (Bolwig, Ponte, & du Toit, 2008):

- 1) Procesos locales relacionados con el manejo y uso de los recursos naturales locales cuyo impacto se circunscribe principalmente al área de origen. Tal es el caso de impactos ambientales específicos y los problemas de gestión de recursos como la degradación de la biodiversidad, contaminación, uso de agua, etc.
- 2) Procesos globales que traspasan las fronteras regionales y del ecosistema y, por lo tanto, tienen impactos colaterales y deben gestionarse a una escala mucho mayor. Tal es el caso de impactos ambientales de alcance mundial como las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Aunque las dimensiones analíticas separan ambos procesos, lo cierto es que los impactos ambientales locales repercuten en los impactos globales y viceversa. Tal es el caso de problemáticas como el cambio climático.

Con el análisis de cadena de valor, el mapeo de la cadena de suministro permite ir más allá y describir las entradas y salidas y los procesos involucrados en la producción y el suministro del producto. Este ejercicio de mapeo puede mostrar los procesos necesarios para la producción de un producto y servir como una herramienta para comprender dónde se encuentran las oportunidades de mejora. La cadena de suministro de un producto puede incluir las siguientes actividades (Browne, 2005):

- Adquisición de materias primas: todas las actividades necesarias para extraer las materias primas y los insumos energéticos del medio ambiente
- Fabricación y procesamiento: todas las actividades necesarias para convertir la materia prima y los insumos energéticos en el producto requerido. Por lo general,

esto implica varias actividades que pueden tener lugar en la misma ubicación o en diferentes ubicaciones en la cadena de suministro.

- Transporte de mercancías: el envío de materias primas y productos entre el punto de producción, las ubicaciones de fabricación y procesamiento, las ubicaciones de almacenamiento, las ubicaciones de venta minorista, hasta el hogar del cliente final y durante el mantenimiento, la eliminación y el reciclaje mediante una variedad de modos de transporte.
- Uso y mantenimiento: utilización del producto durante su vida, incluido su servicio.
- Reciclaje / reutilización o gestión de residuos: una vez que el producto ha llegado al final de su vida útil, se puede reciclar o reparar para permitir su reutilización.

Tal como se describe, el análisis de la cadena de valor, desde la perspectiva ambiental, permite visualizar los inputs y output en términos ecológicos y con ello se pueden llevar a cabo medidas en toda la cadena o por eslabones. En todo caso, dependerá de cada cadena ubicar los impactos ambientales tanto locales como globales.

Conclusiones del capítulo

De las definiciones de política industrial presentadas (Bianchi & Labory, 2011; Peres & Primi, 2009; Chang, 1994; Reich, 1982; Pinder, 1982; Johnson, 1984; Landesmann, 1992) se destacan elementos claves para generar una definición que se ajuste a las necesidades de esta investigación. En ese sentido, la política industrial es el conjunto heterogéneo de estrategias e instrumentos de mediano y largo plazo, establecidas por los actores, destinados a favorecer caminos de desarrollo estratégicos.

En el abordaje teórico se ubicaron dos posturas contrapuestas desde la teoría económica. Por un lado, para la teoría ortodoxa o neoclásica, el desarrollo se asume como un proceso natural y automático gracias a la asignación eficiente de los recursos mediante los mecanismos de mercado; por tanto, niega toda posibilidad de intervención del Estado vía política industrial. Por otro lado, las teorías heterodoxas subrayan el papel fundamental de la intervención estatal en la política económica, específicamente como política industrial. El Estado puede orientar y conducir deliberadamente el desarrollo industrial de acuerdo con los objetivos y metas de una estrategia nacional de mediano y largo plazo y la participación

de actores concernidos (stake holders), tanto en la elaboración como en la aplicación de una política industrial.

Pese a que la discusión en torno a la intervención del Estado en la economía ha derivado en innumerables debates teóricos, la teoría de la política industrial se basa principalmente en tres enfoques heterodoxos: evolucionista, estructuralista y cadenas globales de valor. Dichos enfoques ofrecen argumentos de suma importancia para contribuir a una propuesta que se adapte a los requerimientos de esta investigación. Por ejemplo, la teoría evolucionista centra su contribución en la importancia de la construcción de capacidades tecnológicas y la innovación para fomentar círculos virtuosos que lleven al crecimiento económico. Por otro lado, las teorías neo y estructuralista reconocen las diferencias cualitativas entre los diferentes sectores y actividades productivas por lo que la acción del estado mediante sus instituciones es necesaria para promover la industrialización. Finalmente, la teoría de las cadenas globales de valor, mediante el análisis de eslabones permite conocer de mejor manera hacia dónde dirigir los esfuerzos del estado para mejorar la posición frente al mercado global.

La propuesta de incluir a los actores y partes interesadas en el proceso de construcción de una política de corte industrial legitima dichas iniciativas y mejora su enfoque de acción. Por tanto, tal como se plantea desde la Sostenibilidad, hay un *involucramiento continuo*, desde el diagnóstico hasta la puesta en marcha de estrategias y líneas de acción. La participación en los problemas de gestión de un sector sugiere necesariamente el análisis de impacto ambiental local y global.

En ese sentido, el análisis de la cadena de valor se acerca a los requerimientos de las Ciencias de la Sostenibilidad, recordando que abordan las interacciones entre los sistemas naturales y sociales, y cómo esas interacciones pueden satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras (Kates, 2011). Tal como se planteó en la Introducción de esta investigación un análisis desde el punto de vista de las Ciencias de la Sostenibilidad reconoce la gama amplia de perspectivas con respecto a lo que hace que el *conocimiento sea útil* tanto en la ciencia como en la sociedad (Lubchenco, 1998). Es decir, el análisis de la cadena de valor proporciona un campo de encuentro entre varias disciplinas y con ello se promueve un análisis transdisciplinario.

Capítulo III. Aspectos metodológicos

En esta investigación se realizó un primer diagnóstico situacional, donde se incluyeron tanto datos cuantitativos y cualitativos derivados de una primera estancia de investigación en la región de estudio. Dicha estancia de investigación se realizó en el municipio de Santo Domingo Tehuantepec de febrero a agosto del año 2017. Bajo la metodología de observación participante (Fernández, 2009), en esta estancia de investigación se pudo conocer, de primera mano, el contexto territorial y el estilo de vida en que se desarrollan los actores mediante entrevistas informales, observación directa, participación en actividades locales. La información recogida en campo de este primer diagnóstico situacional fue sistematizada y presentada en el Capítulo 1 de esta investigación.

Como resultado de este primer diagnóstico situacional se identificaron necesidades específicas en torno a la energía eólica en Oaxaca. A partir de esa identificación es que se propone a la política industrial como eje rector para alinear esfuerzos en torno a dichas necesidades y a la metodología de cadena de valor como herramienta de sistematización.

3.1. Metodología de cadena de valor

La metodología de cadena de valor (CV) ya ha sido utilizada en otras regiones y sectores. Por ejemplo, el *Centro de Cadenas de Valor Globales* de la Universidad Duke lleva a cabo investigaciones que abordan temas de desarrollo económico y social para gobiernos, fundaciones y organizaciones internacionales (Fernandez-Stark, Bamber, & Gereffi, “Inclusion of Small- and Medium-Sized Producers in High-Value Agro-Food Value Chains, 2012; Fernandez-Stark, Bamber, & Gereffi, 2012; Bamber, Fernandez-Stark, Gereffi, & Guinn, 2014). Así mismo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe ha llevado a cabo análisis de cadena de valor para diversas regiones de América Latina incluso en México (CEPAL, 2017, 2014, 2016). En el ámbito energético, la Secretaría de Energía también ha usado dicha metodología en sus análisis del sector (Próspectiva de talento del Sector Energía, 2016).

La metodología de la CEPAL se caracteriza por incluir herramientas participativas para el diagnóstico y la elaboración de estrategias mediante el diálogo con los actores principales. Por tanto, enriquece el diálogo, cuya importancia es clave para el desarrollo de una política

industrial dentro de la perspectiva de sustentabilidad. Otra característica de la metodología cepalina es que incentiva el desarrollo de capacidades locales estimulando encadenamientos productivos con las pequeñas y medianas empresas, y así propiciar la creación de empleos. La metodología apunta a impulsar el desarrollo económico, esto es, cerrar brechas estructurales mediante el apoyo a la ciencia, tecnología e innovación que permitan incrementar la competitividad, el aumento del valor agregado nacional.

Por tanto, la metodología propuesta por la CEPAL será la base de esta investigación y se usará como escala de análisis el territorio del estado de Oaxaca. En ese sentido, la metodología se muestra en la siguiente figura:



Fuente: Adaptación de Padilla y Odone (2016).

3.2. Etapas de la metodología de cadena de valor

3.2.1. Definición de meta-objetivos

De acuerdo con Padilla y Odone (2016), los meta-objetivos son los fines que se persiguen en materia de desarrollo y están alineados con las metas nacionales, regionales o locales. Por tanto, los meta-objetivos son una guía para un mediano y largo plazo. En ese sentido, para efectos de esta investigación, se tomaron como referencia los documentos rectores de la política pública a nivel estatal y a nivel federal, a saber, el Plan Estatal de Desarrollo (2016-2022 y 2022-2028) del Estado de Oaxaca y el Plan Nacional de Desarrollo (2018-2024). Mediante la revisión de dichos documentos se pudo ubicar los meta-objetivos que comparten entre ellos para coordinar ambos instrumentos para fines de esta investigación.

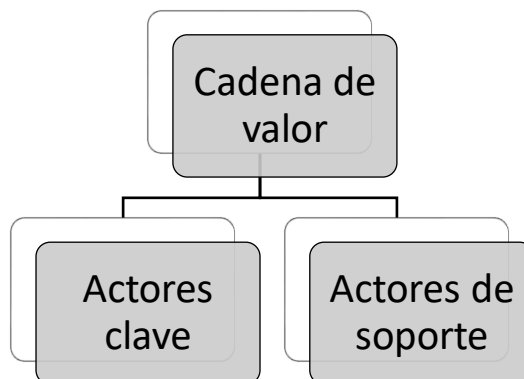
3.2.2. Selección de la cadena

En seguimiento a la metodología (Padilla & Odone, 2016), se seleccionó la cadena que tiene el potencial de impacto para lograr los meta-objetivos previamente establecidos. Por tanto, se consideraron los resultados obtenidos del diagnóstico situacional para hacer dicha selección de la cadena. En arreglo a la metodología, una vez seleccionada la cadena se

realizó un análisis de la literatura en torno a las cadenas de valor seleccionada en artículos y publicaciones científicas y de organismos internacionales para determinar su estructura.

Teniendo identificados los eslabones de la cadena se procedió a identificar los actores que los integran. Esto es los actores principales y las organizaciones de apoyo, tanto públicas como privadas (Ver *Figura 7*). Las organizaciones pueden agruparse en cinco: sector público; universidades y escuelas técnicas; centros de investigación; proveedores de servicios profesionales y especializados, y cámaras empresariales. Este grupo de organizaciones influye en la gobernanza de la cadena, ya que inciden en el sistema de coordinación, regulación y control que contribuye a la generación de valor agregado (Oddone & Padilla, 2016, pág. 52).

Figura 7. Mapeo de actores de la cadena



Para la ubicación de los actores de esta investigación se realizó la investigación tanto en trabajo de gabinete como en campo. En el primero se buscó información en fuentes oficiales del gobierno del estado (por ejemplo, Secretaría de Economía del Estado de Oaxaca, Dirección de Clústers, Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable, Consejo Oaxaqueño de Ciencia Tecnología e Innovación, etc.). Se recurrió asimismo a fuentes nacionales (como el Registro de Proveedores Nacionales de la Industria Energética del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, Secretaría de Energía, etc.), a páginas de internet de empresas y a eventos locales relacionados al sector energético. El resultado se describe en el Anexo 9 y Anexo 10 de esta investigación.

Para la investigación en campo se realizaron tres estancias de investigación, tal como se describe a continuación:

Lugar	Periodo	Actividades
Universidad del Istmo (UNISTMO)	Tehuantepec, Oaxaca Febrero a agosto 2017	Contacto con los actores de la región tanto de la academia, autoridades locales, empresas y comunidades Visitas a parques eólicos
Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)	Cuernavaca, Morelos Septiembre a noviembre 2019	Contacto con investigadores de la Gerencia de Energías Renovables Contacto con personal del Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CEMIE Eólico)
Clúster de Energía Oaxaca	Oaxaca, Oaxaca Enero a marzo 2020 ⁹	Contacto con empresas y autoridades estatales

Para el contacto con los actores se utilizó la técnica de *bola de nieve* (Goodman, 1961) en la que, mediante la asistencia a coloquios y conferencias locales de temas relacionados, se identificaron a las primeras personas que fueron entrevistadas. Posteriormente, a través de dichas personas se lograron otros contactos. Con esta técnica se pudo entablar trato con algunos actores de difícil acceso para participar en esta investigación.

Los Actores Clave entrevistados, así como la fecha de la entrevista realizada se enlistan a continuación:

Empresa	Fechas de entrevista
Sunny Chepill S.A. de C.V.	Febrero 2020
Eólicos del Istmo, S.A. de C.V.	
Ingeniería Eléctrica y Proyectos Sustentables (IEPSA)	
Pedro Narváez Castañeda	
Eólicos del Istmo, S.A. de C.V.	Marzo 2020
Proyectos y Construcciones en Obras Electromecánicas Civil y Gas, S.A de C.V.	
Columb Energy S.A. De C.V.	
Ángel Cervantes	
Enalto Solar Oaxaca (Energías Alternativas Limpias De Oaxaca S.A. de C.V.)	Septiembre 2020
Hv Energías Sustentables De México, S.A. De C.V. (ENSUMEX)	
Rocainteg S.A. de C.V.	Octubre 2020
Ingeniería Construcción & Proveedora S.A. de C.V.	

⁹ Derivado de la pandemia del Covid-19, la estancia de investigación programada para seis meses, a partir de enero de 2020, se detuvo hasta marzo del mismo año. No obstante, el trabajo en campo se llevó a cabo de manera virtual mediante entrevistas a los actores.

Las entrevistas a los Actores de Soporte de la cadena se dividieron en tres grupos, a saber, investigación y desarrollo tecnológico, educación y sector público. A continuación se describen a los actores entrevistados:

Investigación y desarrollo tecnológico

Institución	Personas entrevistadas	Fecha
Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (Cemie Eólico)	Dr. Jorge M. Huacuz Villamar	Octubre 2019
	Ing. Raúl González	Septiembre 2019
	Ing. Fortino Mejía	Octubre 2019
	Ing. Marco Antonio Borja Díaz	Noviembre 2019
Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)	Ing. Jaime Agredano Diaz Gerente de Energías Renovables	Septiembre 2019
	Ing. Esmeralda Pita, Investigadora	Octubre 2019
	Ing. Ubaldo Miranda Miranda	Septiembre 2019
	Dr. Jaime Lagunas	Octubre 2019

Educación

Institución	Personas entrevistadas	Fecha
Instituto de Energías Renovables (IER-UNAM)	Dr. Jorge Islas Samperio	Septiembre 2019
Universidad del Istmo (UNISTMO)	Dr. Miguel Ángel Hernández López	Agosto 2017
	Dr. Eduardo Campos Mercado	Febrero 2017
	Dr. Edwin Román Hernández	Abril 2017
	Dra. Alma Cosette Guadarrama Muñoz	Junio 2017
Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO)	Mtro. Fidencio Julián Luna	Marzo 2017

Sector público

Institución	Personas entrevistadas	Fecha
Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico	Lic. Sinaí Casillas Cano	Octubre 2016
Clúster de Energía Oaxaca	Mtro. Luis Calderón	Noviembre 2016 Febrero 2020
Secretaría del Medio Ambiente,	Mtro. Héctor Hernández García	Febrero 2020

Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDESOS)	Lic. Joel Pérez	Marzo 2020
--	-----------------	------------

3.2.3. Diagnóstico de la situación de la cadena

Para el diagnóstico de la cadena se realizaron diversos niveles de análisis (Ver *Tabla 7*), tanto el contexto nacional e internacional; el marco jurídico; la gobernanza de la cadena; las capacidades institucionales locales, el contexto económico (Barreiro, 2000), etc., todo esto para conocer las restricciones o áreas de oportunidad sistémicas (que afectan a toda la cadena) o por eslabón.

Tabla 7. Nivel de análisis de la cadena de valor

Contexto nacional e internacional	Económico	Marco jurídico
Tendencias y regulaciones globales, nacionales	Producción, distribución territorial, empleo, comercio internacional, inversión	Dimensiones normativas, jurídicas, políticas, sociales, económico-financiera y científico-tecnológica
Factores político-sociales nacionales e internacionales	Demanda, producto(s) y precios Oferta, competidores, clientes	
Gobernanza	Conocimiento, ciencia, tecnología e innovación	Medio Ambiente
Relaciones de poder y vínculos entre los eslabones	Estándares y certificaciones	Impacto ambiental
Circulación de la información	Generación y fuentes de Conocimiento	Sostenibilidad y adaptaciones frente al cambio climático
Apropiación del valor agregado		

Fuente: Cuadro adaptado de Oddone & Padilla, 2016.

Para la elaboración del diagnóstico, igualmente se realizó trabajo de gabinete y de campo. En el primero se hizo una recopilación de información existente a partir de una búsqueda bibliográfica y en internet (estadísticas, estudios, etcétera) de fuentes oficiales de información de diversas dependencias nacionales y estatales, así como de organizaciones internacionales; se consultaron estudios y artículos científicos y de divulgación. Se solicitó a instituciones gubernamentales o grupos de interés información relacionados con la cadena.

En cuanto al trabajo de campo también se realizaron visitas de campo a los municipios de Asunción Ixtaltepec, Ciudad Ixtepec en el año 2018 y a Juchitán y Salina Cruz en el año 2019. Entre septiembre y noviembre del año 2019 se realizó una segunda estancia de investigación en el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL) en donde se ubica el Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (CeMIE-Eólico). Finalmente, en los meses de enero a marzo del año 2020 se realizó una estancia de investigación en la Ciudad de Oaxaca para establecer contacto con el Clúster de Energía. No obstante, dicha estancia de investigación fue interrumpida debido a la pandemia de Covid-19.

Para la realización de las entrevistas se utilizó el guion propuesto en la metodología de cadena de valor (Padilla & Odone, 2016) y se adecuó a las necesidades de la cadena de esta investigación (Ver Anexo 2). Las entrevistas realizadas fueron enfocadas a que los mismos actores realizaran un diagnóstico de la situación que guarda la energía eólica en el Estado, áreas de oportunidad y propuestas. Sin embargo, las entrevistas no se limitaron a dicho guion, ya que se buscó tener un diálogo más abierto con los actores. Además, derivado de las estancias y visitas, el trabajo de campo también contó con información recabada en encuentros casuales con los agentes clave, conversaciones informales y asistencia a reuniones y eventos de interés (como congresos y simposios donde se abordó la temática eólica) y observación directa.

Una vez obtenidos los insumos necesarios, se sistematizó la información tanto de campo como de gabinete mediante un análisis FODA (Ver *Tabla 8*). Este ejercicio tiene por objetivo distinguir las restricciones y áreas de oportunidad de la cadena.

Tabla 8. Análisis FODA de la cadena

Fortalezas	Oportunidades
Capacidades distintivas de la cadena que le dan ventajas/ competitividad frente a Competidores	Factores positivos, favorables y explotables
Posibilidad de ser incrementadas	Posibilidad de ser aprovechadas
Debilidades	Amenazas
Posición desfavorable ante la competencia	Atentan contra la permanencia competitiva de la cadena (factores económicos, sociales, tecnológicos,
Carencia de recursos, falta de habilidades,	

deficiencia en actividades	políticos)
Posibilidad de ser disminuidas	Posibilidad de ser neutralizadas

Fuente: Oddone & Padilla, 2016

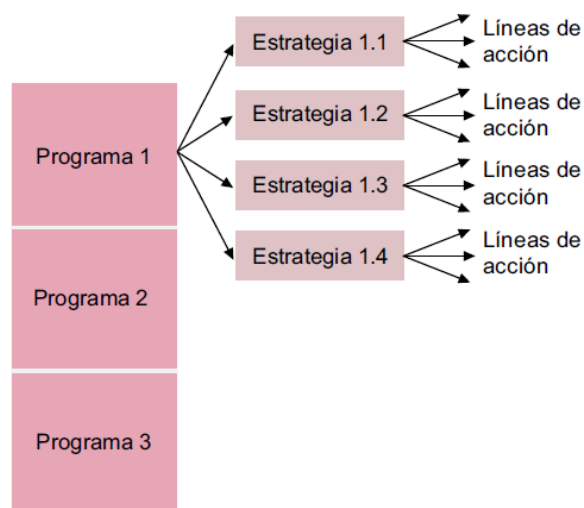
3.2.4. Análisis de las buenas prácticas

Siguiendo la metodología (Padilla & Odone, 2016), se analizaron las prácticas realizadas en otras experiencias similares. Éstas proporcionaron un referente para determinar la distancia que separa la cadena de valor de estudio con cadenas similares en otros países, así como lecciones para la elaboración de las estrategias.

3.2.5. Elaboración de estrategias para superar las restricciones

Con los insumos adquiridos en los pasos previos se elaboraron líneas estratégicas específicas a nivel estatal para atender las restricciones identificadas. Las estrategias constituyeron las propuestas para resolver las restricciones observadas en la cadena de valor y poder alcanzar los meta-objetivos planteados al inicio del proceso. Las estrategias se organizaron por Programas, para su sistematización, y en Líneas de acción, que son los elementos de intervención planificada y sistematizada (Ver *Figura 8*). Las líneas de acción materializan y puntualizan las actividades que deben llevarse a cabo para el cumplimiento de las estrategias.

Figura 8. Proceso de elaboración de estrategias



Fuente: (Padilla & Odone, 2016)

3.2.6. Documento final

Los resultados de este análisis, así como las estrategias propuestas fueron compartidos con los actores participantes como contribución al apoyo prestado para la elaboración de este documento. Además, dichos resultados fueron entregados a las autoridades del gobierno de Oaxaca para su consideración y, para fines de esta investigación, se encuentran ampliamente descrito en el capítulo siguiente.

Capítulo IV: Propuesta de Política industrial sustentable en energía eólica para el Estado de Oaxaca, México

Análisis del territorio

Oaxaca tiene una superficie de 9,379.33 millones de hectáreas, equivalentes a 4.8% de la superficie nacional, siendo el quinto Estado con mayor extensión territorial (Ver *Figura 9*). Además, es la entidad federativa que tiene el mayor número de municipios (570) en ocho regiones: Cañada, Costa, Papaloapan, Valles Centrales, Istmo, Mixteca, Sierra Norte y Sierra Sur. El principal uso del suelo es forestal (53%), le siguen el uso pecuario (25%) y el agrícola (16%) (INEGI, 2010).

Figura 9. Estado de Oaxaca



Fuente: INEGI

El estado de Oaxaca para 2020 cuenta con una población total de 4.1 millones de habitantes establecidos principalmente en cinco zonas metropolitanas: Oaxaca de Juárez, Tehuantepec, Tuxtepec, Juchitán y Santa Cruz Xoxocotlán (INEGI, 2020). La distribución de la población se encuentra altamente dispersa, ya que el 51.3% del total vive en localidades menores a 2,500 habitantes. Oaxaca presenta la mayor concentración de población indígena a nivel nacional con el 34% de su población total. Entre sus habitantes

se encuentran 18 comunidades autóctonas¹⁰, de las 65 que hay en México, que en conjunto superan el millón de habitantes –alrededor del 34.2% total- distribuidos en 2,563 localidades (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2017).

4.1. Definición de meta-objetivos

Para la definición de los meta-objetivos se dispuso del Plan Estatal de Desarrollo (PED) (2016-2022 y 2022-2028) en Oaxaca. Con arreglo a dicho Planes, se definieron los meta-objetivos siguientes:

1. *Impulsar un desarrollo económico del estado de Oaxaca (2022, pág.123)*
2. *Fortalecer la incorporación de las MiPyMEs y emprendedores oaxaqueños en cadenas productivas generadoras de valor a través de la inversión y la innovación (2017, pág. 143)*
3. *Impulsar la asociatividad entre los actores que intervienen en las diferentes fases de la cadena de valor (2017, pág. 125) para mejorar los niveles de generación y captura del valor agredo en los eslabones de la cadena.*
4. *Mejorar las condiciones de inversión y crecimiento en el estado de Oaxaca (2022, pág.125).*

Cabe resaltar que dichos objetivos están en sintonía con el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024). Tal es el caso del Eje transversal “Territorio y Desarrollo Sostenible” que señala la incorporación de una participación justa y equitativa de los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales mediante opciones de política pública (Gobierno Federal, 2019). Así mismo, dicho Eje establece que se deberá “favorecer el uso de tecnologías bajas en carbono y fuentes de generación de energía renovable; la reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera, el suelo y el agua, así como la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales” (pág. 38).

4.2. Selección de la cadena

De acuerdo con los meta-objetivos y al contexto internacional, nacional y estatal, la cadena seleccionada es la de energía eólica (Ver Anexo 3). Esta tiene el potencial de contribuir al desarrollo mediante la generación de empleo, la incorporación de tecnologías de punta y la

¹⁰ Estas 18 comunidades son: mixtecos, zapotecos, triquis, mixes, chatinos, chinantecos, huaves, mazatecos, amuzgos, nahuas, zoques, chontales de Oaxaca, cuicatecos, ixcatecos, chocholtecos, tacuates, afro mestizos de la costa chica y en menor medida tzotziles.

inserción de Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) (Morillo, 2005). Cabe resaltar que, como se analizó en el Capítulo I de esta investigación, la energía eólica ya está instalada en el estado de Oaxaca desde hace años debido a su gran potencial; sin embargo, no se han tenido los resultados socioeconómicos esperados. Al incorporar a la energía eólica a la economía local, además de contribuir a los objetivos a nivel nacional e internacional de mitigación de emisiones, también se abonará a la aceptación social de fuentes renovables y a convertirse en una fuente dinamizadora desarrollo. Todo ello en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

La cadena de valor eólica

La energía eólica, para efectos de esta investigación se considerará sólo a la energía de gran potencia, es decir mayor a 600 kw¹¹. Sin embargo la mediana y pequeña potencia también se están desarrollando actualmente¹². Siendo así, la cadena de valor de energía eólica, para propósito de esta investigación, y de acuerdo con INECC & SEMARNAT, 2016; IRENA, 2014 y SENER, 2016, está conformada por cinco eslabones como se muestra a continuación:

Figura 10. Cadena de valor de energía eólica



¹¹ La pequeña potencia se refiere a instalaciones mejores de 100kW, mediana potencia hasta 600kW y gran potencia de 600 kW en adelante.

¹² El CEMIE Eólico está llevando a cabo proyectos de pequeña escala. Así lo demuestra el Proyecto P07: Integración y consolidación de capacidades nacionales para el desarrollo de pequeños aerogeneradores; P08: Diseño y construcción de un aerogenerador experimental con capacidad menor que 5 kW; el P09: Desarrollo de aspas para pequeños aerogeneradores (Hasta 50 kW); P19. Diseño y evaluación de sistemas de control para aerogeneradores de pequeña escala enfocados a confiabilidad y seguridad (CEMIE Eólico, 2019).

Fuente: Figura adaptada de SENER, 2016; INECC & Semarnat, 2016; IRENA, 2014.

El primer eslabón se refiere a todas las actividades involucradas en el análisis inicial de un proyecto eólico que permite determinar su viabilidad, incluyendo la evaluación del potencial energético, la selección del emplazamiento o ubicación, el posible impacto social y sobre el medio ambiente, así como la obtención de los permisos necesarios para la construcción y operación de proyectos eólicos (Ver Anexo 4). El segundo eslabón se refiere a todas las actividades relacionadas con la fabricación de los elementos estructurales de la industria eólica (Ver Anexo 5) y la implementación de la tecnología (SENER, 2016).

El tercer eslabón incluye a todas las actividades relacionadas con la instalación y la construcción de un proyecto eólico, esto es, desarrollo de ingeniería, de obra civil, ensamblaje, infraestructura eléctrica e interconexión a la red, entre otras actividades (SENER, 2017) (Ver Anexo 6). El cuarto incluye todos los servicios para el óptimo funcionamiento del proyecto como inspecciones y mantenimiento tanto predictivo como correctivo (SENER, 2016) (Ver Anexo 7). El quinto se refiere a la disposición final de los materiales utilizados al término del proyecto (Ver Anexo 8). Este último eslabón es muy importante porque muchas veces no es considerado dentro del análisis de cadena de valor sino en estudios como análisis de ciclo de vida (Vargas, Zenón, & Oswald, 2015; Pehlken & Zimmermann, 2012).

Además, se incluyen peldaños de soporte de la cadena donde se incluyen a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I + DT), educación y sector público. El primero de ellos es crucial porque, mientras mayores sean la complejidad y la intensidad en el uso de conocimientos especializados, mayor es la captura de valor agregado condición necesaria para una transformación efectiva (Padilla & Oddone, 2017). Si bien es cierto que apostar por la I + DT puede dar resultados limitados iniciales e implica una inversión a largo plazo, tal como se plantea en la teoría evolucionista, a medida que madura, puede aportar un valor agregado sustancial, por ejemplo, mediante patentes y sus resultantes de comercialización mediante la concesión de licencias.

Otro peldaño de soporte, relacionado al primero, es el de educación para la formación de capacidades humanas en la industria eólica. La educación y la capacitación son decisivos

para desarrollar las habilidades necesarias para garantizar el despliegue exitoso de las energías renovables. En el área eólica para el desarrollo de capacidades se requiere conocimiento calificado y certificado.

Por último, se incluye el peldaño del sector público referente a todas las actividades que encausan las acciones gubernamentales tanto nacionales como estatales de la energía eólica. Dichas actividades contemplan, por ejemplo, la formulación de políticas, marcos normativos y programas para impulsar el despliegue de energía renovable. Así mismo, dicho peldaño involucra partidas presupuestarias, estímulos a la inversión y la construcción de la infraestructura requerida.

De acuerdo con la metodología, se seleccionó como núcleo de la cadena al eslabón de *Operación y Mantenimiento (O&M)*. Esta selección se derivó de las características y condiciones de la energía eólica en Oaxaca. A diferencia de los otros eslabones de la cadena, cuyas actividades son temporales, en el eslabón de O&M se encuentran actividades a largo plazo que ofrecen oportunidades para la creación de valor interno, independientemente de las capacidades locales de fabricación de tecnología de energía renovable de un país (INECC & Semarnat, 2016).

Además, es el eslabón que tiene el potencial de dar entrada a las pequeñas y medianas empresas de la región en el sector y su multiplicidad de funciones permite la diversificación de tareas y requerimiento de personal. En ese sentido, este eslabón daría entrada a los actores locales a posicionarse de mejor manera en cadena de valor, como punto inicial de una política industrial para que, a largo plazo, las capacidades locales puedan incursionar en todos los eslabones.

Los trabajos en este eslabón de operación y el mantenimiento requieren de conocimiento especializado como lo son los movimientos de cargas pesadas, manejo de grúas de gran tonelaje, control y precisión en elevación de estructuras. También se incluyen en este eslabón trabajos de altura mayores a 50m y la gestión de recursos como materiales, herramientas, transporte, etc., en espacios reducidos. El personal local puede integrarse en los procesos de operación y mantenimiento desde una etapa temprana de desarrollo, pero se necesita un horizonte de tiempo mayor para que surjan empresas especializadas localmente.

Los desarrolladores de parques eólicos se proveen de una garantía de entre 5 a 10 años (según el contrato específico), que incluye el mantenimiento. Una vez que caduca la garantía, se pueden contratar empresas independientes para servicios de mantenimiento. Las horas de inactividad no productivas, que se refieren a tiempos de mal funcionamiento o inactividad de la planta, son extremadamente costosas para el operador de la planta; por lo tanto, el trabajo de Operación y Mantenimiento (O&M) de buena calidad es crucial (IRENA, 2014).

Actores

Para esta investigación solamente se tomaron en cuenta a los actores cuya actividad se circunscribe al estado de Oaxaca¹³. No obstante, es importante señalar que algunos actores no necesariamente se ubican en la entidad, sino que operan en otros lugares. Tal es el caso de entidades gubernamentales federales que administran desde la Ciudad de México. Así mismo ocurre con empresas que, pese a su gran participación en la región, operan desde el centro del país o incluso, en el extranjero, principalmente en Estados Unidos y España.

En el caso de las empresas que operan en el sector eólico en Oaxaca, en la *Tabla 9* se visualiza su posición en la cadena de valor de acuerdo con los eslabones de Planeación, Manufactura, Construcción, Operación y Mantenimiento (O&M) y Disposición Final. Como se muestra en la misma *Tabla*, muchos de los actores se posicionan en varios eslabones de acuerdo a las actividades que realizan. Si bien es cierto, hay cierta experiencia interna en el eslabón de O&M debido a que hay empresas locales que incursionan en dicho eslabón, los actores manifestaron que su actuación es mínima. Por tanto, es necesario mejorar su participación en la cadena iniciando por dicho eslabón para estimular el despliegue de una industria propia.

¹³ Para un estudio de las empresas que operan a escala nacional, revisar *Estudios de Cadenas de Valor de Tecnologías Seleccionadas Para Apoyar la Toma de Decisiones en Materia de Mitigación en el Sector de Generación Eléctrica y Contribuir al Desarrollo de Tecnologías, 2016* (INECC & Semamat, 2016).

Tabla 9. Empresas que participan en la cadena de valor eólica en el estado de Oaxaca

Empresa	País	Planeación	Manufactura	Construcción	O & M	Disposición final
Abengoa	España					
Acciona	España					
Arcosa Industrias de México, S. de R.L. de C.V	México					
Asociación Oaxaqueña de Constructores de Instalaciones Eléctricas y Conexos A.C (AOCIEC)	México					
Bremicc Ingeniería Comercio y Construcción SA de CV	México					
CAR Comercializadora S.A DE C.V.						
Carlos Osorio Moreno	México					
CISA Energía (Cableados Industriales S. A de C. V.)	México					
Climatik	México					
Comexhidro	México					
Comisión Federal de Electricidad	México					
Conversa Creativa S.C.	México					
Corporativo Salso de C.V. S.A.	México					
CroLux Ambientes, Luz y Color	México					
Demex (Desarrollos Eólicos Mexicanos) es la filial mexicana de Renovalia Reserve	México					
Dynamik Kontroll	EEUU					
EB Soluciones Energéticas	México					
EDF (Electricite de France)	Francia					
Eléctrica Mexicana De Antequera S.A. De C.V.	México					
Enel Green Power	Italia					
Energía Renovable del Istmo	México					
Energreen Power	México					
Enertech Fabricaciones	México					
Eoliatec del Istmo (EDF)	México					
Eoliatec del Pacífico	México					
Energía Eólica del Sur S.A.P.I. De C.V	México					
EYRA (Energías y Recursos Ambientales)	México					
Fuerza Eólica del Istmo, S. A. de C. V	México					
Gamesa	España					
Gas Natural Fenosa	España					
GE (Alstom)	EEUU					
Golwind	China					
Iberdrola	España					
lenova filial de Sempra Energy	México					
Ingeniería Construcción y Provedora S.A. de C.V.	México					
Ingeniería Aplicada Y Construcciones En Media Tensión S.A	México					
Industrias Peñoles	México					
Jesús Eusebio Jarquín Bautista	México					
Miguel Ángel Hernández Sánchez	México					
Obras Administración y Servicios Elementales SA DE CV	México					
Omar Altamirano García (SIDE)	México					
Parques Ecológicos de México, S. A. de C. V.	México					
Pedro Javier Narváez Castañeda	México					
Peñoles (Parque Fuerza Eólica del Istmo)	México					
Postensa	México					
Potencia Industrial	México					
Preneal	España					
Rogers Yiovany Domínguez Martínez	México					
Romasa. Cementos, Acero Y Acabados Roma Sa De Cv	México					
Román Cervantes Madrid	México					
Sectrol DPH	México					
Siemens	Alemania					
Soluciones Integrales TorBa S.A de C .V	México					
Sunny Chepill S.A de C.V.	México					
Trinity Industries	México					
Unión Fenosa	España					
Vestas	Dinamarca					
Zuma Energía	México					

Fuente: INECC & Semarnat, 2016; páginas oficiales de empresas y trabajo de campo

En las actividades de Soporte se identificaron los siguientes actores:

Tabla 10. Actores de soporte de Investigación y desarrollo tecnológico y formación de capacidades humanas (educación)

Cemie Eólico Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica
INEEL Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
IER-UNAM Instituto de Energías Renovables
UNISTMO Universidad del Istmo
UTVCO Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca
ITVE Instituto Tecnológico del Valle de ETLA
ITISTMO Instituto Tecnológico del Istmo
ITSAL Instituto Tecnológico de Salina Cruz
CIESAS Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (Unidad Pacífico Sur)

Tabla 11. Actores del sector público

SE: Secretaría de Desarrollo Económico de Oaxaca
Clúster de Energía Oaxaca
Secretaría del Medio Ambiente, Biodiversidad, Energías y Sostenibilidad
COCITEI: Consejo Oaxaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación
ICAPET Instituto de Capacitación y Productividad para el Trabajo del estado de Oaxaca
IEEPO: Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca
AMDEE: Asociación Mexicana de Energía Eólica
SENER: Secretaría de Energía
CFE: Comisión Federal de Electricidad

Para conocer la importancia de los actores de Soporte de la cadena, en el Anexo 9 hace una breve descripción de estos.

Las siguientes secciones de este Capítulo tienen por objetivo identificar las dificultades o problemas dentro de la cadena para el desarrollo de una industria eólica local. Cada una de las secciones representa un plano de análisis, a saber: contexto internacional, nacional y regional de la energía eólica; económico; marco jurídico y regulatorio; ciencia, tecnología e

innovación; gobernanza y medio ambiente. Dichas secciones tienen insumos tanto del trabajo de gabinete como de campo.

4.3. Diagnóstico

4.3.1. Contexto internacional, nacional y regional de la energía eólica

Internacional

El primer parque eólico comercial comenzó a generar electricidad en Crotched Mountain en Southwest New Hampshire (Estados Unidos) a fines de 1980, iniciando la industria eólica moderna. Poco tiempo después iniciaron los mercados alemán y danés seguidos por España. La década de 1990 siguió con un rápido crecimiento liderado por Alemania incluyendo a otros países europeos como Italia, Países Bajos, Reino Unido y Suecia. También se dieron los primeros movimientos de los mercados en China, Japón, Canadá y Australia. A mediados de la década de 2000, Canadá y Portugal habían ingresado en los 10 mercados principales.

China emergió como líder del mercado global después de la introducción de la Ley de Energía Renovable en 2005. A principios de la década de 2010, surgieron nuevos mercados en Brasil, México y Sudáfrica, así como en Egipto, Marruecos, Chile y una gran cantidad de mercados más pequeños en Europa, especialmente Turquía y Polonia y prácticamente en todas las regiones. Actualmente se tienen operaciones comerciales de energía eólica en más de 90 países en todo el mundo, nueve de ellos con más de 10,000 MW y treinta con más de 1,000 MW en Europa, Asia, América del Norte, América Latina y África (Global Wind Energy Council, 2018).

El 2019 fue el segundo año más grande en la historia del sector eólico con instalaciones de 60.4 GW, cercano al año de 2015 (63.8 GW). Los 60,4 GW de nuevas instalaciones aumentan la capacidad acumulada global de energía eólica hasta 651 GW. China y Estados Unidos siguen siendo el mercado más grande del mundo y, en conjunto, representaron más del 60 por ciento de las nuevas incorporaciones de capacidad (Global Wind Energy Council, 2020).

Restricciones u obstáculos detectados

De acuerdo con York & Bell (2019), la evidencia de las tendencias contemporáneas en la producción de energía sugiere que las fuentes de energía renovables no están reemplazando a los combustibles fósiles, sino que más bien están expandiendo la cantidad total de energía que se produce. Por tanto, es engañoso caracterizar este crecimiento de la energía renovable como una “transición” y que hacerlo podría inhibir la implementación de políticas significativas destinadas a reducir el uso de combustibles fósiles.

Nacional

En el año 2013 se llevó a cabo la llamada Reforma Energética donde se amplió la participación privada en el sector eléctrico. Para el sector eléctrico se adjudicaron proyectos de energías limpias a particulares mediante subastas. En ese sentido, se llevaron a cabo tres Subastas Eléctricas en los años 2015, 2016 y 2017 para producir energía renovable a partir del año 2018, 2019 y 2020, respectivamente. Estas subastas abrieron el mercado eléctrico mediante contratos de largo plazo para la compraventa de potencia, energía eléctrica acumulable y certificados de energías limpias a lo largo del país.

No obstante, con el cambio de administración federal se modificó el rumbo de estas iniciativas. De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) vigente, la actual administración (2019-2024) “marca el fin de los planes neoliberales y el inicio de una reorientación profunda y general del rumbo nacional” (pág. 7). Por tanto, el Estado mexicano volverá a “planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas” (pág. 6).

En el PND vigente, bajo el eje de *Territorio y desarrollo sostenible*, se busca promover acciones de planeación de carácter regional, estatal, metropolitano, municipal y comunitario. En este orden de ideas, el Programa Regional para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec contempla unir a los océanos Pacífico y Atlántico mediante la rehabilitación de las vías del Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec (FIT) para carga y pasajeros, la ampliación de la carretera Salina Cruz-Coatzacoalcos, el tramo Acayucan y Matías Romero, la ampliación y modernización de los puertos de Salina Cruz y Coatzacoalcos y las refinerías de Salina Cruz y Minatitlán. El objetivo es potenciar la integración logística

del Istmo y disminuir los costos de transporte, fundamental para el desarrollo regional integral (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2019).

En el sector energético, la actual administración expresa, en el PRODESEN 2019-2033, la importancia de las energías limpias para aumentar la generación eléctrica y cumplir con los compromisos internacionales con relación al cambio climático y reducción de emisiones. Sin embargo, considera que el anterior esquema creó un desorden y desequilibrios para la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) que generaron pérdidas para la CFE (Gobierno Federal, 2019, pág. 165).

Restricciones u obstáculos detectados

Debido al cambio de administración, el avance de las energías limpias a nivel nacional actualmente ha cambiado. La nueva política energética del gobierno en turno ha priorizado la soberanía energética a través de Pemex y CFE. De acuerdo con el PRODESEN (SENER, 2019) en cuanto a proyectos de energías limpias, prácticamente no se impulsarán en los primeros años de gobierno tal como se muestra en la *Tabla 12*. No obstante, de acuerdo con la actual política energética, dichos proyectos estarán sujetos a los estudios técnico-económicos, a la capacidad de generación de recursos propios y al financiamiento de la propia empresa (SENER, 2019).

Tabla 12. Proyectos renovables propuestos por CFE

Proyecto de generación	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
Sureste I Fase I					105			105
Sureste II y III						600		600
Sureste IV y V						600		600
FV Cerro Prieto II					150			150
FV Villita					62			62
FV Central					250	200		450
FV Costa de Jalisco y Nayarit						340		340
FV Guadalajara						250		250
Subtotal					567	1990		2557

Fuente: PRODESEN (SENER, 2019).

Estatal

El gobierno del estado de Oaxaca puso en marcha una iniciativa de Clúster para cada sector que considera estratégicos. El objetivo de la Política de Clúster del Estado era impulsar la competitividad y productividad de estos sectores potenciales por medio de esquemas de asociatividad y de cooperación entre empresas, productores y centros de investigación de toda la cadena de valor (Gobierno del Estado de Oaxaca, 2018). El Clúster de Energía se formalizó el 16 de febrero del 2018 y está integrado por 19 empresas y una institución educativa estableciéndose en el centro del Estado. Las líneas de acción establecidas por los miembros del clúster son:

Tabla 13. Líneas de acción del Clúster de Energía

1. Fabricación	5. Innovación
2. Instalación	6. Certificaciones
3. Comercialización	7. Normatividad
4. Equipamiento	8. Sistema de emprendimiento

Fuente: Clúster de Energía (2018)

Restricciones u obstáculos detectados

El Clúster de Energía de Oaxaca está integrado en su mayoría por empresas solares, que ya eran parte de la Asociación Nacional de Energía Solar AC (ANES). De acuerdo con el trabajo de campo, muchos actores eólicos se sumaron o quisieron sumarse en su momento, pero consideran que el Clúster es más solar por lo que no ven cabida a sus intereses. Además, la distancia entre el clúster de Energía, que se ubica en el centro del Estado, y la zona del istmo, donde se ha desarrollado la energía eólica, dificulta la comunicación entre los actores para la realización de trabajos de colaboración y actividades en conjunto. Otros actores reconocieron que el Clúster es más de carácter político que técnico y “en Oaxaca sabemos que aquí en la política como puede funcionar, como puede ser también un freno”. “En nuestra experiencia, la política nos ha dado varias veces al traste”.

De acuerdo con los actores entrevistados, los proyectos energéticos a gran escala como centrales eólicas han perdido fuerza en el Estado por los conflictos sociales suscitados. En

su perspectiva, los desarrolladores prefieren irse a estados donde la población indígena sea mínima o inexistente para evitar *trámites* como la Consulta que podría llevar mucho tiempo. Además, de acuerdo con el trabajo de campo, la percepción de los actores es que cuando se habla de Oaxaca se piensa en la energía eólica pero sólo es negocio para las grandes empresas que son las que se han instalado en el Istmo. Sin embargo, en la energía solar consideran que hay más oportunidades para las empresas medianas y pequeñas.

En ese contexto, el gobierno en turno anunció en 2018 la firma del contrato entre el ejido San Pedro Comitancillo y la empresa Tecnologías en Materiales Compuestos (Temaco) para la instalación de una fábrica de aspas y derivados de fibra de vidrio sobre 10 hectáreas de dicha comunidad. La producción contemplada sería para los parques eólicos de la región del istmo. Sin embargo, dicha acción generó tensión social y manifestaciones en contra. Los argumentos de dicha oposición fueron la falta del consentimiento de los ejidatarios de los pueblos binnizá (zapoteca) e ikoots (huave) sin consulta previa y que el lugar seleccionado para dicho proyecto tiene un estatus de “reserva natural” ante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

4.3.2. Marco jurídico y regulatorio

El andamiaje normativo que enmarca las acciones para impulsar a las energías limpias, entre ellas la energía eólica en México, se traduce en programas y políticas en diferentes niveles.

Nacional

El marco legal que define la regulación y organización del sector energético está establecido en los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). La reforma a Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) de 1992 permitió la participación privada en las actividades de generación de energía eléctrica mediante diversos esquemas que se muestran a continuación:

Tabla 14. Esquemas de generación de energía eléctrica

Esquema	Descripción
Autoabastecimiento	Generación de energía eléctrica destinada al consumo de personas físicas y morales.

Cogeneración	Aprovechamiento de la energía térmica no utilizada en los procesos (vapor), para generar electricidad de forma directa o indirecta.
Productor Independiente de Energía	Generación de energía eléctrica en centrales de capacidad mayor a los 30 MW, destinada exclusivamente para su venta a la CFE, quedando ésta legalmente obligada a adquirirla en los términos y condiciones económicas que se convengan, o a la exportación.
Pequeña Producción	Personas físicas y morales que destinen el total de la energía generada para su venta a la CFE (la capacidad del proyecto no deberá ser mayor a 30 MW); el autoabastecimiento de comunidades rurales donde no exista servicio de energía eléctrica (los proyectos no excederán de 1 MW); y la exportación (proyectos con un límite máximo de 30 MW).
Importación y exportación de energía	La exportación de energía eléctrica es viable a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción. Si los permisionarios desean utilizar o vender energía eléctrica dentro del país deberán obtener un permiso de la CRE de acuerdo con la modalidad de importación, es la adquisición de energía eléctrica generada del exterior.

Fuente: Alvarado (2015); SENER (2018)

En diciembre de 2013, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) fue objeto de una reforma, la cual estableció un nuevo marco regulatorio para el sector energético. La llamada Reforma Energética generó las bases para la construcción de un nuevo marco regulatorio, sobre el cual recaen leyes secundarias, reglamentos y ordenamientos como se muestra a continuación.

Tabla 15. Legislación secundaria de la Reforma Energética

Leyes Nuevas	Leyes Reformadas
1. Ley de Hidrocarburos	1. Ley de Inversión Extranjera
2. Ley de la Industria Eléctrica	2. Ley Minera
3. Ley de Órganos Reguladores Coordinados en Materia Energética	3. Ley de Asociaciones Público-Privadas
4. Ley de Petróleos Mexicanos	4. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal
5. Ley de la Comisión Federal de Electricidad	5. Ley Federal de las Entidades Paraestatales
6. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	6. Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público
7. Ley de Energía Geotérmica	7. Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas
8. Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos	8. Ley de Aguas Nacionales
9. Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo	9. Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria
	10. Ley General de Deuda Pública

	11.Ley Federal de Derechos 12.Ley de Coordinación Fiscal
--	---

Fuente: Cámaras de Diputados y Senadores

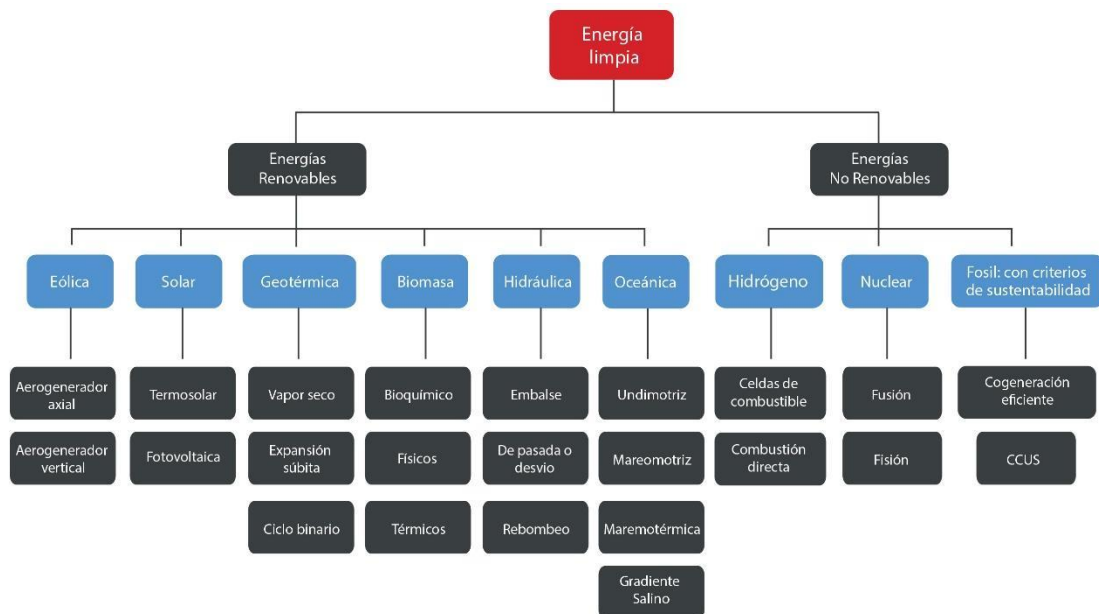
En términos generales, la LTE estimula la participación y coordinación entre varias entidades, no sólo la SENER. Además, facilita a los estados la implementación de proyectos de aprovechamiento de energías limpias-renovables a través de la firma de convenios y acuerdos de colaboración (Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2017).

Para instrumentar estas acciones, de acuerdo con la LTE, los recursos financieros públicos y privados, nacionales o internacionales se destinan a los fondos para la transición energética y así apoyar a los programas y proyectos para la transición energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. En materia de la Investigación Científica, la Innovación y el Desarrollo Tecnológico, la SENER y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), con el apoyo de CONACyT, buscaban promover la investigación aplicada y el desarrollo de tecnologías para el cumplimiento de las Metas en materia de energías limpias y eficiencia energética. En este marco de acción están los Centros Mexicanos de Innovación en Energías Limpias (CEMIEs) integrados por Instituciones de educación superior, centros de investigación públicos y privados, y empresas públicas y privadas integrantes de la Industria Eléctrica. Los CEMIEs figuraban como responsables de desarrollar, proponer y, en su caso, implementar Hojas de Ruta para desarrollar capacidades nacionales en el ámbito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación que permitan el óptimo aprovechamiento de las fuentes de Energías Limpias disponibles en el territorio nacional (LTE, pág. 16).

Restricciones u obstáculos detectados

En el marco regulatorio de la LTE y de la LIE se hace referencia a las *energías limpias* para incluir tanto a las energías renovables como a otras tecnologías (Ver *Figura 10*). Tal es el caso de la nucleoelectrónica y cogeneración eficiente cuya inclusión no ayuda a la transición energética. Lo cual se considera un inconveniente para el impulso de las energías renovables en palabras de algunos actores entrevistados.

Figura 10. Energías limpias



Fuente: INEL

En trabajo de campo se recogió la percepción de que, si bien se avanzó en términos legales en pro de las energías renovables, había mucha corrupción en el sector que hacía que los beneficios para empresas medianas y pequeñas no llegaran. Así mismo se expresó la falta de regulación en torno a la protección del trabajador en temas de salarios, seguridad laboral, prestaciones, capacitaciones, perfiles de puestos, etc., ya que la mayoría de las empresas dominantes en el sector eólico son extranjeras y falta apoyo a las nacionales.

Estatal

En el ámbito estatal, la Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el estado de Oaxaca fue publicada en el año 2010. El objetivo de la Ley es “establecer la coordinación e implementación de las acciones para el cumplimiento de las disposiciones federales en materia de fomento al desarrollo y aprovechamiento racional de las fuentes de energías renovables en el estado de Oaxaca, así como armonizar la relación entre los distintos participantes de los proyectos en

este rubro” (pág. 1). Entre las competencias que designa la Ley para el estado, se establecen:

Tabla 16. Acciones de la Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el estado de Oaxaca

Acciones establecidas en la Ley
Desarrollar estrategias para la promoción del uso sustentable de los recursos renovables en el Estado
Fortalecer la coordinación Gobierno-Empresas-Centros de Educación nacionales y extranjeros para el desarrollo de las capacidades locales
Promover el progreso tecnológico mediante el desarrollo de Ciudades del Conocimiento e Innovación
Instrumentar planes y programas para el fomento del desarrollo y aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en el Estado
Suscribir convenios y acuerdos de coordinación con la federación y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias
Promover la generación de energía mediante el uso de fuentes renovables y sustentables

Fuente: Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el estado de Oaxaca (2010).

En el Artículo 13 se instituye la aplicación de los beneficios del fomento del aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en materia de investigación científica y tecnológica. En ese sentido, la Secretaría de Economía del Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado podrá:

- Establecer un Programa de Innovación Tecnológica en materias relacionadas con la energía renovable; y
- Establecer un Programa para la formación de recursos humanos relacionado con el aprovechamiento de las energías renovables, que promueva la participación de los tres niveles de Gobierno, permisionarios, titulares de los derechos y centros de educación ubicados en la zona de aplicación de los proyectos.

En el aspecto socioambiental, el Artículo 14 establece que la Secretaría de Economía del Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado podrá:

- Promover en el Estado y los Municipios la cultura sobre el uso de las energías renovables, particularmente aquéllas que se apliquen en edificios públicos, monumentos, vialidades y parques urbanos, comunidades rurales,

- Brindar asesoría técnica en desarrollos industriales, comerciales y de servicios, considerando el uso de las energías renovables,
- Ofrecer asesoría técnica sobre el diseño de planes de ordenamiento territorial,
- Asesorar técnicamente a los Municipios para la adecuación de su reglamentación en materia de zonificación y uso de suelo,
- Asesorar técnicamente para llevar a cabo la generación y autoconsumo de energía eléctrica, a través de las diversas modalidades previstas en la legislación federal.

Restricciones u obstáculos detectados

Pese a la existencia de la Ley de Coordinación desde el año 2010, no se encontraron instrumentos de coordinación entre las entidades gubernamentales, para implementar acciones que den cumplimiento de las disposiciones federales en materia de energías renovables.

En trabajo de campo se expresó la necesidad de contar con algún instrumento legal estatal que mejore la relación entre comunidades locales (e indígenas) con las empresas eólicas. Tal es el caso de aspectos como participación en proyectos energéticos, rentas y beneficios, participación de empresas locales, etc.

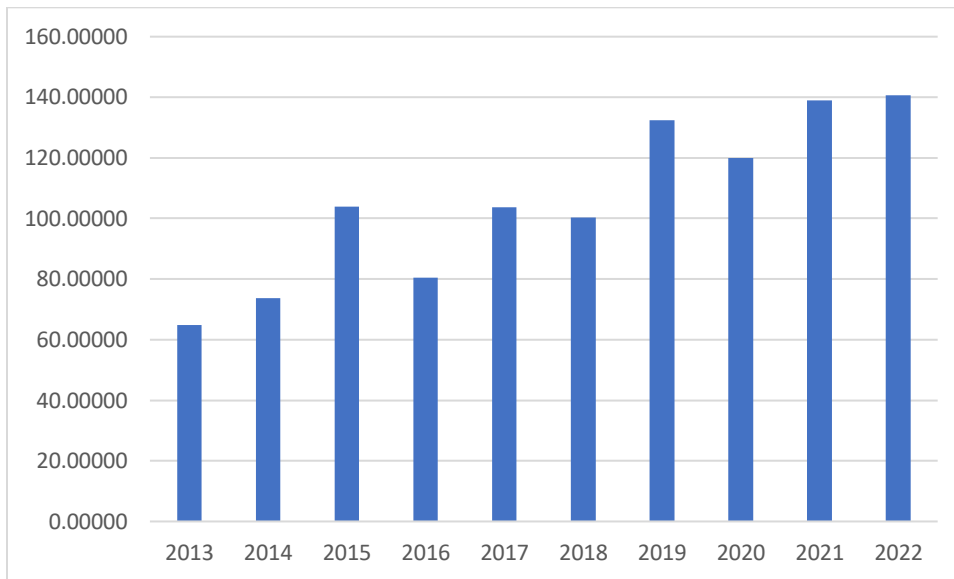
4.3.3. Económico y mercado

Internacional

Los costos asociados a la energía renovable están disminuyendo, particularmente en solar y eólica. Esto debido a la mejora en la eficiencia de los equipos eólicos y solares, un progresivo perfeccionamiento de las tecnologías, y aumentos en los factores de capacidad. Tanto los costos de capital por MW como los costos nivelados por MWh se han reducido por la competencia, y este proceso se ha acelerado por la expansión de las subastas como método principal para que los países asignen nueva capacidad de generación (UN environment & Bloomberg New Energy Finance, 2018).

Así mismo, la inversión en energía eólica terrestre siguió en aumento, a pesar de los efectos de la pandemia de COVID-19, tal como se muestra a continuación:

Gráfica 1. Inversión en miles de millones de dólares

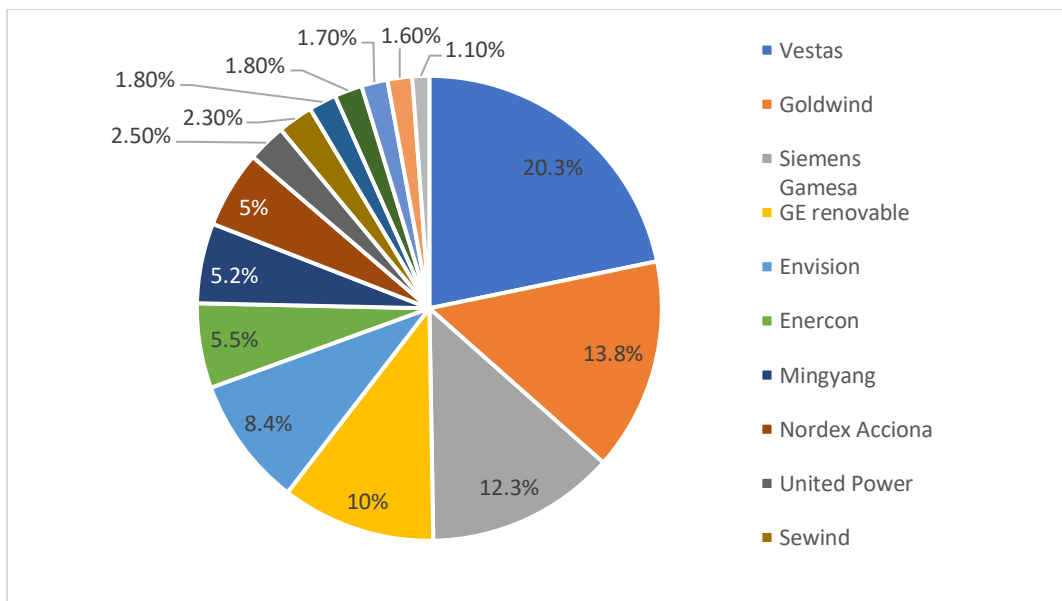


Fuente: elaboración propia con datos de IRENA, 2023

Restricciones u obstáculos detectados

De acuerdo con *The Global Wind Energy Council* (2019), las 20,641 turbinas eólicas instaladas en el año 2018 fueron producidas por sólo 37 empresas manufactureras. En este sentido los 15 principales proveedores de aerogeneradores se distribuyeron el mercado mundial anual en 2018 de la siguiente manera:

Gráfica 2. Proveedores mundiales de aerogeneradores



Fuente: The Global Wind Energy Council (2019)

Nacional

Por parte de la Secretaría de Economía, en el año 2021 se estableció la *Estrategia para el Fomento Industrial de Cadenas Productivas locales y para el fomento de la inversión directa en la industria eléctrica*. Dichas estrategias establecieron como objetivos:

Tabla 17. *Estrategia para el Fomento Industrial de Cadenas Productivas locales*

Estrategias
1) Promover la implantación de una política integral de contenido nacional en la industria eléctrica.
2) Fortalecer y desarrollar cadenas de proveeduría prioritarias de manera sostenible (población objetivo).
3) Profundizar el conocimiento de la oferta nacional. .
4) Vincular la demanda con la oferta nacional

Fuente: Estrategia para el Fomento Industrial de Cadenas Productivas locales y para el fomento de la inversión directa en la industria eléctrica (Secretaría de Economía)

La Dirección General de Contenido Nacional y Fomento en el Sector Energético (DGCNyF) es la unidad administrativa encargada de dar seguimiento a la Estrategia para el fomento industrial de Cadenas Productivas locales en la industria Eléctrica, así como de proponer la metodología para medir el contenido nacional en la industria eléctrica.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) se estableció la integración de las empresas pequeñas en las cadenas de valor y el comercio internacional, la inversión nacional y extranjera en las regiones rezagadas y en diversos sectores económicos, y la modernización de la infraestructura que conecte a las regiones marginadas tomando en cuenta las disparidades en las condiciones iniciales de los diferentes territorios (Gobierno Federal, 2019). Además, de acuerdo con el PND, se fortalecerá la banca de desarrollo para proveer financiamiento a las MiPyMEs, a los proyectos de emprendimiento, sector rural y a las organizaciones del sector social de la economía. Dicho financiamiento se complementará con apoyos, capacitación, asistencia técnica y otros servicios que faciliten su integración en las cadenas de valor (Gobierno Federal, 2019). Esto es muy importante porque, de acuerdo con la misma fuente, en México las MiPyMEs emplean a alrededor del 70% de la población y representan más de la mitad de los ingresos de las empresas, sin embargo, más del 70%

de las MiPyMEs son informales, lo que les impide acceder al crédito y a otros servicios financieros (Gobierno Federal, 2019).

Otro aspecto que destaca el PND vigente es que el gobierno impulsará el fortalecimiento de las cadenas de valor a través de promover la competitividad mediante la participación y colaboración de empresas, instituciones de educación e investigación, dependencias gubernamentales y comunidades; y, de generar redes de proveeduría local y regional a través del desarrollo de conjuntos industriales (Gobierno Federal, 2019). Para ello, en el Plan Nacional se plantea generar programas que impulsen la integración de las empresas en las cadenas de valor y de proveeduría. En este sentido, se promoverá el cooperativismo y la economía social y solidaria y los conjuntos industriales de producción serán apuntalados a través de la inversión pública.

Siendo la energía renovable más desarrollada en México, la generación de energía eólica ha atraído tanto a empresas nacionales e internacionales cuya participación se distribuye a lo largo de la cadena de valor a nivel nacional (ver *Tabla 18*). De todas las compañías extranjeras, casi el 50% son españolas, seguidas de compañías estadounidenses.

Tabla 18. Número de compañías que participan en la generación de energía eólica a nivel nacional

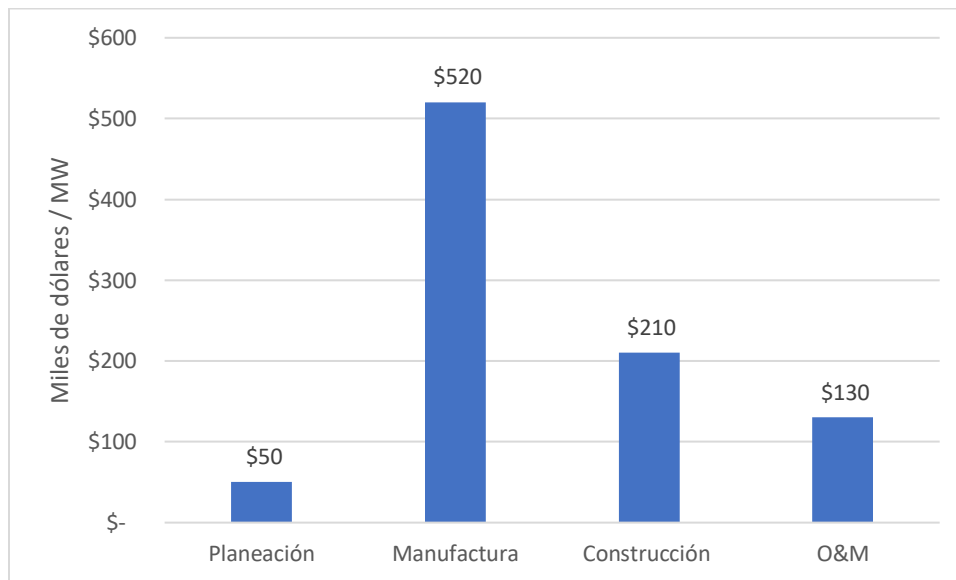
Etapa	Mexicana	Extranjera	Total	%
Factibilidad	15	12	27	13%
Ingeniería	12	13	25	13%
Construcción	22	21	43	21%
	22	21	43	21%
Operación y Mantenimiento	22	21	43	21%
	8	13	21	11%

Fuente: Prospectiva de talento del sector energía (SENER, 2016)

De acuerdo con el documento *Estudios de Cadenas de Valor de Tecnologías* (INECC & Semarnat, 2016), en la cadena de valor las empresas se concentran en la fase de planificación de los proyectos, seguida de operación. Aproximadamente la mitad de estas empresas son mexicanas: se han identificado 32 empresas nacionales que se muestran en el Anexo 10. Grandes empresas internacionales, la mayoría de ellas españolas, tienen una presencia importante en México en el desarrollo y operación de proyectos eólicos. Los principales actores del mercado eólico mexicano son Acciona, Gamesa, Enel, Vestas, Iberdrola, GNF, Renovalia y Peñoles.

En cuanto al valor agregado¹⁴, en términos monetarios, las plantas eólicas agregaron un total de 910,000 dólares por Megawatt instalado a la economía mexicana en 2016 (INECC & Semarnat, 2016) en las diferentes fases (Ver *Gráfica 3*). El mayor valor se presenta en la fase de manufactura, la cual representa los mayores costos a lo largo de la cadena. Sin embargo, la mayoría del valor en esta fase se queda fuera del país. México solo cuenta con fabricación de torres, y una limitada producción de aspas. Tal es el caso de la empresa TPI Composites, instalada en Matamoros, Tamaulipas, que es una de las fabricantes líderes a nivel internacional de Aspas para el mercado eólico internacional, principalmente para atender la demanda de componentes en el estado de Texas, así como de las diferentes regiones de Estados Unidos (AMDEE, 2017).

Gráfica 3. Comparativo de valor agregado en cada etapa de la cadena de valor eólica



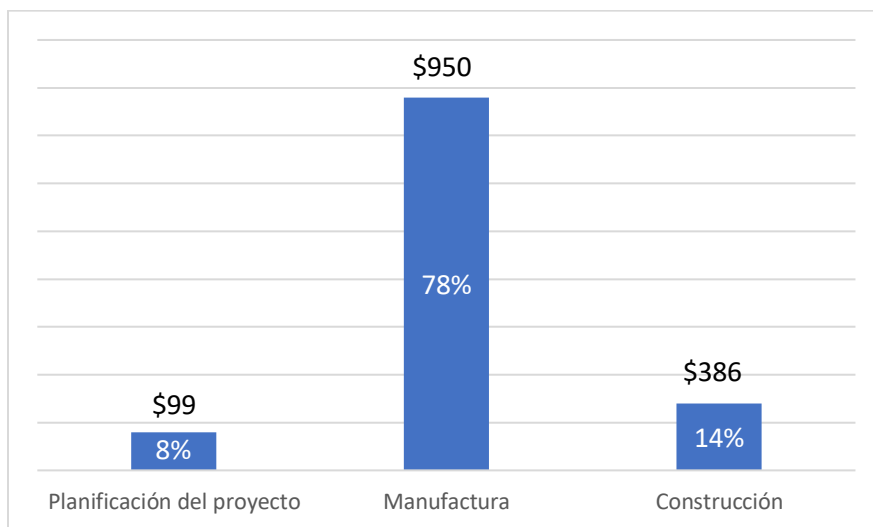
Fuente: INECC & Semarnat, 2016

Los costos de los proyectos eólicos se consideran tomando tres indicadores principales: 1) Costos de los equipos: desglosando los costos de los componentes más importantes de aquellos que cumplen directamente la función de generar la electricidad; 2) Costos totales de inversión: comprenden la fase de planeación del proyecto, manufactura del equipo y

¹⁴ El valor monetario de la actividad de generación como la diferencia entre el valor de la producción y el valor de los factores externos que se requieren para llevarla a cabo, y se presenta nivelando los valores por MW instalado

construcción de la planta; 3) El costo nivelado de electricidad¹⁵. Los costos totales de inversión para la energía eólica son de 1,435 \$US/kW y un Costo nivelado de la Energía (LCOE, por sus siglas en inglés) de 49.5 \$US/MWh (INECC & Semarnat, 2016, pág. 57). El aerogenerador representa alrededor del 70% de los costos de capital, aunque se han observado proporciones de costos de hasta un 84% (y superiores).

Gráfica 4. Costo unitario de inversión eólica



Fuente: INECC & Semarnat, 2016

Respecto a las importaciones relativas a la Fracción Arancelaria 85023101 Aerogeneradores, México importó en el periodo 2003 – 2017 un monto total de 3,336 millones de dólares (MdD). De los cuales, 1,851 MdD provino de España, representando el 55% del valor de las importaciones; 463 MdD de China lo que representa el 14% del valor de las importaciones; 320 MdD de Estados Unidos de América (10%); 318 MdD de Dinamarca (10%); y 194 MdD de Italia (6%). En su conjunto, las importaciones provenientes de los países anteriores suman el 94% del valor total de las importaciones. En el mismo periodo, respecto al volumen de las importaciones relativas a la Fracción Arancelaria 85023101 Aerogeneradores, más de 1 millón de unidades fueron importadas de España, lo que representa el 98% del volumen total de las importaciones de esta fracción arancelaria (AMDEE, 2017).

¹⁵ Costo nivelado de la Energía (LCOE, por sus siglas en inglés), se calcula dividiendo el valor presente de los egresos que ocasionan el diseño y la construcción de una central generadora, más los costos de su operación durante su vida útil, entre la energía que aportará la planta en dicho periodo.

Un punto importante dentro del aspecto económico y de mercado son las certificaciones, ya que brindan una mayor certeza en la fabricación de equipos y prestación de servicios. En la industria eólica se solicita la certificación ISO 9001, seguida de las certificaciones ISO 14100, OHSAS 18001, y la Certificación Global Wind Organization (GWO) para trabajos en Altura, Manipulación manual de cargas, Primeros Auxilios, Preparación y respuesta al fuego. Además, destacan las siguientes capacidades:

- DC-3 Alturas: acceso a aerogenerador.
- DC-3 trabajos en alturas
- DC-3 seguridad eléctrica.
- DC-3 manejo de maquinaria pesada (Grúas, plataformas elevadoras).
- DC-3 trabajos en espacios confinados.
- Curso de manipulación manual de cargas.
- Evidencia de la difusión de la hoja de datos de seguridad de la sustancia química a utilizar.
- Curso Primeros auxilios.
- Curso Combate contra incendios.
- Certificación para trabajos verticales con cuerdas (IRATA16, ANETVA17, SPRAT).
- Inducción de QSE.
- Curso Seguridad Vial
- Evaluación de riesgos y medidas preventivas

Restricciones u obstáculos detectados

El valor agregado de la producción nacional es bajo. De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo con datos del INEGI, se estima que el contenido nacional de las exportaciones de la industria manufacturera, maquiladora y de servicios de exportación fue de 27.1% en 2018. Adicionalmente, más del 99% de las empresas del país tenían menos de 251 trabajadores en 2013, pero estas contribuyeron solamente con 5% de las exportaciones. Parte del problema de estas empresas es su acceso limitado a herramientas de desarrollo empresarial y acompañamiento, pues de acuerdo con los datos del INEGI, 87.4% de las empresas pequeñas no capacitan a su personal.

¹⁶ Industrial Rope Access Trade Association

¹⁷ Asociación Nacional de Empresas de Trabajos Verticales

Actualmente, México no cuenta con fabricantes de componentes y ensamblaje de aerogeneradores. De acuerdo con AMDEE (2017) si se compara la capacidad eólica de Estados Unidos del orden de 76 Mil MW en 2016 con 151 fabricantes locales con la capacidad eólica de 4 Mil MW de México, el mercado estadounidense es cerca de 20 veces mayor que el mexicano. En ese sentido, México debería desarrollar 8 fabricantes nacionales de partes y componentes para atender la demanda local. Si bien en los últimos años se han localizado empresas con capacidades de fabricación de determinados componentes como aspas (TPI Composites) y Torres (Trinity), así como de algunos subcomponentes eléctricos de la Góndola (Potencia Industrial), la industria nacional no cuenta con la capacidad fabricación completa de aerogeneradores.

En cuanto a los proveedores, se tienen todavía limitaciones en el conocimiento de las capacidades de proveedores nacionales para integrar a las cadenas de proveeduría. En el Registro de Proveedores, no obstante que están incluidos como proveedores del sector eólico las PyMEs, no necesariamente han desarrollado una especialización, tanto para la fabricación de los equipos y componentes requeridos como para la prestación de servicios demandados por el sector eólico. Además, la gran mayoría de los proveedores de servicios no cuentan con certificación en la prestación de servicios de operación y mantenimiento (AMDEE, 2017).

En trabajo en campo se identificó que muchas empresas deciden no especializarse o certificarse porque no tienen la garantía de aumentar su participación en la cadena eólica. Empresas que han intentado participar no han tenido éxito por lo que consideran que las grandes empresas contratistas son muy herméticas. Esto se corrobora en el *Estudio de Capacidades de la Industria Eólica en México* (AMDEE, 2017) ya que, en la fase de Operación y Mantenimiento sólo 21% de los bienes y/o servicios requeridos se subcontratan. En el Proceso de Mantenimiento Preventivo, sólo 20% de los bienes y/o servicios se subcontratan. En el Proceso de Mantenimiento Correctivo, sólo 20% de los bienes y/o servicios se subcontratan.

Estatal

De acuerdo con sus características geográficas, Oaxaca presenta un gran potencial para la generación de “energías limpias” y representan para el Estado, un enorme potencial de

desarrollo y crecimiento económico (SECON, 2017). Oaxaca recibió 356 millones de dólares por concepto de Inversión Extranjera Directa (IED) en 2017, lo que representó 1.2% de la IED recibida en México. La generación, transmisión y distribución de energía eléctrica fue el principal destino de IED en el Estado (Secretaría de Economía, 2018).

El Gobierno del estado de Oaxaca, través de la Secretaría de Economía (SECON) implementó la *Estrategia de Fomento de Cadenas Productivas e Inversión en el Sector Energético* mediante el “Programa para el Desarrollo de Proveedores en las Cadenas Productivas de la Industria eléctrica de las Energías alternativas en el estado de Oaxaca” (SECON, 2017). El objetivo, tal como se ha establecido a nivel nacional, es el cierre de las brechas existentes entre la oferta de los proveedores de bienes y servicios, con énfasis en las PyMEs, y la demanda de bienes y servicios de Contratistas, Asignatarios y grandes Proveedores de la industria del sector de las energías (pág. 3). El Programa busca un desarrollo económico y productivo en la entidad, generar más empleo competitivo, elevar la productividad en sectores estratégicos, e integrar cadenas productivas regionales con bienes, servicios, y capital humano de mayor valor agregado e innovación.

Restricciones u obstáculos detectados

En trabajo de campo, los actores manifestaron la falta de esquemas gubernamentales para obtener recursos o financiamiento. BanOaxaca, fideicomiso estatal que canaliza recursos financieros para las micro, pequeñas y medianas empresas, no cuenta con un programa específico para las MiPyMEs del sector energético que se ajuste a dichas dinámicas. Es importante también considerar que en trabajo en campo se manifestó que existen empresas locales no están debidamente regularizadas ante sus obligaciones fiscales por lo que se hace difícil acceder a programas o recursos.

Las empresas entrevistadas manifiestan poca o nula participación en los programas de gobierno estatal incluyendo, por ejemplo, los de electrificación para comunidades marginadas, entre otros. Argumentan que muchas veces no se enteran de los planes de proyectos en los que las empresas podrían participar, solamente conocen de ellos por las noticias cuando ya han sido asignados y ya están en proceso. Consideran que el gobierno no ha tenido un contacto con las empresas locales.

En las entrevistas también se hizo mención constantemente de la necesidad de desarrollar habilidades empresariales, como marketing, administración, publicidad, etc.

En cuanto a la cadena de valor, llama la atención la distribución de los actores en la cadena. El número de actores que incursionan en las actividades del eslabón de Manufactura es nulo en comparación con los demás eslabones. Este dato es importante ya que, de acuerdo con el estudio *Estudios de Cadenas de Valor de Tecnologías* (INECC & Semarnat, 2016), es el eslabón que más contribuye a la generación de valor.

4.3.4. Ciencia, tecnología e innovación

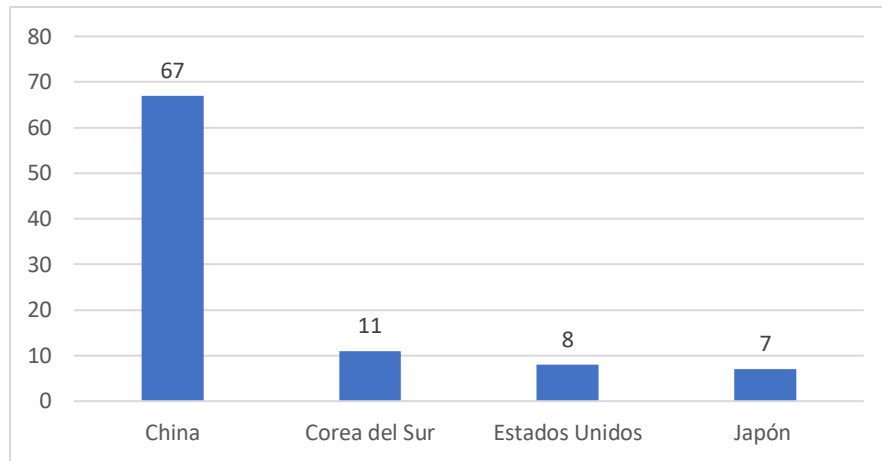
Internacional

De acuerdo con el Global Wind Energy Council (GWEC), la tecnología continúa mejorando lo que ha posibilitado la apertura a muchas áreas para el desarrollo eólico en tierra¹⁸. El desarrollo de tecnologías para maximizar la captura de energía en sitios de menor velocidad del viento incluyen: diseños optimizados de turbinas; turbinas más grandes; torres más altas; el uso de la tecnología de fibra de carbono para reemplazar el polímero reforzado con vidrio en palas más largas de aerogeneradores; modelos aeroelásticos más precisos y estrategias de control más avanzadas para mantener las cargas de viento dentro de los límites de diseño de la turbina (IPCC, 2007).

China se posiciona en primer lugar entre los países con mayores registros de patentes de sistemas de información para la operación de plantas eólicas. Además, en esta lista se encuentran los países asiáticos Corea del Sur y Japón con 11 y 7 registros respectivamente (Ver Gráfica 5). De entre las organizaciones con más registros de patentes se encuentra la compañía State Grid Corporation con 21, State Grid Gansu Electric Power y Wind Power Technology Center Gansu Electric Power con 8, respectivamente, China Electric Power Research Institute con 4, North China Electric Power Research Institute y Taiyuan Rongsheng Technology con 3 respectivamente, entre otros (SENER, 2017).

¹⁸ En el *offshore*, las máquinas se siguen perfeccionando, incluso se proyecta que, en la próxima década se utilicen máquinas 2X para instalaciones flotantes masivas en las aguas más profundas de la plataforma continental.

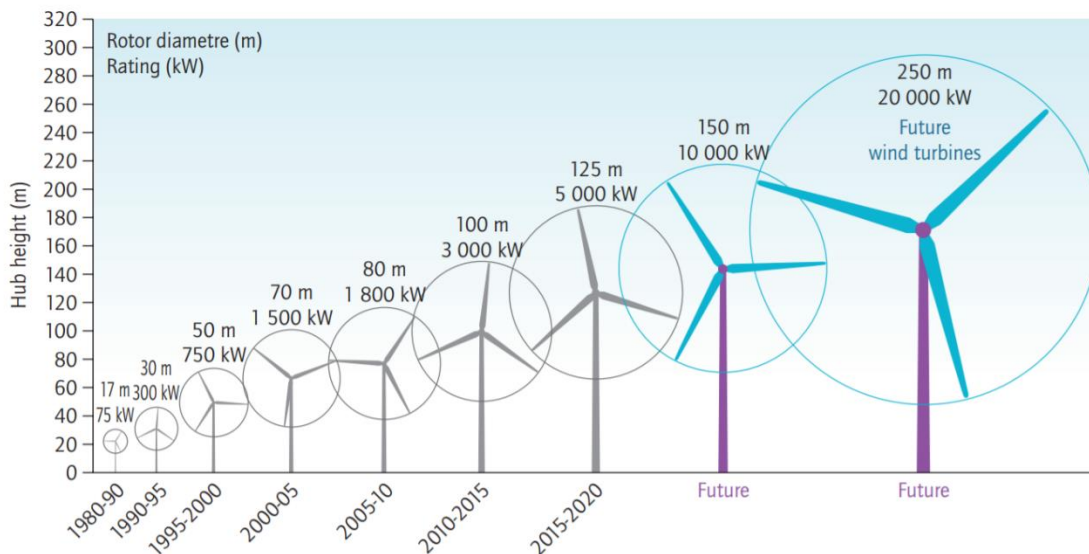
Gráfica 5. Países con mayor número de patentes registradas relacionadas con sistemas de información para la operación de plantas eólicas



Fuente: SENER, Reporte de Inteligencia, 2017

Una tendencia general en el diseño de las turbinas es la de incrementar el alto de la torre y la longitud de las aspas; esto es las turbinas han crecido de altura y el diámetro del rotor (Ver Figura 11). Sin embargo, hay áreas de oportunidad por explorar aerogeneradores de eje vertical y torres sin aspas de manera que se pudiera disminuir el impacto ambiental en la zona.

Figura 11. Crecimiento del tamaño de los aerogeneradores desde 1980 y perspectivas.



Fuente: Technology Roadmap. Wind energy (2013)

Restricciones u obstáculos detectados

Por su parte la oficina de eficiencia energética y energías renovables de Estados Unidos (2017) señala los siguientes retos de la energía eólica a nivel tecnológico:

- Los buenos sitios de viento frecuentemente se encuentran en ubicaciones remotas, lejos de donde se necesita la electricidad. Las líneas de transmisión deben construirse para llevar la electricidad del parque eólico a la ciudad. Sin embargo, es necesario optimizar las líneas de transmisión para reducir el costo de la energía.
- El desarrollo de recursos eólicos podría no ser el uso más rentable de la tierra.
- Las turbinas pueden causar ruido y contaminación estética.
- El almacenamiento de energía es el último, pero un importante paso para integrar completamente a las renovables.

A nivel nacional

En el año 2015 se creó el Fondo Sectorial CONACYT-SENER Sustentabilidad con la finalidad de impulsar la investigación científica y tecnológica aplicada, así como la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico en materia de:

- Fuentes renovables de energía,
- Eficiencia energética,
- Uso de tecnologías limpias, y
- Diversificación de fuentes primarias de energía.

A través de este Fondo se elaboraron los mapas de ruta tecnológicos al 2030 para distintas energías y se crearon los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIEs). Los primeros fungirán como instrumentos de planeación para direccionar recursos hacia proyectos de investigación y desarrollo tecnológico cuyos resultados generen impactos en la industria. En el caso de los CEMIEs, dichos centros son consorcios en los que participan instituciones de educación superior (IES), centros de investigación (CI) y empresas de todo el país para impulsar el aprovechamiento sustentable de las fuentes de energía renovable de México (SENER, 2017).

En el caso del CEMIE-Eólico, su objetivo es generar sinergias en favor del aprovechamiento de la energía eólica e integrar una cartera de proyectos estratégicos de valor para la industria, abatiendo las barreras y resolviendo los retos científicos y tecnológicos que enfrenta el país para el aprovechamiento sustentable de la energía (SENER, 2017). Las principales líneas de investigación del CEMIE- Eólico son:

Tabla 19. Líneas de investigación del CEMIE-Eólico

Núm.	Nombre del proyecto
<i>Centrales eoloeléctricas</i>	
P02	Investigación y desarrollo de métodos automatizados para el acomodo de capas de materiales compuestos aplicado a la manufactura de palas.
P03	Diseño de rotores para aerogeneradores de eje horizontal, con incorporación de una de tres opciones de innovación aeroelástica, incluyendo la construcción y pruebas de una sección.
P11	Construcción y pruebas de un prototipo de torre de concreto postensado de 80 a 120 metros de altura, integrando un aerogenerador de 1.5 MW o mayor.
P10	Diseño análisis y construcción de generadores eléctricos síncronos de imanes permanentes y de inducción doblemente alimentados para plantas eólicas.
P12	Desarrollo de tecnología basada en inteligencia artificial y mecatrónica, para integrar un parque de generación de energía eólica a una red inteligente.
P21	Sistema telemático embebido para monitoreo y diagnóstico de transmisiones en aerogeneradores.
P19	Desarrollo de un sistema de control para modificar el perfil de las aspas de los aerogeneradores.
<i>Aerogeneradores interconectados a la red</i>	
P01	Construcción, adquisición y fabricación de componentes y certificación de un aerogenerador prototipo de potencia media, de concepto moderno amigable a red. Conocido como la Máquina Eólica Mexicana.
P07	Integración y consolidación de capacidades nacionales para desarrollo de pequeños aerogeneradores mediante el diseño, construcción y pruebas exhaustivas de un aerogenerador con capacidad de 20 kW
P09	Desarrollo de aspas para pequeños aerogeneradores (Hasta 50 kW)
<i>Formación de talento</i>	
P08	Diseño y construcción de un aerogenerador experimental con capacidad menor que 3 kW y desarrollo de software de simulación en realidad virtual, con fines didácticos
P20	Programa de Graduados del CEMIE-Eólica

Elaboración propia con datos de Diagnóstico Tecnológico del CEMIE (2017)

Cabe desatacar que el proyecto P01 de la *Tabla 19* se refiere a la iniciativa de generar la primera máquina eólica mexicana, como producto nacional.

El CEMIE ha tratado de fomentar sus lazos de colaboración con diferentes actores del sector público y privado, tal como se detalla en el Anexo 11. Respecto a su vinculación con la industria, el CEMIE realiza acciones enfocadas al desarrollo de la cadena de valor en materia de aerogeneradores de mediana y pequeña capacidad mediante prototipos de componentes como chasis, torre, cubo, flecha principal, soporte de flecha principal, disco de bloqueo.

Con relación a infraestructura, el CEMIE-Eólico dispone del Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) ubicado en el Istmo de Tehuantepec. El Centro (Ver *Imagen 6*) dispone de un terreno de 32 hectáreas y cuenta con un aerogenerador de 300 kw (fabricado por la empresa japonesa Komaihaltec, Inc.) y una plataforma para pruebas de sistemas híbridos, además de oficinas, torre de control y un aula para capacitación (SENER, 2017).

Imagen 6. Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE)



Fuente: SENER (Mapa de Ruta Tecnológica. Energía Eólica , 2017)

Los objetivos del CERTE son (IIE, 2013):

- Facilitar las pruebas de prototipos de aerogeneradores y de sistemas híbridos eólico-fotovoltaico de pequeña y gran capacidad, interconectados a la red o aislados.

- Apoyar a fabricantes de aerogeneradores interesados en la caracterización y mejora tecnológica de sus productos bajo condiciones locales.
- Servir como un medio para la capacitación de ingenieros y personal técnico, para la operación y mantenimiento de aerogeneradores y centrales eólicas.
- Conformar una plataforma de demostración, validación y evaluación que facilite el encuentro entre fabricantes de aerogeneradores y compañías mexicanas, con el propósito de identificar y promover posibles asociaciones para la fabricación local de partes para aerogeneradores y/o para emprender negocios de riesgo compartido.
- Conformar una moderna y flexible instalación para obtener datos operacionales relacionados con los aspectos de interconexión de aerogeneradores a la red de distribución de energía eléctrica.
- Servir como un medio para entender e internalizar las normas y los métodos de prueba y certificación, con el objeto de detectar y facilitar la implementación de requisitos adicionales que cubran los aspectos locales.
- Conformar un medio para incrementar el nivel de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito nacional, incluyendo la búsqueda de proyectos conjuntos, en colaboración con prestigiadas instituciones de I+D en el extranjero.
- Facilitar proyectos demostrativos o experimentales.

En el PND de la actual administración se plantea que la generación de valor también depende de la innovación, entendida como la aplicación de nuevas ideas, conceptos, productos y prácticas que puedan incrementar la productividad y la competitividad (Gobierno Federal, 2019, pág. 167). De acuerdo con la misma fuente (PND, 2019), en México el impulso a la innovación ha sido escaso ya que pocas empresas operando en México utilizan tecnologías avanzadas y solamente 7.1% realizan innovación tecnológica. Además, hay menos de un investigador por cada mil trabajadores, y el Gasto en Investigación y Desarrollo es menor de 0.5% del PIB, por debajo de Brasil, Costa Rica y Argentina (pág.151). Bajo esa lógica, el Gobierno de México promoverá la confluencia de los sectores académico, científico, productivo y social para garantizar que el avance científico y tecnológico conduzca al desarrollo de nuevas capacidades en las personas trabajadoras y las empresas, y adicionalmente, para que la innovación responda a las necesidades de la sociedad.

Un punto importante planteado en el PND es que se ampliará la visión sobre la innovación y la adopción de tecnología para que estas actividades no sean exclusivas para las grandes empresas, sino que impulsen también a las MiPyMEs y al sector rural. Para ello se promoverá la cultura de emprendimiento y se elevará la importancia de la investigación científica y tecnológica para asegurar el éxito de los proyectos innovadores. La innovación se fomentará desde diferentes frentes: “la provisión de servicios de apoyo y herramientas de desarrollo empresarial, el fortalecimiento de las cadenas de valor, la vinculación de productores e instituciones educativas para ligar la oferta académica con las necesidades productivas, y la vinculación entre la investigación, industria y usuarios de productos para promover la adopción de tecnología” (Gobierno Federal, 2019, pág. 152).

Restricciones u obstáculos detectados

De acuerdo con la *Cartera de necesidades de innovación y desarrollo tecnológico* (SENER, 2017) se ubican las siguientes necesidades para el despliegue en el país de la energía eólica en sus diversas modalidades (en tierra, en mar y en generación distribuida):

Tabla 20. Necesidades de la Energía eólica en tierra

Energía eólica en tierra	
Necesidad Tecnológica	Descripción actual
Definir los requerimientos tecnológicos clave de la industria.	No se tiene una identificación clara de los requerimientos tecnológicos de la industria de las centrales eólicas, que haga énfasis en los componentes clave en los cuales la industria nacional y la Comunidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico e Innovación (CoIDT+i) pueden desarrollar colaboraciones.
Elaborar un inventario de capacidades tecnológicas, en el área de energía eólica.	Las instituciones que integran la CoIDT+i del país han desarrollado capacidades tecnológicas y proyectos de investigación. Sin embargo, no se cuenta con un inventario que integre estas capacidades y esfuerzos.
Orientar los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación a las necesidades de la industria, tendencias y oportunidades.	No se cuenta con una cartera de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, enfocados en las necesidades reales de la industria, tendencias y oportunidades de mercado.
Desarrollar herramientas de colaboración entre expertos para compartir experiencias, resultados y mejores prácticas.	Falta vinculación entre la industria y la CoIDT+i para orientar la investigación y el desarrollo tecnológico. Actualmente no se cuenta con una herramienta colaborativa que permita el acercamiento y la alineación de las expectativas de la industria, gobierno y academia con relación a las principales problemáticas de la industria eólica.
Elaborar lineamientos técnicos-económicos-ambientales para definir la construcción y	Cada central construye sus líneas de transmisión que van del punto de generación (centrales eólicas) al punto de interconexión (nodo). Existen regiones en las que se concentra un mayor número de parques por lo

operación de líneas comunes de transmisión de los puntos de generación hacia los nodos.	que hay múltiples líneas direccionadas hacia un mismo nodo, esta situación tiene diferentes impactos.
Desarrollar un acoplamiento normativo de los tres niveles de gobierno para la autorización de los proyectos eólicos.	Las empresas que solicitan autorización para sus proyectos eólicos se enfrentan con procedimientos complejos, no claros y tardados en su ejecución. Además, se desalientan las inversiones en el sector derivado de los conflictos a nivel estatal y municipal.
Identificar oportunidades de negocio de la industria eólica en el país.	Es necesario definir los servicios de alto impacto e identificar oportunidades de negocio, para fortalecer el contenido nacional y la industria del país.
Diseñar e implementar programas de desarrollo de personal tanto a nivel técnico como profesional	Conforme la prospectiva del crecimiento en el sector eólico nacional, se requerirá mayor cantidad de personal, tanto a nivel técnico como profesional. Actualmente existe escaso personal nacional competente para participar en el proceso.
Desarrollar sistemas de información de las EVIS realizadas (histórico).	No se cuenta con un sistema de información que permita compartir las experiencias en torno a la mitigación y gestión social, fundamentadas en las Evaluaciones de Impacto Social (EVIS) realizadas.
Mejorar el proceso de evaluación de impacto social	Una problemática para realizar las EVIS es que no se cuenta con una metodología estándar en México para llevarlas a cabo, por lo que las empresas aplican protocolos internacionales.
Difundir los beneficios de la energía eólica para la población	Una de las problemáticas que a nivel internacional ha afectado la industria eólica es la difusión de información sobre daños a la ecología y su impacto visual.

Energía eólica distribuida	
Necesidad Tecnológica	Descripción actual
Diseño de programas de formación de recursos humanos para el desarrollo de la energía eólica distribuida	La generación distribuida puede ser una oportunidad de negocio en el país, en el mediano plazo. Sin embargo, es necesario incrementar el número de especialistas competentes, tanto a nivel técnico como profesional, que puedan participar en las diferentes etapas de la cadena de valor de los proyectos eólicos para generación distribuida.
Elaborar inventario de recursos eólicos potenciales para generación distribuida.	La energía eólica en México está enfocada principalmente en grandes centrales, sin embargo, existe el mercado de generación distribuida eólica, el cual no ha sido aprovechado a la fecha. En ese sentido, es necesario realizar estudios para evaluar el potencial a nivel microescala, los cuales deberán ser incluidos en los atlas de potencial actuales.

Fuente: SENER, 2017

De acuerdo con el trabajo de campo, los actores describen que para tener un programa real de transición con independencia tecnológica se necesita tiempo, inversión e infraestructura “no los pequeños laboratorios que nosotros mismos andamos improvisando”. Además, desde la conformación de los CEMIEs no se llamó a un consenso de las partes, a saber, la industria, el gobierno y los centros de investigación. Esta desvinculación hizo que no se

tomaran en cuenta las necesidades reales para impulsar un sector que, después de cierto periodo de consolidación, se planeó autosuficiente. Esto se vio reflejado en el Diagnóstico tecnológico que da cuenta que el CEMIE no tiene una estrategia de innovación explícita, la mayoría de las instituciones que la integran son de educación e investigación, por lo que concluye que hace falta ampliar el vínculo con el sector empresarial.

En trabajo de campo con la comunidad científica del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), los investigadores entrevistados contaron su experiencia en el impulso de la industria eólica en el país. Recordaron el desconcierto generado al no ser involucrados en el desarrollo científico y tecnológico de la energía eólica en México. Pese a que investigadores del INEEL fueron de los actores que más promovieron la energía eólica, cuando se empezaron a gestar los proyectos, las grandes empresas trajeron a su propio personal para todas las áreas y no involucraron a la comunidad científica nacional. “Creíamos que nos iban a llamar y no fue así, las empresas ya traían a todo su personal”. “Nosotros como Instituto, nuestra ilusión era acompañar a las empresas para estudios, etc., pero las empresas llegaron con todo como una aplanadora”.

Los actores consideran que no sólo las empresas no los consideraron, sino que incluso el mismo gobierno federal no apoyó la integración científica al desarrollo eólico supuestamente basado en que existen leyes que no permiten eso como el Tratado de Libre Comercio (TLC). Tal es el caso del proyecto P01 (Máquina Eólica Mexicana), mencionado anteriormente, donde la misma Secretaría de Energía en su momento detuvo el proyecto argumentando su alto costo y a que la tecnología ya era importada de Europa. Sin embargo, en voz de los investigadores, acciones de este tipo han truncado el desarrollo industrial eólico que sólo se utiliza para el discurso político. En ese sentido, los actores manifestaron la necesidad de generar una política pública orientada a impulsar el componente nacional en industrias como la eólica.

A nivel estatal

De acuerdo con el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) de la Secretaría de Economía (Incubadoras de Empresas, 2018), la Incubadora de Empresas es un centro de apoyo a empresarios y emprendedores que facilita la creación y consolidación de empresas a través de servicios de formación y desarrollo, así como asistencia en los diferentes

ámbitos, desde técnica, legal y financiera hasta la vinculación a programas del sector público y privado. En el estado de Oaxaca se encontraron las siguientes incubadoras:

Tabla 21. Incubadoras en el estado de Oaxaca

Nombre	Área de Influencia
COGNITIVO (Consultoría en gestión de negocios, intervención tecnológica e Incubación de los Valles de Oaxaca)	Valles Centrales
INEDEO (Instituto de Emprendimiento e Investigación para el Desarrollo de Oaxaca S.C.)	Valles Centrales
DNA (Desarrollo de Negocios Anáhuac)	Valles Centrales
SUM (Startup México Campus Oaxaca)	Valles Centrales
Oaxaca Activa (Centro de Innovación y Desarrollo de Negocios de las Valles Centrales de Oaxaca A.C)	Valles Centrales
DDPR (incubadora Despacho de Desarrollo para Productos Rurales S.C. DDPR)	Papaloapan
CIIE de Salina Cruz (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tec. De Salina Cruz)	Istmo
ProOaxaca (Incubadora de Proyectos Pro Oaxaca A.C.)	Valles Centrales
CIIE de Tlaxiaco (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tec. de Tlaxiaco)	Mixteca
CIIE del Istmo (Centro de innovación e incubación empresarial del Ins. Tec. Del Istmo)	Istmo
CIIE de Tuxtepec (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tec. de Tuxtepec)	Tuxtepec
CIIE de Comitancillo (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tec. De Comitancillo)	Istmo
CIIE del Valle de Etna (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tec. del Valle de Etna)	Valles Centrales
UNIVITA (Universidad Virtual de Nuevas Tecnologías Administrativas)	Valles Centrales
Servicios Integrales de la Mixteca (Servicios integrales de Capacitación y Desarrollo Empresarial de la Mixteca S.C)	Mixteca
CIDES (Centro de investigación y desarrollo empresarial de la Universidad de la Sierra Sur de Oaxaca)	Valles Centrales

CIIE de Pinotepa (Centro de Innovación e incubación empresarial del Inst. Tecnológico de Pinotepa)	Costa
INCUBA – T (Espacio Empresarial A.C)	Valles Centrales
Primero por ti A.C	Valles Centrales
CIIE ITVO (Centro de Innovación e incubación empresarial del Inst. Tecnológico del Valle de Oaxaca)	Valles Centrales
CIIE de Teposcolula (Centro de innovación e incubación empresarial del Inst. Tecnológico de Teposcolula)	Mixteca
Incubadora CISEE (Centro de Investigación, Social, Económica y Estadística CISEE S.C.)	Las ocho regiones
ACODESS (Agencia de Cooperación para el Desarrollo Económico y Social del Sureste S.C.)	---

Fuente: Instituto Oaxaqueño del Emprendedor y de la Competitividad, 2019

De acuerdo con la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) del año 2012 Oaxaca cuenta con una tasa de 8.81 empresas innovadoras por cada mil empresas nacionales. Dicho indicador supera el promedio nacional (8.23 empresas) en cuanto al número per cápita de empresas involucradas en actividades de innovación (INEGI, 2012). Por otro lado, la madurez tecnológica cuyo indicador mide el grado de asimilación y desarrollo de nuevas tecnologías, Oaxaca, con un índice de 3.34, también supera el grado de madurez tecnológica promedio de las empresas a nivel nacional de 2.07. Además de lo anterior, se observa que 16.99% de las empresas encuestadas realizaron innovaciones incrementales en producto, es decir, cambios valorados por los clientes que mejoran el desempeño de productos y servicios, pero donde no se modifica la esencia de los mismos. No obstante, destaca que ninguna de las empresas realizó innovaciones de producto con alcance mundial (INEGI, 2012).

El Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) es una base de datos sobre las empresas, instituciones y personas que realizan investigación científica y tecnológica, así como desarrollo tecnológico e innovación. Para el año 2017 se tenía un total de 11,652 empresas registradas en el RENIECYT. La entidad federativa con mayor número de empresas registradas es la Ciudad de México con 2,260 empresas. Oaxaca se encuentra en el lugar 23 de 32 con 163 registros, número por arriba de la media

nacional que representa 364 empresas (CONACYT, 2018). De esos 163 registros, el 60% fue de Empresas, 17% de Instituciones de educación superior, 1% de Centros de investigación, 4% de Instituciones y dependencias de la Administración Pública, 10% de Instituciones privadas no lucrativas y 9% de Personas físicas con actividad empresarial, tal como se muestra a continuación:

Tabla 22. Distribución de integrantes del RENIECYT en Oaxaca, 2017

Tipo de solicitud	Total
Empresas	97
Instituciones de educación superior	28
Centros de investigación	2
Instituciones y dependencias de la Administración Pública	6
Instituciones privadas no lucrativas	16
Personas físicas con actividad empresarial	14
Total	163

Fuente: CONACYT en las entidades federativas, 2017

La Agenda de Innovación de Oaxaca (CONACYT, 2015) muestra las áreas de especialización para el Estado. Una de ellas es la de energías renovables ya que el Estado es líder en el ámbito eólico, además de contar con potencial solar y biomasa. La Agenda considera como líneas de acción el impulso a proveedores oaxaqueños, el desarrollo de la industria local y la disponibilidad de servicios tecnológicos y formativos para el sector. Para ello se definen cinco proyectos prioritarios:

1. Programa de Compra Pública Innovadora: contribución al desarrollo de la industria oaxaqueña promoviendo la compra pública sistemática a este tipo de proveedores,
2. Desarrollo de Proveedores de equipos de Aerogeneradores: estrategia para apoyar la integración de proveedores a la cadena productiva a las empresas tractoras de energía eólica, fortaleciendo entonces a las empresas locales para que puedan satisfacer las necesidades del sector,
3. Mapa de Oportunidad de Explotación de Energías Renovables: plataforma georreferenciada para integrar información que permita acelerar el proceso de

identificación y evaluación de necesidades de inversión, así como en la toma de decisiones,

4. Plataforma Virtual sobre los Impactos Reales de las Energías Renovables: de uso informativo hacia los ciudadanos y las comunidades sobre las instalaciones de energías renovables, su impacto y las medidas de compensación, y
5. Centro de Investigación y Tránsito Tecnológica en Energías Renovables: en coordinación con el Instituto Politécnico Nacional y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (IPN-CINVESTAV) para el desarrollo de capital humano especializado y la atracción de talento a la región generando así mismo, infraestructura de investigación –laboratorios de medición, de pruebas y monitoreo-.

En el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación aplicado a las energías limpias, Oaxaca presenta la siguiente información:

Tabla 23. Condiciones de Ciencia, Tecnología e innovación aplicados al sector de energías limpias en Oaxaca

Dimensiones del Ranking	Oaxaca
Infraestructura académica y de investigación	5 instituciones académicas con programas enfocadas a energías renovables.
Personal docente y de investigación	39 investigadores SNI relacionados al sector energético
Infraestructura empresarial	4 empresas registradas en RENIECYT 1 oficina de transferencia de tecnología

Las instituciones académicas que ofrecen programas enfocados a energías renovables son:

Tabla 24. Instituciones académicas y oferta educativa en Oaxaca

Instituciones académicas	Oferta educativa
Instituto Tecnológico del Valle de Etla	Ingeniería en Energías Renovables Unidad académica en Unión Hidalgo
Instituto Tecnológico del Istmo	Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Mecánica.
Instituto Tecnológico de Salina Cruz	Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica

Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca	Ingeniería en Energías Renovables Técnico Superior Universitario en Energías Renovables
Universidad del Istmo	Maestría en Energía Eólica Maestría en Derecho de la Energía

Fuente: Elaboración propia con datos de las diferentes instituciones educativas

La Universidad del Istmo (UNISTMO), campus Tehuantepec, imparte la Maestría en Energía Eólica y ha generado lazos de colaboración con empresas como Acciona y Gamesa (que ha impartido cursos a los alumnos de la maestría). En el campus de Juchitán, la UNISTMO ha desarrollado el primer Centro de Capacitación Eólica, donde se han impartido dos cursos para mantenimiento de aerogeneradores (Martínez, Rivas, & Vera, 2019). En el campus de Ixtepec de la UNISTMO se imparte la Maestría en Derecho de la Energía. Ambos programas de Maestría en la UNISTMO están registrados en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) por lo que los alumnos cuentan con beca del CONACYT.

Las únicas instituciones certificadoras en energía eólica son el INEEL y el Centro de Capacitación Eléctrica y Energías Alternas (CCEEA). El primero se localiza en Cuernavaca Morelos el segundo se localiza en el centro de Oaxaca. En el CCEEA se imparten cursos como Sistema de Gestión y Mantenimiento de Parques Eólicos y el de Sistema de Autogeneración mientras que en el INEEL se imparten cursos como Código de Red: Modelado y Simulación de Centrales Eólicas con EMTP. En el Istmo se puso en marcha el Centro de Capacitación Eólica en el Campus Juchitán de la Universidad del Istmo que aportó infraestructura y personal, y la empresa GAMESA que aportó los equipos necesarios.

Restricciones u obstáculos detectados

En trabajo de campo se mostró que las empresas locales entrevistadas desconocen las principales tendencias tecnológicas en la industria eólica pese a que la mayoría de ellas ha generado algún tipo de vinculación con Universidades y/o Instituciones Educativas como los Institutos Tecnológicos y la UNISTMO. Sin embargo, pese al establecimiento de estos vínculos, no se ha logrado afianzar dichos esfuerzos para el desarrollo científico y tecnológico del sector privado local.

En ese sentido, los alumnos del posgrado o institutos pese a que tienen cierta vinculación con las empresas y, por tanto, con experiencias y prácticas profesionales, en la práctica para insertarse en el campo laboral eólico requieren certificaciones cuyos costos no son accesibles para los estudiantes o bien requieren de desplazamientos al centro del Estado o a otra entidad federativa, como Morelos donde se encuentra el INEEL.

En cuanto al desarrollo de capacidades locales, de acuerdo con los actores entrevistados, el proyecto de la fábrica de aspas en Comitancillo representaba un gran avance, sin embargo, por los problemas sociales suscitados se ha complicado. Por parte del INEEL ya se tenía contemplado la producción de aspas, pero debido a dichos sucesos se van a fabricar en Monterrey perdiéndose una gran oportunidad para la región del istmo.

4.3.5. Gobernanza

El sector eólico está inserto en una cadena global de valor, dominado por grandes empresas en su mayoría extranjeras. Entre las empresas desarrolladoras de parques eólicos figuran Iberdrola, Cemex, Acciona, Electricité de France, Gamesa, Demex y Enel. Dichas empresas operan con grandes volúmenes de compra en torno a redes de proveedores integradas que ejercen el poder sobre las cadenas de valor. Las empresas líderes, al estar sujetas a estándares internacionales y bajo contratos específicos, precisan a las empresas proveedores locales garantizar la calidad de los materiales que son solicitados en sus procesos de producción.

Por tanto, los elementos que determinan la calidad necesaria para poder calificar e incorporarse a la red de proveeduría están dados por los siguientes criterios: estándares de calidad, certificaciones requeridas, códigos de trabajo corporativos, protección al medioambiente, responsabilidad social empresarial, etc. Dichos criterios ejercen su influencia en el mercado local de la siguiente manera:

Tabla 25. Influencia de Empresas Líderes en el Mercado Local

Criterios	Obligatorio / Optativo	Descripción
Estándares de calidad	Obligatorio	Las empresas líderes determinan la calidad del producto o servicio de acuerdo con el sistema de gestión de la calidad según la norma UNE-EN-ISO 9001:2015

Certificaciones	Obligatorio	Certificación ISO 9001, ISO 14100, OHSAS 18001 y la Certificación Global Wind Organization (GWO) para trabajos en Altura, Manipulación manual de cargas, Primeros Auxilios, Preparación y respuesta al fuego
Responsabilidad social empresarial	Optativo	Se da prioridad a los Proveedores que dispongan de sistemas de gestión avanzados, en particular: (i) Sistema de gestión medioambiental; (ii) Sistema de gestión de calidad; (iii) Sistema de prevención de riesgos laborales; (iv) Plan de actuación en materia de responsabilidad social corporativa y (v) Código ético interno.
Riesgos de Ciberseguridad	Optativo	Requerimientos de ciberseguridad que mitiguen los riesgos asociados a los accesos de los Proveedores y sus posibles subcontratistas a la información o a los sistemas y servicios de información y comunicaciones del Grupo

Las empresas locales, por tanto, encuentran en el mercado eólico oaxaqueño dificultades para posicionarse de mejor manera en la cadena debido a que tienen pocas capacidades, su nivel de competencia es bajo y son de fácil sustitución en sus insumos. Todo ello reduce los incentivos para la competitividad entre distribuidores y el poder de negociación dados sus bajos volúmenes de compra. Las condiciones de acceso al mercado son afectadas toda vez que las capacidades para cumplir cabalmente con los parámetros requeridos son bajas y las especificaciones de los productos son complejas.

Por tanto, de acuerdo con los *Tipos de gobernanza* presentados en la *Tabla 6* del Capítulo 2 de esta investigación, la cadena de valor eólica es de tipo “cautiva”. La característica de la Cadena de Valor Cautiva es que los pequeños proveedores dependen de las transacciones de grandes compradores o empresas, y ello los convierte en cautivos. Este tipo de cadena se distingue por un alto grado de control de las empresas líderes en la organización de la división del trabajo entre las empresas participantes, ejerciendo un mayor control sobre el desarrollo de las actividades, la estructura y la dinámica de la cadena.

Las PyMEs que participan en las cadenas cautivas asumen generalmente un papel subordinado frente a las grandes corporaciones que ejercen la gobernanza de estas. La capacidad de las PyMEs de consolidar su papel en las cadenas e incrementar su participación en el valor agregado generado depende del *upgrading* o “escalamiento” que, como se describió en el Capítulo 2, es el proceso ascendente en la cadena de valor determinado por un alejamiento de las actividades con bajas barreras de entrada. Sin embargo, hasta el momento, las grandes corporaciones que asumen la gobernanza de la

cadena de valor eólica en Oaxaca no han estimulado procesos de escalamiento y el acceso a estándares técnicos en las empresas locales, a fin de garantizarse un mejor suministro de los bienes y servicios que contratan con proveedores externos.

Incluso, las grandes corporaciones que asumen la gobernanza de la cadena pueden tratar de inhibir el desarrollo de capacidades locales. Esto sucede con la Máquina Eólica Mexicana impulsada por el CEMIE-Eólico ya que, en voz de los entrevistados, muchos directivos de grandes empresas eólicas cuestionaban el proyecto debido a que ya se importaban dichas máquinas. Estas funciones de manufactura, cuyo eslabón de la cadena es el que más valor genera, las grandes corporaciones se reservan para sí. Por tanto, son muy pocas las empresas que incursionan en dichas áreas, todas ellas extranjeras.

La gobernanza no solo dicta las relaciones entre empresas, sino también el papel que juega el gobierno y las organizaciones gremiales del sector. En ese sentido, las grandes empresas eólicas disfrutaban de capacidades de negociación con el gobierno local que les ha favorecido en el discurso político como agentes de inversión y de desarrollo del Estado. En tanto, para las empresas locales, hasta el momento no han sido diseñadas políticas de innovación o proyectos de desarrollo para que impacten en su actuar en la cadena de valor por parte de la Secretaría de Economía (SECON) y la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDES) del estado de Oaxaca de manera unitaria o directa. Así mismo, el Clúster de Energía de Oaxaca, espacio institucional que pretende articular a miembros de instituciones privadas no juega un papel preponderante para el desarrollo eólico en la región.

Por otro lado, en la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) no están representados los intereses del sector eólico en su totalidad, sobre todo de las PyMEs. En palabra de los mismos actores, la AMDEE “es la asociación de la parte visual y de marketing, pero la realidad es que son una asociación de intereses particulares y extranjeros”. Así lo han demostrado los foros internacionales *Mexico Windpower* llevados a cabo cada año en la Ciudad de México y donde se dan cita las empresas del sector. Sin embargo, para las empresas locales entrevistadas es difícil acceder a dichos espacios y sus necesidades no encuentran cabida en tales eventos.

En un contexto internacional donde las ventajas competitivas de los territorios se modifican rápidamente, la configuración de las Cadenas Globales de Valor está sujeta de igual forma a cambios continuos, lo que genera riesgos estratégicos significativos para las PyMEs que forman parte de ellas, tal como ocurre en la cadena de valor eólica. A este respecto, se encuentran mejor posicionadas aquellas PyMEs que operan con tecnologías flexibles, que les permiten actuar como proveedores especializados en distintas cadenas de valor (Romero I. , 2009). Algunas de las empresas locales han optado por abrirse campo en otras áreas de las renovables como la energía solar fotovoltaica y solar térmica donde ven más cabida para empresas de su tamaño.

4.3.6. Medio ambiente

La energía eólica, al ser parte de las energías renovables, se ha impulsado en los últimos años como estrategia para descarbonizar al suministro de energía a nivel mundial. Ello con la misión de disminuir las emisiones de GEI causa principal del cambio climático. Sin embargo, pese al hecho de ser energía renovable y potencialmente más limpia que su contraparte de hidrocarburos, la energía eólica no está exenta de impactos negativos, tal como se describió en el Capítulo 1 de esta investigación.

A nivel internacional

A nivel internacional se ha generado *Guías de desempeño ambiental y social* por parte de instituciones como el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Estas Guías pretenden ser documentos de referencia técnica de la práctica internacional recomendada para la industria en cuestión. Además, cuando alguna de estas organizaciones participa en un proyecto, estas Guías se aplican adaptándose a las condiciones de cada proyecto, las circunstancias del país receptor, la capacidad de asimilación del medio ambiente y otros factores relativos al proyecto.

Para el sector eólico en específico se han desarrollado también *Guías de desempeño* (Banco Mundial, 2015). Dichas normas contienen información pertinente sobre aspectos ambientales, de salud y de seguridad de las instalaciones en tierra (onshore) y mar (offshore). Para efectos de esta investigación sólo se tomarán en cuenta los impactos

referentes al onshore. En ese sentido, los impactos ambientales asociados a la industria eólica se pueden describir de acuerdo con actividades de construcción, operación y desmantelamiento, tal como se muestra a continuación:

Tabla 26. Impactos ambientales en la cadena de valor eólica

Impactos ambientales
paisajes terrestres e impactos visuales
ruido
calidad del agua
parpadeo de sombras (shadow flicker)
biodiversidad

Fuente: (Banco Mundial, 2015)

En función de su ubicación, a lo largo de la vida útil de un parque eólico puede producir impactos sobre el paisaje, especialmente si el emplazamiento es visible desde áreas residenciales o lugares turísticos, o si está ubicado en sus proximidades. En ese mismo sentido está el impacto del ruido generado por un parque eólico que comienza desde la construcción con actividades como el traslado de materiales, la construcción de carreteras y bases de los aerogeneradores, y el levantamiento de las propias turbinas hasta la operación. En esta fase los aerogeneradores producen ruido en virtud de su origen mecánico¹⁹ o aerodinámico²⁰.

Otro impacto importante es el parpadeo de sombras que se produce cuando el sol pasa por detrás de la turbina eólica y proyecta una sombra. Al girar las palas del rotor, las sombras se proyectan por el mismo punto, provocando un efecto denominado parpadeo de sombras. El parpadeo de sombras puede constituir un problema cuando en las proximidades hay receptores potencialmente sensibles (por ejemplo, viviendas, centros de trabajo y espacios o centros de enseñanza o de atención a la salud), o cuando estos están ubicados con una orientación específica hacia la instalación de generación de energía eólica. En la instalación de las plataformas de los aerogeneradores, cables subterráneos, carreteras de acceso y otras

¹⁹ El ruido generado por la interacción de los principales componentes mecánicos como la multiplicadora, el generador y el sistema de posicionamiento

²⁰ El ruido generado por la interacción del aire y de las palas de las turbinas

infraestructuras auxiliares se puede generar problemas de erosión, compactación del suelo y sedimentación de las aguas superficiales.

El impacto de los parques eólicos en la biodiversidad ha sido ampliamente descrito (Baerwald. et al. 2008; Houck, et al, 2012; Hötker et al., 2006; Pearce-Higgins, 2009; Drewitt y Langston, 2006; Masden, 2009). Los parques eólicos pueden generar impactos adversos directos e indirectos en la biodiversidad terrestre en la fase de construcción, durante su funcionamiento y mantenimiento, y en su desmantelamiento. Entre los ejemplos de ese tipo de impactos figuran las muertes de aves y murciélagos por colisión, desplazamiento de la fauna silvestre, transformación o degradación del hábitat y contaminación acústica que puede afectar a algunos animales. Dichos impactos son los que más preocupaciones ecológicas causa (Garvin et al., 2011; Grodsky et al., 2011; Dahl et al., 2012). Los ajustes en la ubicación, el diseño y el funcionamiento de las instalaciones pueden mitigar algunos de estos daños (Arnett et al., 2011; de Lucas et al., 2012).

El reciclaje es necesario para garantizar el suministro a largo plazo de materiales críticos y también puede reducir los impactos ambientales en comparación con los materiales vírgenes (Anctil y Fthenakis, 2013; Binnemans et al., 2013). Con las mejoras en el rendimiento de los sistemas de energía renovable en los últimos años, la demanda de materiales específicos y los impactos ambientales también han disminuido (Arvesen y Hertwich, 2011; Caduff et al., 2012).

En general, la tecnología de energía eólica tiene un balance energético bueno. Todas las emisiones de CO₂ relacionadas con la fabricación, el servicio de instalación y el desmantelamiento de una turbina eólica se “devuelven” después de los primeros 3 a 9 meses de funcionamiento (GWEC, 2016). Durante el resto de su vida útil de diseño de aproximadamente 20 años, la turbina funciona sin producir GEI. El beneficio obtenido de la energía eólica en relación con las emisiones de CO₂ depende del tipo de energía que desplaza. Si desplaza la energía hidroeléctrica o nuclear, el beneficio es pequeño; pero si reemplaza al carbón o al gas, entonces el beneficio es mayor.

Restricciones u obstáculos detectados

De acuerdo con las mismas Instituciones Internacionales, la aplicación de las *Guías* debe adaptarse a las condiciones de cada proyecto sobre la base de los resultados de una evaluación ambiental. En ese sentido, en los casos en que el país receptor tenga reglamentaciones diferentes a los niveles e indicadores presentados en las *Guías*, los proyectos deben alcanzar los que sean más rigurosos. No obstante, las mismas *Guías* abren la posibilidad de que se pueda aplicar medidas o niveles menos exigentes que las recomendadas si se considera necesario, derivado de una evaluación ambiental que lo justifique.

A nivel nacional

En el sector energético, de acuerdo con la Ley de la Transición Energética (LTE), la SEMARNAT es la encargada de realizar y coordinar estudios o investigaciones, con la participación de las unidades administrativas, de los gobiernos estatales, municipales, así como de los sectores social y privado para: a) Determinar las causas y efectos de los problemas ambientales generados por los sectores de energía y actividades extractivas asociadas, respecto del aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales no renovables, y b) Determinar las mejores prácticas para la prevención y control de la contaminación que pudieran generar dichos sectores de energía.

Restricciones u obstáculos detectados

No se tiene legislación a nivel nacional sobre impactos acumulativos de proyectos de infraestructura.

De acuerdo con los actores entrevistados, hace falta impulsar a nivel nacional figuras legales como la evaluación social y ambiental estratégica²¹ que en otras regiones se está impulsando por motivo de los impactos de proyectos de infraestructura.

²¹ La evaluación ambiental estratégica es un proceso inclusivo mediante el cual se identifican posibles impactos, así como oportunidades entre diferentes opciones estratégicas de planes, programas y proyectos. Considera los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y significativos, en la formulación y ejecución de los instrumentos de planeación de obras o actividades, públicas o privadas, que contemplen en una escala espacial y temporal las acciones requeridas para su implementación, a efecto de analizar sus efectos y consecuencias, así como para establecer medidas y recomendaciones que permitan mitigar y disminuir las externalidades detectadas (Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques, 2019).

A nivel estatal

La Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDES) es la instancia encargada de:

Tabla 27. Asuntos de competencia de la SEMAEDES

Atribuciones
Aplicar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de protección al ambiente y sustentabilidad a los recursos naturales atribuidos al Ejecutivo Estatal;
Formular y conducir el plan sectorial y el programa estatal de protección al ambiente, en congruencia con el Plan Estatal de Desarrollo;
Determinar las estrategias y criterios ecológicos que deban observarse en la aplicación del programa estatal de protección al ambiente, mismos que guardaran congruencia con los que formule la Federación en la materia;
Formular los programas de ordenamiento ecológico estatal, regional y especiales o prioritarios con la participación municipal, guardando congruencia con el formulado por la Federación;
Prevenir, preservar y restaurar el equilibrio ecológico, así como la protección del ambiente en el territorio de la entidad a través de las políticas públicas correspondientes;
Establecer políticas públicas para prevenir y controlar la contaminación atmosférica generada por fuentes emisoras de competencia estatal;
Evaluar el impacto ambiental previamente a la realización de las obras o actividades que sean de su competencia;
Regular el manejo y disposición final, en el ámbito de su competencia de los residuos sólidos que no sean peligrosos, conforme las disposiciones aplicables en la materia;
Formular, en el ámbito de su competencia los proyectos de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos y demás disposiciones jurídicas conducentes para la protección y sustentabilidad de los recursos naturales de la entidad;
Desarrollar e implementar acciones, programas o proyectos en materia de energías limpias y renovables, y demás que permitan la protección del ambiente y del equilibrio ecológico en los términos de la legislación aplicable de los instrumentos jurídicos que para el efecto se celebren con el Gobierno Federal, previa consulta de la comunidad a la que impacte, en los términos de la ley de la materia.

Fuente: Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado

Restricciones u obstáculos detectados

En trabajo en campo se planteó reiteradamente el problema del manejo ambiental de los aceites utilizados por las turbinas eólicas. De acuerdo con los actores no hay disposición o manejo de residuos adecuados en el Estado lo que resulta un problema porque se requiere

de mecanismos para manipular hasta 3 mil litros de aceite, dependiendo el número de aerogeneradores.

No hay estudios disponibles de evaluaciones y monitoreos de los impactos ambientales generados por los parques eólicos en Oaxaca. Por tanto, no se puede medir realmente las afectaciones ambientales y no se han establecido medidas de mitigación para dichos efectos.

Análisis de las restricciones

En esta sección se condensan las restricciones u obstáculos sistémicos y por eslabón detectados en las diferentes fases de diagnóstico. Las primeras se refieren a las restricciones que afectan a la cadena en su conjunto y las segundas a un eslabón particular de la cadena.

Restricciones sistémicas

Las restricciones sistémicas encontradas en la cadena de valor de energía eólica en Oaxaca son las siguientes:

Tabla 28. Restricciones sistémicas encontradas

<p>Contexto internacional, nacional y regional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las fuentes renovables no están reemplazando a los combustibles fósiles, sino que están expandiendo la cantidad total de energía • A nivel nacional, no se cuenta con procesos integrados de fabricación de componentes y ensamblaje de aerogeneradores • Los actores eólicos no se ven representados en el Clúster de Energía de Oaxaca
<p>Marco jurídico y regulatorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencia entre energías limpias y energías renovables • No se encontraron instrumentos de coordinación entre las entidades gubernamentales estatales para implementar acciones en materia de energías renovables.
<p>Económico y de mercado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de esquemas gubernamentales para apoyar a las MiPyMEs • Poca o nula participación de las MiPyMEs en los programas de gobierno estatal • Falta una política pública integral orientada a impulsar el componente local en la industria eólica • Falta de financiamientos y apoyos a la Industria local • Ausencia de Políticas de certificación de competencias
<p>Ciencia, tecnológica e innovación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falta vinculación entre la industria para orientar la investigación y el desarrollo tecnológico • Los alumnos del posgrado o institutos tecnológicos tienen poca vinculación con las empresas y, por tanto, con experiencias y prácticas profesionales • No se tiene una identificación clara de los requerimientos tecnológicos de la industria de las centrales eólicas

	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de inversión e infraestructura • No se cuenta con apoyo gubernamental
Gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • El sector eólico de Oaxaca está inserto en una cadena global de valor, dominado por grandes empresas en su mayoría extranjeras • Las empresas locales encuentran en el mercado eólico oaxaqueño dificultades para posicionarse de mejor manera en la cadena debido a que tienen pocas capacidades, su nivel de competencia es bajo • La gobernanza de la cadena es de tipo Cautiva
Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • No se tiene legislación a nivel nacional sobre impactos acumulativos de proyectos de infraestructura

Por eslabón

Las restricciones por eslabón encontradas en la cadena de valor de energía eólica en Oaxaca son las siguientes:

Tabla 29. Restricciones en el eslabón de Planeación

Planeación	Debido al cambio de administración, el avance de las energías limpias a nivel nacional actualmente ha sido pausado
	Necesidad de contar con algún instrumento legal estatal que mejore la relación entre comunidades locales (e indígenas) con las empresas eólicas
	La energía eólica ha perdido fuerza en Oaxaca por los conflictos sociales suscitados

Tabla 30. Restricciones en el eslabón de Manufactura

Manufactura	A nivel internacional, la industria eólica está muy concentrada en pocas empresas
	México no cuenta con fabricantes de componentes y ensamblaje de aerogeneradores.
	Limitaciones en el conocimiento de las capacidades de proveedores nacionales para integrar a las cadenas de proveeduría
	Falta de incentivos para la investigación aplicada en energía eólica

Tabla 31. Restricciones en el eslabón de Instalación

Instalación	Falta un instrumento legal estatal que mejore la relación entre comunidades locales (e indígenas) con las empresas eólicas
	No se cuenta con un sistema de información que permita compartir las experiencias en torno a la mitigación y gestión social, fundamentadas en las Evaluaciones de Impacto Social (EVIS) realizadas

Tabla 32. Restricciones en el eslabón de Operación y Mantenimiento (O&M)

O & M	Muchas PyMEs deciden no especializarse o certificarse porque representa costos adicionales y no tienen la garantía de aumentar su participación en la cadena eólica.
------------------	--

	Empresas que han intentado participar en actividades de O&M no han tenido éxito ya que las grandes empresas contratistas son muy herméticas
	Falta de mecanismos para el manejo ambiental de los aceites utilizados por las turbinas eólicas
	Falta de programas de capacitación y certificación al personal activo de la industria de energía eólica

Tabla 33. Restricciones en el eslabón de Disposición final

Disposición final	No se tiene legislación a nivel nacional sobre la disposición de componentes después de su vida útil
--------------------------	--

Análisis FODA

El análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) de la energía eólica recoge la percepción de los actores tomada en trabajo de campo. Dicha percepción se presenta a continuación:

Tabla 34. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
Alto potencial de energía eólica en Oaxaca	Iniciativas federales de proveeduría local
Concurrencia de institutos tecnológicos y universidades en el Estado con programas educativos enfocados a la energía eólica	Organismos internacionales apoyan a las energías renovables
Presencia de un Clúster de Energía en el Estado	A nivel internacional se han orientado los esfuerzos de la recuperación del COVID-19 hacia las energías renovables
Capacidades humanas cada vez más enfocadas a las energías limpias desde nivel técnico, superior y posgrado.	
Debilidades	Amenazas
Poca o nula integración en las empresas locales en la cadena de valor eólica	Dominio de empresas extranjeras de la cadena de valor
Escasa vinculación efectiva de empresas locales con institutos de investigación	Con la nueva administración se les ha dado mayor apoyo a industrias de hidrocarburos
Falta de competencias locales	Monopolio eléctrico a CFE
No se invierte en el aspecto social	
En Oaxaca no hay proyectos propios de inversión en energía renovable	
Falta de políticas públicas para el desarrollo de energías renovables	
Acceso a financiamientos para investigación, innovación y desarrollo de tecnologías	

Si bien es cierto, en el diagnóstico se detectaron obstáculos o restricciones en el ámbito internacional y nacional, es importante considerar que ambos niveles escapan de la unidad de análisis, a saber, el estado de Oaxaca. Sin embargo, es conveniente tomarlos en cuenta para proyectar el alcance las propuestas que se realizarán a escala estatal.

4.4. Buenas prácticas

El análisis de las buenas prácticas permite conocer otras experiencias en torno al impulso de una política industrial en energía eólica e identificar lecciones sobre la forma en cómo se superaron barreras y dificultades de acuerdo con contextos y realidades específicas. En la primera sección de este apartado se revisaron experiencias de algunos países representativos en el impulso al sector eólico. En la segunda parte se condensaron varias estrategias puestas en marcha en diversos países.

4.4.1. Experiencias internacionales

Los esquemas en los que ha incursionado la energía eólica no han sido homogéneos. Cada caso ha derivado en diversos procesos de acuerdo con las características del entorno. En ese sentido, se examinaron los contextos de China, India, Corea del Sur y Chile. Dichos países fueron seleccionados a partir de sus buenas experiencias en la fabricación local de componentes eólicos y además, porque dichas experiencias no se generaron en condiciones favorables como en países desarrollados, sino que el impulso a la energía eólica se originó en condiciones de subdesarrollo.

China

China impulsó las energías renovables con su Ley Nacional de Energía Renovable en 2005. Esta Ley estuvo aparejada con las concesiones de recursos eólicos del gobierno a través de un proceso de licitación competitivo para desarrolladores potenciales. Los proyectos solían tener un tamaño de 100 MW y debían utilizar turbinas eólicas de más de 600 kW de capacidad que inicialmente debían usar un 50% de contenido local, aumentando al 70% en rondas posteriores de concesiones.

Derivado de la Ley, el Plan de Implementación de Energía Renovable a Medio y Largo Plazo de 2007 anunció los procedimientos del gobierno chino para desarrollar bases de energía eólica a gran escala muy atractivos para la inversión privada. Entre otros beneficios se encontraba la interconexión a la red garantizada, apoyo financiero para la extensión de la red y caminos de acceso, y condiciones preferenciales de impuestos y préstamos.

Entre las medidas que China ha tomado para alentar directamente la fabricación de turbinas eólicas locales se destacan las políticas que fomentan las empresas conjuntas y la

transferencia de tecnología de grandes turbinas eólicas, políticas que exigen turbinas eólicas de fabricación local, aranceles aduaneros diferenciales que favorecen el montaje de turbinas nacionales en lugar de en el extranjero y el apoyo público a la Investigación y Desarrollo (I + D).

Dichas medidas fueron alineadas con otras estrategias. Tal es el caso del Ministerio de Ciencia y Tecnología que apoyó el desarrollo de turbinas eólicas, incluidas tecnologías para rotores de paso variable y generadores de velocidad variable, como parte del “Programa 863 Eólico” en el marco del Undécimo Plan Quinquenal (2006-2010). En abril de 2008, el Ministerio de Finanzas de China emitió un reglamento que establece que los ingresos fiscales para los componentes clave y las materias primas para grandes turbinas (2.5 MW y más) se devolverían al Estado para canalizar el dinero hacia la innovación tecnológica e industria. Ese mismo año, el Ministerio de Hacienda anunció el apoyo financiero para la comercialización de equipos de generación de “marca nacional” de energía eólica. Para el apoyo se especificaba que las turbinas eólicas debían ser probadas y certificadas por China General Certification (CGC) (Lewis, 2011).

Derivado de esas medidas, las empresas chinas tardaron menos de diez años en pasar de no tener experiencia en la fabricación de turbinas eólicas a tener la capacidad de fabricar sistemas completos de fabricación de última generación. En ese sentido, destacan empresas como Sinovel, Goldwind, Dongfang etc. Sinovel obtuvo su tecnología de aerogenerador de 1,5 MW a través de un acuerdo de licencia con la empresa alemana Fuhrlander. Posteriormente, se asoció con American Superconductor (AMSC) y con Windtec para desarrollar conjuntamente turbinas de 3 MW y 5 MW (May y Wienhold, 2009). Goldwind obtuvo su tecnología a través de acuerdos de licencia con REpower y adquiriendo la propiedad de Vensys. Actualmente Goldwind, es el fabricante chino mejor consolidado a nivel mundial. Otro fabricante chino es Dongfang, subsidiaria de Dongfang Electric Group (SOE) y obtuvo su tecnología a través de un acuerdo de licencia con REpower para su turbina eólica de 1,5 MW (A-Power Signs, 2008).

India

India ha tomado algunas medidas directas para fomentar la fabricación local de turbinas eólicas. Por ejemplo, el gobierno indio ha manipulado los derechos de aduana a favor de la

importación de componentes de turbinas eólicas en lugar de la importación de máquinas completas (Rajsekhar et al., 1999). India también ha desarrollado un programa nacional de certificación para turbinas eólicas administrado por el Ministerio de Fuentes de Energía No Convencionales (MNES) basado en gran parte en estándares internacionales de prueba y certificación.

Al estar certificados, muchos desarrolladores de parques eólicos grandes compraban componentes críticos, como generadores, palas y cajas de engranajes con proveedores locales para evitar cuellos de botella en la cadena de suministro, que es una amenaza constante para el funcionamiento regular de los parques eólicos. Al tener a los proveedores internamente, podrían asegurarse de obtener los productos deseados a un precio aceptable y a tiempo. Debido a este hecho, los fabricantes de aerogeneradores nacionales han aumentado su capacidad de producción. Ahora, entre el 70% y el 80% de las turbinas eólicas están siendo producidas en el país por fabricantes locales (Irfan, 2019).

India tiene ahora una industria de energía eólica local bastante concentrada de relativamente pocos, pero poderosos fabricantes y desarrolladores de turbinas. Tal es el caso de Suzlon Gamesa, Vestas, INOX y, GE India Industrial que son las principales empresas de fabricación de equipos eólicos en India (IWTMA, 2018). Una estrategia de la empresa Suzlon es establecer centros de I + D en todo el mundo, fundamentalmente en Europa Occidental (Suzlon, 2010). Las inversiones en este rubro han incluido cambios de diseño y actualizaciones tecnológicas, así como certificación, desarrollo de productos y calidad y seguridad, las cuales han aumentado sustancialmente en los últimos años. Un centro de investigación con sede en los Países Bajos por parte de Suzlon se beneficia de la experiencia holandesa local en el desarrollo de palas de turbinas, mientras que otro centro de investigación ubicado en Alemania se beneficia de la experiencia local en cajas de engranajes.

Corea del Sur

Corea del Sur sobresale más por su base de fabricación nacional que por su potencial de desarrollo eólico nacional. Los recursos eólicos en Corea del Sur son adecuados pero la superficie terrestre es limitada. Desde 2006, muchas empresas coreanas han entrado en la industria eólica, incluidos algunos de los conglomerados industriales más grandes de Corea

del Sur. Las empresas coreanas que llevan a cabo el desarrollo de tecnología de turbinas eólicas en varias etapas incluyen a Daewoo, Doosan, Hyosung, Samsung, Hyundai, Hanjin, STX, Rotem y Unison, es decir, empresas ya consolidadas en sus ramos participan en el sector eólico.

Si bien los fabricantes coreanos han entrado en la industria eólica relativamente tarde, sus estrategias de adquisición y transferencia de tecnología se han centrado en la tecnología eólica más avanzada y en la tecnología eólica marina en particular. Mediante la adquisición o alianzas con fabricantes de turbinas eólicas más pequeños o empresas de diseño, las empresas coreanas están intentando dar el salto directamente a la tecnología avanzada de turbinas eólicas. El hecho de que la mayoría de las empresas coreanas no sean pequeñas empresas, sino grandes conglomerados con una importante experiencia en la industria y una base de clientes en todo el mundo, garantiza un buen respaldo financiero y recursos para fusiones y adquisiciones.

En el ámbito gubernamental, el paquete de estímulo “Green New Deal” de Corea del Sur de 2009 incluyó fondos para el desarrollo de energías renovables. Los fondos se destinaron a duplicar el gasto en I + D en tecnología ecológica para 2012 en 27 áreas tecnológicas clave. El plan energético nacional de Corea del Sur estableció como objetivo la participación de la energía nueva y renovable en el consumo de energía primaria sea del 3% en 2006 y del 5% en 2011 (IEA, 2008). Para lograr estos objetivos, el gobierno proporcionó atractivos programas de incentivos tanto fiscales como subsidios para el mercado eólico local (Jong-Heon Lee, 2009). Así lo demuestra el subsidio de hasta el 70% a los gobiernos locales, a proyectos de pequeñas instalaciones eólicas de menos de 10 kW.

Chile

La literatura de experiencias exitosas de progreso industrial se centra en países desarrollados y recientemente en las economías BRIC (Brasil, Rusia, India y China). Tal es el caso de las experiencias de India y China (Lewis, 2007; Wang, 2010; Zhang et al., 2009). Este último se ha convertido en líder mundial de fabricantes de aerogeneradores. Sin embargo, estos países no representan el promedio mundial en cuanto a desarrollo económico ya que son potencias con una tecnología nacional avanzada que permite una

rápida absorción de tecnologías extranjeras. La mayoría de los países subdesarrollados tienen un poder de negociación menor hacia los proveedores de tecnología extranjeros.

Por ello el caso de Chile es relevante, ya que representa los desafíos a los que se enfrentan los países que no pertenecen al BRIC para atraer y absorber con éxito tecnologías extranjeras. Además, para el objeto de investigación, más allá de Brasil, es importante tomar en cuenta casos de éxito de países latinoamericanos, donde los contextos son similares a los mexicanos.

En ese sentido, al igual que México, una debilidad significativa para las tecnologías de innovación en energía en Chile fue la falta de una estrategia clara de investigación, desarrollo e innovación (I + D + i) por parte del Ministerio de Energía. Como resultado, las actividades del sector habían sido dispersas, con poca colaboración entre instituciones y la investigación era impulsada por proyectos aislados que no estaban vinculados a las necesidades del país. Además, la energía renovable no se consideraba como un sector prioritario bajo la estrategia de innovación chilena.

Los primeros proyectos de energía eólica en Chile estaban vinculados a las principales empresas de energía internacional como Endesa, SN Power y GDF Suez. Sin embargo, hubo un interés por parte de las industrias minera y química hacía nuevas adiciones de capacidad y nuevos proyectos eólicos. Durante 2010 la empresa Methanex echó a andar un parque eólico de 2,34 MW para aumentar la producción de energía en sus plantas de metanol, debido al incremento de los precios del gas natural. La empresa minera “el Toqui” comenzó a operar una planta de energía eólica de 1,5 MW para su propio consumo de energía. Otro caso fue el de la empresa minera de oro Barrick que realizó un proyecto de 36 MW y el de la empresa australiana Pacific Hydro. Además, Codelco, la principal empresa minera estatal y el mayor productor de cobre del mundo, se inició también en los proyectos eólicos.

Los principales cambios iniciaron con una nueva política de atracción del mercado para fomentar el despliegue de las energías renovables en Chile. La Ley 20.257, que entró en vigor en 2008, obligó a las empresas eléctricas, que venden directamente a los clientes finales, a incorporar el 5% de las energías renovables en sus ventas de electricidad. Este porcentaje aumentaría gradualmente hasta el 10% en 2024. Otro elemento institucional que

favoreció el impulso de las energías renovables por parte del Ministerio de Energía fue la creación del Centro de Energías Renovables (CER) en 2009. Las actividades del CER se centraron en dos áreas: acelerar la inversión en las energías renovables y ser un centro de conocimiento y de Transferencia Tecnológica.

Pueyo, García, & Mendiluce (2011) analizan el caso de Fibrovent Wind²² (FW), como ejemplo de transferencia tecnológica y desarrollo industrial en países en desarrollo, particularmente en la industria eólica. En 2009 la empresa Fibrovent que cubría una amplia gama de servicios para la industria minera, entre ellos sistemas de ventilación, adoptó el objetivo estratégico de convertirse en el primer fabricante chileno de palas eólicas. Sin embargo, Fibrovent carecía de experiencia técnica y de mercado específica en la industria eólica. El conocimiento de la producción de palas eólicas no estaba disponible en Chile y por lo tanto se requería apoyo tecnológico extranjero.

La estrategia para sortear las barreras se direccionó en dos sentidos:

- Contactar a una empresa fabricante de aerogeneradores. Eozen es un fabricante español fundado en 1999 y es licenciataria de la tecnología de aerogeneradores Vensys, que se caracteriza por su concepto de sistema simple y alta fiabilidad. Eozen ha desarrollado y certificado su propia tecnología de palas especialmente diseñada para optimizar el rendimiento de los aerogeneradores Vensys.
- Incorporación de un experto brasileño con más de 20 años de experiencia en la fabricación de palas eólicas y generadores. El experto brasileño se incorporó a Fibrovent en mayo de 2009, inicialmente a través de una consultoría especializada y posteriormente de forma permanente como socio. El rol de este experto fue clave para el diseño técnico y organizacional de la nueva empresa, la selección de proveedores de tecnología, la definición de un plan de negocios y el desarrollo de capacidades entre el personal local. El contacto permanente del experto con el personal de Fibrovent permitió un proceso de transferencia tecnológica profundo.

Fibrovent había acordado inicialmente constituir un acuerdo de *joint venture* con la empresa española Eozen. La primera entregaría a la empresa española el 50% de las

²² De acuerdo con los autores, Fibrovent Wind no es el nombre de la nueva empresa dado que no contaron con la autorización del uso real del nombre al momento de publicar el artículo.

acciones de la empresa, el 45% a Fibrovent, y el 5% restante se asignará al socio brasileño. En noviembre de 2009 se hizo un preacuerdo en el que se definía que FW comercializaría generadores Eozen y utilizaría el diseño de palas eólicas con licencia de Eozen sin costo alguno. El mercado objetivo inicial sería Chile, pero la expectativa a largo plazo era exportar al resto de América Latina y más allá después de una implementación exitosa en Chile. FW inició en el mercado chileno para poder crecer, ganar credibilidad a través de la experiencia y, posteriormente competir internacionalmente sobre todo en el mercado latinoamericano.

Otro factor importante fue la profesionalización de los recursos humanos. El número de ingenieros pasó de uno a diez desde que nació la empresa. La calidad de la educación en ingeniería chilena se consideró como habilitador clave para la creación de capacidad tecnológica endógena en Fibrovent. Sin embargo, las capacidades específicas en tecnología eólica no estaban disponibles en Chile, lo que se consideró como una barrera. Por ello, el personal de Fibrovent se involucró continuamente en eventos internacionales para mantenerse al día con los desarrollos tecnológicos y de mercado en la industria eólica. Además, Fibrovent participó activamente en I + D de tecnología eólica en colaboración con universidades. Este tipo de asociaciones empresa-universidades permitió desarrollar patentes de forma conjunta; crear *spin-offs* como resultado de proyectos de investigación exitosos; y proporcionar servicios de investigación y pruebas a otras instituciones.

El estudio de caso no se limitó a la mera adquisición de equipos y conocimientos extranjeros sino a la asimilación de conocimientos foráneos para la generación y gestión del cambio tecnológico, lo que implicó un intenso proceso de aprendizaje. Dicho proceso significa un cambio tecnológico significativo en Chile, introduciendo una actividad manufacturera de alto valor agregado con el potencial de efectos secundarios significativos en la economía. En este caso particular, el involucramiento del sector minero chileno en la industria eólica facilitó la especialización en una serie de tecnologías avanzadas, que pueden transferirse a algunos sectores de energías renovables. Este conocimiento preexistente permite que las empresas emergentes locales se vuelvan competitivas más rápido. Los pequeños países podrían seguir este ejemplo, analizando su base de conocimientos y estudiando la posibilidad de transferencia tecnológica intersectorial.

4.4.2. Estrategias internacionales

A lo largo de la historia, los países han utilizado diferentes estrategias para adquirir o desarrollar tecnología de acuerdo con su contexto y sus condiciones materiales. En el caso de la energía eólica también hay varias experiencias en torno al desarrollo de una industria propia que generan fuentes de conocimiento útil sobre las prácticas que alcanzaron el éxito. Entre estas experiencias se destacaron algunas estrategias que podría ser de guía para los contextos mexicanos.

Licencias

De acuerdo con los casos presentados, la incursión en la industria eólica se inició con el establecimiento de acuerdos de licencia, generalmente con pequeñas empresas europeas de turbinas eólicas. La adquisición de tecnología de empresas extranjeras es una de las formas más fáciles para obtener tecnología avanzada y se comience a fabricar turbinas que pueden haber sido probadas en campo o incluso tener una experiencia operativa sustancial. Sin embargo, por lo general, los principales fabricantes de turbinas eólicas no otorgan licencias de información patentada a empresas que más adelante podrían convertirse en competidores.

En consecuencia, los fabricantes de países en desarrollo a menudo obtienen tecnología de pequeñas empresas de energía eólica que tienen menos que perder en términos de competencia internacional y más que ganar en derechos de licencia. La tecnología obtenida de estos proveedores de tecnología más pequeños puede no ser necesariamente inferior a la proporcionada por las empresas de fabricación más grandes, pero es probable que se haya utilizado menos y, por lo tanto, tiene menos experiencia operativa. Alternativamente, las empresas pueden estar dispuestas a licenciar modelos obsoletos de su tecnología (a menudo tamaños de turbinas más pequeñas) o licenciar tecnología que viene con restricciones en las exportaciones de turbinas fuera del mercado en el que se encuentra el fabricante doméstico.

Tal es el caso de la empresa Suzlon que inició la fabricación de aerogeneradores con una licencia de la empresa alemana Südwind. Goldwind inició sus operaciones de manera similar con las licencias de las firmas alemanas Jacobs y REpower. Las empresas chinas Sinovel, Dongfang, CSIC y Beijing Beizhong adquirieron licencias de Fuhrländer (Alemania), REpower (Alemania), Aerodyn (Alemania) y DeWind (Reino Unido / EE.

UU.). Otros acuerdos de licencia chinos incluyen las licencias que A-Power adquirió de Norwin, CSIC adquirió de Aerodyn, Beizhong adquirió de DeWind, Windey adquirió de REpower y Zhuzhou adquirió de Windtec. Hyundai de Corea del Sur también obtuvo una licencia de AMSC Windtec. El caso particular de la empresa chilena Fibrovent con el fabricante español Eozen de la tecnología de aerogeneradores Vensys.

Desarrollo conjunto

Otra estrategia importante es el desarrollo conjunto de la tecnología de turbinas eólicas entre empresas e instituciones que aportan una experiencia diferente a la asociación. Este arreglo de desarrollo conjunto involucra, por ejemplo, a una empresa que se centra en el diseño y que trabaja con una empresa que se centra en la fabricación. Otra forma es cuando varias empresas, particularmente en China y Corea del Sur, confiaron en el apoyo del gobierno para I + D para diseñar turbinas eólicas, a menudo en conjunto con un consorcio de institutos de investigación o universidades. Empresas como Hyundai Rotem y Unison en Corea del Sur lo utilizan, así como también varios fabricantes chinos más pequeños como Windey, que se originó en el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Mecánica de Zhejiang de China.

Así también los grandes conglomerados industriales utilizaron fusiones y adquisiciones para obtener tecnología de turbinas eólicas desde el principio. Tal es el caso de los coreanos Daewoo y STX que compraron la firma estadounidense DeWind y la firma holandesa Harakosan Europe BV, respectivamente (Lewis, 2007).

La empresa egipcia Sewedy Group había intentado sin éxito formar asociaciones con los principales fabricantes europeos de aerogeneradores Nordex y Gamesa para adquirir los conocimientos necesarios. No obstante, se pudo asociar con una empresa española más pequeña de perfil bajo, MTorres, que también poseía tecnología de aerogeneradores. El resultado fue una participación de Sewedy Group en la empresa MTorres (IRENA, 2014).

Redes globales de aprendizaje

El alcance global de las actividades innovadoras de una empresa también puede desempeñar un papel importante en su estrategia de desarrollo tecnológico. Tal es el caso de Suzlon que pudo aprovechar las redes de aprendizaje global y obtener la experiencia regional ubicada en todo el mundo, como en los centros de desarrollo de tecnología de

turbinas eólicas de Dinamarca y los Países Bajos. Suzlon creó una red de aprendizaje con la contratación de personal calificado de todo el mundo para llenar los vacíos en su base de conocimientos técnicos. Aunque llevó a cabo la I + D en el extranjero, Suzlon basó su industria en componentes fabricados en la India a través de sus esfuerzos de investigación en el extranjero.

En el caso de Corea del Sur, dado que sus empresas buscaban mercados de exportación fuera de territorio coreano y necesitan posicionarse para competir con los líderes de la industria global, no restringieron sus actividades de desarrollo tecnológico dentro de Corea. Si bien se encontraban en una etapa anterior de desarrollo tecnológico, los nuevos participantes de la industria eólica de Corea del Sur también buscaron a nivel mundial sus asociaciones tecnológicas.

Empresas clave que han servido como fuente de transferencia de tecnología de energía eólica a nivel mundial para muchos de los fabricantes clave ubicados en China, India y Corea del Sur (y más allá) son Avantis, Windtec, REpower, Aerodyn, Fuhrländer, Norwin y Vensys. Es de destacar que estas empresas son pequeños fabricantes que no compiten con las empresas para las que tienen licencia en los mercados chino, indio o coreano o son principalmente empresas de diseño de ingeniería con poca o ninguna experiencia en fabricación. Una excepción es REpower, que se ha convertido en uno de los 10 principales fabricantes mundiales en los últimos años y vende directamente a muchos mercados extranjeros. Cuando una empresa comparte licencias con varias empresas o participa en el desarrollo conjunto con varias empresas, crea una red entre empresas a través de la cual se puede compartir el conocimiento. Estas redes aumentan el acceso al aprendizaje y la experiencia globales en todo el mundo.

Por tanto, el acceso a las redes de aprendizaje globales puede ser muy valioso para asimilar la experiencia tecnológica mediante asociaciones de investigación, desarrollo o incluso mediante la contratación de trabajadores especializados del extranjero. Para las empresas con acceso a recursos financieros sustanciales, las fusiones y adquisiciones son formas de adquirir conocimientos técnicos y asimilar la experiencia entre empresas con culturas corporativas similares y experiencia básica, siempre que las regulaciones de fusiones y adquisiciones se puedan navegar con éxito.

En Marruecos, la empresa Nareva Holding desarrolló alianzas con varios actores internacionales como GDF Suez Energy International, Mitsui, TAQA y Enel Green Power para diferentes proyectos, con el objetivo de aprender a lo largo de toda la cadena de valor. Por lo tanto, la compañía persiguió el desarrollo conjunto en cada fase del proyecto con diferentes grupos de trabajo, tales como áreas legales, fiscales y tecnológicas. Ello le permitió adentrarse en los requisitos específicos de diseño e ingeniería de grandes plantas, así como en Operación y Mantenimiento (O&M) de la instalación.

Entornos domésticos

Los 10 principales fabricantes de aerogeneradores de la actualidad: Vestas (Dinamarca), GE (EE. UU.), Sinovel (China), Enercon (Alemania), Goldwind (China), Gamesa (España), Dongfang (China), Suzlon (India), Siemens (originalmente Bonus de Dinamarca) y REpower (Alemania) comenzaron en sus mercados locales (Lewis, 2011).

Alemania, Dinamarca, Estados Unidos, China, India y Corea del Sur se han beneficiado de las políticas de subsidios gubernamentales para apoyar el desarrollo de la energía eólica. Al comenzar su experiencia en la industria en un mercado interno, las empresas pueden beneficiarse del apoyo del gobierno nacional (Lewis y Wiser, 2007). Es particularmente importante que las políticas gubernamentales se utilicen para brindar a las empresas el horizonte de planificación a largo plazo necesario para permitir inversiones en el futuro.

A medida que los gobiernos nacionales consideren políticas y regulaciones para promover una industria de energía eólica, se genera un entorno político estable y favorable que estimula un entorno empresarial. Sin embargo, es muy importante el apoyo directo para los fabricantes locales. Tal ha sido el caso de China, donde los requisitos de contenido local y la selección preferencial de proyectos para los fabricantes chinos han sido fundamentales para ayudarlos a construir una industria (Ford, 2009; China Green Energy, 2009). Otros programas pueden facilitar la transferencia de tecnología y aprendizaje, por ejemplo, los incentivos para que los fabricantes de turbinas eólicas desarrollen su tecnología en regiones específicas del país.

En el estado de California en Estados Unidos, a lo largo de la década de 1990, la política energética priorizó el establecimiento de una industria eólica estatal sobre otras tecnologías emergentes de energía renovable, ya que las turbinas eólicas ya se habían probado en

instalaciones a gran escala en el Estado durante la década de 1980. Al fomentar el desarrollo de una industria eólica autóctona, el gobierno siguió estrategias para crear mercados nacionales, apoyar los esfuerzos de I + D de las empresas locales e institutos de investigación y proporcionar incentivos para que las empresas extranjeras localicen la fabricación y transfieran tecnología a socios locales (Nahm, 2014).

Turquía es un caso interesante en el punto de la combinación de políticas que ha implementado. La combinación incluye políticas de implementación, requisitos de contenido local y el fortalecimiento de las capacidades a nivel de la empresa (a través de programas de mejora industrial y la promoción de empresas conjuntas) para maximizar la creación de valor local. La estrecha coordinación y participación de las partes interesadas de diferentes sectores es clave para el éxito de la formulación y la implementación de políticas (IRENA, 2014).

En Malasia, la Política Nacional de Energías Renovables y el Plan de Acción identificó cinco impulsos estratégicos para lograr el despliegue de energía renovable. El objetivo estratégico central fue introducir un marco legal y regulatorio efectivo para la implementación de energía renovable. Los otros cuatro objetivos estratégicos consideraban 1) proporcionar un entorno empresarial de apoyo para las energías renovables, 2) intensificar el desarrollo del capital humano, 3) mejorar la I + D en el sector de las energías renovables y 4) crear conciencia pública y programas de promoción de políticas de energía renovable (IRENA, 2014).

I + D

Tal como se describió anteriormente, es posible que los países menos desarrollados que no tienen una base industrial existente puedan adquirir conocimientos tecnológicos a través de licencias, tal como lo hizo Chile. Sin embargo, el potencial de las licencias es limitado, especialmente si la licencia incluye pocos “conocimientos técnicos” y limita las modificaciones o innovaciones de diseño futuras, o viene con restricciones de mercado que limitan la expansión global.

Un sistema nacional de innovación proporciona las herramientas para adoptar una tecnología de origen externo y aplicarla internamente, también llamado capacidad de absorción. Aunque la organización y distribución de las actividades relacionadas con la

innovación a menudo difiere entre países y regiones, las naciones que llegan tarde al desarrollo tecnológico deben “ponerse al día”, llevando a cabo “saltos” tecnológicos, que ha sido documentado en todas las industrias y tecnologías (Lee y Kim, 2001; Lee, 2005, Gallagher, 2006; Nelson, 2007).

En Europa, el gasto en I + D en la industria eólica fue aproximadamente el 5% de la facturación de la industria en 2010. De esta forma, se crean empleos relacionados con I + D, y los resultados de la investigación aseguran el desarrollo tecnológico competitivo en un mercado global (EWEA, 2012). Muchos países han establecido centros de conocimiento relacionados con la investigación de energía eólica. Por ejemplo, el Centro Nacional de Tecnología Eólica del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos es una de las principales instalaciones de investigación de tecnología energética en el país.

El Plan de Acción y Política Nacional de Energía Renovable de Malasia, por ejemplo, incluye políticas de apoyo para la educación y la capacitación que incorporan energía renovable en los planes de estudios técnicos y terciarios, desarrollan institutos de capacitación y centros de excelencia y brindan apoyo financiero. Estas políticas fueron acompañadas de una colaboración continua entre la industria y los responsables políticos de los sectores de energía y educación (IRENA, 2014).

Contenido Nacional

En Brasil para calificar a préstamos subsidiados por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) bajo su programa FINAME en 2009, los fabricantes de turbinas eólicas que participaron en las subastas inicialmente debían obtener el 40% de los componentes de los proveedores brasileños, aumentando al 60% en 2012. A partir de 2013, los fabricantes debían producir o ensamblar al menos tres de los cuatro elementos principales del parque eólico (es decir, torres, aspas, góndolas y cubos) en Brasil. Esta política ha llevado al rápido crecimiento de una cadena de suministro nacional.

En Sudáfrica también se impuso como requisito de licitación eólica de 25% de contenido local, que el gobierno buscó aumentar paso a paso al 45% (primera fase de presentación de ofertas), 60% (segunda fase) y 65% (tercera fase). En Quebec (Canadá), derivado de una licitación de 1GW para energía eólica en 2003, se otorgaron acuerdos de compra de energía a desarrolladores condicionados a un contenido nacional de 40% (primeros 200MW), 50%

(siguientes 100MW) y 60% (700MW restantes). Una segunda licitación de 2GW (2005) requirió un 60% de contenido local, y una tercera licitación (2010) mantuvo esencialmente la estructura de la segunda (IRENA, 2014).

En Egipto, se invirtió en energía eólica mediante el desarrollo de conocimiento y capacidad de fabricación de componentes de turbinas, como cables, transformadores, comunicaciones y equipos eléctricos necesarios en las etapas posteriores a la instalación de un parque eólico. En las áreas la operación y el mantenimiento hay posibilidades de insertar contenido nacional para aquellos países que han estado operando parques eólicos durante décadas.

4.5. Estrategias

Tal como se ha mostrado a lo largo del diagnóstico realizado, tanto de gabinete como de campo, Oaxaca tiene las condiciones (capacidades técnicas y humanas) para desarrollar una política industrial eólica. Sin embargo, pese a lo que dice la teoría neoclásica en torno al desarrollo, este no se da de manera natural y automático, sino que presenta restricciones u obstáculos. En ese sentido, las estrategias aquí presentadas para el fomento de una política industrial se han diseñado para atender las restricciones y las oportunidades identificadas tomando en cuenta las mejores prácticas analizadas. Todo ello con la finalidad de alcanzar los meta-objetivos establecidos.

Se proponen cinco Programas fundamentales para la cadena de energía eólica en Oaxaca. Cada uno de estos Programas contienen Estrategias para determinar el área de intervención y líneas de acción que especifican las actividades que deben llevarse a cabo para el cumplimiento de las estrategias.

Programa 1: Reconocimiento e integración de los actores de la cadena

Estrategia 1.1: Reconocimiento de actores y capacidades locales

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Realizar un directorio actualizado de las empresas de la cadena	Secretaría de Economía de Oaxaca	Realizar una convocatoria a nivel estatal para que las empresas del sector eólico participen. El objetivo es registrar a los actores que están en el sector y sean considerados en las actividades posteriores.
L2. Realizar un diagnóstico de las capacidades y las necesidades de las empresas de la cadena	Secretaría de Economía de Oaxaca	Reconocer las capacidades y las necesidades dentro de la cadena de valor de las empresas. El objetivo es tener una identificación clara de los requerimientos tecnológicos que haga énfasis en los componentes clave de la cadena en general y del eslabón de O&M en particular para un Programa de Desarrollo de Proveedores.

Estrategia 1.2: Mecanismos de integración

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Organizar encuentros anuales de actores	Secretaría de Economía de Oaxaca,	Fomentar sinergias entre los diversos actores: gubernamentales (federal y estatal), académicos y de investigación y de empresas locales. El objetivo es que los actores interactúen y generen redes de contactos y de futuras colaboraciones.
L2. Crear una sede del clúster de energía en el	Clúster de energía, Secretaría de Economía de	Integrar al Clúster de Energía a los actores de la región del istmo mediante una representación <i>técnica</i> . El objetivo es tener representatividad en el

Istmo	Oaxaca	clúster y poder aglutinar esfuerzos en torno a las energías renovables (eólica).
L3. Establecer una Agenda de trabajo estatal anual	Gobierno del estado de Oaxaca y Clúster de Energía	Proponer una agenda de trabajo para que las empresas locales puedan participar en obras y proyectos del gobierno. El objetivo es que las empresas sean consideradas e involucradas en los programas del gobierno estatal para el desarrollo de capacidades.

El Programa 1 está destinado a aglomerar e integrar la participación del sector privado local de manera organizada. Esto podría alentar a las empresas a identificar necesidades y desarrollar capacidades.

Programa 2: Desarrollo empresarial para MiPyMEs

Estrategia 2.1: Programa transversal de desarrollo empresarial

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Impartir cursos de Estrategias de emprendimiento	Clúster de energía, IODEMC e ICAPET	Disponer de una cartera de cursos y capacitaciones en línea o presenciales, a costos accesibles para las empresas. El objetivo es dotarlas de habilidades para mejorar su desempeño empresarial.
L2. Proveer Cursos de marketing y desarrollo organizacional	Clúster de energía, IODEMC e ICAPET	
L3. Dar acceso a capacitaciones de Sistemas administrativos y digitalización	Clúster de energía, IODEMC e ICAPET	
L4. Impartir cursos de empresas y derechos humanos (pueblos indígenas, género), y protección ambiental	SEPIA, SEDESOH y SEMAEDESO	

Estrategia 2.2: Programa de soporte empresarial

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Impartir capacitaciones financieras y tributarias	IODEMC e ICAPET	Dotar a las empresas de capacitaciones en temas de manejo financiero e impuestos. El objetivo es que las empresas obtengan dichos conocimientos antes de solicitar créditos y préstamos a instituciones.
L2. Programa de apoyo financiero a MiPyMEs energéticas	Secretaría de Economía de Oaxaca, BanOaxaca y Clúster de Energía	Establecer un programa financiero específico para las MiPyMEs que incursionan en el sector energético (eólico). El objetivo es que los productos ofertados de dicho programa se adecuen a las necesidades de las empresas que trabajan sobre proyecto.
L3. Apoyos en la obtención de certificaciones	ICAPET y Clúster de energía	El objetivo es apoyar a las MiPyMEs para ampliar el acceso a las certificaciones (GWO, DC3, ISO 9001, etc.).
L4. Acceso a Centro certificador del istmo	INEEL y Clúster de	Aprovechar la infraestructura del INEEL en el istmo con el CERTE para la certificación de empresas en

	energía	energía eólica
L5. Capacitación eólica	Clúster de energía e INEEL	El objetivo es capacitar en temas de Mantenimiento Correctivo y Preventivo, Manejo de Inventario, Control de Calidad, Manejo de residuos etc.

El Programa 2 está destinado a fortalecer las capacidades de las empresas locales tanto técnicas como financieras. Esto permitirá a dichas empresas involucrarse de mejor manera en actividades de la cadena, particularmente del eslabón de Operación y Mantenimiento, eslabón núcleo de la cadena.

Programa 3: Educación y capacitación estratégica para la innovación

Estrategia 3.1: Programa de Impulso a la educación

Líneas de acción	Ejecutor	Características
L1. Ampliar la currícula en temas afines a las energías renovables	IEEPO	A través del SUNEEO, ampliar la participación de programas académicos relacionados con las energías en las universidades estatales.
L2. Programa de intercambios académicos	IEEPO	Fomentar los intercambios académicos con universidades nacionales que cuenten con currículas en torno a la energía renovable.
L3. Apoyos estratégicos a la educación	IEEPO	Dotar de becas escolares, de investigación, cátedras, etc., El objetivo es mejorar la formación educativa.
L4. Mujeres en energía	IEEPO INEEL	El objetivo es ampliar la participación de las mujeres en el sector
L5. Fondo estatal de Tecnología e innovación	Gobierno de Oaxaca	El objetivo es aumentar los recursos para Ciencia, Tecnología e Innovación en el Estado

Estrategia 3.2. Vinculación para la innovación

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Esquema dual de educación	IEEPO y Clúster de energía	Vincular a las MiPyMEs con las universidades. El objetivo es dar oportunidad a los estudiantes a generar experiencia en el sector
L2. Programas de prácticas académicas	INEEL	El objetivo es convertir al CERTE en un centro estatal de aprendizaje práctico
L3. Red de aprendizaje	IEEPO y Clúster	Colaboración con universidades y centros de investigación nacionales y posteriormente internacionales

El Programa 3 propuesto busca promover la capacitación técnica para formar recursos humanos calificados, que afecten el apoyo a la “industria naciente” (Cimoli, Dosi, & Stiglitz, 2009). De acuerdo con la teoría evolucionista es importante la construcción de

capacidades tecnológicas y la innovación para fomentar círculos virtuosos que lleven al crecimiento económico.

Programa 4: Normas estatales de evaluaciones ambientales y sociales

Estrategia 4.1. Evaluación ambiental estratégica

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Promover foros nacionales e internacionales de intercambio de experiencias	SEMAEDESOS y Clúster de Energía	Incentivar a las empresas, a los sectores académico y social a participar en los foros. El objetivo es encontrar áreas de oportunidad en actividades de la cadena tomando en cuenta otras experiencias del sector a nivel ambiental.
L2. Definir una matriz de interacciones para la evaluación estratégica de impactos ambientales de los proyectos de eólicos en la región	SEMAEDESOS con apoyo de instituciones federales (SEMARNAT, SENER) y Clúster de Energía	La matriz de interacciones deberá considerar los aspectos del medio ambiente a ser evaluados entre los cuales están: flora, fauna, atmósfera, suelo, agua, etc.; además las actividades, los mecanismos de evaluación. El objetivo es contar con un instrumento común para la evaluación de los impactos al ambiente tomando en cuenta los efectos acumulativos.
L3. Impulsar una Propuesta de Norma Ambiental Estatal	SEMAEDESOS en colaboración con los sectores académico y social	Establecer una propuesta de Norma Ambiental Estatal derivada de la Ley de Fomento a Energías Renovables del estado de Oaxaca en la cual se especifique las metodologías de medición y control en el monitoreo de proyectos eólicos. El objetivo es contar con un instrumento que regule a los proyectos eólicos en sus diferentes etapas

Estrategia 4.2. Impactos y beneficios sociales

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Desarrollar diferentes metodologías de intervención social	SEPIA SINFRA SEDESOS CIESAS	Tomando en cuenta los avances teóricos en la materia y las mejores prácticas a nivel nacional e internacional, integrar enfoques de derechos humanos para Evaluaciones de Impacto Social, estrategias de resolución de conflictos, beneficios sociales compartidos, propuestas de proyectos comunitarios (cooperativas). El objetivo es facilitar la implementación de proyectos con la participación informada de las comunidades.
L2. Promover foros de discusión en el Estado sobre una política pública	SEPIA SINFRA SEDESOS CIESAS	Presentar ante diversos grupos sociales las metodologías de intervención. El objetivo es ampliar la discusión, recoger experiencias y observaciones con empresas del sector, representantes de organizaciones sociales, grupos de investigación y académicos y miembros de la sociedad civil sobre los lineamientos de una política pública de evaluación y beneficios sociales de proyectos energéticos.
L3. Consulta para la	SEPIA	Promover la participación de la sociedad oaxaqueña

elaboración de la política pública	SINFRA SEDESOH CIESAS	para determinar los lineamientos en torno a la evaluación y beneficios sociales de los proyectos de infraestructura.
L4. Impulsar la propuesta elaborada	SEDESOH y Clúster de Energía	Establecer una propuesta de Norma derivada de la Ley de Fomento a Energías Renovables del estado de Oaxaca en la cual se especifique las metodologías. El objetivo es contar con un instrumento que regule la participación social de proyectos de energía renovable (eólica)

El Programa 4 propuesto es, sin duda, una de las mayores deudas que tiene el desarrollo eólico con Oaxaca. Es apremiante que el Estado cuente con procedimientos a largo plazo para la mitigación de efectos adversos de los aerogeneradores en la región. Tal es el caso de los impactos ambientales en la zona ya que, como se había descrito anteriormente, es un Corredor Biológico donde confluyen varias especies. Asimismo, en el ámbito social, se requiere de procedimientos para considerar la consulta y participación de las comunidades locales, muchas de ellas indígenas, en los planes de expansión de proyectos de energía renovable. Además, el monitoreo y vigilancia ambiental, los planes de manejo, así como las evaluaciones sociales son áreas de oportunidad para la generación de empleos locales en otras ramas como la biología, antropología, sociología, etc.

Programa 5: Sistemas de expansión

Líneas de acción	Ejecutores	Características
L1. Plan de Acción u Hoja de Ruta a Medio y Largo Plazo	Clúster de energía	El objetivo es generar un Plan de Acción a largo plazo que amplíe y profundice los logros alcanzados en Programas previos
L2. Participar en los debates nacionales en torno a contenido nacional	Clúster de energía	El objetivo es que el sector sea tomado en cuenta para impulsar el contenido local de acuerdo con lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica.
L3. Incubadoras para la innovación	Secretaría de Economía, Clúster e incubadoras	Incluir la participación de las incubadoras estatales en proyectos de energía eólica
L4. Fábrica de aspas y componentes	Clúster de energía, INEEL	Retomar el proyecto en territorio consensuado y ampliarlo para componentes críticos (generadores, palas, cajas de engranajes, etc.).
L5. Estación de Pruebas acreditada ²³	UNISTMO, INEEL	Una entidad evaluadora permitiría verificar y certificar partes y componentes de sistemas

²³ La entidad acreditadora debería contar con: Túnel Aerodinámico Subsónico; Banco de Pruebas de Generadores Eléctricos; Banco de Pruebas Estructurales de Aspas: Estáticas y Dinámicas; Materiales para impresora 3D y maqueta de prueba; Estación de pruebas y monitoreo de aerogeneradores; Kit de

		eólicos que se desarrollan, fabrican y comercializan en Oaxaca.
L6. Redes de colaboración	Clúster de energía	El objetivo es ampliar las redes de colaboración para transferencia de tecnología por medio de licencias, <i>joint venture</i> , <i>spin-offs</i> , etc.

El Programa 5 avanza hacia un horizonte de largo plazo donde el Clúster de Energía ha aglutinado los esfuerzos de las empresas y puede dirigir un Plan de Acción. Tal como lo demuestran experiencias internacionales en China o Malasia, el Plan estaría enfocado a profundizar las acciones de los Programas previos como 1) proporcionar un entorno empresarial de apoyo para las energías renovables, 2) intensificar el desarrollo del capital humano, 3) mejorar la I + D en el sector de las energías renovables y 4) crear mecanismos de participación pública y programas de promoción de energía renovable observando las normas ambientales y sociales mediante redes de colaboración entre empresas oaxaqueñas y empresas nacionales o internacionales. Además, se incluían programas para el desarrollo de nuevas tecnologías esquemas de colaboración como en su momento lo hiciera Chile, India, esquemas de incentivos de contenido nacional de acuerdo con lo establecido a nivel federal.

La política industrial, tal como se ha descrito anteriormente, es el conjunto de acciones gubernamentales diseñadas para apoyar industrias que tienen un gran potencial de promover la innovación y el desarrollo competitivo en el contexto de una economía abierta, la capacidad de creación de empleo, apoyar a las pequeñas y medianas empresas, así como el potencial para apoyar directamente la producción de infraestructura. Estas acciones, como las describe Pinder (1982), van desde apoyar a la industria con programas, incentivos y estrategias que cobran validez cuando apuntan a un proceso integral de cambio. En este sentido, la propuesta de acciones para una política industrial de la energía eólica en Oaxaca apunta a disolver las restricciones y a la participación de diversos sujetos institucionales (Bianchi & Labory, 2006).

Con estos Programas “el impulso y aprovechamiento de las denominadas ‘energías limpias’ o ‘alternativas’ generaría, para el Estado, un enorme potencial de desarrollo y crecimiento

Herramientas Electrónicas y Mecánicas; ZEPHIR300 Remote Sensing Wind Measurement Lidar. CampbellWind Lidar (-40 to 50C); Computadora Alienware 17 R3; Equipo para escaneo y pruebas ópticas de palas de aerogeneradores. Equipo de cómputo.

económico”, tal como se establece en Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca (2016-2022), (Gobierno del estado de Oaxaca, 2017). En ese sentido se pueden cumplir los Meta-Objetivos establecidos inicialmente, a saber:

1. *Impulsar un desarrollo económico del estado de Oaxaca* (2022, pág.123).
2. *Fortalecer la incorporación de las MiPyMEs y emprendedores oaxaqueños en cadenas productivas generadoras de valor a través de la inversión y la innovación* (2017, pág. 143).
3. *Impulsar la asociatividad entre los actores que intervienen en las diferentes fases de la cadena de valor* (2017, pág. 125) *para mejorar los niveles de generación y captura del valor agredo en los eslabones de la cadena.*
4. *Mejorar las condiciones de inversión y crecimiento en el estado de Oaxaca* (2022, pág.125).

Por tanto, tal como se ha demostrado, una política industrial participativa puede ser una propuesta viable para contribuir al desarrollo sostenible del estado de Oaxaca e impulsar a las energías renovables. El involucramiento continuo de los actores desde la gestión de las propuestas y en todo el proceso de construcción genera un diagnóstico más real de la situación y amplía la participación para la búsqueda de soluciones, legitimando el proceso de impulso a las energías limpias en contexto de cambio climático.

Conclusiones del capítulo

En este capítulo se reportaron los resultados obtenidos de la metodología descrita en el capítulo anterior respecto a la cadena de valor. Esto es, se hizo un primer análisis del territorio y de las características de la zona de estudio. Posteriormente se retomaron los meta-objetivos planteados en el Plan Nacional y Estatal de Desarrollo por lo que se consideró a la cadena de energía eólica para esta investigación.

Una vez seleccionada la cadena, se hizo la descripción de los eslabones y de sus actores. En consecuencia, se realizó el diagnóstico en varios frentes, a saber, en el contexto internacional, nacional y regional; en el marco jurídico regulatorio; en el ámbito económico y de mercado; de ciencia, tecnología e innovación; en el tipo de gobernanza y en el medio ambiente. Todo ello para identificar las restricciones de dichos frentes y en cada eslabón.

Finalmente, se buscaron experiencias internacionales de buenas prácticas respecto a la cadena de valor en energía eólica, para que, en su conjunto con el análisis descrito en el párrafo anterior, se establecieran las estrategias propuestas en cinco programas. Dichos programas cuentan con sus respectivas líneas de acción y actores propuestos.

Conclusiones generales

En los últimos años, se ha producido un importante avance en el desarrollo de las energías renovables a nivel mundial para reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y reemplazar el uso de combustibles fósiles como respuesta al cambio climático. Además, debido a la pandemia de COVID-19, muchos organismos a nivel internacional están apuntando a las renovables como agente de recuperación económica. En ese sentido, México tiene un alto potencial renovable, tanto en energía eólica, hidro, solar, biomasa, geotérmica.

Particularmente, el estado de Oaxaca cuenta con un gran potencial de generación en energía renovable, fundamentalmente eólica, concentrado en el Istmo de Tehuantepec. Este potencial ha sido aprovechado mediante la instalación de parques eólicos en la región. Sin embargo, las condiciones socioeconómico del estado, e incluso de la región del Istmo no han presentado mejoras a raíz de este desarrollo eólico. Muy por el contrario, se han expresado varios conflictos sociales a falta de beneficios sociales y económicos.

Ante la complejidad de dicho contexto, no basta con recurrir a una sola disciplina para abordar el análisis de la situación, muy por el contrario, se requiere de un enfoque que se oriente a la transdisciplina como lo es las Ciencias de la Sostenibilidad que estudian las interacciones entre la actividad humana y el medio ambiente. Este análisis integrado busca entender la problemática desde distintas perspectivas para proponer posibles respuestas considerando sus repercusiones dinámicas en el futuro. A partir de esa perspectiva, se consideró como respuesta integradora y como objetivo general de esta investigación el proponer estrategias dirigidas a una política industrial en energía eólica en Oaxaca en el contexto de cambio climático.

Para alcanzar dicho objetivo general se establecieron cuatro objetivos particulares: 1) Analizar los impactos socioeconómicos y ambientales de los parques eólicos en Oaxaca; que se realizó en el Capítulo 1; 2) Examinar los postulados teóricos de la política industrial como instrumento de desarrollo interno; que se expresó en el Capítulo 2; 3) Identificar oportunidades y obstáculos de una industria sustentable eólica en Oaxaca mediante el análisis de cadena de valor; y 4) Diseñar recomendaciones de política industrial, se efectuaron en el Capítulo 4.

En el Capítulo 1 se destacaron los impactos tanto en el plano económico, social y ambiental de los parques eólicos en la región del Istmo. Derivado de dicha revisión es que se llega a la propuesta de una Política Industrial en energía renovable, fundamentalmente eólica. Para ello se realizó una revisión teórica en torno a la política industrial.

En el Capítulo 2 se recogieron los planteamientos teóricos de las Ciencias de la Sostenibilidad y, para el concepto de Política Industrial, se ubicaron las posturas teóricas desde la rama económica. Por un lado, la teoría ortodoxa o neoclásica niega toda posibilidad de intervención del estado vía política industrial. Por otro lado, las teorías heterodoxas subrayan el papel fundamental de la política económica, específicamente la política industrial, en tres enfoques principales, a saber, teoría evolucionista, teoría estructuralista y teoría de las cadenas globales de valor. Dichos argumentos teóricos permitieron generar una definición. En ese sentido, la política industrial es el conjunto heterogéneo de estrategias e instrumentos de mediano y largo plazo, impulsadas por los actores directos, destinados a favorecer caminos de desarrollo estratégicos disminuyendo su impacto ambiental.

Para aplicar la teoría de la política industrial desde su definición y con elementos de las Ciencias de la Sostenibilidad, se utilizó la metodología de cadena de valor. Tal como se describió en el Capítulo 3, la metodología utilizada en la investigación fue la propuesta por la CEPAL que se caracteriza por su enfoque participativo. La puesta en marcha de dicha metodología fue desarrollada en el Capítulo 4 en el que, mediante trabajo de gabinete y de campo, se realizó un diagnóstico sobre las restricciones que enfrentan los actores de los diversos eslabones de las cadenas de valor, así como la cadena en su conjunto. Con la información recabada se generaron estrategias divididas en cinco Programas para dichas restricciones.

Aportaciones

Durante la construcción de esta investigación, de acuerdo con las Ciencias de la Sostenibilidad, se reconoció la gama de perspectivas de las partes interesadas (*stakeholders*), con respecto al problema de estudio y se promovió la inclusión de las propuestas generadas por ellas mismas. En ese sentido, el diseño de Programas de acción atendió las características específicas de la cadena de valor de energía eólica en Oaxaca.

Así mismo se comprobó la hipótesis de esta investigación, esto es, que el estado de Oaxaca tiene las condiciones (capacidades técnicas y humanas) para desarrollar una política industrial eólica sustentable con procesos participativos y que dicha propuesta puede contribuir al progreso socioeconómico del estado e impulsar a las energías renovables.

Con esta investigación se prueba que la política industrial vuelve a representar una posibilidad de recuperación y crecimiento económico. Sin embargo y bajo el contexto de crisis climática y socioambiental, esta política debe ser diferente del pasado. La nueva política industrial debe reconocer las problemáticas sociales y medioambientales actuales y futuras. La nueva política industrial debe apuntar hacia la sostenibilidad.

Siendo así, la propuesta presentada en esta investigación puede ser de utilidad para generar estrategias industriales en aquellas regiones del país que pretende impulsar o mejorar la presencia de energía renovable, no sólo eólica. La metodología de cadena de valor tiene la flexibilidad de ajustarse a las necesidades de cada situación y a las estrategias que se quiere promover.

Limitaciones

Como se mencionó en el capítulo metodológico, la principal limitación del estudio se vincula con el acceso a los actores clave. Esto debido a que la presencia de aerogeneradores en la región ha generado mucha controversia y conflicto social. Esta limitante representó que, para esta investigación, no se tuviera información directa de las grandes firmas eólicas que tienen presencia en Oaxaca.

Otra limitante es que, si bien es cierto, esta investigación pretendió desarrollarse dentro de un enfoque transdisciplinario, como se promueve en las Ciencias de la Sostenibilidad, tratando de igual la importancia los aspectos económicos, sociales y ambientales, lo cierto es que cobró mayor relevancia el aspecto económico. Esta limitante se debió a la curva de aprendizaje que representa la conjunción de múltiples enfoques para el análisis de un problema particular.

El reconocimiento de las limitantes de esta investigación representa, al mismo tiempo, áreas de oportunidad para futuras líneas de investigación. Tal es el caso del análisis de cadena de valor y ciclo de vida o análisis de cadena de valor y género, entre otros.

Referencias

- Acciona. (29 de 05 de 2017). *ACCIONA pone en marcha la primera planta híbrida de almacenamiento de energía eólica con baterías en España*. Obtenido de <https://www.acciona.com/es/salaprensa/noticias/2017/mayo/acciona-pone-marcha-primera-planta-hibrida-almacenamiento-energia-eolica-baterias-espana/>
- Altomonte, H., & Sánchez, R. (mayo de 2016). *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): http://209.177.156.169/libreria_cm/archivos/pdf_1501.pdf
- Alvarado, R. (junio de 2015). *Capacidades tecnológicas del sector eólico en México: análisis y perspectivas*.
- Arellano, M. A. (2010). *Apertura externa, industria manufacturera y política industrial en México*.
- Asamblea de Pueblos Indígenas del Istmo en Defensa de la Tierra y el Territorio. (24 de noviembre de 2018). *No a las Consultas a Modo*. Obtenido de <https://tierrayterritorio.wordpress.com/2018/11/24/no-la-a-las-consultas-a-modo/>
- Asociación Empresarial Eólica. (8 de marzo de 2011). *Reunión de Mantenimiento*. Obtenido de <http://www.aeeolica.org/uploads/documents/283-presentacion-gt-operacion-y-mantenimiento.pdf>
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (2017). *Estudio de Capacidades de la Industria Eólica en México*.
- Asociación Mexicana de Energía Eólica. (2018). *Mapas Eólicos*. Obtenido de <https://amdee.org/mapas-eolicos.html>
- Balassa, B. (1988). *The Lessons of East Asian Development: An Overview. Economic Development and Cultural Change*.
- Bamber, P., Fernandez-Stark, K., Gereffi, G., & Guinn, A. (agosto de 2014). *Connecting Local Producers in Developing Countries to Regional and Global Value Chains*. Obtenido de OECD Trade Policy Papers: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jzb95f18851-en.pdf?expires=1605147826&id=id&accname=guest&checksum=48FEF77F5575F9AC25029A350CB08A8D>
- Banco de México. (s.f.). *Oaxaca*. Obtenido de Data México: <https://datamexico.org/es/profile/geo/oaxaca-oa>
- Banco Mundial. (7 de agosto de 2015). *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la Industria Eólica*. Obtenido de https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/0dfae590-3eab-4670-9f8d-227c05f9a06e/FINAL_Dec+2015_Wind+Energy_Spanish.pdf?MOD=AJPERES&CVID=16zqxem
- Banco Mundial/ Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. (2019). *Sistema de Información de Salvaguardas de República Dominicana REDD+*. Obtenido de <http://documents1.worldbank.org/curated/pt/232911574665092051/pdf/Evaluacion-Estrategica-Social-y-Ambiental.pdf>
- Barreiro, F. (2000). *Desarrollo desde el territorio. A propósito del desarrollo local*.

- Bartolomé, M. A. (mayo-agosto de 2014). Las identidades imaginadas en Oaxaca. Algunos problemas del diálogo intercultural en una sociedad plural. (E. N. Historia, Ed.) *Cuicuilco*, 21(60), 83-108.
- Bauer, P. (1984). *Reality and Rhetoric: Studies in the Economics of Development*. Londres.
- Bianchi, P., & Labory, S. (2006). *International Handbook on Industrial Policy*. Italy: Department of Economics and Management, University of Ferrara.
- Bianchi, P., & Labory, S. (2011). Industrial Policy after the Crisis: the Case of the Emilia-Romagna Region in Italy. *Policy Studies*, 32(4), 429-445.
- BID. (19 de enero de 2006). *BID aprueba nueva política de medio ambiente y cumplimiento de salvaguardias*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2006-01-19/bid-aprueba-nueva-politica-de-medio-ambiente-y-cumplimiento-de-salvaguardias%2C2643.html>
- Bloomberg New Energy Finance. (2019). *New Energy Outlook*. Obtenido de <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
- Bolwig, S., Ponte, S., & du Toit, A. (2008). INTEGRATING POVERTY, GENDER AND ENVIRONMENTAL CONCERNS INTO VALUE CHAIN ANALYSIS. En D. I. Studies (Ed.). Copenhagen.
- Borja, M. A., Jaramillo, O., & Mimiaga, F. (2005). *Primer Documento del Proyecto Eoloeléctrico del Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec*. Instituto de Investigaciones Eléctricas. Recuperado el 2016, de <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/Eolica/LibroProyectoEolico/ProyectoEolicoOaxaca.pdf>
- Borja, M. A., Jaramillo, O., & Mimiaga, F. (2005). *Primer Documento del Proyecto Eoloeléctrico del Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec*.
- Brandt, P., Ernst, A., & Gralla, F. (18 de mayo de 2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 1-15.
- Breukers, S., & Wolsink, M. (2007). Wind power implementation in changing institutional landscapes: An international comparison. *Energy Policy*, 2737-2750.
- Browne, M. (November de 2005). Life Cycle Assessment in the Supply Chain: A Review and Case Study. *Transport Reviews*, 25(6), 761-782.
- Burton, T., & Sharpe, D. (2001). *Wind Energy Handbook*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Camara de Diputados. (28 de noviembre de 2008). *Ley para el aprovechamiento de energías renovables y financiamiento de la transición energética*. Obtenido de <http://www.cre.gob.mx/documento/3870.pdf>
- Cámara de Diputados. (junio de 6 de 2012). *Ley General de Cambio Climático*. Obtenido de https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/6583/1/ley_general_de_cambio_climatico.pdf
- Cámara de Diputados. (11 de agosto de 2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lielec.htm>

- Cámara de Diputados. (31 de octubre de 2014). *Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>
- Cash, D. (8 de julio de 2003). Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8086-8091.
- Cattaneo, O., Gereffi, G., & Staritz, C. (2010). *Global Value Chains in Postcrisis World*. Washington DC: World Bank.
- CEMIE Eólico . (2019). Obtenido de Lista de proyectos vigentes: <http://www.cemieeolico.org.mx/Proyectos>
- CENACE. (17 de 06 de 2019). *Contratos de largo plazo de cobertura eléctrica para la compraventa de potencia, energía eléctrica acumulable y certificados de energías limpias*. Obtenido de Proyectos México: https://www.proyectosmexico.gob.mx/proyecto_inversion/segunda-subasta-de-largo-plazo-slp-12016/
- Centro de Análisis para la Investigación en Innovación. (2018). *Índice Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de <https://www.caiinno.org/wp-content/uploads/2018/12/INDICE-2018.pdf>
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental. (2017). *Marco jurídico de las energías renovables en México*. Obtenido de https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/06/Marco-jur%C3%ADdico-de-las-energ%C3%ADas-renovables-en-M%C3%A9xico.final_.pdf
- Centros Mexicanos de Innovación en Energía-Eólico. (2019). Obtenido de <http://www.cemieeolico.org.mx/>
- CEPAL. (1987). *Raúl Prebisch: las cinco etapas de su pensamiento sobre desarrollo*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2610/293_es.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- CEPAL. (2003). *Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe*.
- CEPAL. (2006). *La Inversión Extranjera en América Latina y el Caribe*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/1134-la-inversion-extranjera-america-latina-caribe-2006>
- CEPAL. (2012). *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo*. Santiago de Chile.
- CEPAL. (abril de 2017). *La cadena de valor de embutidos y otras conservas de carne de cerdo en México*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40488-la-cadena-valor-embutidos-otras-conservas-carne-cerdo-mexico>
- CEPAL-GTZ. (febrero de 2000). *Desarrollo Económico Local y descentralización: aproximación a un marco conceptual*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/31392-desarrollo-economico-local-descentralizacion-aproximacion-un-marco-conceptual>
- Chang, H.-J. (1994). *The Political Economy of Industrial Policy*. Macmillan Press.

- Cimoli, M., Dosi, G., & Stiglitz, J. (2009). *Industrial policy and development : the political economy of capabilities accumulation*. Oxford: Oxford University Press.
- Clark, W. (6 de February de 2007). Sustainability Science: A room of its own. *PNAS The National Academy of Sciences of the USA*, 104(6), 1737-1738. Recuperado el febrero de 2018, de www.pnas.org/cgi/dol/10.1073/pnas.0611291104
- Clúster de Energía. (2018). Obtenido de <https://www.clusteroaxaca.com/clusterenergia>
- CMMAD. (1987). *Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo*. Oxford: Oxford University Press. Obtenido de Nuestro futuro común.
- Cohen, W. M., & Levin, R. (1989). Empirical studies of innovation and market structure. En S. & Willig, *Handbook of Industrial Organization* (págs. 1060-1107). Amsterdam: North-Holland.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, 569-596.
- Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. (1990). *Nuestra propia agenda*. Washington.
- Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable . (septiembre de 2018). *Estudio de Energías Limpias en México 2018-2032* . Obtenido de <http://www.cespedes.org.mx/wp-content/uploads/2018/10/Estudio-de-Energias-Renovables-en-Mexico-2018-a-2032.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). *Corredor Biológico Mesoamericano*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/cbmm.html>
- Comisión Reguladora de Energía. (mayo de 2018). Obtenido de <https://www.gob.mx/cre>
- Comisión Reguladora de Energía. (2019). *Permisos otorgados por la Comisión*. Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/permisos-otorgados-por-la-comision>
- Comité de Defensa Integral de Derechos Humanos Gobixha. (2012). Obtenido de https://www.codigodh.org/wp-content/uploads/2012/12/Informe2012_interiores.pdf
- Comunidades y Energía Renovable. (mayo de 2020). *Lineamientos para el desarrollo de proyectos de energía renovable*. Obtenido de <https://proyectocer.org/assets/img/Lineamientos-web.pdf>
- CONACYT. (29 de julio de 2015). *Agenda de Innovación de Oaxaca*. Obtenido de <http://www.agendasinnovacion.org/?p=2028>
- CONACYT. (2018). *Actividad del Conacyt por entidad federativa*. Obtenido de Oaxaca: <http://www.siiicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/conacyt-en-las-entidades-federativas>
- CONACYT. (2019). *Archivo histórico del Sistema Nacional de Investigadores*. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores/archivo-historico>

- CONAPO. (2016). *Prontuario sobre movilidad y migración internacional*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conapo/articulos/prontuario-sobre-movilidad-y-migracion-internacional-dimensiones-del-fenomeno-migratorio-96395?idiom=es>
- Condusef. (2015). *Pymes*. Obtenido de <https://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/usuario-inteligente/educacion-financiera/492-pymes>
- Coneval. (5 de agosto de 2021). *Entidades Federativas*. Obtenido de Oaxaca 2020: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/Pobreza_2020.aspx
- Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo. (2018). *Indicadores Oaxaca*. Obtenido de <https://www.concanaco.com.mx/indicadores-economicos-por-estados/>
- Congreso del Estado de Oaxaca. (19 de junio de 1998). *Ley de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas*. Obtenido de <https://www.osfeoaxaca.gob.mx/documentos/marcolegal/estatal/19LeyDerechosPueblos.pdf>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2017). *Monitoreo y estados*. Obtenido de Oaxaca: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/principal.aspx>
- Corporación Financiera Internacional. (1 de enero de 2012). *Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social*. (B. Mundial, Ed.) Obtenido de https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/55d37e804a5b586a908b9f8969adcc27/PS_Spanish_2012_Full-Documents.pdf?MOD=AJPERES
- Cortez, N. H., & Castillo, J. (2017). Energía eólica, discurso y movimientos sociales indígenas: el caso de la APPJ en Oaxaca, México. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 31-63.
- Dalum, B., Johnson, B., & Lundvall, B. (1992). Public policy in the learning society. En Lundvall, *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive* (pág. Pinter). Londres.
- Diario Oficial de la Federación. (24 de 12 de 2015). *Ley de Transición Energética*. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015
- Díaz, J. C., & Ascoli, J. (2006). *Reflexiones sobre el desarrollo local y regional*.
- Díaz-Carnero, E. (2015). Energía eólica y conflicto social en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Simposio Internacional de historia de la electrificación*. Ciudad de México: Palacio de Minería.
- Dini, M., & Stumpo, G. (2020). *Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. (C. E. (CEPAL), Ed.)
- Dosi. (1991). Una reconsideración de las condiciones y los modelos de desarrollo. Una Perspectiva "Evolucionista" de la Innovación, el Crecimiento y el Comercio. *Pensamiento Iberoamericano*, 167-191.

- Dosi, G. (Julio-Diciembre de 1991). Una Reconsideración de las Condiciones y los Modelos del Desarrollo. Una Perspectiva "Evolucionista" de la Innovación, el Comercio y el Crecimiento. *Pensamiento Iberoamericano, Especial* (20), 167-192.
- Dowd, A.-M. (2011). Geothermal technology in Australia: Investigating social acceptance. *Energy Policy*, 6301-6307.
- e-educativa. (s.f.). *Componentes de un aerogenerador*. Obtenido de http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/21_componentes_de_un_aerogenerador.html
- Elliot, D., Schwartz, M., & Scott, S. (2004). *Atlas de Recursos Eólicos en Oaxaca*. Recuperado el 2015, de <https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35575.pdf>
- Energías Renovables. (2012). *Componentes de un aerogenerador*. Obtenido de <https://energiasrenovadas.com/componentes-de-un-aerogenerador/>
- energiza.org. (2018). *Principales componentes de un aerogenerador*. Obtenido de http://www.energiza.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=1246:principales-componentes-de-un-aerogenerador
- Environmental Protection Agency. (Mayo de 2006). *Life Cycle Assessment: Principles and Practice*. Obtenido de https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=155087
- Ernst & Young. (mayo de 2020). *Renewable Energy Country Attractiveness Index*. Obtenido de https://www.ey.com/es_mx/recai
- Esteban, M., Akiyama, T., Chen, C., Ikeda, I., & Mino, T. (2016). *Sustainability Science: Field Methods and Exercises*,. doi:10.1007/978-3-319-32930-7_7
- Fernández, F. (2009). Discusiones de metodología. La observación en la investigación social: la observación participante como construcción analítica. *Temas Sociológicos*, 49-66.
- Fernandez-Stark, K., Bamber, P., & Gereffi, G. (Diciembre de 2012). *Inclusion of Small- and Medium-Sized Producers in High-Value Agro-Food Value Chains*. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.364.7070&rep=rep1&type=pdf>
- Fernandez-Stark, K., Bamber, P., & Gereffi, G. (26 de Septiembre de 2012). *Upgrading in Global Value Chains: Addressing the Skills Challenge in Developing Countries*. Obtenido de OECD Background Paper: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.364.7671&rep=rep1&type=pdf>
- Ffrench-Davis, R. (2005). *Reformas para América Latina*. Siglo XXI Editores. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1888/1/S33098f437_es.pdf
- Forbes México. (22 de agosto de 2020). Este sábado la Tierra agotó sus recursos naturales destinados para 2020. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/hoy-la-tierra-agoto-sus-recursos-naturales-destinados-para-2020/>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico . (enero de 2014). *Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de http://foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ranking_2013.pdf

- Friedman, M. (1962). *Capitalism and Freedom*. Chicago: University of Chicago Press.
- Fundación Heinrich Böll México y El Caribe. (2010). *La Política Climática de México tras el Acuerdo de París*.
- Fundar. (2017). *Las actividades extractivas en México: Estado actual*. Obtenido de <https://fundar.org.mx/mexico/pdf/Anuario2016corr.pdf>
- Galán, C., & Balvanera, P. (2012). *Políticas públicas hacia la sustentabilidad*. México: Conabio.
- Galindo, L. M., Samaniego, J. L., & Alatorre, J. E. (2014). *Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático*. Santiago de Chile: Cepal.
- Galindo, R. C. (2009). *El conflicto Presa La Parota*. Obtenido de Informe sobre el Estado del Desarrollo Económico y Social de los pueblos Indígenas de Guerrero: http://www.nacionmulticultural.unam.mx/edespig/diagnostico_y_perspectivas/RECUADROS/CAPITULO%2010/3%20el%20conflicto%20presa%20la%20parota.pdf
- Garduño, R. (27 de octubre de 2013). Parques eólicos en México: pagos raquíticos, ganancias millonarias. *La Jornada*, pág. <https://www.jornada.com.mx/2013/10/27/politica/003n1pol#>.
- Gereffi, G. (1999). International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of International Economics*, 37–70.
- Gereffi, G., & Fernandez-Stark, K. (julio de 2016). *Global Value Chain Analysis: A Primer*. (G. & The Duke Center on Globalization, Ed.) Obtenido de https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf
- Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 78–104.
- Gereffi, G., Humphrey, J., Kaplinsky, R., & Sturgeon, T. (2001). Introduction: Globalisation, Value Chains and Development. *Institute of Development Studies*.
- Girón, A. (Diciembre de 2000). Schumpeter: aportaciones al pensamiento económico. *Comercio Exterior*, 1077-1084. Recuperado el 15 de febrero de 2018, de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/41/7/RCE.pdf>
- GIZ. (2007). *ValueLinks Manual. The methodology of value chain promotion*. Obtenido de <http://www2.giz.de/wbf/lred/library/detail.asp?number=3721>
- Global Wind Energy Council. (Abril de 2018). *Global Wind Report*. Obtenido de <https://gwec.net/policy-research/reports/>
- Global Wind Energy Council. (2020). *Global Wind Report*. Obtenido de https://gwec.net/global-wind-report-2019/#elementor-toc__heading-anchor-0
- Gobierno del Estado de Oaxaca. (2011). *Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016*. Obtenido de https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Desarrollo_2011_2016_2.pdf
- Gobierno del estado de Oaxaca. (2017). *Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022*.

- Gobierno del Estado de Oaxaca. (9 de julio de 2017). *Secretaría de Asuntos indígenas*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cdi/documentos/indicadores-socioeconomicos-de-los-pueblos-indigenas-de-mexico-2015?idiom=es>
- Gobierno del Estado de Oaxaca. (2018). Obtenido de <https://www.clusteroaxaca.com/>
- Gobierno Federal. (30 de abril de 2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. Obtenido de <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2019/abr/20190430-XVIII-1.pdf>
- González Rodríguez, J. d. (2010). *Sector privado y generación de energía eléctrica*. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Goodman, L. (1961). Snowball Sampling. *The Annals of Mathematical Statistics*, 148-170.
- Grunstein-Dickter, M. (mayo-agosto de 2016). Contra el viento: regulación, crisis social y cambio institucional en el Corredor Eólico del Istmo. (A. El Colegio Mexiquense, Ed.) *Economía, Sociedad y Territorio*, XVI(51), 485-517.
- Grupo Banco Mundial. (2016). *Doing Business en México*. Obtenido de <http://www.doingbusiness.org/content/dam/doingBusiness/media/Subnational-Reports/DB16-Sub-Mexico.pdf>
- Gutiérrez, M. V., Vázquez, V., & Sosa, D. (27 de 11 de 2017). *Género, energía doméstica y empresas eólicas en Oaxaca y Zacatecas*. Obtenido de [pincc.unam: http://www.pincc.unam.mx/INFORMES_PROYECTOS/42_Informe_final.pdf](http://www.pincc.unam.mx/INFORMES_PROYECTOS/42_Informe_final.pdf)
- GWEC. (2016). *Global Wind Energy Outlook*. Obtenido de <https://gwec.net/publications/global-wind-energy-outlook/global-wind-energy-outlook-2016/>
- Henestroza, R. (septiembre-diciembre de 2008). Desarrollo del proyecto eólico en la región del Istmo de Tehuantepec. *Investigación y Ciencia*, 16(42), 18-21.
- Henestroza, R. (abril-junio de 2009). Centrales eólicas en el Istmo de Tehuantepec; su impacto ambiental y socioeconómico. (B. U. Puebla, Ed.) *Elementos: Ciencia y cultura*, 16(74), 39-44.
- Hernández, N. (Agosto de 2016). Energía eólica, identidades políticas y discurso: los casos de Unión Hidalgo y Juchitán de Zaragoza en Oaxaca, México. *FRONTERAS*, 3(1), 9-33.
- Humphrey, J., & Schmitz. (2000). Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research. *IDS Working Paper*.
- IMCO. (2016). *Índice de Competitividad Estatal* . Obtenido de <http://imco.org.mx/indices/un-puente-entre-dos-mexicos/resultados/entidad>
- INECC & Semarnat. (16 de diciembre de 2016). *Estudios de Cadenas de Valor de Tecnologías Seleccionadas Para Apoyar la Toma de Decisiones en Materia de Mitigación en el Sector de Generación Eléctrica y Contribuir al Desarrollo de Tecnologías*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279633/CGMCC_2016_Cadenas_de_valor_generacion_energia_electrica.pdf

- INEGI. (2010). *Anuario estadístico de Oaxaca*. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825201456-1/702825201456-1_1.pdf
- INEGI. (2012). *Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET)* . Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/esidet/2012/default.html>
- INEGI. (2014). *Perspectiva estadística de Oaxaca*. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/jun_2014/oax/702825061890.pdf
- INEGI. (febrero de 2015). *Distribución de la Población por Tamaño de Localidad y su relación con el Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Oaxaca/Paginas/principal.aspx>
- INEGI. (2016). *Perspectiva estadística Oaxaca*. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/jun_2014/oax/702825061890.pdf
- INEGI. (2020). *Cuéntame INEGI*. Recuperado el marzo de 2018, de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/>
- INEGI. (16 de julio de 2020). *Resultados definitivos de los Censos Económicos 2019*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/CenEconResDef2019_Nal.pdf
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (noviembre de 2018). *Índice de Competitividad Estatal*. Obtenido de <http://imco.org.mx/indices/>
- Instituto Nacional de Ecología. (noviembre de 2000). *La evaluación del impacto social*.
- Instituto Nacional del Emprendedor . (2018). *Incubadoras de Empresas*. Obtenido de <https://www.inadem.gob.mx/agenda/incubadora-de-empresas/>
- International Energy Agency . (2016). *World Energy Outlook*. Obtenido de <https://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf>
- International Energy Agency. (2016). *Mexico Energy Outlook*. Obtenido de www.iea.org/publications/freepublications/publication/MexicoEnergyOutlook.pdf
- International Energy Agency. (2019). *World Energy Outlook* . Obtenido de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019#>
- International Energy Outlook. (2017). *World Energy Outlook 2017*. Obtenido de <https://www.iea.org/weo2017/>
- Inventario Nacional de Energías Limpias. (2016). *Inventario del aprovechamiento de energías limpias en la generación de electricidad*. Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/>
- Investigaciones Geográficas de la UNAM. (2004). *Atlas Estatal de Oaxaca*.
- IPCC. (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change (AR4)*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg3_full_report-1.pdf

- IPCC. (2011). *Fuentes de energía renovable y mitigación al cambio climático*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf
- IPCC. (2014). *Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf
- IRENA. (Mayo de 2014). *The Socio-economic Benefits of Solar and Wind Energy*. Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2014/May/The-Socio-economic-Benefits-of-Solar-and-Wind-Energy>
- IRENA. (2018). *Transformación energética mundial: hoja de ruta hasta 2050*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Global_Energy_Transformation_2018_summary_ES.pdf?la=en&hash=A5492C2AAC7D8E7A7CBF71A460649A8DEDB48A82
- IRENA. (2020). *PERSPECTIVAS MUNDIALES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA DE AQUÍ A 2050*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_2020_findings_ES.pdf?la=en&hash=C383FC272E58FC08AF6D9F43CBC282C6C62E7930
- IRENA. (2020). *Tendencias globales de inversión en energía eólica*. Obtenido de <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Finance-and-Investment/Investment-Trends>
- IRENA, OECD/IEA & REN21. (2018). *Renewable Energy Policies in a Time of Transition*. Obtenido de <http://www.irena.org/publications/2018/Apr/Renewable-energy-policies-in-a-time-of-transition>
- Irfan, M. (2019). Critical factors influencing wind power industry: A diamond model based study of India. *Energy Reports*, 1222–1235.
- Johnson. (1984). *The Industrial Policy Debate*. San Francisco: San Francisco Institute for Contemporary Studies.
- Juárez-Hernandez, S., & León, G. (julio-septiembre de 2014). Energía eólica en el Istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. *Revista Problemas del Desarrollo*, 139-162. Recuperado el 2016
- Kaplinsky, R. (2000). Spreading the gains from globalization: what can be learned from value chain analysis? *Journal of Development Studies*, 37(2).
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2002). *A handbook for value chain research*. Brighton: Instituto de Estudios de Desarrollo.
- Kates, R. (6 de December de 2011). What kind of a science is sustainability science? *Proceedings of the National Academy of Sciences of US*, 108(49), 19449-19450. Obtenido de www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1116097108
- Kates, R., & Clark, W. (27 de April de 2001). Sustainability Science. *Sciences*, 292(5517), 641-642. Recuperado el febrero de 2018, de <http://www.jstor.org/stable/3083523>

- Kates, R., & Clark, W. (27 de Abril de 2001). Sustainability Science. *Science*, 292(5517), 641-642.
- Kosacoff, B., & Ramos, A. (agosto de 1999). El debate sobre política industrial. *Revista de la Cepal*, 35-60. Obtenido de <http://biblioteca.ues.edu.sv/revistas/10702771-2.pdf>
- Krueger, A. (1981). *Trade and Employment in Developing Countries*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 165-186.
- Landesmann, M. (1992). Industrial policies and social corporatism. En J. Pekkarinen, *Social Corporatism*. Oxford Clarendon Press.
- Ledec, G., Rapp, K., & Aiello, R. (2011). *Greening the Wind : Environmental and Social Considerations for Wind Power Development*. (W. B. Studies, Ed.) Obtenido de Open Knowledge Repository: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2388>
- Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental Governance. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 297-325.
- Lewis, J. (2011). Building a national wind turbine industry: experiences from China, India and South Korea. *Technology and Globalisation*, 281-305.
- Ley de Coordinación para el Fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable en el Estado de Oaxaca* . (3 de abril de 2010). Obtenido de [http://docs64.congresoaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatales/Ley_de_Coordinaci%C3%B3n_para_el_Fomento_del_aprovechamiento_sustentable_de_las_fuentes_de_energ%C3%ADa_renovable_\(ref_dto_1636_aprob_LXIII_Legis_25_sep_2018_PO_45_10a_secc_10_nov_2018\).pd](http://docs64.congresoaxaca.gob.mx/documents/legislacion_estatales/Ley_de_Coordinaci%C3%B3n_para_el_Fomento_del_aprovechamiento_sustentable_de_las_fuentes_de_energ%C3%ADa_renovable_(ref_dto_1636_aprob_LXIII_Legis_25_sep_2018_PO_45_10a_secc_10_nov_2018).pd)
- Ley para el Aprovechamiento de Energías renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. (30 de 11 de 2008). México.
- Little, I., Scott, M., & Scitovsky, T. (1970). *Industry and Trade in Some Developing Countries: A Comparative Study*. London: Oxford University Press.
- Loorbach, D. (Enero de 2010). Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, 23(1), 161-183.
- López, A. (1996). las ideas evolucionistas en economía: una visión de conjunto.
- Lubchenco, J. (23 de enero de 1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science*, 279, 491-497.
- Lubchenco, J. (23 de January de 1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Sciences*, 279, 491-497. Obtenido de www.sciencesmag.org
- Lundvall, B.-Å. (2009). *Handbook Of Innovation Systems And Developing Countries. Building Domestic Capabilities in a Global Setting*.
- Manzo, D. (29 de mayo de 2019). Inauguran en Oaxaca el Parque Eólico del Sur. *La Jornada* . Obtenido de <https://www.jornada.com.mx/ultimas/estados/2019/05/29/inauguran-en-oaxaca-el-parque-eolico-del-sur-6621.html>

- Martínez, E., Rivas, L., & Vera, P. (2019). El sector eólico en México y España. *Perfiles latinoamericanos*.
- Merino, L. (septiembre de 2014). Perspectivas sobre la gobernanza de los bienes y la ciudadanía en la obra de Elinor Ostrom. (U. N. México, Ed.) *Revista Mexicana de Sociología*, 76(5), 77-104.
- Morillo, M. (enero-junio de 2005). Análisis de la Cadena de Valor Industrial y de la Cadena de Valor Agregado para las Pequeñas y Medianas Industrias. *Actualidad Contable Faces*, 8(10), 53-70.
- Mungaray, A., & Palacio, J. I. (Diciembre de 2000). Schumpeter, la innovación y la política industrial. *Comercio Exterior*, 50(12). Recuperado el 17 de enero de 2018, de http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/sp/index_rev.jsp?idRevista=41
- Musall, F. D., & Kuik, O. (2011). Local acceptance of renewable energy - A case study from southeast Germany. *Environmental Economics*, 3252-3260.
- Naciones Unidas. (junio de 1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- Naciones Unidas. (13 de septiembre de 2007). *Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los pueblos indígenas*. Recuperado el 2016, de http://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París*. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Naciones Unidas. (21 de octubre de 2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Obtenido de General Assembly.
- Naciones Unidas. (septiembre de 2018). *Pérdidas económicas, pobreza y desastres 1998-2017*.
- Naciones Unidas. (2019). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- Nahamad, S., Nahón, A., & Langlé, R. (2014). *La visión de los actores sociales frente a los proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec*. Oaxaca: CIESAS .
- Nahm, J. (Septiembre de 2014). *Varieties of Innovation: The Creation of Wind and Solar Industries in China, Germany, and the United States*.
- Nahmad, S. (2011). *El impacto social del uso del recurso eólico*. Oaxaca: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social- Unidad Pacifico Sur.
- Naudé, W. (2010). Industrial Policy. *United Nations University*.
- Nelson, R. (1995). Recent evolutionary theorizing about economic change. *Journal of Economic Literature*.
- Nieves, A. A. (2011). *Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica*. Editorial Vértice.

- Noticias ONU. (10 de septiembre de 2018). *Cambio climático, la humanidad frente a la encrucijada de su existencia*. Obtenido de <https://news.un.org/es/story/2018/09/1441272>
- OCDE & CEPAL. (2013). *Perspectivas económicas de América Latina*. Obtenido de Políticas de PYME para el.
- OCDE. (3 de junio de 2004). *Promoting Entrepreneurship and Innovative SMEs in a Global Economy*. Obtenido de <https://www.oecd.org/cfe/smes/31919590.pdf>
- OCDE. (9 de junio de 2020). *Reconstruir mejor: por una recuperación resiliente y sostenible después del COVID-19*. Obtenido de <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/reconstruir-mejor-por-una-recuperacion-resiliente-y-sostenible-despues-del-covid-19-8ccb61b8/>
- Oddone, N., & Padilla, R. (2016). *Manual para el fortalecimiento de cadenas de valor*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Office of energy efficiency and renewable energy. (2017). *Wind*. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>
- Olmos, R. (2015). Los parques eólicos en el istmo de Tehuantepec y el desarrollo regional. En U. AMECIDER – CRIM (Ed.), *20° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México*. Cuernavaca, Morelos.
- OMC. (mayo de 2018). *Acuerdos comerciales regionales*. Obtenido de https://www.wto.org/spanish/tratop_s/region_s/region_s.htm
- ONU. (29 de abril de 2020). *Transformar el sistema energético: un beneficio post-COVID-19 para las personas y el planeta*. Obtenido de <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/transformar-el-sistema-energetico-un-beneficio-post-covid-19-para>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (Abril de 2016). *Enhancing Industrial Policies*. Obtenido de http://capacitydevelopment.unido.org/wp-content/uploads/2015/10/KOICA_industrial_policy_2016.pdf
- Organización Internacional del Trabajo. (27 de junio de 1989). *Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales*. Obtenido de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/--ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf
- Organización Meteorológica Mundial. (26 de octubre de 2022). *Se suceden las malas noticias para el planeta: los niveles de gases de efecto invernadero alcanzan nuevos máximos*. Obtenido de <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/se-sucedan-las-malas-noticias-para-el-planeta-los-niveles-de-gases-de#:~:text=En%202021%2C%20las%20concentraciones%20de,%2C%20de%20334%2C5%20ppmm.>
- Organización Mundial de Comercio. (1994). *Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio*. Obtenido de https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/gatt47.pdf
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Ostrom, E. (2012). *Trabajar juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. México: UNAM, CEIICH, CRIM, FCPS, FE, IIEc, IIS, PUMA; IASC, CIDE, Colsan, CONABIO, CCMSS, FCE, UAM.
- Oxfam & Educa. (29 de marzo de 2016). *Informe Desigualdad Extrema y Tendencias de Desarrollo. El Caso del Estado de Oaxaca, México*. Obtenido de https://educaxaca.org/images/OAXACA_Final_Publicar.pdf
- Oxfam. (enero de 2018). *Premiar el trabajo, no la riqueza*. Obtenido de https://d1tn3vj7xz9fdh.cloudfront.net/s3fs-public/file_attachments/bp-reward-work-not-wealth-220118-es.pdf
- Padilla, R. (febrero de 2013). *Sistemas de innovación en Centroamérica*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2622/1/S2012963_es.pdf
- Padilla, R. (2014). *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado el 23 de enero de 2018
- Padilla, R., & Oddone, N. (agosto de 2017). *Fortalecimiento de cadenas de valor rurales*. Santiago de Chile: Cepal.
- Padilla, R., & Odone, N. (2016). *Manual para el fortalecimiento de la cadena de valor*. México: Cepal. Recuperado el 14 de septiembre de 2017
- Padilla-Pérez, R., & Gaudin, Y. (2013). Science, technology and innovation policies in small and developing economies: The case of Central America. *Research Policy*.
- Pehlken, A., & Zimmermann, T. (2012). Material Life Cycles in Wind Energy Plants. *International Conference on Mechanical Engineering and Mechatronics*.
- Peres, W., & Primi, A. (Febrero de 2009). Theory and Practice of Industrial Policy. Evidence from the Latin American Experience. (187). Recuperado el 16 de enero de 2018
- Pérez, P. (2015). El papel de la CFE en la producción de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec. *Ciencia y Mar*, 19(57), 47-57.
- Pietrobelli, C., & Rabelotti, R. (2006). *Upgrading to Compete Global Value Chains, Clusters, and SMEs in Latin America*. Washington: Harvard University.
- Pietrobelli, C., & Rabelotti, R. (2004). *Upgrading in Clusters and Value Chains in Latin America: The role of Policies*. Washington: Inter-American Development Bank.
- Pinder, J. (1982). Causes and kinds of industrial policy. En J. Pinder, *National Industrial Strategies and the World Economy*. London: Croom Helm.
- Plataforma Europea de Tecnología e Innovación en Energía Eólica. (2020). *ETIPWind*. Obtenido de Roadmap: <https://etipwind.eu/files/reports/ETIPWind-roadmap-2020.pdf>
- PNUMA. (2016). *Global Material Flows and Resource Productivity*. Obtenido de United Nations Environment Programme ; International Resource Panel: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/21557>
- Porter, M. (1990). *The competitive advantage of nations*. New York.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (marzo de 2014). *Índice de Desarrollo Humano Municipal en México*. Obtenido de <http://www.mx.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas*. Obtenido de México: <http://consulta.mx/index.php/estudios-e-investigaciones/el-mundo/item/635-indice-de-desarrollo-humano-para-las-entidades-federativas-mexico-2015>
- Pueyo, A., García, R., & Mendiluce, M. (2011). The role of technology transfer for the development of a local wind component industry in Chile. *Energy Policy*, 4274–4283.
- Ramos-Gutiérrez, L., & Montenegro-Fragoso, M. (abril-junio de 2012). Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. (I. M. Agua, Ed.) *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(2), pp. 103-121.
- Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica. (31 de octubre de 2014). *Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>
- Reich, R. (1982). Making industrial policy. *Foreign Affairs*, 60(4).
- Reid, R. (2016). Evolution of models to support community and policy action with science: Balancing pastoral livelihoods and wildlife conservation in savannas of East Africa. *PNAS*, 4579–4584.
- REN21. (2016). *Global Status Report*. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf
- REN21. (2018). *Global Status Report*. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf
- Reyes, C. L. (2010). Cadenas productivas, columna vertebral de los clusters industriales mexicanos. *Economía mexicana. Nueva época*, 19(1), 119-170.
- Romero, I. (2009). Pymes y cadenas de valor globales. Implicaciones para la política industrial en las economías en desarrollo. *Análisis Económico*, 199-216.
- Romero, J. (2016). Política industrial: única vía para salir del subdesarrollo. *Economía Informa*, 3-38.
- Sachs, J. (9 de June de 2012). From Millennium Development Goals to Sustainable. 379, 2206-2211. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de www.thelancet.com
- Sachs, J. (2012). From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. *Lancet*(379), 2206-2211.
- Sandoval, S. (2012). Gobernabilidad y ascenso en la cadena de valor: discusión conceptual. *Análisis Económico*, 7-23.
- Schmitz, H. (2005). *Value Chain Analysis for Policy-Makers and Practitioners*. Geneva: International Labour Office.

- SECON. (junio de 2017). *Plan de Negocio*. Obtenido de Plan de Desarrollo de Proveedores en las Cadenas Productivas de la Industria Eléctrica en el Sector de las Energías Alternativas en el Estado de Oaxaca: <http://www.economia.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/04/PLAN-DE-NEGOCIOS-PDP.pdf>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (6 de enero de 2019). *Plan de desarrollo del Istmo de Tehuantepec contará con recursos todo el sexenio*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sct/prensa/plan-de-desarrollo-del-istmo-de-tehuantepec-contara-con-recursos-todo-el-sexenio?idiom=es>
- Secretaría de Desarrollo Social. (2018). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. Obtenido de Oaxaca: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288963/Oaxaca.pdf>
- Secretaría de Economía. (2010). *Catálogo Mexicano de Normas*. Obtenido de <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>
- Secretaría de Economía. (2016). *Información Económica y estatal: Oaxaca*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/175909/oaxaca_2016_1116.pdf
- Secretaría de Economía. (2017). *Catálogos de Bienes y Servicios de la Industria Eléctrica*. Obtenido de <http://www.proveedores-energia.economia.gob.mx/regprov/#/busquedaPublica/electrica>
- Secretaría de Economía. (2017). *Información Económica y estatal: Oaxaca*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/124841/oaxaca.pdf>
- Secretaría de Economía. (2018). *Oaxaca*. Obtenido de ProMéxico : http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/Documentos/PDF/mim/FE_OAXACA_vf.pdf
- Secretaría de Economía. (2020). *Informe sobre los avances en la implementación de las estrategias para el fomento industrial de cadenas productivas locales y para el fomento de la inversión directa en la industria eléctrica*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/563693/SE_Informe_Congreso_Industria_Elctrica_2019-2020.pdf
- Secretaría de Economía. (18 de agosto de 2021). *La estrategia para el fomento industrial de Cadenas Productivas locales y para el fomento de la inversión directa en la industria Eléctrica*. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/estrategias-para-el-fomento-industrial-de-cadenas-productivas-locales-y-para-el-fomento-de-la-inversion-directa?state=published>
- Secretaría de Economía. (s.f.). *Registro de Proveedores Nacionales de la Industria Energética*. Obtenido de <http://www.proveedores-energia.economia.gob.mx/regprov/app/auth/login?targetUri=#/>
- Secretaría de Educación Pública. (septiembre de 2018). *Sistema Nacional de Información Estadística Educativa*. Obtenido de <http://www.sniesep.gob.mx/indicadores.html>
- Secretaría de Gobernación. (6 de agosto de 2009). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de DECRETO por el que se aprueba el Programa Especial para el Aprovechamiento de

Energías Renovables 2009-2012.:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5101825&fecha=06/08/2009

Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. (Septiembre de 2018). *Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca 2016-2022*. Obtenido de <http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2018/12/PECC-Oaxaca-2016-2022.pdf>

SENER & GTZ. (2006). *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. Obtenido de https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1044&context=la_energy_dialog

SENER. (2013). *Prospectiva de energías renovables, 2013-2027*. Recuperado el octubre de 2017, de <http://www.smartgridmexico.org/en/resources-1/documentos-rectores-sener/1-prospectiva-energias-renovables-13-2027/file>

SENER. (enero de 2015). *Memoria técnico descriptiva del Proyecto Gasoducto El Encino – Topolobampo*. Obtenido de https://transparencia.energia.gob.mx/transparencia_focalizada/archivos/MemoriaTecnica%20Descriptiva.pdf

SENER. (2015). *Prospectiva de Energías Renovables 2015-2029*.

SENER. (24 de julio de 2015). *Proyecto de Desarrollo de Energía Renovable a Gran Escala (PERGE)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/articulos/proyecto-de-desarrollo-de-energia-renovable-a-gran-escala-perge>

SENER. (17 de junio de 2015). *Resumen Ejecutivo de la Reforma Energética*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/documentos/resumen-de-la-explicacion-de-la-reforma-energetica>

SENER. (2016). *Prospectiva de Energía Renovable 2016-2030*.

SENER. (2016). *Prospectiva de talento del sector energía*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54341/Prospectiva_de_Talento_Volumen_4_27_01_16.pdf

SENER. (27 de enero de 2016). *Próspectiva de talento del Sector Energía*. Obtenido de Volumen 1. Análisis de la Cadena de Valor del sector Hidrocarburos: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/54340/Prospectiva_de_Talento_Volumen_1_27_01_16.compressed.pdf

SENER. (12 de diciembre de 2017). *Cartera de necesidades de innovación y desarrollo tecnológico*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/280277/NT_Eolica_12DIC17.pdf

SENER. (13 de diciembre de 2017). *Diagnóstico tecnológico del CEMIE*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/280275/DT_EEOLICA_13DIC_17.pdf

SENER. (2017). *Mapa de Ruta Tecnológica*. Obtenido de Energía Eólica en Tierra.

- SENER. (2017). *Mapa de Ruta Tecnológica. Energía Eólica* . Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/documentos/mapas-de-ruta-tecnologica-de-energias-renovables>
- SENER. (12 de diciembre de 2017). *Reporte de Inteligencia Tecnológica*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/documentos/mapas-de-ruta-tecnologica-de-energias-renovables>
- SENER. (29 de noviembre de 2018). *¿Qué son las energías limpias?* Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/CleanEnergies.html#Eolica>
- SENER. (2018). *Libro Blanco 2012-2018*. Obtenido de https://base.energia.gob.mx/ER1218/LB_FondosSectoriales.PDF
- SENER. (2018). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>
- SENER. (2018). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032*. Obtenido de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf>
- SENER. (21 de mayo de 2018). *Prospectiva de Talento del Sector Energía*. Obtenido de Volumen 5: Recurso humano para el subsector de sustentabilidad energética: <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/fondos-sectoriales-de-energia>
- SENER. (23 de noviembre de 2018). *Reporte de Avances de Energías Limpias*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/415272/RAEL_2018.pdf
- SENER. (31 de mayo de 2019). *PRODESEN 2019-2033*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/documentos/prodesen-2019-2033>
- SENER. (15 de mayo de 2020). *ACUERDO por el que se emite la Política de Confiabilidad, Seguridad, Continuidad y Calidad en el Sistema Eléctrico Nacional*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5593425&fecha=15/05/2020
- SENER, SEP & CONACYT. (12 de marzo de 2014). *Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Materia Energética*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-estrategico-de-formacion-de-recursos-humanos-en-materia-energetica-2554>
- Servicio Internacional para la Paz. (septiembre de 2013). *Impactos y afectaciones de los proyectos de energía eólica en el Istmo de Tehuantepec*. Obtenido de <http://www.sipaz.org/enfoque-impactos-y-afectaciones-de-los-proyectos-de-energia-eolica-en-el-istmo-de-tehuantepec/>
- Sígler, É. (2020). CFE va por más uso del carbón con la compra de 2 millones de toneladas. *Expansion*. Obtenido de <https://expansion.mx/empresas/2020/07/14/cfe-va-por-mas-uso-del-carbon-con-la-compra-de-2-millones-de-toneladas>
- Sistema Económico Latinoamericano. (2012). *Cadenas de Valor, Pymes y Políticas Públicas. Experiencias Internacionales y Lecciones para América Latina y el Caribe. Foro sobre el diseño de políticas públicas: Inserción de PYMES en cadenas de valor, globales y regionales*, (pág. 53). Caracas Venezuela.

- Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia . (septiembre de 2015). *Índice de Vulnerabilidad Social & Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia*.
- Smil, V. (2016). Examining energy transitions: A dozen insights based on performance. *Energy Research & Social Science*, 194–197.
- Soelvell, Lindqvist, G., & Ketels, C. (2003). *The cluster Initiative Greenbook*. Stockholm: Bromma Tryck AB.
- Solís, A. (2020). CFE gastará 2,000 millones de pesos en carbón para generar electricidad. *Forbes México*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/negocios-cfe-carbon-electricidad/>
- Spangenberg, J. (14 de June de 2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 275–287.
- Stein, C., & Barron, J. (2017). *Mapping Actors along Value Chains: Integrating Visual Network Research and Participatory Statistics into Value Chain Analysis*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI).
- Stezano, F. (agosto de 2013). *Políticas para la inserción de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas en cadenas globales de valor en América Latina*. Obtenido de CEPAL.
- Sturgeon, T. (2002). Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization. *Industrial and Corporate Change*, 451–96.
- Sturgeon, T., & Lee, J. (2001). Industry Co-Evolution and the Rise of a Shared Supply-Base for Electronics Manufacturing. *Paper Presented at Nelson and Winter Conference*.
- Sunkel, O. (1970). *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*. México: Siglo XXI.
- Sunkel, O., & Zuleta, G. (1990). NEOLIBERALISMO VERSUS NEOESTRUCTURALISMO: LA POLITICA DE DESARROLLO EN LA ENCRUCIJADA DE LOS NOVENTA. *Seminario "Los temas CEPAL-Prebisch"*. Santiago de Chile: CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/33522/S9000712_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Suzigan, W., & Furtado, J. (agosto de 2006). Política industrial y desarrollo. *Revista de la Cepal*(89), 75-91.
- Temper, L., del Bene, D., & Martinez-Alier, J. (2018). *the EJAtlas*. Obtenido de <https://ejatlas.org/>
- The Global Wind Energy Council. (2019). *Global Wind Market Development – Supply Side Data*. Obtenido de <https://gwec.net/gwec:-1-in-5-wind-turbines-are-installed-by-vestas,-according-to-new-market-intelligence-report/>
- Tyson, L., & Zysman, J. (1983). *American Industry in International Competition: Government Policies and Corporate Strategies*. Londres: Cornell University Press.
- U.S. Energy Information Administration. (mayo de 2016). *International Energy Outlook 2016*. Obtenido de [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf)
- UN environment & Bloomberg New Energy Finance. (2018). *Global Trends in Renewable Energy Investment*. Obtenido de <http://www.fs-unep-centre.org>

- UNIDO. (2009). *Value Chains Diagnosis for Industrial Development*. Obtenido de https://www.unido.org/sites/default/files/2010-01/Value_chain_diagnostics_for_industrial_development_0.pdf
- Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad. (agosto de 2015). *Análisis de la Manifestación de Impacto Ambiental y del Resolutivo del Proyecto “Eólica del Sur”*. Obtenido de <https://www.uccs.mx/article.php?story=eolica-del-sur-la-energia-verde-en-mexico-resulta-no-ser-tan-verde>
- Unión Europea. (2019). *Energía, Cambio climático, Medio ambiente*. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es
- Uribe-Rivera, M., Guevara-Carrizales, A., & Ruiz-Campos, G. (2018). Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. doi:<https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.1.377>
- USPAE INECOL. (2018). *Proyectos Realizados*. Obtenido de <https://uspaeinecol.com/proyectos-realizados.html>
- Valdés, J., & Sánchez, J. (julio-diciembre de 2012). The MIPYMEs in the global context: its particularities in Mexico. *Iberóforum. Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, VII(14), 126-156.
- Valencia, N. (2011). *Alfabetización con mujeres indígenas y afrodescendientes en el estado de Oaxaca*. Oaxaca.
- Vargas, Zenón, & Oswald. (2015). Life cycle assessment: A case study of two wind turbines used in Mexico. *Applied Thermal Engineering*, 1210-1216.
- Vázquez Barquero, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. (A. E. Regional, Ed.) *Investigaciones Regionales*(11), 183-210.
- Vermeulen, S., Woodhill, J., Proctor, F., & Delnoye, R. (2008). *Chain-Wide Learning for Inclusive Agrifood Market Development*. Obtenido de International Institute for Environment and Development: <https://edepot.wur.nl/248994>
- von Haldenwang, C. (abril de 2005). Gobernanza sistémica y desarrollo en América Latina. *Revista de la Cepal*(85).
- World Bank Group. (2019). Obtenido de www.doingbusiness.org/DB2019-report_web-version-1.pdf
- World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report*. Obtenido de <https://www.weforum.org/reports>
- World Energy Council. (November de 2017). *World Energy Trilemma Index 2017 : Monitoring the Sustainability of National Energy Systems*. Recuperado el febrero de 2018, de <https://www.worldenergy.org/publications/2017/world-energy-trilemma-index-2017-monitoring-the-sustainability-of-national-energy-systems/>
- World Meteorological Organization. (30 de Octubre de 2017). *Greenhouse gas concentrations surge to new record*. Obtenido de <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-surge-new-record>

- World Meteorological Organization. (22 de noviembre de 2018). *WMO Greenhouse Gas Bulletin*. Obtenido de https://gallery.mailchimp.com/daf3c1527c528609c379f3c08/files/4abeac4d-dd29-47fe-9857-c352a707c81f/GHG_Bulletin_14_EN_print.pdf
- World Wind Energy Association. (5 de junio de 2018). *Identifying success factors for wind power* . Obtenido de <https://wwindea.org/blog/2018/06/05/new-wwea-publication-identifying-success-factors-for-wind-power/>
- World Wind Energy Association. (18 de febrero de 2018). *Wind Power Capacity reaches 539 GW*. Obtenido de <https://wwindea.org/blog/2018/02/12/2017-statistics/>
- Yoguel, G., Barletta, F., & Preira, M. (julio-septiembre de 2013). De Schumpeter a los postschumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas. *Problemas del Desarrollo*, 174(44), 35-60.
- York, R., & Bell, S. E. (2019). Energy transitions or additions? Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy. *Energy Research & Social Science*, 40–43.
- Zárate-Toledo, E., Patiño, R., & Fraga, J. (2019). Justice, social exclusion and indigenous opposition: A case study of wind energy development on the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Energy Research & Social Science*, 1–11.

Anexos

Anexo 1. Parques eólicos en Oaxaca

#	Permisionario	Modalidad del Proyecto	Año de operación	Capacidad (MW)
1	Fuerza Eólica del Istmo, S. A. de C. V.	AAbs	1998	80
2	Eléctrica del Valle de México, S. de R. L. de C. V.	AAbs	2001	67.5
3	Parques eólicos de México S. A. de C. V.	AAbs	2002	101.9
4	Eoliatec del Istmo, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2005	164
5	Eurus, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2006	250.5
6	Bii Nee Stipa Eólica, S. A. de C. V.	AAbs	2006	26.35
7	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)	PIE	2007	5
8	Eoliatec del Pacífico, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2007	160
9	Fuerza y Energía BII Hioxo, S. A. de C. V.	AAbs	2008	234
10	Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 1, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2009	90
11	Energías Ambientales de Oaxaca, S. A. de C. V.	PIE	2009	102
12	Energías Renovables Venta III, S. A. de C. V.	PIE	2009	102.85
13	CE Oaxaca Dos, S. de R. L. de C. V.	PIE	2010	102
14	CE Oaxaca Cuatro, S. de R. L. de C. V.	PIE	2010	102
15	CE Oaxaca Tres, S. de R. L. de C. V.	PIE	2010	102
16	Stipa Nayaa, S. A. de C. V.	AAbs	2011	74
17	Desarrollos Eólicos Mexicanos de Oaxaca 2, S. A. P. I. de C. V., Parque Eólico Piedra Larga Fase 2	AAbs	2012	137.5
18	Eólica Zopilapan, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2012	70
19	Energías Renovables La Mata, S. A. P. I. de C. V.	PIE	2013	102
20	PE Ingenio, S. de R. L. de C. V.	AAbs	2013	49.5
21	Eólica El Retiro, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2013	74
22	Eólica Dos Arbolitos, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2014	70
23	Secretaría de la Defensa Nacional	AAbs	2014	15
24	Energía Eólica del Sur, S. A. P. I. de C. V.	AAbs	2015	396
25	Generadora de Energía del Istmo, S. A. de C. V.	AAbs	2015	2
26	CFE - Generación VI, Central La Venta	OPF	2015	84.2
27	Eólica de Oaxaca, S. A. P. I. de C. V.	OPF	2017	252
28	Central Eólica de México I, S. A. de C. V.	AAbs	2018	202.125

OPF: Obra Pública Financiada, **PIE:** Productores Independientes de Energía, **AAbs:** Autoabastecimiento
Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE,2020)

Anexo 2. Guión de entrevista

Fecha:

Nombre:

Organización:

Cargo:

A) DIAGNÓSTICO DE LA CADENA

Contexto internacional y nacional
<ul style="list-style-type: none">• ¿Cuáles son las tendencias internacionales, nacionales y estatales que caracterizan el sector eólico?

Económico
<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué tipo de empleo (calificado y no calificado, nivel de educación, etc.) se requiere en el sector eólico?• ¿Cómo considera Usted la participación femenina en el sector eólico?• ¿Cómo ha evolucionado la estructura de la cadena en los últimos cinco años? Es decir, han surgido o desaparecido actores.• Desde su punto de vista, ¿cómo ha sido la evolución del empleo y los salarios en el sector eólico en los últimos cinco años (ha aumentado o disminuido)?• ¿Existen condiciones de financiamiento para el sector? ¿de qué tipo?• ¿Cuáles son los factores centrales de competitividad de los eslabones de la cadena? Es decir, ¿con base en qué estrategia o ventaja comparativa compiten: conocimientos tecnológicos o de mercado, bajos costos laborales, localización geográfica, participación en redes, acceso a recursos naturales, etc.?

Conocimiento, ciencia y tecnología
<ul style="list-style-type: none">• Desde su punto de vista, ¿cuáles son los mecanismos para la transferencia de conocimientos y tecnologías en el sector eólico?• ¿Cuáles son las principales tecnologías usadas en el sector eólico (maquinaria y equipo, conocimientos especializados, etc.)? ¿Tiene Usted algún proceso de patente?

Marco jurídico
<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué leyes y reglamentos regulan a la cadena?• ¿Qué áreas de la cadena no están lo suficientemente reguladas?

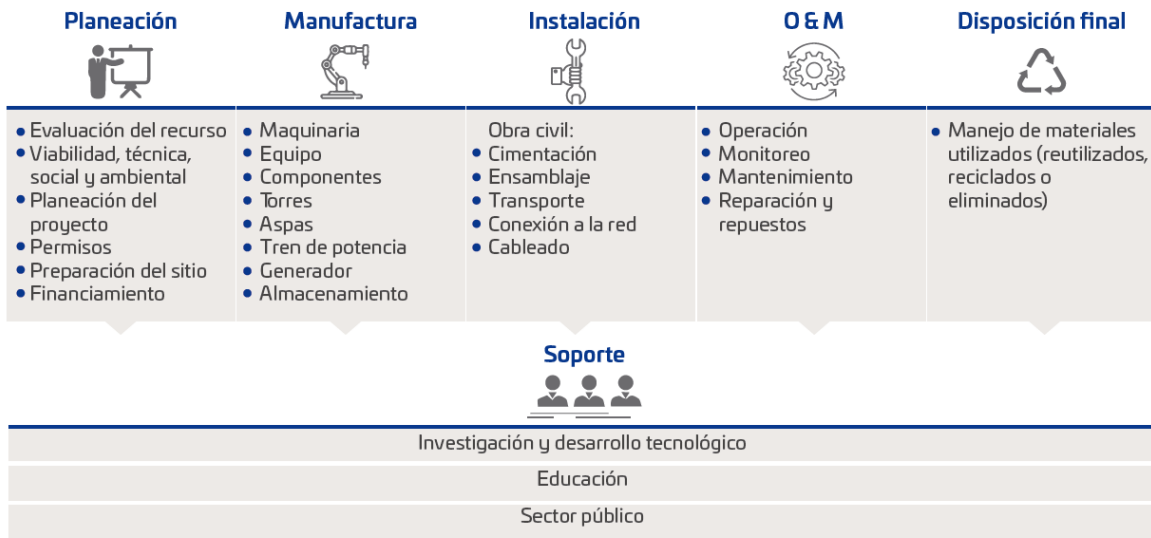
Gobernanza
<ul style="list-style-type: none">• ¿Se observa una integración vertical u horizontal a lo largo de la cadena? ¿Operan agrupaciones y redes de aglomeración industrial y de especialización en la cadena?• ¿Cuáles son las prácticas comunes de comunicación e intercambio de información en la cadena?• ¿Qué grado de confianza existe entre los actores dentro de cada eslabón y a lo largo de la cadena?

--

Medio Ambiente
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los impactos ambientales negativos de la cadena? • ¿Qué otra fuente potencial de contaminación se reconoce? • ¿Las empresas están desarrollando medidas de mitigación o adaptación al cambio climático?

B) DIAGNÓSTICO DEL ACTOR

De acuerdo con la siguiente figura:



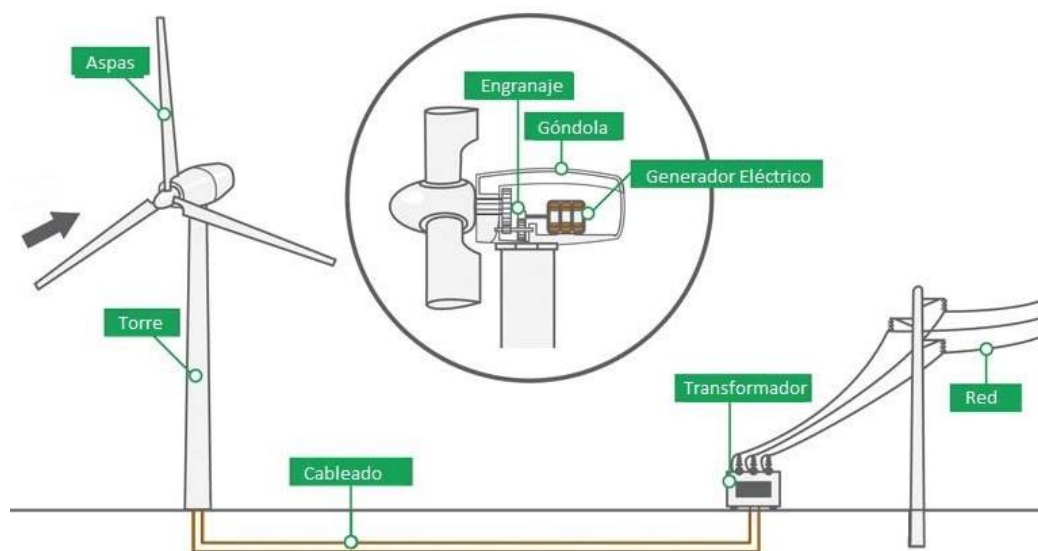
- ¿En qué eslabón o eslabones de la cadena se ubica su organización?
- ¿En qué otros eslabones su empresa podría ampliar su participación? ¿Qué necesitaría para ello?

C) PROPUESTAS

Anexo 3. Energía eólica

El viento es el movimiento del aire en respuesta a las diferencias de presión dentro de la atmósfera²⁴. Estas diferencias de presión ejercen una fuerza que hace que las masas de aire (densidad) se muevan de una región de alta presión a una de baja presión (Breeze, 2019). Ese movimiento es el viento cuya energía cinética proporciona la fuerza motriz que hace girar las aspas de las turbinas de un aerogenerador que, a través de un eje de transmisión, proporcionan energía mecánica que alimenta el generador eléctrico y que convierte la energía mecánica de la rotación en energía eléctrica (Ver *Figura 12*). Dicha electricidad puede almacenarse en baterías o ser vertida directamente a la red (INECC & Semarnat, 2016).

Figura 12. Funcionamiento de un parque eólico



Fuente: INECC & Semarnat, 2016

La energía eólica depende de la cantidad de viento (volumen), la velocidad de este (velocidad) y su masa (densidad). Estos factores no son constantes y la combinación de estos determina la cantidad de energía producida. No obstante, se considera un recurso confiable y relativamente infinito (SENER, 2016).

²⁴ Las diferencias de presión son causadas principalmente por los efectos del calentamiento diferencial del sol en la superficie de la tierra, aunque la rotación de la tierra también juega un papel importante (Breeze, 2019). Por lo tanto, se podría decir que la energía eólica es otra forma de energía solar.

Anexo 4. Actividades del eslabón de Planeación

La planificación de proyectos de energía eólica generalmente es realizada por los mismos desarrolladores quienes operan el proyecto o lo venden a otras compañías operativas. No obstante, existe la posibilidad de un mayor número de empresas o consultoras involucradas en algunas actividades como la ingeniería de conceptos y determinación geográfica. Por tanto, el valor se crea principalmente mediante la participación de personas y empresas especializadas para realizar evaluaciones de recursos, estudios de viabilidad, diseños de proyectos, actividades legales, entre otros (IRENA, 2014), tal como se muestra a continuación:

Tabla 35. Actividades del eslabón de Planeación

Actividad	Bien o servicio
Estudios previos	Estudio topográfico Estudio de mecánica de suelos Estudio de velocidad de viento Estudio hidrológico
Ingeniería de la central	Diseño de caminos Diseño de plataformas Diseño de cimentaciones Diseño de drenajes Subestación Ingeniería electromecánica Ingeniería de la línea
Estudios de factibilidad	Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA) Evaluaciones de Impacto Social (EvIS)

Fuente: Catálogo de bienes y servicios de la industria eléctrica (Secretaría de Economía, 2017) y Secretaría de Economía del estado de Oaxaca, 2019

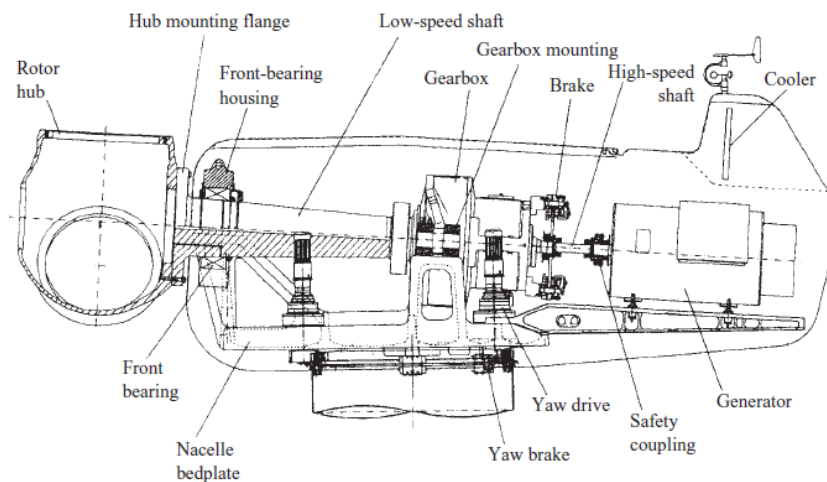
De acuerdo con el trabajo de campo, al inicio de los proyectos eólicos en Oaxaca la participación de consultores extranjeros estaba muy presente en este eslabón de la cadena. Sin embargo, conforme se avanzó con los proyectos en el Estado, la experiencia local fue cada vez más recurrente en áreas como, por ejemplo, procesos legales y administrativos e incluso en temas de desarrollo y procesos de análisis social.

Anexo 5. Actividades del eslabón de Manufactura

La fabricación de turbinas eólicas crear valor desde el suministro de materia prima hasta la elaboración de componentes y el ensamblaje (IRENA, 2014). Para entender mejor los procesos de este eslabón, en la *Figura 13* se muestran las partes y componentes de un aerogenerador convencional (energiza.org, 2018; e-educativa, s.f.; Energías Renovables, 2012).

Partes de un aerogenerador

Figura 13. Partes de un aerogenerador



Fuente: Burton & Sharpe, 2001.

Palas: componentes que capturan la energía del viento y la transmiten hacia el rotor. Cada pala mide entre 25 a 35 metros de longitud.

Rotor: Es el lugar donde se acoplan las aspas y es donde la energía cinética del viento se convierte en energía mecánica. El rotor está compuesto por otros elementos:

- **Rodamientos de pala:** permiten evitar el choque de la pala con la torre del aerogenerador al proporcionar una separación de esta.
- **Buje:** elemento estructural al que se encuentran unidas las palas, transmitiendo la potencia extraída del viento a la caja multiplicadora.

Góndola (también llamada nacelle): Habitáculo que contiene los elementos clave como el generador eléctrico, la caja multiplicadora y los sistemas de control, regulación, orientación y frenado. Estos son:

- **Eje principal:** elemento situado entre el buje y la multiplicadora y transmite el movimiento entre ambos elementos. Normalmente está fabricado en acero inoxidable.
- **Multiplicadora:** Permite que el generador gire a una velocidad más elevada que la de la turbina. En este proceso se necesitan elementos como engranajes, rodamientos, coronas, piñones, entre otros que recurren a lubricantes para minimizar el desgaste.
- **Equipamiento eléctrico:** generador eléctrico, transformador, cuadros eléctricos y cableado.
- **Controlador electrónico:** Es un ordenador que controla continuamente las condiciones del aerogenerador y del mecanismo de orientación.
- **Sistema de control:** Encargado de arranque, parada, orientación, paso de palas, etc.
- **Freno:** Está equipado con un disco mecánico de emergencia, que se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.
- **Mecanismos auxiliares:** Cumplen funciones como: bloqueo del rotor, el bloqueo del sistema de orientación de la góndola, el mecanismo de orientación de la pala, el mecanismo de orientación de la góndola, los diversos sistemas de lubricación de los elementos cuya fricción necesita ser reducida y los medios de elevación.

La Góndola generalmente está formada por una estructura metálica, construida con placas y perfiles de acero, y cuyas paredes pueden ser de distintos materiales, siendo el más habitual la fibra de vidrio. En la parte externa de la Góndola se encuentran:

- **Estación meteorológica:** sensores que miden temperatura, velocidad y dirección del viento y presión atmosférica.
- **El pararrayos:** que tiene como misión capturar la energía generada en descargas eléctricas atmosféricas y conducir las a tierra.
- **La torre:** Soporta la góndola y el rotor. Su altura ha aumentado hasta alcanzar los 70 metros.

Anexo 6. Actividades del eslabón de Instalación

El valor creado en la fase de instalación surge principalmente de actividades intensivas en mano de obra que involucran actividades de infraestructura de ingeniería civil y montaje de plantas eólicas. Por lo general, los proyectos eólicos a menudo se basan en contratos de construcción *on turnkey construction* en los que se incluyen servicios completos de ingeniería, adquisición y construcción por parte de los mismos fabricantes. En el eslabón de Instalación se incluyen servicios como la excavación de caminos de acceso e instalación de cimientos para turbinas eólicas, tendido de cables para infraestructura eléctrica e instalación de turbinas eólicas (Ver *Tabla 36*).

Tabla 36. Actividades dentro del eslabón de Instalación

Actividad	Bien o Servicio
Obra civil	Almacén Concreto para cimentación Acero para cimentación Kit de anclaje para cimentación Plataformas Restitución ambiental
Infraestructura de media tensión	Suministro de cables Zanjas y tendidos Centros de transformación auxiliares
Obra electromecánica	Aerogenerador
Obra civil Subestación transformadora del parque	Terracerías Caminos interiores Pisos terminados Cimentaciones mayores y menores Sistema de drenaje Trincheras para cables Sistema de tierras Sistema contra incendio Sistema de seguridad (incluye barda perimetral Edificios de la subestación (caseta de control, caseta de tableros)
Obra electromecánica de la subestación transformadora	Transformador de potencia (incluye aceite, instalación y accesorios)
Obra general	Celdas de media tensión Cuchillas Interruptores Aparta-rayos Transformadores de potencia Equipos de control

Infraestructura de interconexión	Ingeniería Líneas de evacuación (transmisión) Estructuras de Líneas de evacuación (transmisión) Cables de Líneas de evacuación (transmisión) Cuchillas Celdas de media tensión Interruptores Obra civil de la subestación
Calibración de curvas de potencia	

Fuente: Secretaría de Economía del estado de Oaxaca, 2019.

La instalación en el sitio incluye, entre otras actividades, la obra de los caminos de acceso y construir los cimientos para las turbinas eólicas. Durante estos procesos de instalación, es requerido personal de ingeniería, técnicos y de construcción, por lo que existe un alto potencial para el desarrollo de una industria doméstica (INECC & Semarnat, 2016, pág. 46).

Cabe destacar que, dentro de esta etapa de instalación, se consideran las actividades de conexión a la red. Dichas actividades consisten en el trabajo de cableado dentro del propio parque eólico (cables entre turbinas), así como el trabajo de cableado necesario para conectar todo el parque eólico a la red. Dependiendo de la modalidad de la planta (Productor Independiente de Energía, Autoabastecimiento) puede incluir hasta el desarrollo de infraestructura necesario para facilitar dicha conexión a la red. Los trabajos de construcción relacionados con la conexión a la red ofrecen una oportunidad considerable para la creación de valor interno, ya que generalmente son realizados por empresas locales (IRENA, 2014, pág. 33).

Anexo 7. Actividades del eslabón de Operación y Mantenimiento (O&M)

Operación

Para el proceso de Operación se debe comprobar el estado de todos los subsistemas y verificar que las variables medidas tomen los valores admisibles, las actividades principales son:

Tabla 37. Actividades de la Operación de un parque eólico

Actividad	Bien o Servicio
Monitoreo	Atención al sistema de regulación y control de las instalaciones Atención del sistema de telemando de gestión del parque
Reporte	Análisis de datos

Mantenimiento

El Mantenimiento es un conjunto de procedimientos que busca alcanzar el máximo desempeño de los equipos al costo más conveniente (Nieves, 2011). Las actividades de Mantenimiento se pueden dividir en dos: M preventivo (Ver *Tabla 38*) y M correctivo (Ver *Tabla 39*). En ambos tipos se requieren de actividades tal como se describe a continuación:

Tabla 38. Actividades del Mantenimiento preventivo de un parque eólico

Actividad	Bien o Servicio
Mantenimiento a estaciones meteorológicas	Refacciones y mano de obra para mantenimiento de estaciones meteorológicas
Mantenimiento de Sistemas de Control (Scada)	Operating systems
Análisis de vibraciones	Toma de muestra Renta de equipo Análisis
Obra civil	Caminos Cunetas Impermeabilización Limpieza y mantenimiento de caminos
Servicios generales	Control de plagas Ambulancia Mantenimiento de inmuebles Manejo de residuos (incluye fosa séptica) Mantenimiento de extintores
	Revisión y lubricación de los cilindros hidráulicos del bloqueo del rotor

Mantenimiento mecánico	Lubricación de rodamientos Revisión y lubricación de los cilindros hidráulicos del bloqueo del rotor Tensionado de máquinas Limpieza externa e interna de aerogeneradores Mantenimiento del eje de alta velocidad (revisión de estado y de pastillas de frenos) Mantenimiento del VCS-Sistema de refrigeración por agua Inspección de palas Revisión de balizas de aviación, sensores de viento y línea de vida exterior del techo Calibración de herramienta
Mantenimiento eléctrico	Análisis de aceite dieléctrico Aires acondicionados Transformadores Subestación Calibración de medidores Líneas de subestación Mantenimiento de elevadores Mantenimiento de fibra óptica
Mantenimiento a las comunicaciones	

Fuente: Secretaría de Economía del estado de Oaxaca, 2019

Tabla 39. Actividades del Mantenimiento correctivo

Actividad	Bien o Servicio
Mantenimiento eléctrico	Atención a fallos a los circuitos de media tensión Atención a fallos de aires acondicionados
Mantenimiento mecánico	Instalación de calliper Atención a pequeñas averías Cambio de componentes pequeños Cambio de grandes componentes (rotor, generador, multiplicadora, corona, nacelle, tramo) Servicio de grúa Mantenimiento de reductora Sistemas hidráulicos

Fuente: Secretaría de Economía del estado de Oaxaca, 2019

El mantenimiento periódico de las turbinas se realiza de la siguiente manera:

Tabla 40. Temporalidad de los servicios de mantenimiento

Servicio de mantenimiento	Características
Servicio en la primera inspección	Se realizan actividades entre el primer y tercer mes de operación automática, e incluye lubricación y filtración del aceite hidráulico,

	revisión y ajuste de tornillería en general, revisión de la curva de poder y alineación del pistón.
Servicio semestral	A los seis meses de haber iniciado operaciones en la central eoloelectrica se debe realizar la lubricación de la turbina en general, además de realizarse una verificación de seguridad a todos los sistemas.
Servicio anual	Incluye actividades de lubricación de la turbina, ajuste de tornillería en general, alineación del pistón, verificación de seguridad y repintado de toda la estructura.
Servicio bianual	Incluye todas las actividades del servicio anual
Servicio de 5 años	Incluye las actividades del servicio anual, además de engrasado y cambio de aceite hidráulico, inspección de todos los componentes, repintado, alineación del pistón, además de una inspección visual al cuerpo de la torre

Fuente: SiGEA

Además, para el Mantenimiento se requiere de insumos o repuestos que se pueden clasificar de la siguiente manera:

Tabla 41. Clasificación de repuestos

Tipo	Características
Piezas sometidas a desgaste	Piezas móviles: cojinetes, casquillos, rodamientos, juntas, retenes
Consumibles	Elementos con duración menor a un año: filtros, lubricantes, aceites, adhesivos, tornillería variada, lámparas luminarias
Elementos de regulación	Controlan los procesos y el funcionamiento de un aerogenerador: válvulas y muelles
Piezas móviles	Diseñadas para transmitir movimiento cuyo fallo frecuente es por fatiga: engranes, multiplicadoras, acoplamientos, reductoras
Componentes eléctricos	Su fallo habitual proviene del calentamiento, cortocircuito o problemas en la red: motores eléctricos
Piezas estructurales	Bastadores y soportes

Fuente: Nieves (2011)

En las actividades de Operación y Mantenimiento se requieren de equipos especializados, tal como se muestra a continuación:

Tabla 42. Equipos requeridos para la O&M de un parque eólico

Equipos	Características
Equipos de elevación	Plataformas elevadoras: para realizar inspecciones y reparaciones en palas y torre. Grúas de gran capacidad para la ejecución de grandes correctivos
Equipos de transporte	Transporte de equipos o componentes
Equipos de trabajo en campo	Equipos de seguridad

Fuente: Nieves (2011)

Anexo 8. Actividades en el eslabón de Disposición final

El desmantelamiento de plantas de energía renovable al final de su vida útil puede incluir el reciclaje, la eliminación o la reventa de componentes. Esta fase es cada vez más importante, ya que muchas plantas de energía eólica llegarán al final de su vida útil en los próximos años. El valor residual de los activos debe considerarse como parte del análisis económico.

Se crea valor en industrias de reciclaje relacionadas, actividades de demolición y restauración de equipos para la venta a otros mercados. Además, existe la posibilidad de revender la turbina vieja. Se puede crear un valor adicional al revender la turbina o los materiales recuperados del reciclaje (IRENA, 2014). La compra de aerogeneradores de segunda mano es una opción para algunos países en desarrollo, que no pueden pagar nuevos equipos (Welstead et al., 2013).

Para deconstruir una planta de energía eólica, se necesitan servicios de elevación pesada. Las empresas locales pueden participar en la demolición, reinstalación o reciclaje. En este caso, a menudo participan empresas especializadas que actualizan la tecnología de la turbina y revisan su condición técnica, para ver si la planta puede ampliar su período de operación. Si la turbina no se puede reutilizar, los materiales, como el acero y el cobre, se pueden reciclar.

Anexo 9. Actores de soporte en la cadena de valor de energía eólica en Oaxaca

A continuación se describe de manera breve a los actores de *Soporte* de la cadena de valor eólica.

Actores de Investigación y desarrollo tecnológico y formación de capacidades humanas (educación)

Institución	Características
<p>Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica (Cemie Eólico)</p>	<p>El Cemie nació a través del Fondo CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética (FSE) el 12 de noviembre de 2013.</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover sinergias mediante alianzas multidisciplinares hacia un plan de acción enfocado a abatir las barreras y los retos científicos y tecnológicos que enfrenta el país para el aprovechamiento de la energía eólica. • Desarrollar una cartera de proyectos estratégicos • Expandir y fortalecer las capacidades de investigación científica y tecnológica. • Fomentar la formación de recursos humanos especializados. • Vincular el ámbito académico con el industrial.
<p>Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)</p>	<p>Antes Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal creado por Decreto Presidencial el 1 de diciembre de 1975.</p> <p>Objetivos principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son la investigación, la innovación aplicada, el desarrollo tecnológico, la ingeniería y los servicios técnicos especializados en áreas como la eficiencia energética, la planeación y expansión del sistema eléctrico nacional, la confiabilidad, seguridad, simulación, las energías renovables, la automatización, y las nuevas tecnologías de información. • Además, realizan la comercialización y transferencia tecnológica de sus desarrollos, ofrecen capacitación y actualización a los ingenieros del sector y otorgan grados académicos. <p>Principales áreas de desarrollo para el sector eólico del IIE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valoración del recurso eólico, • Turbinas de pequeña potencia, • Prototipo de una turbina de mediana potencia (la Máquina Eólica Mexicana), • Creación de grupos de trabajo, para el desarrollo de proyectos tecnológicos, • Gestión de recursos (nacionales e internacionales) para el desarrollo de proyectos, • Capacitación y formación de recursos humanos y • Actividades de investigación, desarrollo y servicios relacionados al sector.
<p>Instituto de Energías Renovables (IER-UNAM)</p>	<p>Misión: realizar investigación científica básica y aplicada en energía, con énfasis en energías renovables, que coadyuven al desarrollo de tecnologías energéticas sustentables; llevar a cabo estudios, asesorías y capacitación a los distintos sectores de la sociedad; formar recursos humanos especializados, y difundir los conocimientos adquiridos para el</p>

	<p>beneficio del país.</p> <p>Los objetivos específicos del IER para atender a la coyuntura nacional e internacional en energías renovables incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación científica y tecnológica sobre fenómenos, materiales, procesos, dispositivos y sistemas que aprovechen las fuentes renovables de energía y áreas afines, que impulsen el uso racional y eficiente de la energía y la protección al medio ambiente por la sociedad. • Fomentar y llevar a cabo programas de enseñanza y capacitación de alta calidad en ciencia e ingeniería para impulsar la formación de recursos humanos capaces de generar conocimiento y usar de manera inteligente y sustentable la energía, principalmente en energías renovables y áreas afines, con la visión de conservación y respeto al medio ambiente. • Fomentar la innovación basada en ciencia y tecnología, la transferencia de tecnologías y la creación de empresas de base tecnológica relacionadas con el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y con el uso racional de los recursos energéticos para impulsar el desarrollo sustentable del país. • Realizar difusión y divulgación sobre las energías renovables y áreas afines. • Fomentar actividades de vinculación con organismos públicos, privados y sociales con el fin de incrementar la colaboración. • Impulsar la colaboración con las entidades académicas de la UNAM para hacer sinergia y generar conocimiento científico y tecnológico para el aprovechamiento integral de las fuentes renovables de energía.
<p>Universidad del Istmo (UNISTMO)</p>	<p>Institución Pública de Educación Superior e Investigación Científica del Gobierno del estado de Oaxaca, perteneciente al Sistema de Universidades Estatales de Oaxaca (SUNEO)</p> <p>La UNISTMO, inició sus actividades académicas en junio del año 2002, con la apertura de sus campus Tehuantepec e Ixtepec. En el campus de Tehuantepec se ofrece la maestría en Energía Eólica y en el de Ixtepec la maestría en Derecho de la Energía.</p> <p>Sus actividades se centran en temas referentes al análisis de parques eólicos, desarrollo de componentes para aerogeneradores de pequeña potencia y temas introductorios sobre los aerogeneradores de alta potencia (a nivel teórico principalmente).</p>
<p>Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca (UTVCO)</p>	<p>La UTVCO nace como un organismo público descentralizado del Gobierno del estado de Oaxaca, integrado al Subsistema de Universidades Tecnológicas, establecido en el decreto publicado el 12 de diciembre de 2009 en el Periódico Oficial del estado. Inicia sus actividades en septiembre de 2011.</p> <p>Entre sus servicios educativos se encuentra el programa de Técnico Superior Universitario (TSU) en Energías Renovables.</p> <p>Es la primera universidad oaxaqueña con el nombramiento de Aliado Estratégico para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en México</p>
<p>Instituto Tecnológico del Valle de ETLA (ITVE)</p>	<p>Misión: Ofrecer servicios de Educación Superior Tecnológica de calidad, pertinente y equitativa, que coadyuve a la formación de una sociedad crítica, reflexiva, con valores y humana, innovando sistemas productivos con una perspectiva de desarrollo sustentable.</p> <p>Cuenta con la ingeniería en Energías Renovables</p>

<p>Instituto Tecnológico del Istmo (ITISTMO)</p>	<p>Misión: Ser una oferta de Educación Superior Tecnológica en la comunidad para afrontar los retos del desarrollo que requiere y demanda la región del istmo oaxaqueño.</p> <p>Ofrece las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electromecánica</p>
<p>Instituto Tecnológico de Salina Cruz (ITSAL)</p>	<p>Misión: Ser una oferta de Educación Superior Tecnológica en la comunidad para afrontar los retos del desarrollo que requiere y demanda la región del istmo oaxaqueño.</p> <p>Ofrece las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica</p>

Fuente: Información recabada de páginas oficiales

Actores gubernamentales

A nivel estatal se ubican:

Institución	Características
<p>Secretaría de Economía de Oaxaca</p>	<p>Misión: Contribuir a mejorar la calidad de vida de las y los oaxaqueños fomentando el desarrollo económico del estado de Oaxaca, reflejado en el aumento de la producción, productividad y competitividad de los bienes y servicios de los sectores productivos construyendo así una economía sólida y atractiva para una mayor inversión de capital local, nacional e internacional generando con esto, más y mejores empleos mediante la instrumentación de políticas públicas eficaces y eficientes.</p>
<p>Clúster de Energía Oaxaca</p>	<p>Objetivo: Garantizar el acceso a energía asequible, segura y sostenible para el estado de Oaxaca.</p> <p>Misión: Facilitar la cooperación y colaboración entre academia, empresas y gobierno para generar innovación e inversión en los sectores productivos del estado.</p> <p>Líneas de acción: Fabricación, Instalación, Comercialización, Equipamiento, Innovación, Certificación, Normatividad, Sistema de emprendimiento, Proyectos estratégicos integrales</p>
<p>Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (SEMAEDES)</p>	<p>Misión: Proteger, conservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales de la entidad, así como preservar el equilibrio ecológico y mitigar los impactos negativos del cambio climático, mediante el cumplimiento de la normatividad ambiental y la implementación de políticas públicas pertinentes con criterios de inclusión y equidad garantizando el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo.</p> <p>Objetivo: Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el medio ambiente en el territorio estatal mediante la aplicación del marco jurídico en materia ambiental, vigilando que todas las actividades que se realicen en el estado tengan el mínimo impacto ambiental.</p> <p>Objetivo estratégico: Impulsar el desarrollo sostenible en el estado mediante la</p>

	implementación de políticas públicas pertinentes para el uso sustentable de los recursos en la entidad con el mínimo impacto ambiental, la protección y conservación de los recursos naturales, la preservación del equilibrio ecológico, la mitigación y adaptación del cambio climático y la promoción de una cultura ambiental, considerando la participación social, la inclusión y la equidad e igualdad.
--	--

Fuente: Información recabada de páginas oficiales

A nivel nacional se ubican los siguientes actores:

Institución	Características
Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE)	<p>La AMDEE nace en 2005 para promover la generación y desarrollo de la energía eólica en México, representando a los desarrolladores de proyectos eólicos ante las autoridades, sectores económicos y la sociedad en general.</p> <p>Misión: Promover el desarrollo, crecimiento, competitividad y aceptación social de la industria eólica en México, en sus diferentes componentes, impulsando la integración de socios tecnológicos, proveedores nacionales y extranjeros, creando capital humano y fomentando la interacción de sus asociados.</p> <p>Contribuir al cumplimiento de las metas de sustentabilidad y seguridad energética del país, representando y defendiendo los intereses de sus agremiados, aplicando y exigiendo los más altos principios éticos y de respeto a los derechos humanos y de las comunidades.</p>
Secretaría de Energía (SENER)	<p>Secretaría de estado encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de Energía. Ello incluye vigilar que la política energética se conduzca con apego a la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible; administrar los recursos naturales energéticos que la Constitución considera propiedad de la nación y que son estratégicos para la economía del país; otorgar y revocar concesiones a particulares para la explotación de los recursos energéticos; y encabezar los consejos de administración de Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad.</p>
Comisión Federal de Electricidad (CFE)	<p>Es una Empresa productiva del estado, propiedad exclusiva del Gobierno Federal, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con autonomía técnica, operativa y de gestión.</p> <p>Objetivo: El desarrollo de actividades empresariales, económicas, industriales y comerciales en términos de su objeto, generando valor económico y rentabilidad para el estado mexicano como su propietario.</p>
Comisión Reguladora de Energía (CRE)	<p>Es una dependencia de la Administración Pública Federal centralizada, con carácter de Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética, dotada de autonomía técnica, operativa y de gestión.</p> <p>Su objetivo es fomentar el desarrollo eficiente de la industria, promover la competencia en el sector, proteger los intereses de los usuarios, propiciar una adecuada cobertura nacional y atender a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y la prestación de los servicios.</p>

Fuente: Información recabada de páginas oficiales.

Anexo 10. Empresas de la cadena de valor en energía eólica en México

Empresa	País
Abengoa	España
Acciona (EROM)	España
Aeroluz	México
Alarde	España
Aldener (Aldesa)	México
Apromer	México
Asociados Panamericanos-Wind (APA)	México
Barlovento	España
CFE	México
CISA Energía	México
Climatik	México
Clipper	EUA
Comexhidro	México
Constructoral	México
CS Wind	Corea del Sur
Cubico	España/Canadá
Demex	México
Dynamik Kontroll	EUA
Ecowind	México
EDF	Francia
EDPR	Portugal
Enel Green Power	Italia
Energía Renovable del Istmo	México
Energía Veleta	México
Energreen	México
Enertech Fabricaciones	México
Enerthi	México
Engie	Francia
Eoliatec	México
EYRA (ACS)	España
Fisterra Energy	España
Frontera Renovable	México
Gamesa	España
GE (Alstom)	EUA
Gemex	México
Geomex	México
Golwind	China
Grupo Dragón	México

GSEER	México
Iberdrola	España
Ienova	México
Intergen	EUA
Mexico Power Group (Cannon)	EUA
Peñoles (Fuerza Eólica)	México
Potencia Industrial	México
Preneal	España
Renovalia	España
Reomex	México
Sectrol DHP	México
Sempra Energy	EUA
Siemens	Alemania
Sowitec	Alemania
Speco	Corea del Sur
Thermion Energy	México
Trinity	México
Tubac	México
Turbo Power Services	México
Unión Fenosa	España
Vestas	Dinamarca
Vientek (JV Mitsubishi and TPI Composites)	Japón/EUA
Vive Energía	México
Walbridge	EUA
Zuma Energía	México

Fuente: Boston Strategies International

Anexo 11. Actores del CEMIE Eólico

De acuerdo con al Diagnóstico Tecnológico (2017), el CEMIE-Eólico se integra de los siguientes actores:

Centros Públicos de Investigación miembros del CEMIE-Eólico
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)
CIATEQ A.C. Centro de Tecnología Avanzada
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional- Unidad Saltillo (CINVESTAV-Saltillo)
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE)
Instituto Nacional de Astrofísica y Óptica Electrónica (INAOE)

Instituciones de Educación Superior miembros del CEMIE-Eólico
Universidad del Istmo (UNISTMO)
Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)
Instituto Tecnológico de La Laguna (ITL)
Universidad Veracruzana
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Universidad Politécnica de Chiapas
Instituto Tecnológico del Istmo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Instituto Tecnológico de Chihuahua
Instituto Tecnológico Sanmiguelense de Educación Superior
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
Universidad Autónoma de Querétaro
Universidad Tecnológica de Valles Centrales de Oaxaca

Empresas y fundaciones miembros del CEMIE-Eólico
Postensa Wind Structures
Manufacturera de Cigüeñas Mexicanos S.A.
Potencia Industrial S.A.

GL Garrad Hassan de México (Internacional)
Gesa Eólica Mexico S.A. de C.V (Gamesa) (País: España)
Tecnalia Research & Innovation (País: España)
Ingeniería y Manufacturas Eléctricas S.A. de C.V.
Industrial Friction Materials S.A. de C.V.
Prolec GE Internacional S de RL de C.V.
Komaihaltec, Inc (País: Japón)

Otras instituciones

Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas
(CIEMAT) PAIS: España

Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) a través del Banco
Interamericano para el Desarrollo (BID)