

Consultado en:

<http://planeolico.iiie.org.mx/resultadosrt.pdf>

Fecha de consulta: 02/04/2011

# **Taller de Ruta Tecnológica de la Energía Eólica en México para los Próximos 25 años**

## **Informe de Resultados**



**Cuernavaca, Mor., 26 y 27 de Mayo de 2005**

## Resumen Ejecutivo

---

Una de las metas del Subcomité de Energía Renovable –que forma parte del Comité de Energía instaurado bajo los auspicios de la Secretaría de Energía– es preparar mapas de ruta tecnológica para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en México, de tal manera que éstos sean la simiente de planes y elementos de estrategia para incluir e impulsar la diversificación energética sustentable en el sector eléctrico nacional.

De manera convergente, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) –por intermedio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)– está apoyando el proyecto *Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México*, cuya agencia ejecutora es el Instituto de Investigaciones Eléctricas. Una de las metas de dicho proyecto es apoyar acciones que coadyuven a lograr un entorno propicio para la generación eoloeléctrica en México, incluyendo la construcción de consensos para dicho fin. En ese contexto, el citado proyecto, en apoyo al Subcomité de Energía Renovable, organizó un *Taller de Ruta Tecnológica de la Energía Eólica en México para los próximos 25 años*, que se realizó los días 26 y 27 de mayo de 2005 en la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

El objetivo del Taller fue obtener consensos sobre la situación actual del aprovechamiento de la energía eólica en México, una visión a 25 años y la ruta tecnológica para lograrla.

Se contó con la participación de representantes de Secretaría de Energía, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Economía, Comisión Federal de Electricidad, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico –SEP-, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Gobierno del Estado de Oaxaca, Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, Asociación Mexicana de Energía Eólica, y Asociación Nacional de Energía Solar.

Para facilitar el Taller se contrató a la Compañía Global Smart Business que aplicó una técnica de Planeación de Proyectos Orientado a Objetivos (ZOPP, en alemán).

Por consenso, los participantes establecieron la siguiente visión: **En el Año 2030, la Energía Eólica contribuye significativamente al suministro energético nacional, con tecnología propia de clase mundial.**

Se definió la situación actual y el marco de partida, así como objetivos específicos, elementos de estrategia, y metas e indicadores para lograr dicha visión. Una vez definido lo anterior se identificaron a los involucrados potenciales y el ámbito de colaboración de cada uno de ellos.

**Las líneas de acción identificadas fueron:**

- Formación de recursos humanos y generación de conocimiento para el aprovechamiento de la energía eólica.
- Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica
- Establecimiento del marco institucional para el fomento de la energía eólica.

**Los principales indicadores de la visión a 25 años establecidos por consenso fueron:**

- Lograr que 6% de la generación de electricidad en el país sea mediante energía eólica.
- Lograr un grado de integración nacional de 80% en aerogeneradores con tendencia al 100%
- Contar con una capacidad eoloeléctrica instalada mínima de 10,000 MW
- Contar con infraestructura eléctrica de líneas de transmisión suficiente para incorporar la capacidad eoloeléctrica necesaria para generar 6% de la electricidad consumida en el país
- Contar con recursos humanos especializados en operación y mantenimiento de las centrales eoloeléctricas instaladas, así como para la identificación, formulación, evaluación y gestión de proyectos eoloeléctricos.

**Los principales indicadores de la visión a corto plazo, establecidos por consenso fueron:**

- Contar con una estrategia nacional de largo plazo para el fomento de la energía eólica
- Contar con una política responsable alineada con la estrategia nacional, que facilite la incorporación de la energía eólica al suministro energético nacional
- Contar con reglas y metodologías claras que faciliten el desarrollo y la aplicación de la tecnología eólica
- Contar con esquemas de financiamiento que permitan la competitividad de la tecnología eólica nacional
- Contar con un programa de promoción y difusión de la energía eólica

Los resultados de este taller se pondrán a consideración del Subcomité de Energía con el propósito de que sirva como insumo para formular e instaurar un plan de acción.

# Tabla de contenido

---

<b>1. Antecedentes</b> .....	1
<b>2. Objetivo</b> .....	1
<b>3. Participantes</b> .....	1
<b>4. Metodología aplicada</b> .....	4
<b>5. Resultados</b> .....	5
5.1 Visión .....	5
5.2 Situación actual .....	5
5.3 Marco general de partida .....	8
<b>6. Logro de la visión: objetivos estratégicos</b> .....	9
6.1 El modelo.....	9
6.2 Objetivos estratégicos.....	9
6.3 Árbol de objetivos .....	10
6.4 Metas e indicadores .....	11
<b>7. Estrategia: ¿Cómo llegamos?</b> .....	15
7.1 Para el primer objetivo .....	16
7.2 Para el segundo objetivo.....	18
7.3 Para el tercer objetivo .....	20
<b>8. Perspectivas</b> .....	22

## 1. Antecedentes

Una de las metas del Subcomité de Energía Renovable –que forma parte del Comité de Energía instaurado bajo los auspicios de la Secretaría de Energía– es preparar mapas de ruta tecnológica para el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en México, de tal manera que éstos sean la simiente de planes y elementos de estrategia para incluir e impulsar la diversificación energética sustentable en el sector eléctrico nacional.

De manera convergente, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) –por intermedio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)– está apoyando el proyecto *Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México*, cuya agencia ejecutora es el Instituto de Investigaciones Eléctricas. Una de las metas de dicho proyecto es apoyar acciones que coadyuven a lograr un entorno propicio para la generación eoloeléctrica en México, incluyendo la construcción de consensos para dicho fin.

En ese contexto, el proyecto *Plan de Acción para Eliminar Barreras para el Desarrollo de la Generación Eoloeléctrica en México* organizó, en apoyo al Subcomité de Energía Renovable, el *Taller de Ruta Tecnológica de la Energía Eólica en México para los próximos 25 años*, que se realizó los días 26 y 27 de mayo de 2005 en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, con la participación de representantes de instituciones del sector público y organizaciones del sector privado involucradas en el tema.

## 2. Objetivo

El objetivo del Taller fue obtener consensos sobre la situación actual del aprovechamiento de la energía eólica en México, una visión a 25 años y la ruta tecnológica para lograrla.

## 3. Participantes

INSTITUCIÓN/DEPENDENCIA	REPRESENTANTE	CARGO
Secretaría de Energía (SENER) / Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico / Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente	Lic. Carlos Trevisán Galván	Subdirector de Proyectos de Investigación
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) / Dirección General de Energía y Actividades Extractivas.	Lic. Citlalín Martínez Córdova	Subdirectora de Energías Renovables.
Secretaría de Economía (SE) / Delegación en Morelos	Lic. Gabriel Padilla Maya	Delegado de la Secretaría de Economía en Morelos

Comisión Federal de Electricidad (CFE) / Subdirección de Distribución	Ing. José de Jesús Arce Salas	Gerente de Distribución
Comisión Federal de Electricidad (CFE) / Central Eoloeléctrica La Venta	Ing. Carlos García Aguilar	Superintendente Central Eoloeléctrica La Venta I
Secretaría de Educación Pública / Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)	Dr. Arnoldo Bautista Corral	Director
Secretaría de Educación Pública / Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)	Dr. Enrique Gutiérrez Wing	Profesor-Investigador
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Facultad de Ingeniería/ División de Ingeniería Eléctrica	M.I. Rodolfo Lorenzo Bautista	Coordinador de Área
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Facultad de Ingeniería / Centro de Diseño y Manufactura	M.I. Antonio Cepeda Sánchez	Profesor - Investigador
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Programa Universitario de Energía (PUE)	Dr. David Morillón Gálvez	Director
Instituto Politécnico Nacional (IPN) / Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME)	Dr. Ricardo Mota Palomino	Investigador
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) / Facultad de Ingeniería/ División de Ing. Eléctrica	M.C. Luis López Manrique	Coordinador de Investigación y Posgrado
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) / División de Energías Alternas (DEA)	Dr. Jorge M. Huacuz Villamar	Gerente de Energías No Convencionales
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) / División de Energías Alternas (DEA)	Ing. Marco A. Borja Díaz	Jefe de Proyectos Eólicos
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) / División de Energías Alternas (DEA)	Ing. Raúl González Galarza	Jefe de Proyectos

Gobierno del Estado de Oaxaca / Comité de Planeación (GEO-COPLADE)	Ing. Fernando Mimiaga Sosa	Coordinador del Subcomité de Energía
Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) / Fuerza Eólica S.A. de C.V.	Lic. Pablo Gottfried Joy	Miembro de AMDEE / Gerente de Proyectos de Fuerza Eólica S.A. de C.V.
Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) / Fuerza Eólica S.A. de C.V.	Ing. David Horta Méndez	Miembro de AMDEE / Presidente de Cableados Industriales S.A. de C.V.
Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME) / PROLEC GE	Lic. Emma Canales Huerta	Miembro de CANAME / Líder de Administración de Tecnología de PROLEC GE
Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME) / AREVAT&D S.A. de C.V.	Ing. Víctor Díaz Vélez	Miembro de CANAME / Ingeniero de Licitación de AREVA&D S.A. de C.V.
Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME) / Forjas Metálicas S.A. de C.V.	Ing. Santos Abel Martínez	Miembro de CANAME / Gerente Comercial
Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)	Ing. Rodolfo Martínez Estevel	Vicepresidente

### **Invitados Especiales**

Proyecto Eólico IIE/PNUD/GEF	Dr. Herman Snel	Asesor técnico Internacional del Proyecto / Fundación Holandesa de Energía
Proyecto Eólico IIE/PNUD/GEF	M.C. Jorge López Laing	Coordinador del Proyecto

### **COMENTARIOS:**

El Dr. Jorge M. Huacuz Villamar, Gerente de Energías No Convencionales del IIE, también es Coordinador del Subcomité de Energía Renovable del Comité de Energía, auspiciado por la Secretaría de Energía.

El Dr. David Morillón Gálvez, Director del Programa Universitario de Energía de la UNAM, también es Presidente de la Asociación Nacional de Energía Solar.

### **INVITADOS A QUIENES NO LES FUE POSIBLE ASISTIR AL TALLER:**

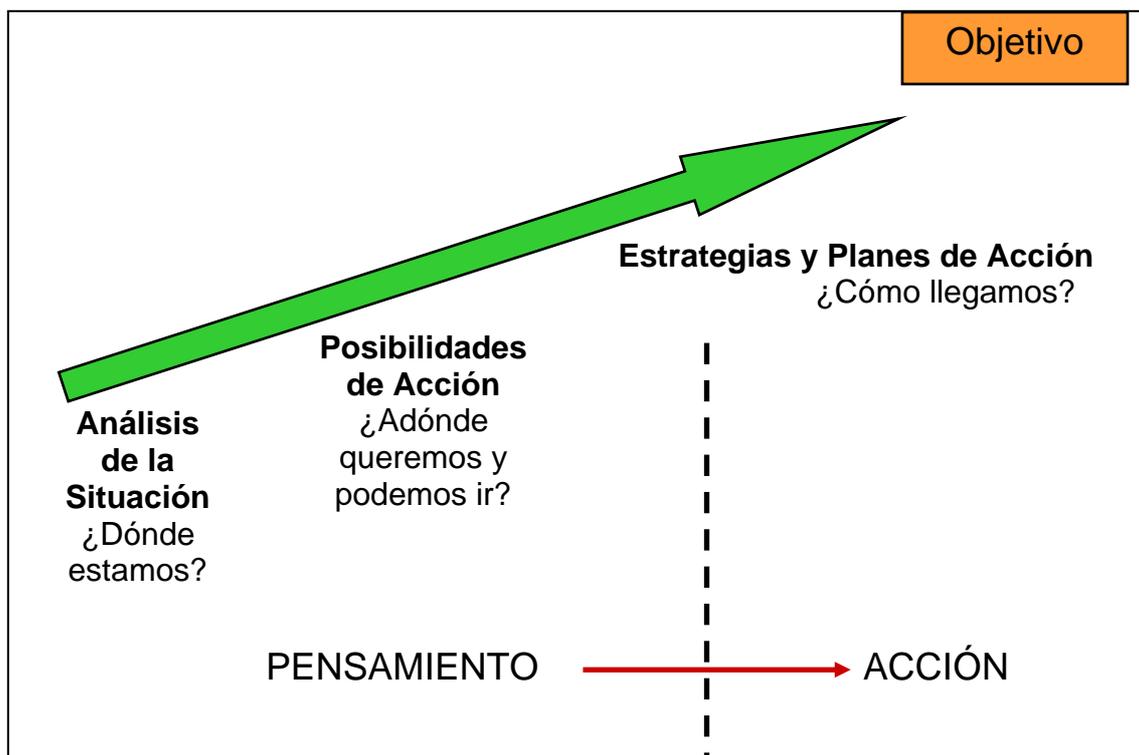
- Dr. Gaudencio Ramos, Director Técnico de Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
- Dr. Pablo Mulás del Pozo, Asesor de Rectoría de la Universidad Autónoma Metropolitana
- Ing. Roberto Cadenas Tovar, Subgerente de Nuevas Fuentes de Energía, CFE
- Dr. Claudio Alatorre Frenk, Coordinador del Proyecto de Energía Renovable en Gran Escala (SENER-Banco Mundial-GEF)

Cabe mencionar que la gran mayoría de los participantes en el Taller, en sus diferentes ámbitos de competencia, conocen y han seguido el desarrollo eoloeléctrico en el ámbito internacional, así como sus oportunidades y su potencial de beneficio en el ámbito nacional, y los elementos que actualmente limitan su cabal aprovechamiento.

Para este Taller se contrataron los servicios de Global Smart Business (GSB), empresa consultora especializada en la moderación y conducción de reuniones participativas orientadas a identificar y definir las condiciones para desarrollo de proyectos de carácter estratégico.

#### 4. Metodología Aplicada

Los asesores de GSB trabajaron con el método de Planeación de Proyectos Orientado a Objetivos (ZOPP, en alemán)<sup>1</sup>, mismo que tiene carácter participativo y avanza sobre la construcción de consensos. Para ello, los participantes presentan sus opiniones y realizan ejercicios de visualización compartida con el objeto de definir cada paso subsiguiente; de esta forma definen situaciones, objetivos, planes y actividades, e identifican lo que es de su competencia, y facilitan así la posterior etapa de ejecución. En particular, en este Taller se aplicaron ejercicios orientados a sensibilizar y promover el trabajo asociativo, de acuerdo con la siguiente estructura metodológica:



Al inicio del Taller, y con el propósito de establecer un punto de partida común, los participantes manifestaron las siguientes expectativas:

<sup>1</sup> Ziel Orientierte Projekt Planung

- Consensuar una visión clara sobre el aprovechamiento de la energía eólica en México a 25 años y un plan para lograrla.
- Formular propuestas realistas para el corto, mediano y largo plazos.
- Identificar necesidades, actores y competencias para poder cumplirlas.
- Contribuir a la elaboración de una propuesta de un plan estratégico nacional para el desarrollo y aprovechamiento de la energía eólica.
- Visualizar claramente las necesidades y acciones requeridas para desarrollar tecnología eólica nacional, e identificar competencias para dicho fin.

A partir de tales expectativas, los participantes, auxiliados por los facilitadores, fueron intercambiando opiniones y puntos de vista de manera organizada y participativa hasta lograr por consenso los siguientes resultados

## **5. Resultados**

### **5.1 Visión**

**EN EL AÑO 2030 LA ENERGÍA EÓLICA CONTRIBUYE SIGNIFICATIVAMENTE AL SUMINISTRO ENERGÉTICO NACIONAL, CON TECNOLOGÍA PROPIA DE CLASE MUNDIAL.**

Esta visión contempla que a partir del año 2006 se dará el incremento progresivo de la capacidad eoloeléctrica instalada en México con base en tecnología importada cuyo grado de integración nacional se irá incrementando paulatinamente. Que en el año 2030, la generación eoloeléctrica logrará penetración significativa en materia de abastecimiento de electricidad en el ámbito nacional. Que en el año 2030 México contará con tecnología eoloeléctrica propia, de clase mundial, que podrá ser aplicada para reemplazar aerogeneradores cuya vida útil vaya llegando a su fin.

### **5.2 Situación Actual**

La situación actual se definió con base en la identificación de fortalezas y debilidades sobre temas específicos. Dependiendo del enfoque y de la experiencia de cada participante, algunas situaciones se consideraron fortalezas por el hecho de existir, a diferencia de lo que se presentaba años atrás; pero a su vez, para las mismas situaciones se señalaron debilidades por considerarse que las capacidades aún son embrionarias. Así, la situación actual se concibió de la siguiente manera:

- **Recurso eólico.** México posee recurso eólico en varias regiones. En gran parte del corredor eólico del Istmo de Tehuantepec el recurso se ha evaluado y se sabe que es abundante si se compara con otras regiones en el mundo en las que ya existe desarrollo eoloeléctrico importante. Asimismo, en México existen muchas otras

regiones o áreas específicas en las que estudios preliminares indican que el recurso eólico tiene niveles de magnitud y persistencia adecuados para construir centrales eoloelectricas. No obstante, la evaluación detallada del recurso eólico en la mayor parte del País aún es incipiente.

- **Política energética.** Se está consolidando una política para la diversificación energética y el desarrollo sustentable, contemplando la participación significativa de las fuentes de energía renovable en la generación de electricidad. Para dicho fin, se manifestó amplia voluntad política en el Plan Nacional de Desarrollo (2001 – 2006) y en los programas sectoriales de energía y de medio ambiente. Asimismo, en el ámbito internacional, el Gobierno de México ratificó su voluntad para implantar medidas que contribuyan a mitigar el cambio climático global. Además, se han promovido iniciativas importantes en materia de regulación e incentivos para fomentar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable, incluyendo modelos de contrato de interconexión, depreciación acelerada y una iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovable. No obstante, para que dicha voluntad política se haga efectiva es necesario que se materialice en forma de leyes, reglamentos, normas, programas, métodos, procedimientos y adecuaciones institucionales; que en conjunto establezcan las condiciones necesarias y reglas claras para que los proyectos en la materia sean financiables.
- **Recursos humanos.** México cuenta con recursos humanos que tienen conocimientos generales en el tema de la generación eoloelectrica, tanto en materia de tecnología como en materia de sus implicaciones no técnicas; su número aún es reducido, pero se está incrementando modestamente. Aún no se cuenta con recursos humanos especializados al grado que dominen ampliamente los temas de vanguardia de la tecnología eoloelectrica; no obstante, se cuenta con profesionistas altamente capacitados y con amplia experiencia en las diversas ramas de la ingeniería de tal manera que mediante su capacitación y dedicación en temas específicos de la generación eoloelectrica se pueden formar especialistas en el corto plazo.
- **Capacidad industrial.** Dado que no se cuenta con tecnología propia, aún no existen empresas nacionales que fabriquen aerogeneradores con la magnitud de potencia requerida para construir centrales eoloelectricas. No obstante, existe una empresa nacional que ya que fabrica generadores eléctricos para aerogeneradores y existen empresas nacionales que tienen amplio potencial para fabricar varios componentes de aerogeneradores y para realizar su integración completa. Es decir, se cuenta con capacidad industrial para incorporarse al reto tecnológico que implica el desarrollo de la generación eoloelectrica. La reciente integración de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) ofrece una plataforma de vinculación empresarial que tiene amplio potencial para identificar oportunidades y emprender acciones en la materia.
- **Conocimiento general de la tecnología y sus tendencias.** Se tiene conocimiento general de la tecnología eoloelectrica y de las implicaciones de su aplicación. Sin embargo, dicho conocimiento está limitado a ciertos sectores en los ámbitos de algunas instituciones públicas, académicas y empresas privadas. Falta que se difundan ampliamente los beneficios potenciales de la generación eoloelectrica (tanto directos como indirectos), así como su potencial de aplicación en sus diversos

nichos de oportunidad y modalidades. Además, es indispensable que la difusión masiva incluya información verídica sobre el impacto ambiental de dicha actividad y de sus posibilidades realistas en materia de integración al sistema eléctrico nacional y plazos para el desarrollo de proyectos.

- **Capacidades para identificación y desarrollo de proyectos eoloeléctricos.** Con los avances en la evaluación del recurso eólico en las áreas más prometedoras del país, se han formulado y promovido más de dos decenas de proyectos eoloeléctricos de diferentes capacidades. Estos proyectos incluyen centrales para el servicio público (Comisión Federal de Electricidad), para autoabastecimiento de alumbrado público municipal, para autoabastecimiento industrial, y para exportación de electricidad. Incluyen también proyectos eoloeléctricos en la modalidad de producción independiente y pequeña producción (ambos para venta de electricidad exclusivamente a la Comisión Federal de Electricidad). Actualmente las actividades de formulación, promoción y negociación de proyectos eoloeléctricos son numerosas incluyendo su aplicación intencionada para varias entidades federativas. El estado de desarrollo de los proyectos varía significativamente de uno a otro, algunos están cerca del cierre financiero mientras que otros apenas están en la etapa de estudios de prefactibilidad. En términos generales, se considera que varios de estos proyectos en gestión podrán lograr su cierre financiero una vez que los elementos reguladores *ad hoc* sean instaurados.
- **Infraestructura disponible.** Desgraciadamente, la región del país que posee mayor abundancia de recurso eólico – el Corredor Eólico del Istmo de Tehuantepec - es una de las más limitadas en materia de capacidad de transmisión de energía eléctrica. No obstante, una parte importante de dicha región posee infraestructura muy adecuada en materia de vías de comunicación, gracias al esfuerzo del Gobierno del Estado de Oaxaca. En otras entidades federativas, la disponibilidad de infraestructura eléctrica para transmisión de electricidad es mejor, mientras que el recurso eólico no es tan abundante (v.g., Puebla, Veracruz). El desarrollo eoloeléctrico del país requiere de una estrategia que contemple la planeación sistematizada y la realización de obras de infraestructura para transmisión de electricidad que vayan permitiendo la integración de la generación eoloeléctrica al sistema eléctrico nacional, de manera racional pero significativa.
- **Investigación y desarrollo tecnológico.** En el ámbito institucional y académico existen algunos recursos humanos y proyectos orientados a la investigación en el tema del aprovechamiento de la energía eólica; sus esfuerzos han dado frutos en estudios reconocidos en el ámbito internacional y en materia de difusión y promoción de la tecnología. Asimismo, han aportado ideas e información que ha servido como soporte técnico de iniciativas de mejora al marco legal y regulador. Además, han gestionado y logrado apoyos económicos multilaterales y bilaterales que están contribuyendo a la consolidación de infraestructura tecnológica en la materia. Sin embargo, tradicionalmente, los recursos económicos nacionales destinados para dichos fines han sido muy limitados, observándose una gran diferencia con lo que se ha destinado en otros países incluyendo a Grecia, Corea y Portugal, sin mencionar a los más industrializados. De ello se deriva un importante rezago tecnológico que aún puede superarse. Es necesario instaurar o fortalecer programas de Investigación, Desarrollo y Demostración en el tema de la generación

eoloeléctrica con amplia vinculación tanto interinstitucional como con el sector privado, en el contexto de un plan nacional para dichos fines.

- **Situación general.** En términos generales, se considera que tanto el sector público como el sector privado están preparados para afrontar el reto de emprender el desarrollo eoloeléctrico en México. La vinculación entre ambos sectores se está incrementando día con día. La comunicación continua sobre el tema está propiciando un mejor entendimiento entre ambos sectores con respecto a las oportunidades y limitaciones de cada uno de ellos, de tal manera que actualmente es más viable lograr consenso sobre las iniciativas de fomento y apoyo a la generación eoloeléctrica.

### 5.3 Marco General de Partida

Con base en la situación actual se procedió al análisis general de las fuerzas y debilidades, estableciendo la relación existente entre los diferentes temas. A través de la participación e intercambio de ideas, y considerando la necesidad de impulsar cada uno de los temas identificados, el grupo, en consenso, definió tres líneas generales que agrupan tanto a las fortalezas como debilidades, las cuales sirvieron de marco de partida para el desarrollo de un programa que permita alcanzar la visión propuesta.

#### 1ª. Línea

- Recursos Humanos capacitados y especializados.
- Conocimiento de las tecnologías actuales y de las tendencias.
- Capacidades para la identificación y desarrollo de proyectos.

#### 2ª. Línea

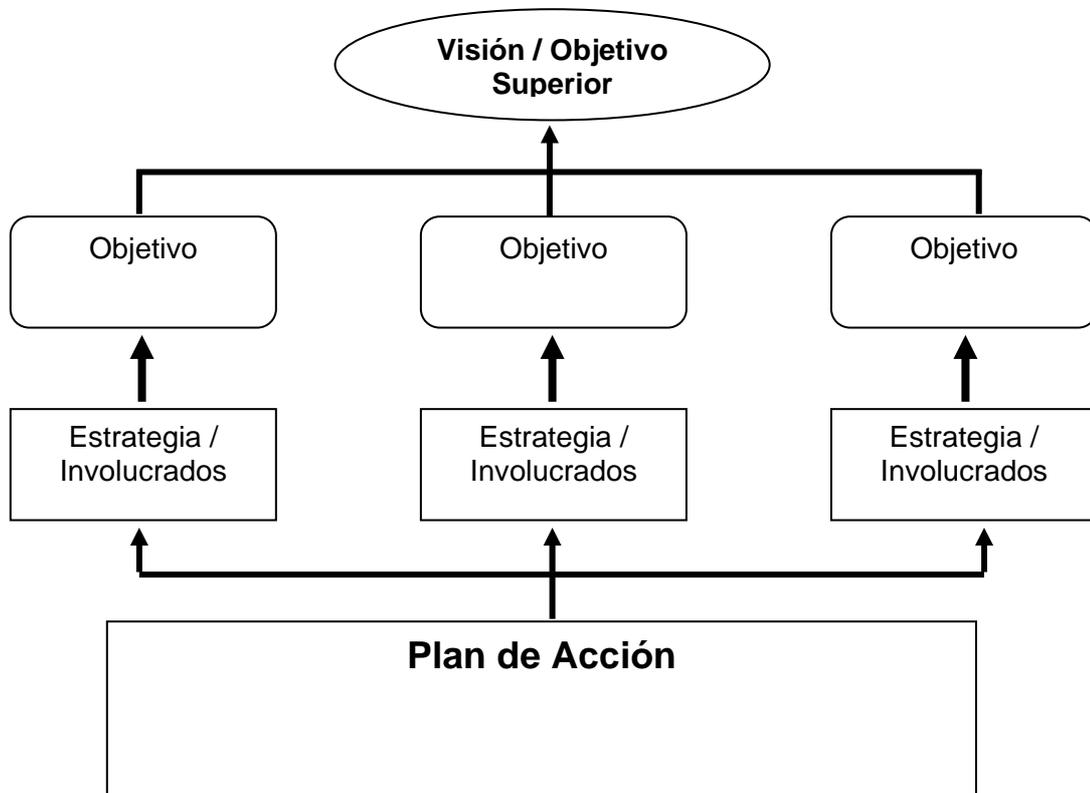
- Capacidad industrial para incorporarse al reto tecnológico que implica la generación eoloeléctrica.
- Red suficiente para integrar al sistema eléctrico unidades de generación eoloeléctrica.
- Alto potencial eólico, parcialmente medido.

#### 3ª. Línea

- Estrategia nacional.
- Voluntad política.
- Marco legal y regulador apropiado.
- Fuentes de financiamiento.
- Difusión de las ventajas y características de la energía eólica.

## 6. Logro de la Visión: Objetivos estratégicos

### 6.1 El Modelo



### 6.2 Objetivos estratégicos

Con base en este modelo se realizó un ejercicio de planificación donde se definieron los objetivos para las tres líneas generales de acción. Los objetivos estratégicos aprobados por el pleno fueron:

#### Para la 1ª. Línea de Acción

- **Formación de Recursos Humanos y Generación de Conocimientos para el aprovechamiento de la energía eólica.**

#### Para la 2ª Línea de Acción

- **Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica**

#### Para la 3ª. Línea de Acción

- **Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica.**

Para la aprobación de estos objetivos estratégicos se revisó la contribución de cada uno de ellos al logro de la visión, llegando a la conclusión de que en lo individual cada uno facilita pero no permite alcanzar la visión, misma que se alcanza sólo con el cumplimiento de los tres objetivos en forma conjunta.

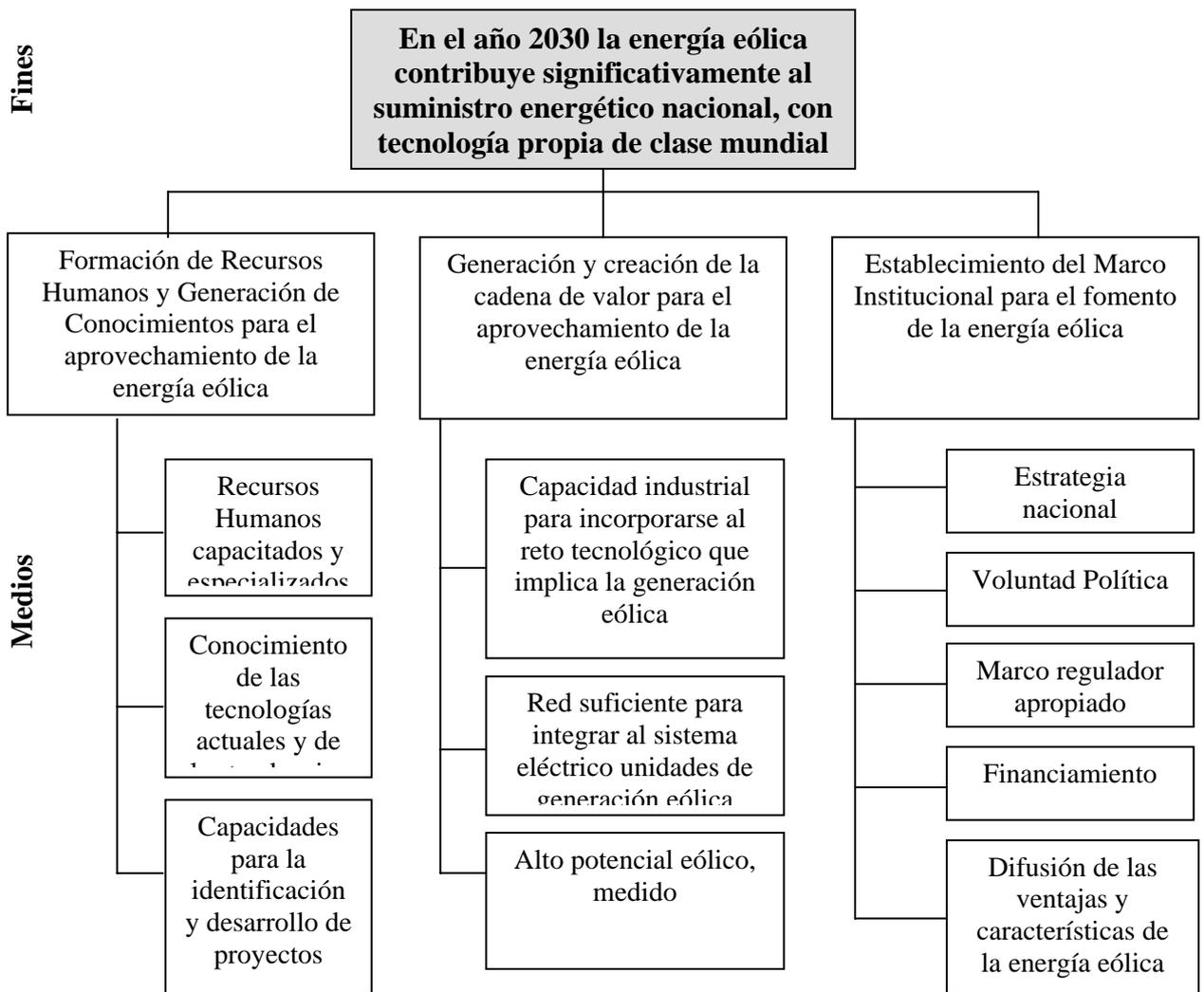
Enseguida se procedió a definir las metas para cada objetivo, para el corto, mediano y largo plazo.

### **6.3 Árbol de objetivos**

Para tener claridad de cómo estos tres objetivos contribuyen al logro de la visión, en la siguiente página se presenta el árbol de objetivos, en cual, en forma lógica y visual, establece la relación existente entre ellos.

En el árbol, los objetivos estratégicos representan los medios para alcanzar el fin, objetivo superior o visión.

Es importante enfatizar que, tanto la visión como los objetivos estratégicos fueron definidos por consenso entre los participantes.



Árbol de objetivos

### 6.4 Metas y/o indicadores

Los objetivos estratégicos propuestos implican la medición de los mismos, de tal forma que pueda evaluarse el grado de su cumplimiento y su contribución al logro de la visión.

Tomando en consideración que la visión se estableció para un período de 25 años, se establecieron metas y/o indicadores para el corto, mediano y largo plazos, de acuerdo con lo siguiente:

<b>Formación de Recursos Humanos y Generación de Conocimientos para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Recursos Humanos capacitados y especializados</b>	<b>Conocimiento de las tecnologías actuales y de las tendencias</b>	<b>Capacidades para la identificación y desarrollo de proyectos</b>
<p>A 5 años</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con recursos humanos para la operación y mantenimiento de centrales eoloeléctricas (1 trabajador por cada 5 MW)</li> <li>• Contar con 25 especialistas para la generación de conocimiento</li> </ul>	<p>A 5 años</p> <p>El desarrollo tecnológico propicia la integración nacional del 50%.</p>	<p>A 5 años</p> <p>Se identifican y desarrollan proyectos por 350 MW</p>
<p>A 15 años</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con recursos humanos para la operación y mantenimiento de centrales eoloeléctricas (1 trabajador por cada 7 MW)</li> <li>• Contar con 50 especialistas para la generación de conocimiento</li> </ul>	<p>A 15 años</p> <p>El desarrollo tecnológico nacional propicia la integración nacional del 75%.</p>	<p>A 15 años</p> <p>Se identifican y desarrollan proyectos por 1500 MW</p>
<p>A 25 años</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con Recursos Humanos para la operación y mantenimiento de centrales eoloeléctricas (1 trabajador por cada 10 MW)</li> <li>• Contar con 75 especialistas para la generación de conocimiento</li> </ul>	<p>A 25 años</p> <p>El desarrollo tecnológico tiende a lograr la integración nacional del 100%.</p>	<p>A 25 años</p> <p>Se identifican y desarrollan proyectos por 6000 MW</p>

<b>Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica</b>			
Capacidad industrial para incorporarse al reto tecnológico que implica la generación eoloeléctrica	Red suficiente para integrar al sistema eléctrico unidades de generación eólica	Recurso eólico, medido	
A 10 años  Lograr 30% de integración nacional de aerogeneradores	A 3 años  Lograr que 0.5% de la generación eléctrica nacional sea mediante energía eólica	A 2 años  Elaborar un mapa eólico nacional preliminar con técnica meso escala	Adicional a la medición del potencial eólico se deberá considerar la reserva territorial identificada de acuerdo al estatus de tenencia de la tierra
A 20 años  Lograr 50% de integración nacional de aerogeneradores	A 10 años  Lograr que 2% de la generación eléctrica nacional sea mediante energía eólica	A 5 años  Evaluar el potencial eólico del 20% del país con mayor prospectiva	
A 25 años  Lograr 80% de integración nacional de aerogeneradores	A 25 años  Lograr que 6% de la generación eléctrica nacional sea mediante energía eólica	A 10 años  Evaluar el potencial eólico del 50% del país con mayor prospectiva	
	A 25 años  Incrementar la capacidad de transmisión del sistema eléctrico nacional de tal manera que se pueda interconectar la capacidad eoloeléctrica necesaria para lograr que 6% de la generación eléctrica nacional sea mediante energía eólica.	A 25 años  Evaluar el potencial eólico del 75% del país con mayor prospectiva	

Es importante destacar que en este objetivo se está considerando la cadena de valor desde el insumo o materia prima (potencial eólico y terrenos relacionados), hasta la fabricación de aerogeneradores con tecnología nacional.

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>				
Contar con una estrategia nacional de largo plazo para el fomento de la energía eólica	Contar con una política responsable alineada con la estrategia nacional, que facilite la incorporación de la energía eólica al suministro energético nacional	Contar con reglas y metodologías claras que faciliten el desarrollo y la aplicación de la tecnología eólica	Contar con esquemas de financiamiento que permitan la competitividad de la tecnología eólica nacional	Contar con un programa de promoción y difusión de la energía eólica
Para el 1 <sup>er</sup> trimestre de 2006  Contar con documentos de estrategia	Sexenio en curso  Que sea aprobada la Ley para el aprovechamiento de las energías renovables	En un plazo menor que 2 años:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las metodologías claras de valoración de la energía eólica</li> <li>• Establecer reglas claras de interconexión</li> <li>• Lograr que se reconozcan los beneficios ambientales, sociales y económicos</li> <li>• Crear régimen especial para las energías renovables</li> </ul>	A partir del 2007  <ul style="list-style-type: none"> <li>• CONACYT asigne fondos específicos para el desarrollo de aerogeneradores</li> <li>• Que la banca de desarrollo canalice créditos blandos</li> <li>• Participación de la Secretaría de Economía</li> </ul>	Para el 1 <sup>er</sup> trimestre de 2006  Contar con un programa de difusión masiva
Contar con el prototipo de un aerogenerador para el 2010 (multi MW)				
Contribución mínima en capacidad (MW)  2010 - 600 2020 - 5,000 2030 - 10,000	En un plazo de 5 años  Los actores políticos clave estén involucrados en la estrategia nacional para el desarrollo tecnológico			

## **7. Estrategia: ¿Cómo llegamos?**

Para implementar en forma efectiva cualquier proyecto se requiere, en primera instancia, establecer los elementos de estrategia y, a partir de ellos, el plan de acción necesario para cumplir los objetivos establecidos.

En este taller se delinearon los elementos de estrategia que son la base de un plan de acción que debe incorporar: actividades, duración, indicadores, fuentes de verificación, responsables y presupuesto.

Con las estrategias definidas, se está en condiciones de establecer un plan de acción que se debe implementar para cumplir las metas establecidas para cada objetivo estratégico y, en consecuencia, contribuir al logro de la visión.

Una vez definidos los aspectos básicos de la estrategia se identificaron a los involucrados potenciales y el ámbito de colaboración de cada uno de ellos.

A continuación se presentan los elementos de estrategia, involucrados y ámbitos de colaboración definidos para cada uno de los objetivos estratégicos a partir de los elementos que lo integran.

## 7.1 Para el primer objetivo

<b>Formación de Recursos Humanos y Generación de Conocimientos para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Recursos Humanos capacitados y especializados</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Plan nacional para formación de recursos humanos en el tema	CFE y PI <sup>2</sup> Industrias IES <sup>3</sup>	Cantidad y nivel de recursos humanos requeridos Tiempos
Elaborar planes de estudio	CFE Industria IES, SEP Centros de investigación	Definir perfiles Mapa curricular Normatividad
Elaboración del mapa curricular de cada nivel académico Técnico, licenciatura, maestría, doctorado	CFE SENER	Actualización (CONAE, ANES, ATPAE) profesional, promoción de desarrollo energético y ahorro y uso eficiente de energía
Preparar y coordinar a los capacitadores	CFE (corto plazo) Instituciones de educación tecnológica SEP Centros de investigación Consultores	Desarrollo de Capacidades
Actualización del personal que labora en plantas con temas de energía eólica	CONAE ANES ATPAE	IES, IIE: Investigaciones, consultoría, grupos multidisciplinarios de asesoría
Estudios de evaluación de beneficios de desarrollo de los recursos renovables (multidisciplinario)	Industrias eólicas CONACYT	SEP: Infraestructura para educación tecnológica de nivel medio superior, UNAM, IPN
Desarrollar infraestructura para educación y entrenamiento	CFE SEP CONACYT Centros de investigación Iniciativa privada Organismos multilaterales	Red de Comunicación \$\$ Espacios, laboratorios, etc.
Simulador operativo	PEMEX Unión Europea SEMARNAT Centros de investigación	\$ Proyectos de infraestructura e investigación
Programas piloto a corto plazo	CFE (corto plazo) Instituciones de educación tecnológica SEP Centros de investigación Consultores	Proveer capacitadores, instalaciones y administración

<sup>2</sup> Productores independientes

<sup>3</sup> Instituciones de Educación Superior

<b>Formación de Recursos Humanos y Generación de Conocimientos para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Conocimiento de las tecnologías actuales y de las tendencias</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Conocimiento de la tecnología actual y sus tendencias y asimilación de experiencias internacionales	Industria Eólica CONACYT IES Centros de investigación	Información Becas Recursos Humanos Convenios
Crear sinergias, sector productivo con sector educativo e investigación Definición y ejecución de política específica de desarrollo	Cámaras Industriales CFE IES Centros de Investigación	Inversión directa y tecnología Desarrollo de conocimiento Desarrollo de proyectos productivos
Definición y desarrollo de proyectos tecnológicos	CFE Definición IES Centros de Definición Industria Eólica	Tecnología Recursos Humanos Infraestructura Definición

<b>Formación de Recursos Humanos y Generación de Conocimientos para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Capacidades para la identificación y desarrollo de proyectos</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Selección de Sitios	CFE IIE PI's	Medición Equipo Recurso humano \$\$
Evaluación del Recurso	CFE IIE PI's	Medición Equipo Recurso humano \$\$
Selección de Tecnología	CFE IIE PI's	Medición Equipo Recurso humano \$\$
Construcción y pruebas	CFE IIE PI's	Medición Equipo Recurso humano \$\$

## 7.2 Para el segundo objetivo

<b>Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Capacidad industrial para incorporarse al reto tecnológico que implica la aerogeneración eléctrica</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Identificar la cadena de valor involucrada en la integración del aerogenerador	Cámaras empresariales Asociaciones Tecnólogos	Información Alternativas tecnológicas Desarrollos tecnológicos
Establecer las necesidades y conveniencias de hacer alianzas estratégicas entre los actores	Centros de investigación Universidades Grupos Financieros Banca de Desarrollo	Investigación Alternativas de financiamiento Gestión
Elaborar un plan de desarrollo de elementos del aerogenerador y pruebas	Promotores gubernamentales Organismos internacionales de financiamiento	Fabricación de prototipos Montajes de líneas de producción en masa
Plan de interacción para acceder al conocimiento desarrollado	Empresas industriales Asociaciones de riesgo Fabricantes	
Plan de crecimiento en la generación a partir de la energía eólica	Integradores	

<b>Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Red suficiente para integrar al sistema eléctrico unidades de generación eólica</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Identificar la problemática para evacuar la energía eléctrica por transmisión	Desarrolladores de proyectos CFE Propietarios de la tierra Instituciones gubernamentales	Seguros Plan de desarrollo Alternativas de financiamiento Gestión
Identificar la cadena de valor involucrada en la integración de la transmisión eléctrica	Grupos financieros Banca de Desarrollo Promotores gubernamentales abogados	Construcción de elementos Construcción de líneas de transmisión
Elaborar un plan de desarrollo para la instalación de la red de transmisión	Empresas constructoras Fabricantes Integradores	

<b>Generación y creación de la cadena de valor para el aprovechamiento de la energía eólica</b>		
<b>Alto potencial eólico, medido</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Provocar la participación de los diferentes actores para evaluar el recurso eólico-territorial	Abogados Grupos financieros Organismos internacionales de financiamiento	Alternativas de financiamiento Gestión Plan de medición
Elaborar un plan de medición, convenios y análisis de datos	Propietarios de la tierra Desarrolladores Consultores Instituciones gubernamentales Centros de investigación	Instalación de equipamiento Obtención de validación de datos Permisos Convenios y contratos Legislación local y federal

### 7.3 Para el tercer objetivo

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Contar con una estrategia nacional de largo plazo para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Elaborar documento de estrategia	(Sector Público) SENER CRE SEMARNAT SE	Coordinación Interinstitucional Políticas Regulación Marco Normativo
	(Sector Privado) AMDEE CANAME (sector privado)	Visión Sector Privado
	IIE	Secretariado Técnico
	Centros IES CONACYT	Elementos de Visión en Formación de I y D
Plan de Desarrollo del Prototipo	IIE Centros de Investigación Tecnológica	Coordinación Plan de Investigación
	SE	Mecanismos de financiamiento
	CONACYT	Promoción de un centro de articulación
	Sector Privado ANDEE CANAME otras empresas	Análisis de mercado, cadenas productivas, insumos tecnológicos

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Contar con una política responsable alineada con la estrategia nacional, que facilite la incorporación de la energía eólica al suministro energético nacional</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Plan de Acción para remover conciencias	AMDEE ANES PUE-UNAM CONAE Cámaras: CANAME, CANACINTRA, CMIC	Coordinación Foros Seminarios Conferencias Cabildeo

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Contar con reglas y metodologías claras que faciliten el desarrollo y la aplicación de la tecnología eólica</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Plan de Gestión para obtener reglas claras de: CFE, CRE, SENER, SEMARNAT, SEDESOL, SRA	AMDEE CONAE ANES PUE-UNAM Cámaras	AMDEE coordina estudios y apoyo técnico cabildeo

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Contar con esquemas de financiamiento que permitan la competitividad de la tecnología eólica nacional</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Plan de Financiamiento para desarrollo de tecnología eólica nacional	Comité ad hoc: SE CONACYT IIE Empresas nacionales (por definir)	Coordinado por IIE aportación de estrategias, fondos y mediación ante financieras internacionales

<b>Establecimiento del Marco Institucional para el fomento de la energía eólica</b>		
<b>Contar con un programa de promoción y difusión de la energía eólica</b>		
<b>Estrategias Generales</b>	<b>Involucrados</b>	<b>Área de Colaboración</b>
Elaborar programa de promoción y difusión	AMDEE ANES CONAE IIE SEMARNAT	AMDEE coordina aportación de información y fondos CONAE capacidad organizacional

## **8. Perspectivas.**

El documento de los resultados de este Taller será entregado para consideración del Subcomité de Energía Renovable, del Comité de Energía, auspiciado por SENER, con el propósito de que sea sirva como insumo para el desarrollo del plan de acción o ruta tecnológica de la generación eoloeléctrica en México.

Para la elaboración del plan de acción o ruta tecnológica, se considera conveniente realizar reuniones posteriores en las que participen organismos e instituciones clave, incluyendo aquellos que no hayan participado en este taller. Asimismo, será necesario que en dichas reuniones participen funcionarios con poder de decisión.

Las etapas propuestas se enfocan al logro de la visión bajo un proyecto compartido por todos los involucrados. Actualmente, ya se están realizando algunas de las acciones contempladas en los elementos de estrategia de este Taller – con logros importantes –; sin embargo, se considera que para lograr la visión establecida es necesario incrementar sustantiva y oportunamente el nivel de coordinación y vinculación entre los involucrados.

En proyectos de gran envergadura, como éste, a medida que el grupo de organizaciones e instituciones participantes se consolidan en la materia, irán evolucionando hacia modelos de colaboración de mayor alcance. Cada nueva estrategia que se genere requerirá de habilidades y organización diferentes a la inicial.

El logro de una visión como la establecida en este Taller, requiere un plan de acción que se desarrolle con continuidad y amplia perseverancia. En el ámbito del sector público, las situaciones políticas pueden ocasionar contratiempos; por ello, es importante lograr que los elementos que integren el plan de acción queden establecidos en los programas sectoriales y/o planes estratégicos de las instituciones involucradas. Dada la continuidad y perseverancia del Instituto de Investigaciones Eléctricas, a través de su Gerencia de Energías No Convencionales, los participantes consideraron conveniente que dicha entidad funja como Secretariado Técnico, facilitando la comunicación y la interrelación de los involucrados. De igual forma, se consideró conveniente fomentar los liderazgos de las instituciones involucradas en los objetivos propuestos, seleccionado entre ellas al o los responsables de cada objetivo y de los medios que los integran.

Tan importante como tener un objetivo y un plan de acción o ruta tecnológica, lo es la capacidad de los involucrados para responder a los requerimientos que esto significa. Esto se traduce en necesidades (recursos humanos y económicos) que todas las organizaciones involucradas requerirán para desarrollar sus actividades. De ahí la importancia de que se logre establecer un compromiso al más alto nivel con cada uno de los involucrados.