

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



AGENDA DE INNOVACIÓN DE TABASCO

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.2 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN: SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA

Noviembre 2014

Índice

1. Agendas de las áreas de especialización	5
2. Área de especialización: Sustentabilidad Energética	6
2.1. Breve descripción del área de especialización.....	6
2.2. Distribución del área de especialización en México y posicionamiento del estado....	6
2.2.1. Energía eólica.....	8
2.2.2. Energía solar fotovoltaica	9
2.2.3. Biomasa.....	10
2.2.4. Energía hidroeléctrica	11
2.2.5. Posicionamiento de Tabasco en el área de especialización Sustentabilidad Energética	13
2.2.6. Factores diferenciales del estado	16
2.3. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial.....	16
2.3.1. Energía Eólica Terrestre	16
2.3.2. Energía Eólica Off-shore.....	17
2.3.3. Energía Solar Fotovoltaica	18
2.3.4. Energía Solar Térmica (CSP).....	18
2.3.5. Biomasa.....	19
2.3.6. Energía Hidroeléctrica.....	19
2.3.7. Energía Geotérmica	20
2.3.8. Energías marinas.....	20
2.3.9. Cogeneración	20
3. Breve descripción del ecosistema de innovación.....	22
3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación.....	22
3.2. Principales Instituciones de Educación Superior y centros de investigación	24
3.2.1. Instituciones de Educación Superior	24
3.2.2. Centros de investigación.....	25
3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área	26

4. Análisis FODA del área de especialización Sustentabilidad Energética	27
4.1. Fortalezas	27
4.2. Debilidades	28
4.3. Oportunidades	28
4.4. Amenazas	28
5. Marco estratégico y objetivos sectoriales	29
6. Nichos de especialización y líneas de actuación	31
6.1. Nichos de especialización futuros	32
6.1.1. Valorización de residuos	32
6.1.2. Soluciones sustentables en comunidades rurales (minihidráulica y fotovoltaica)	33
6.1.3. Eficiencia en el uso de la energía y del agua	33
6.2. Líneas de actuación	33
6.2.1. Organización del sector	34
6.2.2. Conocimiento de la situación actual y áreas futuras.....	34
6.2.3. Capacitación de profesionales.....	34
6.2.4. Sensibilización general y de colectivos clave.....	34
7. Caracterización de proyectos prioritarios	35
7.1. Atlas interactivo de energías renovables del estado de Tabasco	35
7.2. Centro de Innovación y Tecnología del Agua (CITA)	36
7.3. Programa de formación de recursos humanos para la Sustentabilidad Energética..	36
7.4. Valorización de residuos aceitosos contaminantes generados por la Industria Petrolera.....	37
7.5. Desarrollo de soluciones basadas en minihidráulica para suministrar electricidad a comunidades menos desarrolladas	37
7.6. Proyectos complementarios	38
9.5 Portafolio de proyectos	39

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Área de Especialización Sustentabilidad Energética	6
Ilustración 2 Nuevas instalaciones en México de energía eólica (2008-2026, MW)	9
Ilustración 3 Nuevas instalaciones en México de Solar fotovoltaica (2008-2026, MW).....	10
Ilustración 4 Centrales de biomasa para la generación de electricidad (2012)	11
Ilustración 5 Minicentrales hidroeléctricas para servicio público menor o igual a 30 MW (Enero 2012)	13
Ilustración 6 Densidad de potencia eólica disponible en el estado de Tabasco (W/m ²)	14
Ilustración 7 Mapa de irradiación solar por día para el estado de Tabasco	14
Ilustración 8 Cuerpos hídricos presentes en el estado de Tabasco (2013)	15
Ilustración 9 Proceso de Cogeneración Simplificado	20
Ilustración 10 Mapa del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Sustentabilidad Energética del estado de Tabasco	23
Ilustración 11 Instituciones RENIECYT del ámbito Sustentabilidad Energética en Tabasco (2)	26

Índice de tablas

Tabla 1 Centrales para la generación de electricidad con Energías Renovables por Entidad Federativa (2012, capacidad instalada MW)	7
Tabla 2 Centrales hidráulicas para la generación de electricidad (2012)	12
Tabla 3 Biomasa apta para generar energía identificadas en Tabasco (2013)	15
Tabla 4 Nichos de especialización actuales y futuros en el estado de Tabasco.....	32
Tabla 5 Lista de proyectos complementarios dentro de las actividades de las mesas sectoriales de la Agenda de Innovación del estado de Tabasco	38
Tabla 6 Portafolio de Proyectos	39

1. AGENDAS DE LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN

La Agenda Estatal de Innovación define una estrategia que se refleja principalmente en dos grandes componentes:

- Un marco estratégico, detallado en las áreas de especialización, que a su vez se componen de los respectivos nichos de especialización y líneas de actuación.
- Una cartera de proyectos, algunos de los cuales se clasifican como prioritarios en función de su relevancia e impacto sectorial esperado.

Dentro de cada área de especialización se han definido objetivos estratégicos sectoriales y se realizó un análisis de pertenencia de los mismos, comprobando que se alinean con los objetivos estratégicos de la Agenda definidos en el Primer Taller del Grupo Consultivo.

Para responder a estos objetivos sectoriales se han seleccionado nichos dentro de cada área de especialización en las mesas sectoriales, puesto que se espera que la dedicación de recursos de los programas de apoyo a dichos nichos sea más eficiente a la hora de potenciar la innovación en el área, dada la estructura particular que éste presenta en el estado.

Además de los nichos de especialización se definieron líneas de actuación. La diferencia entre ambos estriba en que el primero es un ámbito específico (ya sea producto o área tecnológica) cuya atención se desea priorizar desde la agenda sectorial como forma de especialización diferencial del estado, mientras que una línea de actuación es un área de soporte al sector, cuyo impulso se espera que contribuya a la promoción de la innovación (e.g. vinculación, formación o difusión).

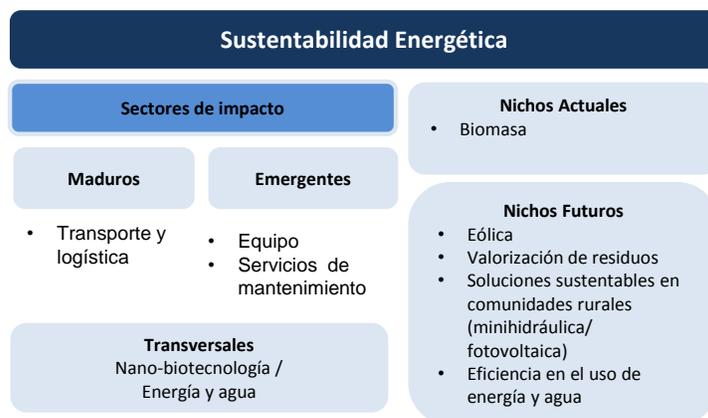
2. ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN: SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA

2.1. Breve descripción del área de especialización

Las energías renovables se perfilan como uno de los sectores de mayor crecimiento y relevancia dado el peso creciente que tienen en el mix de la generación global de energía. Se estima que las energías renovables y la energía nuclear supondrán más de la mitad de la nueva capacidad instalada en el mundo hasta 2035.

En este contexto, existen dos casos de especial relevancia que son la energía eólica y la energía solar fotovoltaica. El siguiente apartado detalla las principales características del sector de energías renovables en México incluyendo información, principalmente, de energía eólica, energía solar fotovoltaica así como de energía hidráulica y biomasa.

Ilustración 1 Área de Especialización Sustentabilidad Energética



Fuente: Idom Consulting basado en información de las mesas sectoriales de la Agenda

2.2. Distribución del área de especialización en México y posicionamiento del estado

Según datos del 2012, México cuenta con una capacidad de generación de energías renovables de 6,052 MW, al considerar tanto las centrales en operación como en

construcción¹. Los estados de Oaxaca, Baja California, Tamaulipas y Veracruz concentran cerca del 75% de la capacidad total. Para dicho cálculo no se han tenido en cuenta las hidroeléctricas mayores a 30 MW, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Centrales para la generación de electricidad con Energías Renovables por Entidad Federativa (2012, capacidad instalada MW)

Estado	Bio-energía	Eólica	Geo-térmica	Hidráulica < 30 MW	Solar	Total
1. Oaxaca	33	2,499	0	39	0	2,571
2. Baja California	0	258	645	24	5	932
3. Tamaulipas	13	437	0	0	0	450
4. Veracruz	270	40	0	124	0	434
5. Nuevo León	28	274	0	0	0	302
Otras entidades	402	241	254	279	187	1,363
Total	745	3,749	898	467	192	6,052

Fuente: Panorama General de las Energías Renovables, PROMEXICO, Secretaría de Economía, 2012

En el ámbito de las energías renovables, el potencial de atracción de inversión en México se encuentra enfocado hacia las empresas dedicadas a la instalación de nueva capacidad más que en la implantación de empresas industriales transnacionales en el país.

El mercado potencial para el desarrollo de las energías renovables en México es muy interesante pero existen incertidumbres a corto y mediano plazo. El mercado potencial se encuentra basado en el objetivo federal por conseguir un 35% de generación sobre fuentes renovables para 2026. Los yacimientos de hidrocarburos se imponen como un rival en el mix energético para las energías renovables. De manera adicional, el tamaño del mercado en energías, como la eólica o la fotovoltaica, son interesantes para el final de la cadena de valor de la industria.

México destaca por tener un bajo nivel en costos de mano de obra, pero este factor puede no ser tan determinante como en otros sectores. En el caso de la industria manufacturera puede ser un punto en consideración para la atracción de empresas transnacionales. Sin

¹ Panorama General de las Energías Renovables, ProMéxico, Secretaría de Economía 2012

embargo, en el caso de la energía eólica, Estados Unidos cuenta ya con una importante base de fabricantes para abastecer al mercado latinoamericano.

En México no se cuenta con empresas que fabriquen equipos clave y que puedan ser tractoras de una cadena de valor. Las principales compañías del sector son empresas trasnacionales de promoción, operación y mantenimiento de parques renovables (se cuenta con capacidades de fabricación de otros países).

2.2.1. Energía eólica

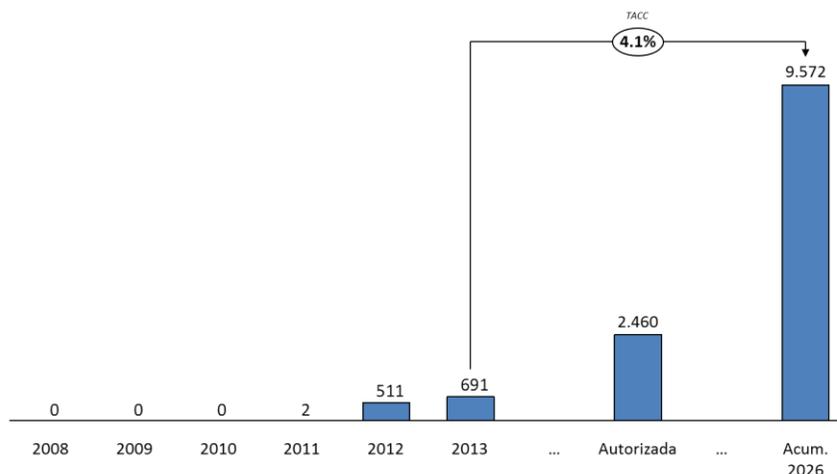
En México, la energía eólica ha comenzado a despegar a partir de 2011, con crecimientos fuertes en los últimos años e incertidumbre sobre el nivel de crecimiento a corto plazo. En la actualidad, y según los datos proporcionados por ProMéxico, detallados en la Tabla 1, existe una capacidad instalada y/o aprobada que alcanza los 3,749 MW. Las perspectivas gubernamentales son alcanzar los 13,300MW en 2016.

El 67% de la capacidad instalada y autorizada se encuentra en el estado de Oaxaca. Tamaulipas ocupa el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a capacidad instalada y/o aprobada en energía eólica. La concentración de proyectos de energía eólica en el estado de Oaxaca se debe a que la zona del Istmo de Tehuantepec presenta condiciones inmejorables para la generación de energía eólica a nivel nacional y mundial, por la intensidad y frecuencia del viento en dicha región.

Aunque no existan datos autorizados, algunas estimaciones apuntan a un crecimiento anual del sector de las energías eólicas del 4.1% anual hasta 2026 (existiendo indicios recientes de una apuesta por otras fuentes, como los hidrocarburos, que podrían cuestionar la continuación del impulso a la eólica durante los próximos años), como se puede observar en la Ilustración 2.

Las cifras implican un mercado medio anual de aproximadamente 14,000 millones de pesos, que en aquellos estados con mayor presencia, podrían impulsar la generación de una cadena de valor local.

Ilustración 2 Nuevas instalaciones en México de energía eólica (2008-2026, MW)



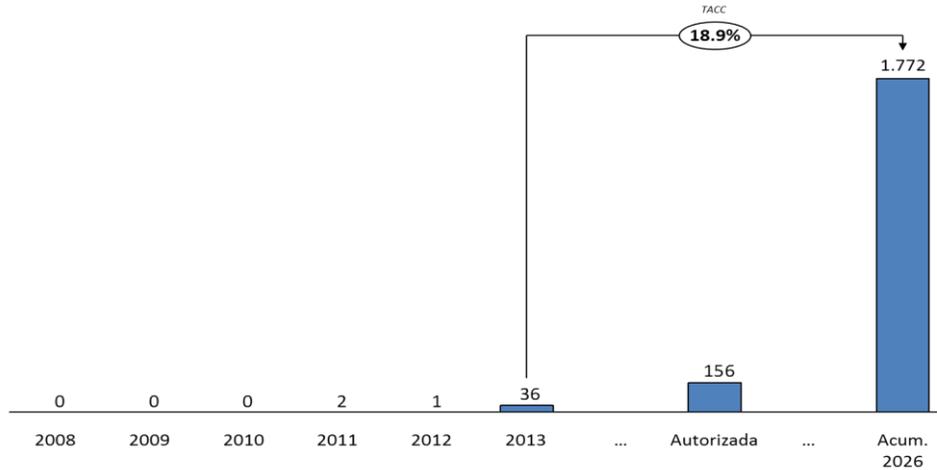
Fuente: SENER (Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026), ProMéxico, Gamesa (TACC: Tasa Anual de Crecimiento Compuesto)

2.2.2. Energía solar fotovoltaica

El nicho de la energía solar fotovoltaica, en México, no presenta perspectivas que justifiquen una apuesta sectorial si se considera que se trata de un mercado dominado por las transnacionales. Actualmente hay una capacidad instalada y/o autorizada que alcanza los 156 MW.

Las perspectivas gubernamentales son de alcanzar los 1,772 MW en 2026. Aunque no existan datos anualizados, una estimación implica un crecimiento anual del 18.9% anual hasta el final del periodo considerado. El crecimiento anual es significativo pero es una cifra relativamente pequeña en términos absolutos (un mercado de cerca de 5,000 millones de pesos anuales, que en gran medida quedaría en manos de los fabricantes internacionales).

Ilustración 3 Nuevas instalaciones en México de Solar fotovoltaica (2008-2026, MW)



Fuente: SENER (Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026), ProMéxico, SEIA (TACC: Tasa Anual de Crecimiento Compuesto)

2.2.3. Biomasa

El concepto de biomasa engloba una variedad de insumos, entre los cuales se distinguen los residuos agrícolas, residuos ganaderos, residuos urbanos, residuos industriales, residuos forestales, así como cultivos bioenergéticos (plantaciones de crecimiento rápido que se emplean para la producción de energía térmica, eléctrica o para la producción de biocombustibles).

Actualmente la producción de energía primaria a partir de biomasa representa el 3.5% de la matriz energética total. Su ritmo de crecimiento disminuyó un 0.8% en promedio anual de 2000 a 2009 como resultado principalmente de la caída en el empleo de leña².

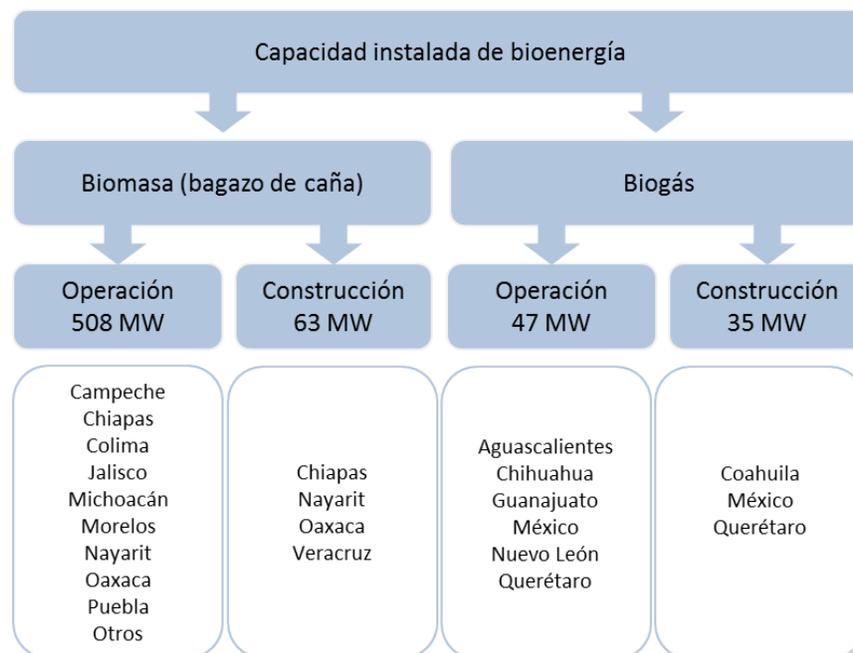
El 40% del potencial estimado a nivel nacional para la generación eléctrica por medio de biomasa proviene del nicho forestal, el 26% de agrocombustibles y el 0,6% de residuos de origen municipal.

² Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, SENER, 2011

El potencial de aprovechamiento de residuos forestales ha sido impulsado por CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) que ha realizado estudios para identificar las zonas con mayor potencial para el uso con fines energéticos de los residuos de aprovechamiento y aserraderos. Dichas zonas son: El Ejido El Largo (Chihuahua), la Región El Salto (Durango), el Ejido El Balcón (Guerrero) y el Ejido Noh-Bec (Quintana Roo).

En el 2012 se registraron más de 62 proyectos en operación para la cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica proveniente de biomasa.

Ilustración 4 Centrales de biomasa para la generación de electricidad (2012)



Fuente: ProMéxico, Panorama General de las Energías Renovables

2.2.4. Energía hidroeléctrica

La generación de la energía hidroeléctrica en México es administrada tanto por el sector público (Comisión Federal de Electricidad - CFE) así como por el sector privado. En 2012, la CFE registró una capacidad instalada en operación de 11,555 MW procedente de 72 centrales hidroeléctricas, incluyendo las hidráulicas menores o iguales a 30 MW. En cuanto a las centrales hidroeléctricas administradas por el sector privado se han contabilizado un total de 17 distribuidas en siete estados y con una capacidad instalada de 152 MW, en la Tabla 2 se pueden apreciar la capacidad instalada y la distribución en la república mexicana.

Tabla 2 Centrales hidráulicas para la generación de electricidad (2012)

Central	Estado Actual	Capacidad instalada (MW)	Ubicación	Tipo de servicio
Varias	En operación	11,555	Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Tamaulipas, Oaxaca, Puebla, San Luis de Potosí, Sinaloa, Sonora, Veracruz	Público
Varias	En operación	152	Durango, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Puebla, Veracruz	Privado
Total		11,707		

Fuente: ProMéxico, Panorama General de las Energías Renovables

Las principales minicentrales hidroeléctricas se encuentran en el noroeste, centro y sur del país. México cuenta con 42 centrales hidroeléctricas para servicio público de menos de 30MW totalizando una capacidad efectiva de 286.66 MW. En la Ilustración 5 se muestra la ubicación de las minicentrales hidroeléctricas en la república mexicana.

Ilustración 5 Minicentrales hidroeléctricas para servicio público menor o igual a 30 MW (Enero 2012)

Centrales	Ubicación
2	Chihuahua
3	Chiapas
2	Guerrero
2	Hidalgo
2	Jalisco
8	México
7	Michoacán
1	Nayarit
1	Oaxaca
3	Puebla
1	Sinaloa
3	San Luis
2	Sonora
5	Veracruz



Fuente: Prospectiva de Energías Renovables, 2012-2026, SENER; Inventario Nacional de Energías Renovables, 2013

2.2.5. Posicionamiento de Tabasco en el área de especialización Sustentabilidad Energética

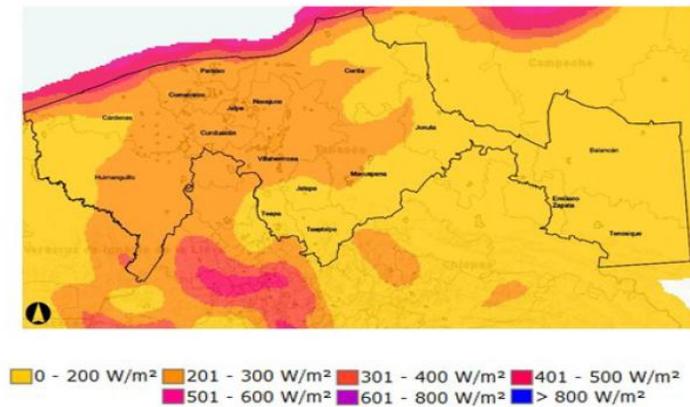
El estado de Tabasco cuenta con un potencial energético importante en cuanto a energías renovables. Existen recursos como es la irradiación solar, el viento, el recurso hidráulico y los residuos industriales, urbanos y agropecuarios.

La cobertura eléctrica varía de manera importante de un municipio a otro, donde existen números núcleos de población importantes sin servicio eléctrico. El abastecimiento de agua potable es necesario para el desarrollo económico y social de la región, que si bien tiene una gran cantidad de recursos hídricos, estos no son aprovechados apropiadamente.

Uno de los recursos energéticos renovables con los que cuenta el estado de Tabasco es el **recurso eólico**. En las zonas costeras del estado se llega a tener un potencial de aprovechamiento eólico con una densidad de potencia de entre 400 W/m² y 600 W/m². En

la Ilustración 6 se muestra la densidad de potencia eólica disponible en el estado de Tabasco a 80 m de altura según el Explorador de Recursos Renovables. EERRIE.

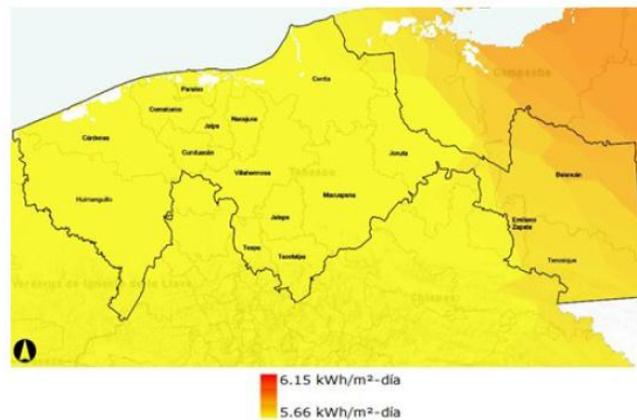
Ilustración 6 Densidad de potencia eólica disponible en el estado de Tabasco (W/m²)



Fuente: EERRIE. Explorador de Recursos Renovables.

Otro de los recursos energéticos renovables es el **solar**. Se tienen promedios de radiación solar anual entre 5 kWh/m² y 6 kWh/m² por día. En la Ilustración 7 se muestra un mapa de irradiación solar por día para el estado de Tabasco.

Ilustración 7 Mapa de irradiación solar por día para el estado de Tabasco



Fuente: EERRIE. Explorador de Recursos Renovables.

Por otra parte, Tabasco cuenta con fuentes para el aprovechamiento energético por medio de la generación de **biomasa**, la Tabla 3 enlista fuentes identificadas en el estado.

Tabla 3 Biomasa apta para generar energía identificadas en Tabasco (2013)

Tipo	Fuente
Cultivos energéticos agroindustriales	<ul style="list-style-type: none"> • Palma de aceite • Bagazo Caña de azúcar
Residuos agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> • Cadenas productivas agrícolas principales (autoconsumo)
Residuos pecuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Bovino • Porcino
Residuos urbanos e industriales	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos • Residuos aceitosos de la Industria Petrolera • Rellenos sanitarios
Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Madera y limpieza de bosques

Fuente: Inventario Nacional de Energías Renovables. SENER

Tabasco no cuenta con centrales hidroeléctricas o aprovechamiento por minihidráulica a pesar de que por la entidad transita aproximadamente el 33% del total de los recursos hídricos nacionales (28 ríos, 15 lagunas que se incluyen en la Ilustración 8).

Ilustración 8 Cuerpos hídricos presentes en el estado de Tabasco (2013)

Ríos		
Mezcalapa-Grijalva	San Pedro	Cuxcuchapa
Tepetitán-Chilapa	Bitzal	Naranjeño
Pejelagarto	San Pedro y San Pablo	Nacajuca
Samaria	Salsipuedes	Usumacinta
Tancochapa	Tacotalpa-La Sierra	Teapa
Puxcatán	San Antonio	Maluco
Zanapa	Tonalá	Comoapa
Puyacatengo	Pichucalco	El Azufre
Santana	Chacamax	Chico
Pimiental		
Lagunas		
El Carmen	Sabana Nueva	Canitzán
San José del Río	El Viento	Guanal
Santa Anita	Mecoacán	Ismate - Chilapilla
San Pedrito	El Rosario	Cantemual
Machona	La Palma	Maluco

Fuente: Inventario Nacional de Energías Renovables. SENER

2.2.6. Factores diferenciales del estado

El estado de Tabasco tiene varios factores diferenciales que impulsaron la selección del área de especialización Sustentabilidad Energética como una de las principales apuestas de la Agenda Estatal de Innovación:

- 1) Existe una apuesta por parte de las autoridades estatales para desarrollar infraestructuras e impulsar la investigación en energías renovables, así como la transferencia de tecnología dentro de esta área de especialización.
- 2) La necesidad de iniciar una transición energética que disminuya la dependencia de la entidad de los recursos energéticos fósiles.
- 3) Tabasco cuenta con recursos naturales abundantes como: agua, viento, nivel de radiación solar, desechos urbanos, agropecuarios e industriales, que son potencialmente aprovechables.
- 4) Las instituciones educativas del estado apoyan cada vez con más fuerza esta área de especialización.
- 5) Existe una Industria Petrolera establecida con una cantidad considerable de desechos industriales aprovechables.

2.3. Principales tendencias de la innovación en el área de especialización a nivel mundial

El espectacular crecimiento del mercado de las energías renovables de la última década, junto con las inversiones realizadas en investigación y desarrollo, han contribuido a impulsar un crecimiento significativo de las innovaciones tecnológicas del sector. Según la clasificación de la OECD, el sector de Energías Renovables se sitúa como el 7º en intensidad tecnológica a nivel mundial. Donde algunos nichos dentro del sector (e.g., las celdas solares) se pueden categorizar claramente como ámbitos de alta tecnología.

Tratándose de un sector tan diverso, conviene hablar de nichos a la hora de abordar las tendencias de innovación tecnológica:

2.3.1. Energía Eólica Terrestre

Entre las posibles innovaciones tecnológicas que se sucederán durante el futuro próximo, destacan el uso de nuevos materiales, reducción de peso (especialmente de las palas y los “nacelles”), torres de hormigón en lugar de acero, generadores de imanes permanentes (que reduce el desgaste en los trenes motrices), accionamientos directos, sustitutos de

tierras raras (incluyendo generadores no magnéticos), perfiles de hoja deformables, una vigilancia más exhaustiva, y presentación de informes de rendimiento y optimización más sofisticados.

Adicionalmente, existe un amplio potencial en el diseño y fabricación de pequeñas turbinas de bajo costo que atiendan a demandas energéticas a nivel local. Por otra parte, el transporte y la logística jugarán un mayor rol en el desarrollo del sector.

Por último, es preciso mencionar la convergencia de la energía eólica con las Tecnologías de la Información. En este sentido, el desarrollo tecnológico se enfocará a la aerodinámica/dinámica de fluidos, evaluación de las condiciones del viento, y análisis del estado de las plantas eólicas.

2.3.2. Energía Eólica *Off-shore*

La tecnología de turbina eólica off-shore necesita un mayor desarrollo ya que en general, la fiabilidad de las turbinas en alta mar es inferior a la de las turbinas eólicas terrestres.

Las posibles innovaciones tecnológicas incluyen el desarrollo de sistemas flotantes off-shore, plataformas logísticas off-shore que puede dar servicio a sistemas enteros de aerogeneradores marinos, ciclos de vida más largos y de turbinas de mayor tamaño. Adicionalmente, se prevén innovaciones incrementales en las cadenas de suministro incluyendo los buques, las instalaciones portuarias, las operaciones y estrategias de mantenimiento y logística, la reducción del número de piezas móviles, nuevos conceptos de dos palas, turbinas sin engranajes, y un mayor enfoque en la fiabilidad y la logística para reducir los costos de operación y el tiempo de inactividad.

2.3.3. Energía Solar Fotovoltaica

En el futuro, la reducción de costos de la solar fotovoltaica podría venir desde varias direcciones: aumento de la eficiencia de células solares (entre el 20 y el 24% para el silicio cristalino y del 15% para capa fina en 2020, además de una amplia gama de productos fotovoltaicos con eficiencias entre el 5 y el 40% a partir de 2030); un mayor uso de capa fina (que representará cuotas de mercado de entre el 30-40% en 2020-2030, desde el 20% de 2010); desarrollo de polímeros fotovoltaicos y elementos fotovoltaicos orgánicos de bajo costo y menor eficiencia orientados en aplicaciones a nivel de usuario (a partir de 2020); la utilización de materiales que abundan en la tierra para la fabricación de paneles (a partir de 2020); sustitución del uso de soportes de acero por nuevos materiales de cimentación de menor costo, etc.

2.3.4. Energía Solar Térmica (CSP)

Las principales innovaciones tecnológicas se están dando en los cristales y reflectores. En esta línea cabe destacar la “tecnología de torre”, que supone una reducción en el costo del heliostato con un factor del 33 a 50%. Otro punto fundamental es el incremento de la disponibilidad de la tecnología, mediante la mejora e integración del almacenamiento.

A su vez, la evolución tecnológica del sector se producirá en forma de nuevas aplicaciones, algunas de las cuales están ya emergiendo: gestionar la variabilidad de las celdas y proporcionar potencia máxima utilizando el almacenamiento de energía térmica incrustada dentro de la planta CSP; construcción de plantas CSP dedicadas a alimentar plantas de desalinización en las zonas costeras; incrustar plantas CSP en instalaciones industriales para proveer calor a los procesos industriales; desarrollar procesos de precalentamiento de agua para centrales eléctricas basadas en la combustión del carbón para reducir el consumo del mismo; integración con plantas de gas natural de ciclo combinado (ya están en activo); la producción de gas o de combustibles líquidos incluyendo el hidrógeno.

2.3.5. Biomasa

Se contemplan cuatro puntos de vista sobre las innovaciones tecnológicas procedentes del tratamiento de la biomasa en el futuro:

- **Suministro de Combustible:** Gran parte de su uso vendrá en formas estándar como gránulos o aceites biocalefactores (de pirolisis/ torrefacción) que serán transportados internacionalmente y se extenderán masivamente en el mercado.
- **Conversión Anaeróbica de Biogás:** Se desarrollarán nuevas aplicaciones para el transporte que requieran de un menor proceso de limpieza para su uso en motores.
- **Tecnologías de Calefacción:** Se estima un uso mucho mayor de este tipo de tecnologías, incluyendo las plantas de cogeneración, sistemas de calefacción urbana, sistemas de refrigeración para edificios comerciales y públicos, y calor para procesos industriales. Los sistemas de cogeneración se desarrollarán a diferentes escalas

Integración con industrias agrícolas y forestales a través de biorefinerías: Se prevé una tendencia hacia sistemas de coproducción de usos múltiples, en el que coproduzcan azúcar, electricidad y biogás, se utilicen los residuos sobrantes de los fertilizantes, los productos químicos, biocombustibles, alimentos para animales, y otros productos químicos.

2.3.6. Energía Hidroeléctrica

Las tendencias en energía hidroeléctrica se inclinan a la expansión de la energía hidroeléctrica por bombeo, particularmente como una forma de almacenamiento de energía. Se producirán a su vez, innovaciones incrementales como tecnologías de accionamiento bombeado variable que redunden en mejoras de eficiencia y flexibilidad de las plantas.

Otros posibles desarrollos tecnológicos provienen del uso de agua salada en centrales hidroeléctricas de bombeo y almacenamiento en las regiones costeras, y centrales subterráneas de bombeo y almacenamiento. Adicionalmente, se están incorporando bombas de velocidad variable que aumentan la capacidad de bombeo hidráulico.

2.3.7. Energía Geotérmica

Se prevén importantes innovaciones tecnológicas con la creación de grandes superficies de intercambio de calor subterráneo “*Enhanced Geothermal Systems (EGS)*” y con la mejora de la conversión de energía de baja temperatura “*Organic Rankine Cycle*”. En estos casos se podría hacer posible la producción de electricidad geotérmica en prácticamente cualquier lugar. Las centrales térmicas y de cogeneración de energía avanzadas mejorarán el rendimiento de la electricidad geotérmica y un mayor desarrollo tecnológico en ámbito de la perforación ayudará también a incrementar su competitividad.

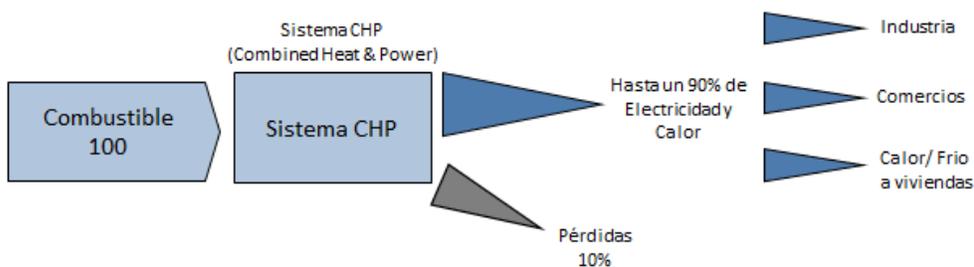
2.3.8. Energías marinas

En cuanto a aprovechamiento energético por medio de tecnologías marinas se estima que hay potencial para reducir los costos en las próximas décadas. Las áreas clave para el desarrollo tecnológico incluirán el diseño conceptual, la optimización de la configuración del equipo, la reducción de los costos de capital mediante materiales alternativos estructurales, precisión de la modelización numérica de generación de energía eléctrica, sistemas PTO, economías de escala y aprendizaje a partir de operaciones, etc.

2.3.9. Cogeneración

Por su efecto en la eficiencia en el uso de la energía, resulta de especial interés dedicar un espacio a la cogeneración, entendida como el procedimiento de producción simultánea de energía eléctrica y térmica. La cogeneración utiliza diferentes combustibles principales como energía primaria (combustibles fósiles y biomasa).

Ilustración 9 Proceso de Cogeneración Simplificado



Fuente: Ministerio de Energía y Desarrollo Sostenible, Gobierno de España

En el caso específico de México, cabe destacar la posibilidad de desarrollar procesos de cogeneración a escala, que posibiliten una producción energética (eléctrica y térmica) más eficiente y rentable.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

Este apartado muestra los principales actores del ecosistema de innovación en el área de especialización de Sustentabilidad Energética del estado de Tabasco.

En un primer lugar, se presenta el mapa de agentes de la cadena del conocimiento, considerando también los agentes de soporte e intermediación, para posteriormente mostrar de una manera más detallada la presencia de las instituciones de educación superior, los centros de investigación y las empresas innovadoras.

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

El sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación está formado por diversos agentes que se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: Generación de conocimiento, Desarrollo tecnológico, Aplicación y Soporte e intermediación.

Las **instituciones de educación superior (IES)** están principalmente orientadas a la generación de conocimiento, esto es, la indagación original y planificada que persigue descubrir nuevos conocimientos y mayor comprensión de los existentes, en los terrenos científico o técnico.

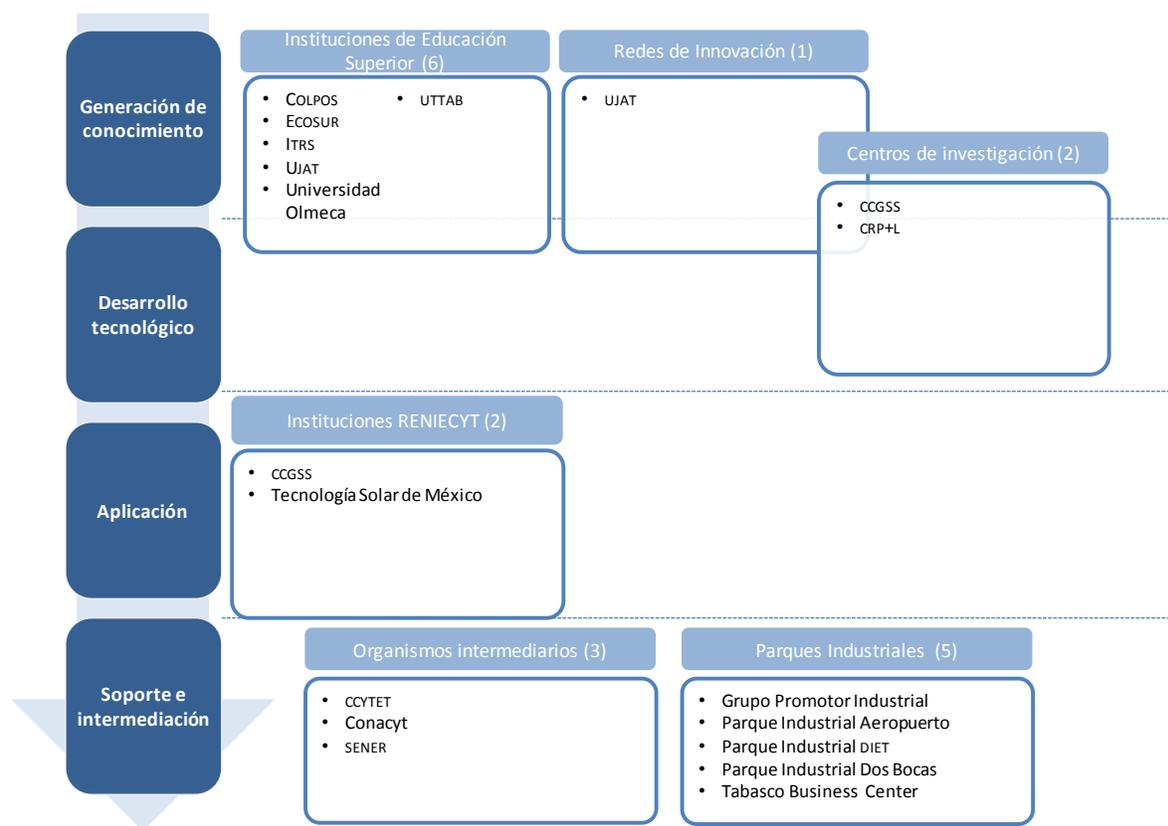
Los **centros de investigación** también se encuentran en la categoría anterior, pero en ocasiones están más enfocados al desarrollo tecnológico, es decir, a la aplicación concreta de los logros obtenidos en la investigación a un plan o diseño en particular para la producción de materiales, productos, métodos, procesos, sistemas nuevos, etc. hasta que se inicia la producción comercial. Otros agentes que llevan a cabo desarrollo tecnológico son, además de las mencionadas instituciones de educación superior (IES), los centros de I+D+i privados o asociaciones público privadas.

Por otro lado, las empresas están enfocadas principalmente a la **aplicación**, es decir, a la innovación, como la introducción de un producto nuevo o significativamente mejorado, desarrollo de procesos nuevos, métodos de comercialización diferentes o de un nuevo esquema organizacional.

Por último, algunos agentes se orientan al **Soporte e Intermediación**: Organismos intermedios, redes temáticas, incubadoras, plataformas tecnológicas, parques tecnológicos, clústeres y aceleradoras.

En el caso de Tabasco, los principales agentes del ecosistema de innovación del área de especialización Agroindustria de Alto Valor Agregado se muestran en la Ilustración 10, según las categorías definidas.

Ilustración 10 Mapa del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en Sustentabilidad Energética del estado de Tabasco



Fuente: Idom Consulting basado en datos de RENIECYT y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico

3.2. Principales Instituciones de Educación Superior y centros de investigación

Tabasco cuenta con centros de investigación, IES y otras instituciones que ofrecen programas y realizan proyectos de I+D+i sobre el área de especialización. A continuación se enlistan algunas de las principales instituciones identificadas.

3.2.1. Instituciones de Educación Superior



Colegio de Frontera Sur: centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Ofrece educación en áreas como:

- Ecología y medio ambiente
- Ciencias de la sustentabilidad



Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, centro público de enseñanza e investigación que se dedica a la elaboración, promoción y oferta de programas de capacitación a todos los niveles, así como la vinculación con el sector productivo para demostrar resultados de investigaciones. Tiene líneas de investigación como:

- Manejo sustentable de recursos naturales
- Energía alterna y biomateriales



Instituto Tecnológico de la Región Sierra, conforma una comunidad tecnológica dedicada a impartir programas académicos capaces de potenciar el desarrollo económico, social y cultural de la región, a través de la innovación tecnológica. Así mismo, oferta servicios tecnológicos, de investigación y de educación continua.

- Ingeniería en energías renovables



Instituto Tecnológico de Villahermosa, Institución pública que tiene como misión formar profesionistas competitivos, íntegros y con alto sentido de la responsabilidad, por medio de programas educativos como:

- Ingeniería ambiental



La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, con la misión de contribuir de manera significativa a la transformación de la sociedad y al desarrollo del país, a través de la formación sólida e integral de profesionales capaces de adquirir, generar, difundir y aplicar el conocimiento científico, tecnológico y humanístico, con ética y responsabilidad. Ofrece capacitación sobre:

- Fuentes alternativas de energía
- Sustentabilidad



Universidad Olmeca, forma profesionales mediante la generación y transferencia de conocimientos para el uso y manejo racional de los recursos naturales, con el consecuente desarrollo productivo, social, económico, integral y sustentable. Tiene programas como:

- Energías renovables



Universidad Tecnológica de Tabasco, con un modelo educativo avanzado y práctico, presenta una fuerte vinculación entre la academia y el sector productivo. Ofrece programas como:

- TSU en Energías Renovables área calidad y ahorro de energía

3.2.2. Centros de investigación

En cuanto a los Centros de Investigación, se identifican dos institutos principales que desarrollan investigación sobre el área de especialización, a continuación se da una breve descripción de estos:



Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad del Sureste cuenta con un investigador candidato, inscritos en el SNI haciendo investigación en temas relacionados con este ámbito de especialización dentro de las líneas de investigación relacionadas con el medio ambiente:

- Ecosistemas
- Biodiversidad
- Recursos hídricos y energía
- Sustentabilidad



CMP+L, Con 13 años de experiencia realizando trabajos técnicos para la industria nacional, algunos de los sectores que atiende son el de alimentos, el petroquímico, cementera, galvanoplastia, embotelladoras.

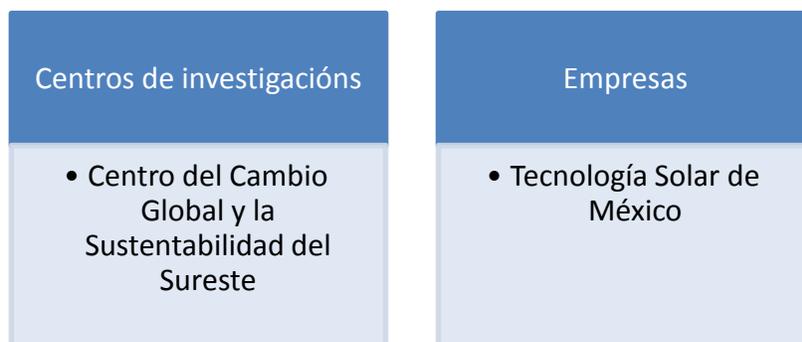
- Diagnósticos en producción más limpia y eficiencia energética
- Proyectos de mecanismos de desarrollo limpio
- Planes de manejo de residuos
- Maestría en ingeniería para la producción más limpia

3.3. Detalle de empresas RENIECYT del área

Tabasco contaba con 84 instituciones en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) a fecha 24 de julio de 2014³, de las cuales 47 eran empresas, quince instituciones de educación superior, un centro de investigación, dos instituciones de administración pública, dos instituciones privadas no lucrativas y 17 personas físicas con actividad empresarial.

De las 84 instituciones en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT), dos tienen actividad en esta área de especialización. Una es una empresa y la otra es un centro de investigación enfocado a la sustentabilidad. Los detalles se muestran en la Ilustración 11.

Ilustración 11 Instituciones RENIECYT del ámbito Sustentabilidad Energética en Tabasco (2)



Fuente: RENIECYT (información extraída a 24 de julio de 2014)

³ Fuente: SICYT; RENIECYT . <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/reniecyt/inicio.do?pSel>

4. ANÁLISIS FODA DEL ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA

En base al análisis en detalle del área y tras la interacción con actores adentrados en el contexto del área de especialización de Sustentabilidad Energética del estado, los cuales participaron en dos mesas sectoriales, se construyó y debatió el siguiente análisis FODA que propuso un punto de partida para la definición de la agenda sectorial.

Los principales resultados se resumen a continuación:

4.1. Fortalezas

- Importante cantidad de recursos renovables: eólico, solar fotovoltaico, solar térmico, hídricos, residuos y cultivos energéticos.
- Reciente creación de una dirección de energía para impulso de estas energías.
- La oferta educativa ha estado promoviendo programas en energías renovables.
- Existe una infraestructura de instituciones educativas que pueden participar en el desarrollo del sector.

4.2. Debilidades

- Hace falta recurso humano especializado en temas de Sustentabilidad Energética.
- No se cuenta con recursos humanos cualificados de otras disciplinas para formar equipos de trabajo.
- Falta de conocimiento y cultura sobre el aprovechamiento de energía renovable y la sustentabilidad.
- Existencia de resistencia social hacía nuevos proyectos basados en malas experiencias del pasado.
- Falta de aplicación en la normatividad y las sanciones.
- Falta de fondos importantes que impulsen la Sustentabilidad Energética en el Estado
- Falta de directrices concretas en las políticas públicas.
- Falta de un plan estratégico en energías renovables para Tabasco.
- Falta de integración entre academia, industria y sociedad.

4.3. Oportunidades

- Existencia de fondos de financiamiento. Banco de Datos CERI con una sede en Tabasco.
- Reforma energética, más inversión privada.
- Objetivo de al menos el 35% de generación renovable al año 2026.
- Avance en las tecnologías para el aprovechamiento de energía renovable.
- Una gran industria establecida que genera muchos residuos con valor energético aprovechable.
- Recursos hídricos abundantes en el Estado.

4.4. Amenazas

- Falta de claridad en las leyes de la reforma energética.
- Incremento de zonas de riesgo en el Estado.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

La predominancia de la Industria Petrolera en Tabasco, que totaliza casi un 60% del PIB de la entidad, pone de relieve la necesidad de apostar por la Sustentabilidad Energética, entendida ésta como la generación y uso de la energía con criterios de sostenibilidad a largo plazo.

Este marco estratégico supone no solo aplicar la utilización de fuentes renovables para la generación de energía (fuentes en las que Tabasco dispone de recursos abundantes), sino también en minimizar su impacto en el medioambiente durante las fases de generación, distribución y transporte (sin dejar de tomar en cuenta que algunas energías renovables también pueden impactar negativamente al entorno), su uso eficiente, la adecuación de las tecnologías a las peculiaridades del territorio y la garantía de la aceptación social de estas instalaciones en las comunidades donde están instaladas.

El grupo que ha participado en las mesas para trabajar esta área de especialización plantea la visión de Tabasco como un *“Estado reconocido por el aprovechamiento de recursos en el ámbito de Sustentabilidad Energética generando bienestar social”*. Retomando esta visión, la Sustentabilidad Energética se percibe como un importante campo para la innovación y a la vez como un instrumento para resolver problemas sociales que impactarán de forma positiva en el bienestar social. Sin embargo, esta no se considera como un área con gran generación de empleo, sino más bien como un área de empleo altamente cualificado.

A partir de la realización del análisis FODA llevado a cabo por el Grupo Consultivo y el Comité de Gestión, se definieron los objetivos sectoriales que atienden a las principales oportunidades identificadas en el diagnóstico.

Los **Objetivos Sectoriales** son:

- O.S.1: Organizar y estructurar al sector de Energías Renovables
- O.S.2: Diagnosticar y conocer en detalle los recursos renovables y las necesidades a cubrir de Tabasco
- O.S.3: Sensibilizar a tomadores de decisiones y al público general al mismo tiempo que se forman profesionales cualificados para el desarrollo del área
- O.S.4: Desarrollar proyectos que permitan demostrar la viabilidad de tecnologías renovables para resolver problemas sociales

Tres de los cuatro Objetivos Sectoriales tienen que ver con la gestión de la propia área de especialización (Objetivo Sectorial 1, 2 y 3) y el último de ellos se enfoca a la aplicación de tecnologías concretas para la resolución de problemáticas (Objetivo Sectorial 4).

En los próximos apartados se incluye una descripción de los nichos de especialización y líneas de actuación priorizados, que incluye una breve justificación de su interés, el detalle de su contenido y algunos ejemplos de potenciales proyectos de interés que responderían a las necesidades identificadas en algunos de ellos.

6. NICHOS DE ESPECIALIZACIÓN Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN

El estado de Tabasco ha venido trabajando en esta área desde hace años, lo que se puede deducir de las líneas de investigación establecidas en las distintas universidades, así como la creación de algunas organizaciones específicas, como el Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad del Sureste (CCGSS). Existen numerosas líneas de investigación enfocadas a dar respuesta a problemas actuales y futuros. El reto está en generar masa crítica y cohesión entre los agentes de tal forma que se pueda avanzar rápida y eficazmente, lo que se traduce en unir esfuerzos y en enfocar los trabajos en líneas de aplicación mejor orientadas.

Se han identificado ámbitos de trabajo de diversas naturalezas y de diferente potencial, como es de esperar en procesos participativos con distintos agentes de la triple hélice. Estos ámbitos son de dos tipos: los nichos de especialización, centrados en aplicaciones de tecnologías o productos para resolver problemáticas concretas y bien identificadas en colectivos sociales o regiones específicas de Tabasco, y las líneas de actuación, de tipo transversal que buscan generar condiciones básicas y comunes para mejorar la competitividad de los agentes involucrados.

Tabla 4 Nichos de especialización actuales y futuros en el estado de Tabasco

Nichos de especialización presentes	Nichos de especialización futuros
<ul style="list-style-type: none"> • Biomasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización de residuos • Soluciones sustentables en comunidades rurales (minihidráulica y fotovoltaica) • Eficiencia en el uso de energía y agua • Eólico
Líneas de actuación	
<ul style="list-style-type: none"> • Organización del sector • Conocimiento de la situación actual y áreas futuras • Capacitación de profesionales • Sensibilización general y de colectivos clave 	

Fuente: Idom Consulting basado en información de las mesas sectoriales de la Agenda

6.1. Nichos de especialización futuros

6.1.1. Valorización de residuos

Por valorización entendemos el aprovechamiento de residuos de los sectores económicos principales de Tabasco de tal forma que puedan ser de utilidad como insumos dentro de otros sectores de actividad, o puedan ser utilizados de tal forma que tengan un impacto mínimo en el medioambiente. Las principales industrias de Tabasco que son generadoras de este tipo de residuos son la petrolera (generador de lodos de perforación, azufre, aceites, etc.) y el sector agropecuario (generador de purines, residuos agrícolas, forestales, etc.). Muchos de estos residuos tienen un valor energético que podría ser aprovechado, mientras que otros pueden generar subproductos para el propio sector agrícola en forma de fertilizantes. El volumen de los residuos generados puede ser suficientemente grande como para asegurar la viabilidad de los procesos industriales de transformación. En algunos casos, existe la tecnología para hacerlo, pero en muchos otros es necesario investigar y desarrollar procesos o componentes que permitan su operación de forma económicamente rentable.

6.1.2. Soluciones sustentables en comunidades rurales (minihidráulica y fotovoltaica)

El costo de la energía en Tabasco es muy elevado, lo que supone una desventaja para el desarrollo de ciertas actividades económicas. En el caso de comunidades alejadas, en su mayoría no existe acceso a la red eléctrica, esto se traduce en la inexistencia de servicios básicos para el desarrollo humano como la iluminación en los hogares, escuelas y hospitales generando como consecuencia el retraso social y económico de sus habitantes. En muchos casos, estas comunidades están situadas cerca de ríos o en zonas de alta irradiación solar lo que permite pensar en soluciones renovables para solventar este subdesarrollo. En este ámbito de trabajo, se trata de identificar tecnologías existentes, adaptarlas a las situaciones de cada comunidad e integrarlas a la vida de los habitantes, incluyendo la creación de una cultura de gestión eficiente de los recursos. Se trata, por tanto, de un campo de aplicación directo de las energías renovables para resolver problemas sociales.

6.1.3. Eficiencia en el uso de la energía y del agua

La gestión eficiente de los recursos naturales y de la energía que a su vez minimice el impacto en el medioambiente, está dejando de ser solo una opción y, poco a poco, se convierte en una línea de trabajo prioritaria incluyendo áreas sobre la sensibilización social, la formación desde la escuela, la capacitación de profesionales, la investigación o la creación de empresas en nuevas áreas de negocio.

La búsqueda de la Sustentabilidad Energética es extensible a la distribución y gestión eficiente de los recursos hídricos, en un estado donde, si bien abunda, está poco aprovechada y mal repartida.

6.2. Líneas de actuación

Además de los nichos de especialización, se ha puesto de manifiesto la necesidad de trabajar en ámbitos de carácter horizontal que permitan mejorar conjuntamente a los sectores directamente relacionados a esta área de especialización. A continuación se describen las principales líneas de actuación:

6.2.1. Organización del sector

Una de las necesidades básicas que se ha puesto de manifiesto de forma inmediata es la de organizar a todos los agentes vinculados a esta área de especialización, que es mucho más robusta de lo que inicialmente pudiera pensarse. El hecho de que sea incipiente y de que no exista una gran industria desarrollada, exige la creación de mecanismos e instrumentos para generar sentido de pertenencia y conexión entre los agentes. En esta área de especialización se incluirían acciones relacionadas con la posible creación de un *cluster* y los servicios que éste podría suministrar a todos los agentes, como el observatorio de tendencias y nichos, potenciar proyectos en colaboración o el seguimiento de los indicadores del sector, entre otros.

6.2.2. Conocimiento de la situación actual y áreas futuras

Se ha observado la necesidad de conocer cuál es la situación de partida de Tabasco en lo que respecta a recursos renovables, agentes investigadores y líneas de investigación, así como recursos y equipamiento existente, hasta incluso necesidades desde el punto de vista de la demanda. Este inventario o diagnóstico representaría un punto de partida a realizar cuanto antes con el propósito de mantenerlo actualizado para todos los agentes locales, elaboradores de políticas e incluso inversionistas internos o externos.

6.2.3. Capacitación de profesionales

La disposición de personas y profesionales cualificados puede convertirse en un aspecto que limite el ritmo de desarrollo de esta área de especialización en Tabasco. Si bien existen carreras técnicas a nivel profesional que pueden ser la base para cubrir los puestos de trabajo, este ámbito presenta hoy por hoy necesidades específicas que hacen pensar en programas curriculares a nivel de posgrado que desarrollen el capital humano especializado requerido.

6.2.4. Sensibilización general y de colectivos clave

Desde el punto de vista de la demanda (los habitantes de Tabasco, empresas y todo tipo de organización que opere en el estado), es necesario iniciar acciones destinadas a sensibilizar sobre la importancia de la gestión eficiente y sustentable de los recursos. Se trata de una inversión a largo plazo, pero esencial en una apuesta que ya es imparable.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS

Dentro del proceso de priorización y debate de proyectos para el área de Sustentabilidad Energética se han seleccionado cinco proyectos prioritarios. A continuación se enlistan los proyectos prioritarios que resultaron de este esfuerzo:

- Atlas interactivo de energías renovables del estado de Tabasco
- Centro de Innovación y Tecnología del Agua (CITA)
- Programa de formación de recursos humanos para la Sustentabilidad Energética
- Valorización de residuos aceitosos contaminantes generados por la Industria Petrolera
- Desarrollo de soluciones basadas en minihidráulica para suministrar electricidad a comunidades menos desarrolladas

En los siguientes apartados se describe cada uno de ellos.

7.1. Atlas interactivo de energías renovables del estado de Tabasco

Se trata de un sistema de información sobre recursos energéticos sustentables, que permita conocer el potencial real para la formulación y realización de proyectos de energía renovable y la infraestructura necesaria. Esta plataforma permitirá definir políticas y medidas para fomentar una mayor integración de aprovechamiento sustentable a los recursos energéticos del estado de Tabasco.

Entre otros beneficios, permitirá tener identificados y geolocalizados los recursos energéticos existentes del estado, activos y potencialmente aprovechables, particularmente los renovables, así como las infraestructuras existentes. La integración de toda esta información servirá para desarrollar proyectos de generación y cogeneración de energía a partir de fuentes renovables, así como poner la información a disposición de inversionistas, tomadores de decisiones y agentes involucrados en general. Finalmente, será un instrumento clave para desarrollar estrategias públicas en el estado dentro de un contexto de transición energética hacia fuentes renovables.

7.2. Centro de Innovación y Tecnología del Agua (CITA)

Este centro buscará aprovechar el potencial de desarrollo que representa el agua y de igual manera propiciar en beneficio de todos los sectores económicos de la región.

Al ser el agua un recurso abundante en Tabasco, se necesita del desarrollo de conocimiento e la investigación para enfrentar los retos estatales y regionales asociados con el manejo de este recurso. El Centro de Innovación y Tecnología del Agua contribuirá a la gestión sustentable del agua desarrollando conocimiento, tecnología, la innovación y la formación de recursos humanos.

El CITA creara un alto valor agregado para las instituciones del sector hídrico mediante la creación y adaptación de tecnologías, así como el suministro de servicios tecnológicos altamente especializados. El objetivo del Centro es el de potenciar los recursos hídricos abundantes como palanca de desarrollo en la entidad.

7.3. Programa de formación de recursos humanos para la Sustentabilidad Energética

El objetivo de este proyecto consiste en formar recursos humanos cualificados para dinamizar el desarrollo energético sustentable del estado de Tabasco, que a su vez potenciarán la creación de nuevas empresas en esta área de especialización, el desarrollo de infraestructuras, la investigación y el desarrollo de nuevos proyectos que permitan diversificar la matriz energética de la región en armonía con la sociedad y el medioambiente. Los objetivos más específicos incluirían:

1. Formar recursos humanos de alto nivel mediante el desarrollo de un programa de posgrado (a nivel maestría) en Sustentabilidad Energética, con carácter transdisciplinario e interinstitucional.
2. Formar recursos humanos en las empresas estatales y privadas, así como en los gobiernos locales dentro de los diversos temas de Sustentabilidad Energética, mediante cursos de capacitación y diplomados (educación continua).
3. Fortalecer la infraestructura académica y de investigación del estado de Tabasco para apoyar el programa de formación de recursos humanos en el área de especialización de la Sustentabilidad Energética.

El programa estará enfocado a la formación de recursos humanos que sean capaces de entender y atender la necesaria relación de los procesos y sistemas energéticos con el fenómeno del cambio global. Lo anterior implica que el programa deberá tener un carácter transdisciplinario e interinstitucional. Por ello, la planta académica estará integrada no sólo por profesionales de las ciencias exactas y las ingenierías, sino también por especialistas de las ciencias sociales, biológicas, económicas y ambientales, entre otras.

7.4. Valorización de residuos aceitosos contaminantes generados por la Industria Petrolera

En este proyecto se busca el aprovechamiento de residuos aceitosos de la Industria Petrolera (cuyo valor es cero o negativo) para la obtención productos con valor positivo, con aplicación especial dentro del mercado que consume aceites minerales y solventes obtenidos a través de procesos cuyo consumo energético sea menor a su equivalente de energía de recuperación, cumpliendo con premisas de eficiencia tecnológica, ambiental, económica y social.

El proyecto requiere de una fase de investigación para desarrollar un proceso continuo de pirolisis catalítica en proceso continuo sobre materiales residuales aceitosos, así como el desarrollo de catalizadores de bajo costo para ser utilizados en dicho proceso.

Otro de los aspectos que promueven este proyecto como estratégico, es la transformación de un problema medioambiental grave, proveniente de la industria predominante del estado, en la generación de productos o insumos para otras industrias relevantes del mismo.

7.5. Desarrollo de soluciones basadas en minihidráulica para suministrar electricidad a comunidades menos desarrolladas

Este proyecto propone diseñar y desarrollar un prototipo de turbina para ríos con generación de electricidad en pequeñas potencias (aproximadamente 250 Watts), aprovechando la energía cinética de los ríos, con la finalidad de satisfacer las demandas energéticas en pequeñas comunidades que habitan al margen de los mismos.

La gran mayoría de comunidades rurales cuentan con serios problemas en el acceso a la energía, especialmente en lo que se refiere al alumbrado, ya que cuentan con limitadas opciones energéticas. No obstante, las comunidades ribereñas tienen la oportunidad de

utilizar el potencial cinético existente en los ríos, potencial que sería confirmado en una breve evaluación de campo, donde se realizarán mediciones de velocidad en las corrientes de los ríos y zonas de interés.

Los resultados del prototipo que se pretende desarrollar servirán como una fuente importante de información dentro del proceso de aprendizaje del equipo técnico, no solamente en temas técnicos sino también en temas sociales, servirá para obtener información valiosa del desarrollo de un nuevo modelo bajo el concepto de tecnología apropiada que utilice materiales, conocimientos y habilidades locales.

7.6. Proyectos complementarios

En la Tabla 5 se muestra el listado de otros proyectos complementarios que, si bien no han sido priorizados como lo han sido los proyectos prioritarios, se muestran en este documento por su interés para Tabasco.

Tabla 5 Lista de proyectos complementarios dentro de las actividades de las mesas sectoriales de la Agenda de Innovación del estado de Tabasco

Proyectos Complementarios	Nicho
<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Innovación y Desarrollo para las Energías Renovables de Tabasco (CIDERT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en el uso de agua y energía
<ul style="list-style-type: none"> • Activador de proyectos conjuntos 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización del sector
<ul style="list-style-type: none"> • Campaña de sensibilización ciudadana 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilización general y de colectivos clave
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cluster</i> de Sustentabilidad Energética 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización del sector
<ul style="list-style-type: none"> • Disposición y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> • Valorización de residuos
<ul style="list-style-type: none"> • Escuelas sustentables 	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones sustentables en comunidades rurales

Fuente: Idom Consulting

9.5 PORTAFOLIO DE PROYECTOS

Dentro del desarrollo de esta Agenda se ha trabajado sobre 45 proyectos propuestos directamente desde la triple hélice, siendo 20 de ellos clasificados como prioritarios por su coherencia estratégica con la Agenda, su impacto esperado, su viabilidad y su potencial de vinculación de agentes.

Es importante recalcar que en la siguiente tabla se incluye una propuesta preliminar no exhaustiva de aliados para el financiamiento, a los que los proyectos pueden acudir de manera complementaria a la que se realice desde el sector privado, la cual se considera una característica fundamental para el desarrollo de aquellos en los que es necesario una involucración del tejido empresarial.

Tabla 6 Portafolio de Proyectos

Área	Nicho / línea de actuación / objetivo estratégico	Proyectos	Descripción	Tipo de proyecto	Fuente de financiamiento (posibles aliados)
Sustentabilidad Energética	Capacitación de profesionales	Programa de formación de recursos humanos para la Sustentabilidad Energética	Formar recursos humanos calificados para dinamizar el desarrollo energético sustentable del estado de Tabasco, que a su vez potenciarán la creación de nuevas empresas en esta área de especialización, el desarrollo de infraestructura, investigación y nuevos proyectos que permitan diversificar la matriz energética de la región en armonía con la sociedad y el medio ambiente.	P	<ul style="list-style-type: none"> • SENER-Conacyt • SENER - Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía • SEMARNAT - Programa de Subsidios a Proyectos de Educación Ambiental • SEP-Conacyt
	Conocimiento de situación y áreas de futuro	Atlas interactivo de energías renovables del estado de Tabasco	Elaborar un sistema de información de recursos energéticos sustentables, que permita conocer el potencial real para la formulación y realización de proyectos de energía renovable, así como de la infraestructura necesaria.	P	<ul style="list-style-type: none"> • SENER-Conacyt • SENER- Fondo de Sustentabilidad Energética • SENER-Fondo para la Transición Energética • NAFIN-Apoyo a Proyectos Sustentables • FOMIX Conacyt- Gobierno del estado de Tabasco



	Desarrollo de Infraestructura	Centro de Innovación y Tecnología del Agua (CITA)	Este Centro buscará aprovechar el potencial de desarrollo que representan los recursos hídricos de la entidad. Se enfocará en el desarrollo de conocimiento e investigación para aprovechar el recurso como palanca de desarrollo económico.	P	<ul style="list-style-type: none"> FOMIX Conacyt- Gobierno del estado de Tabasco SENER-Conacyt SENER - Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía CONAGUA-Conacyt NAFIN-Apoyo a Proyectos Sustentables
	Eficiencia en el uso de la energía y del agua	Desarrollo de soluciones basadas en minihidráulica para suministrar electricidad a comunidades menos desarrolladas	Diseñar y desarrollar un prototipo de turbina para ríos con generación de electricidad en pequeñas potencias (aproximadamente 250 watts), aprovechando la energía cinética de los ríos, con la finalidad de satisfacer la demanda energética en pequeñas comunidades ubicadas en los márgenes de los ríos.	P	<ul style="list-style-type: none"> SENER - Fondo de Sustentabilidad Energética SENER-Fondo para la Transición Energética FOMIX Conacyt- Gobierno del estado de Tabasco NAFIN-Apoyo a Proyectos Sustentables CONAGUA-Conacyt SENER - Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
		Disposición y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos	El objetivo principal de la propuesta es el aprovechamiento de todos los residuos urbanos, lo que implica una labor importante de clasificación, acopio y reciclaje. El proyecto requiere de apropiación y dirección por parte de los gobiernos municipales para que resulte viable.	C	<ul style="list-style-type: none"> FOMIX Conacyt- Gobierno del estado de Tabasco NAFIN-Apoyo a Proyectos Sustentables SERMARNAT-Programa al Desarrollo Ambiental
		Centro de Innovación y Desarrollo para las Energías Renovables de Tabasco (CIDERT)	Este proyecto pretende crear un Centro de I+D+i en energías renovables con una fuerte orientación hacia el aprovechamiento integral de los recursos energéticos del estado, propiciando fuertes lazos de vinculación con distintos sectores productivos y empresas que operan en la entidad. Se enfocará al aprovechamiento de agua, biomasa y energía solar, principalmente.	C	<ul style="list-style-type: none"> SENER-Conacyt SENER - Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía FOMIX Conacyt - Gobierno de Tabasco FOMIX Conacyt- Gobierno del estado de Tabasco

P=Prioritario, C=Complementario