

# **CAPITULO 2**

## **2. DESARROLLO DE PROYECTO DEL PARQUE EOLICO**

Hemos visto las nociones básicas de energía eólica, su aprovechamiento para generar energía eléctrica y los beneficios adicionales con esta tecnología.

Para la implementación de una granja de viento o parque eólico se requiere de un trabajo multidisciplinario y multisectorial. Multidisciplinario porque se deben involucrar personas con diversas especialidades que trabajen coordinadamente. Multisectorial porque implica la participación de jugadores externos y dependencias de gobierno, que inevitablemente son parte del proyecto.

De los principales actores para desarrollar un proyecto de este tipo podemos mencionar y dividir en varios subgrupos, enumerados abajo, y cada uno tendrá un rol determinante para lograr el éxito.

1. Fabricantes de las maquinas eólicas.
2. Desarrolladores de parques eólicos o granjas de viento.
3. Consultores externos y contratistas.
4. La empresa eléctrica que comprará la energía o el cliente de la energía.
5. Grupo de trabajo social.
6. Agencias gubernamentales federal, estatal o municipales.
7. Propietarios de las tierras y comunidades vecinas.

### **Fabricantes de las maquinas eólicas:**

Actualmente ya hay una oferta bastante importante de fabricantes de máquinas eólicas en el mundo. Las principales fábricas o las más grandes se encuentran en Estados Unidos y Europa, específicamente en España, Dinamarca y Alemania. En Asia, China e India son donde se encuentran fabricantes de aerogeneradores importantes.

### **Desarrolladores de granjas de viento:**

Los desarrolladores o permisionario de los parques eólicos compran o rentan la tierra, financian la instalación de las máquinas eólicas y operan y mantienen las turbinas por un periodo que llega a más de 30 años. Una vez concluida la construcción, el desarrollador juega diversos roles ya que puede ser propietario y operar la granja de viento u operar la granja para otro que sea el dueño.

### **Consultores privados y contratistas:**

Los consultores independientes y los contratistas son especialistas en su campo y tienen la destreza para hacer su trabajo en forma eficiente y rápida.

Por ejemplo, un consultor especialista en evaluación del potencial eólico sabe identificar los puntos clave de medición; de estos datos dependerán los resultados económicos por la producción de energía eoloeléctrica.

Los ingenieros eléctricos serán de gran utilidad en todo el proyecto pues participan desde la preparación de los documentos para obtener los permisos de interconexión hasta la supervisión de obra.

Los abogados y legistas juegan también un papel importante en este negocio, ya que serán quienes hagan los acuerdos con otros contratistas, los dueños de las tierras y con la empresa eléctrica.

Por su parte los contratistas intervienen para la construcción de la cimentación, el levantamiento de las torres y montaje de las maquinas eólicas.

Estos tipos de especialidades se desarrollan localmente aunque en un inicio se deben contratar expertos externos.

### **Empresa eléctrica:**

En México no hay más que una empresa que es del Estado: la Comisión Federal de Electricidad y es por ley, la única a la que se le puede vender la energía si no es para autoconsumo.

Por lo anterior, con la única empresa que se debe negociar es con la CFE y los términos ya están preestablecidos por ley, así como el precio por KWh generado, respaldos, porteo, etc.

### **Grupo de trabajo social:**

Básicamente son los promotores sociales del proyecto y se encargarán de educar al público en general sobre los beneficios de esta tecnología e influir en la política pública a favor de la energía limpia.

Este tipo de proyectos se llevan a cabo muy frecuentemente en comunidades rurales y por lo general atraen la atención de organizaciones civiles que velan por su bienestar.

Con frecuencia también son influidos por grupos políticos o disidentes que pueden llegar a retrasar los avances del proyecto. El grupo de trabajo social debe ser coordinado por una persona conocedora de los aspectos étnicos, religiosos, políticos y antropológicos de la región.

### **Agencias gubernamentales:**

Las agencias de gobierno juegan muchos roles en los proyectos eólicos, tanto a nivel nacional como estatal y municipal; todos son importantes y determinantes.

El gobierno federal es quien otorga los posibles incentivos a este tipo de proyectos, al tiempo que establece reglas que muchas veces determinan la viabilidad del proyecto. El gobierno estatal establece la política regional para el beneficio social y el gobierno municipal la política de impuestos por uso de suelo y protección a los grupos sociales de la región.

No hay que olvidar dependencias tales como SEMARNAT, la Dirección de aeronáutica civil (DGAC), la Comisión Reguladora de Energía (CRE), Secretaría de Energía (SENER), entre otras.

### **Propietarios de las tierras y comunidades vecinas:**

Los proveedores de las tierras eólicas, por llamarles de algún modo, pueden tener una influencia decisiva en los proyectos eólicos. La industria del viento crece y se desarrolla con base en etapas de aprendizaje en diversos campos. El aspecto social no se repite de la misma forma en todos los lugares, cada caso es especial.

Los propietarios de las tierras han aprendido que son los dueños del recurso de alguna manera y cada vez exigen mejor retribución por sus propiedades aunque sean en renta. Parte de la labor que debe hacer el desarrollador es buscar la forma de otorgar beneficios sociales adicionales que faciliten las negociaciones con los grupos de propietarios directos.

Para un proyecto de esta naturaleza, un parque eólico de varios o cientos de Mega Watts de potencia instalada, se requiere de una inversión grande de dinero y un periodo de tiempo que en los mejores casos va entre dos a cuatro años. Con el propósito de asegurar el éxito, la empresa que desarrolla este tipo de proyectos debe ser muy creativa, flexible y paciente para poder enfrentar los retos que se presentarán a lo largo de su implementación. Además antes de comenzar, se debe comprender y dominar cada una de las fases de implementación. El tiempo requerido para el desarrollo del proyecto depende de cómo se vayan superando cada una de las etapas que conforman el proyecto.

Así pues el desarrollo de un proyecto eólico tiene diversas etapas, las principales se plasman a continuación:

1. Identificación y prospección del sitio con recurso eólico suficiente para la generación eoloelectrónica.
2. Contacto con propietarios, su disponibilidad y contratación de terrenos mediante algún contrato, como puede ser de usufructo, de las tierras para la instalación del parque eólico.
3. Gestión de permisos y licencias con entidades gubernamentales o autoridades federales estatales y municipales.
4. Medición y análisis del recurso eólico y estudio de factibilidad.
5. Identificación de socios para autoconsumo o consumidores para la venta de la energía producida o si será un proyecto de exportación de energía.
6. Opciones de interconexión y uso de la red eléctrica.
7. Aprobación medioambiental y trámites Mecanismo de Desarrollo Limpio.
8. Viabilidad financiera del proyecto.
9. Construcción del parque eólico.
10. Operación y Mantenimiento.

Esta relación no implica que necesariamente se deban realizar en orden estricto, salvo las dos últimas. Lo más común es que se lleven a cabo tareas paralelas.

Hablaremos de estos puntos, sin embargo, algunos de ellos estarán explicados de forma más amplia en este capítulo.

### **Selección del sitio del proyecto**

Un buen sitio eólico no necesariamente es donde hay recurso eólico de gran escala. Se requiere también de la existencia de las líneas de transmisión eléctrica para la evacuación de la energía, que sea factible la ubicación de las máquinas logrando su máximo rendimiento, que no haya impacto ambiental por la colocación de los equipos o que sea mínimo, una actitud favorable de los vecinos hacia el desarrollo eólico y un buen acuerdo con los dueños de las tierras.

### **Contratación de tierras**

Al identificar una zona con buen potencial eólico es necesario conocer la posesión de la tierra, si es ejido o propiedad privada y contactar a los propietarios de los terrenos en la zona para plantearles el proyecto e ir determinando la factibilidad.

### **Gestión de permisos y licencias.**

En esta etapa es necesario el realizar una gran cantidad de trámites en diversas entidades de gobierno y en la gran mayoría de los proyectos eólicos, se puede llevar un periodo de tiempo muy considerable, en los mejores casos al menos un año.

### **Medición y análisis de recurso eólico.**

Una vez cerrado algún contrato por el uso de los terrenos se identifica una propiedad donde se pueda instalar una antena de medición, la cual, permite conocer mediante los equipos de registro meteorológico, las condiciones reales del viento, dirección, fuerza, tiempo en que se presentan las corrientes de viento, así como la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa entre otros datos.

### **Identificación de socios**

Aquí es importante definir el esquema de venta de energía, ya que la escala del proyecto está en función de factores como número de socios y capital para invertir, o si el proyecto será para autoabastecer de energía a los socios o si el proyecto será para exportar la energía.

### **Opciones de interconexión.**

Instalar las maquinas eólicas y generar electricidad tiene sentido siempre que se pueda enviar la energía por las redes de transmisión y se pueda vender. La interconexión implica que la línea de transmisión esté relativamente cerca, que sea del voltaje acorde a la cantidad generada y tenga la capacidad para soportar la energía adicional generada.

### **Aprobación medioambiental.**

El tema de medio ambiente es, por lo regular, considerado una barrera para el desarrollo de algunas industrias, incluyendo aquellas que se denominan limpias como la energía eólica. Es claro que en

cualquier actividad que lleve a cabo el hombre siempre habrá un impacto al medio ambiente, por mínimo que éste sea.

En el caso de construcciones permanentes es de esperarse que el impacto sea mayor y no sólo para una especie en particular sino para una gama de organismos que forman parte de una red de interacciones o de un ecosistema.

Así pues es necesario el poder contar con las anuencias y permisos de las diversas instancias ambientales nacionales y en algunos casos hasta internacionales.

### **Viabilidad financiera del proyecto.**

Las recompensas económicas del desarrollo del proyecto dependerán del mecanismo financiero. Es importante desarrollar un presupuesto realista e investigar las opciones de financiamiento. Los componentes del costo del proyecto incluyen la evaluación del recurso eólico, las turbinas, las torres, la construcción, comisiones, cuotas por la interconexión, mantenimiento y mejoras de los equipos, seguros y pagos a consultores. Los incentivos fiscales o beneficios que otorgan los gobiernos deben de ser incluidos en estos análisis financieros.

Todos estos factores deben incluirse en las corridas financieras Pro forma. Básicamente, se debe preparar un documento que contenga la información que el inversionista desea conocer.

### **Construcción, operación y mantenimiento del parque eólico.**

Una vez lograda la ardua tarea de concretar los diversos pasos anteriores y habiendo desarrollado el plan del proyecto se procede a la construcción del parque eólico. La entrega e instalación de las máquinas está a cargo de empresas constructoras y son dirigidas por ingenieros expertos.

El proyecto no culmina con la colocación de las máquinas y puesta en marcha de la granja de viento pues habrá tareas de operación y mantenimiento día a día. Así, una firma calificada de ingenieros y técnicos se hará cargo de la operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil de las máquinas.

Los costos de operación incluyen la administración del negocio eléctrico, aplicación de garantías, pago y reclamo de seguros, pago de impuestos y por el uso de las tierras, así como la formación de un fondo de contingencia para casos de fuerza mayor.

En la medida en que se lleve a cabo el mantenimiento, se alargará la vida de las máquinas, una mayor producción de energía y mejores ingresos. Después de la vida útil de las máquinas se debe considerar su desmantelamiento y en su caso, el reemplazo por otras modernas o la restauración del área del proyecto.

## 2.1 Marco legal y regulatorio Mexicano.

En México para desarrollar proyectos eólicos es necesario cumplir con el marco legal y regulatorio vigente, es importante aclarar que todas las disposiciones aplicables al sector eléctrico tienen su fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual establece que la generación, transmisión, distribución y oferta de energía, destinada al servicio público, es una atribución exclusiva del Gobierno Federal, excluyendo la participación de los inversionistas privados en estas actividades

Por otra parte, la Ley del servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) previó modalidades en las que los particulares pueden realizar diversas actividades que no se consideran servicio público.

Estas actividades fueron establecidas en las reformas a la Ley mencionada, con objeto de permitir la participación de la iniciativa privada en la generación de energía eléctrica en las modalidades que se indican a continuación:

- El autoabastecimiento.
- La cogeneración.
- La producción independiente.
- La pequeña producción.
- La exportación.
- La importación de energía eléctrica.

En congruencia con lo anterior, los particulares podrán desarrollar proyectos en las modalidades antes indicadas, independientemente del tipo de energético primario utilizado. Resulta necesario mencionar que derivado de la Reforma Energética de 2008, la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) estableció reglas específicas para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables y mediante procesos de cogeneración eficiente.

A continuación se proporciona información básica sobre el marco regulatorio del sector eléctrico, para las energías renovables que rige los trámites con la CRE y los correspondientes con la CFE.

- **Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE).**  
<http://www.cre.gob.mx/documento/46.pdf>

Define los diferentes tipos de actividades privadas admisibles (modalidades) y establece las reglas básicas para el otorgamiento de los permisos correspondientes

Dicha ley fue publicada en su primera versión en el Diario Oficial de la Federación (D.O. F.) el 22 de mayo de 1975, sin embargo ha tenido diversas modificaciones, la vigente es del 1º de Enero de 1994.

- **Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE).**  
<http://www.cre.gob.mx/documento/47.pdf>

Con este reglamento se hace operativa la LSPEE, estableciendo los requisitos para tramitar un permiso de generación de energía, así como las obligaciones y condiciones vinculadas con el permiso correspondiente

- **Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).** <http://www.cre.gob.mx/documento/1523.pdf>

El 28 de noviembre de 2008 se aprobó dicha ley que define el término de fuentes de energías renovables, aplicables para el trámite de permiso con la CRE y contempla las siguientes iniciativas:

- Elaboración de un Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía.
- Creación de un Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

- **Reglamento de la LAERFTE**  
<http://www.cre.gob.mx/documento/1570.pdf>

Este documento hace patente la operación de la Ley para el aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

En general, los proyectos con energías renovables y de cogeneración eficiente siguen el mismo proceso para la realización de trámites en comparación con los relativos a proyectos basados en otras fuentes. Sin embargo, la LAERFTE y su Reglamento prevén para las energías renovables y de la cogeneración eficiente, mecanismos de fomento para su desarrollo.

De acuerdo con las definiciones previstas en uno de los Artículos, de la LAERFTE, se consideran como fuente de energías renovables a las plantas eólicas.

### **Las Autoridades Clave**

**La Secretaría de Energía (SENER).** Está encargada de conducir la política energética, la cual se desarrolla e implementa por medio de programas como son: el Programa Sectorial de Energía y el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables, así como a través de las estrategias elaboradas. Recientemente, la SENER elaboró dos estrategias: la Estrategia Nacional de Energía 2010 y la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2011). La primera tiene como base la Visión al año 2024 y está conformada por tres Ejes Rectores —La Seguridad Energética, La Eficiencia Económica y Productiva, y La Sustentabilidad Ambiental—, teniendo como objetivos la diversificación de las fuentes de energía y el aumento en la utilización de las energías renovables. La segunda está orientada a impulsar programas y acciones para fomentar el uso de las energías renovables y reducir la dependencia de México en los hidrocarburos.

**La Comisión Reguladora de Energía CRE.** Como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, con autonomía técnica y operativa, está encargada de la regulación de las industrias del gas natural y la energía eléctrica en México. Para ejercer su función reguladora en el sector eléctrico

cuenta con atribuciones establecidas en su Ley (Ley de la Comisión Reguladora de Energía). Las facultades incluyen, por un lado, el otorgamiento y la revocación de permisos para las actividades de generadores privados, y por el otro, la aprobación de los instrumentos de regulación y metodologías que rigen la relación entre los permisionarios y el suministrador. Eso comprende, entre otros, la aprobación de las metodologías para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios que se preste el suministrador a los permisionarios, además de los modelos de convenios y contratos a celebrar con la CFE.

**La Comisión Federal de Electricidad CFE.** Empresa del gobierno mexicano, está a cargo de prestar el servicio público de energía eléctrica. Como Suministrador, la CFE genera, transmite, distribuye y comercializa la energía eléctrica. El Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), organismo de la CFE es el encargado de administrar la operación y el control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Para interconectarse al SEN, los permisionarios o desarrolladores de parques eólicos tienen que celebrar un contrato de interconexión con la CFE. En este sentido, la CRE es la autoridad responsable para el trámite de permisos, mientras que la CFE es la encargada de la verificación de los aspectos técnicos para la interconexión.



Figura 2.1. Atribuciones de las principales dependencias gubernamentales del sector de energía eléctrica.  
Fuente: Comisión Reguladora de Energía.

## **2.2 Permisos y Licencias.**

Una vez que se ha decidido el desarrollar e invertir en un parque eólico en México es necesario cumplir una serie de permisos y licencias.

Aquí se explican los permisos y licencias que se deben gestionar en diversas entidades de gobierno para poder llevar a cabo un proyecto eólico.

### **Trámites para generar electricidad:**

1. Estudio de factibilidad de interconexión.
2. Estudio de porteo.

Los siguientes cuatro permisos es la forma en la que puede tener participación la iniciativa privada en parques eólicos, ya sea empresa o persona física, en la generación de energía eléctrica y solo se deberá realizar un trámite de los cuatro.

3. Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica.
4. Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica.
5. Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica.
6. Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica.

### **Trámites para obtener el Servicio de Respaldo:**

7. Contrato de interconexión.
8. Convenio de compraventa de excedentes de energía.
9. Convenio de transmisión.
10. Contrato de respaldo.

### **Trámites Ambientales y para Aprovechamiento del Recurso Natural:**

11. Manifestación de Impacto Ambiental Particular.
12. Informe Preventivo.
13. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
14. Informe de aprovechamiento de Vida Silvestre.
15. Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica.
16. Concesión de aprovechamiento de aguas superficiales.
17. Aviso para variar total o parcialmente el uso del agua.
18. Licencia Ambiental Única.
19. Licencia de Funcionamiento.
20. Cedula de Operación Anual.

### **Trámites para la instalación local:**

21. Licencia de Funcionamiento.
22. Licencia de uso de Suelo.

23. Factibilidad del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y tratamiento de Aguas residuales.
24. Factibilidad del servicio de energía eléctrica.
25. Visto bueno de la unidad de Protección Civil.
26. Factibilidad de giro.
27. Licencia de construcción.
28. Registro Público de la propiedad y del comercio.
29. Manifestación de terminación de obra.
30. Autorización de ocupación.
31. Autorización para ampliación o modificación de una edificación.
32. Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores).

### **Trámites para el reporte de Actividades**

33. Informe estadístico de operación eléctrica.

La lista de trámites por dependencia se describe a continuación:

**Comisión Federal de Electricidad (CFE).** Ubicación: Comisión Federal de Electricidad, Subdirección de Programación, Av. Paseo de la Reforma 164, interior Piso 10, Col. Juárez, CP 06600, México, D.F.

- Estudio de factibilidad de interconexión.
- Estudio de porteo.
- Contrato de interconexión.
- Convenio de compra venta de excedentes de energía.
- Convenio de transmisión.
- Contrato de respaldo.

**Comisión Nacional del Agua (CNA).** Ubicación: OFICINAS CENTRALES D.F. Av. Insurgentes Sur 2416, Col. Copilco El Bajo, Código postal: 04340, México, D.F.

- Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica.
- Concesión de Aprovechamiento de Aguas Superficiales.
- Aviso para Variar Total o Parcialmente el Uso del Agua.

**Comisión Reguladora de Energía (CRE).** Ubicación: Comisión Reguladora de Energía, ventanilla de Oficialía de Partes, Horacio 1750, Col. Los Morales Polanco, C.P. 11510, México, D.F.

- Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica.
- Solicitud de permiso de cogeneración de energía eléctrica.
- Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica.
- Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica.

- Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica.
- Informe estadístico de operación eléctrica.

**Secretaría de Energía (SE).** Ubicación: Insurgentes Sur #890 Col. Del Valle, Del Benito Juárez, C.P. 03100 México D.F.

Estos trámites son básicamente en la constitución de empresas.

- Solicitud de inscripción en el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras.
- Expedición de permisos de exportación.

**Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT).** Oficinas Centrales, Av. Revolución 1425, Col Tlacopac, San Ángel, C.P. 01040, México, D.F.

- Manifestación de Impacto Ambiental Particular.
- Informe Preventivo.
- Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Informe de Aprovechamiento de Vida Silvestre.
- Licencia Ambiental Única
- Licencia de Funcionamiento
- Cedula de Operación Anual

**Tramites Estatales y Municipales.** Esto depende de cada municipio y estado en el que se encuentre el proyecto.

- Licencia de Funcionamiento
- Licencia de uso de Suelo
- Factibilidad del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y tratamiento de
- Aguas residuales
- Factibilidad del servicio de energía eléctrica
- Visto bueno de la unidad de Protección Civil
- Factibilidad de giro
- Licencia de construcción
- Registro Público de la propiedad y del comercio
- Manifestación de terminación de obra
- Autorización de ocupación
- Autorización para ampliación o modificación de una edificación
- Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores) o en torre de medición meteorológica.

**Dirección general de aeronáutica civil.** Ubicación providencia No 807, Col. Del Valle, C.P. 3100, México D.F.

- Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores) o en torre de medición meteorológica.

Es importante señalar que hay que considerar en este proceso de tramites al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en donde se revisan que los sitios de los proyectos no se encuentren en los polígonos de interés de esta institución, puesto que en caso de estarlo de acuerdo al artículo 42 del reglamento de la ley federal de monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos se requiere que los proyectos ubicados en un lugar protegido tendrán que ser evaluado y autorizado por el INAH, para su realización.

Aquí se explican el porqué de los principales trámites y permisos:

### **1. Estudio de factibilidad de interconexión.**

La interconexión a las redes de transmisión y distribución del Sistema Eléctrico Nacional, permite contemplar la instalación de plantas de generación de electricidad en los sitios donde abundan los recursos renovables, como son los sitios con buen viento o insolación, los pequeños recursos hidráulicos, los rellenos sanitarios de basura, sitios donde se acumulan residuos agropecuarios o del bosque, etc., y "portear" la electricidad generada para satisfacer la demanda de los copropietarios en sus instalaciones.

A fin de poder interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional, es necesario en primer lugar, evaluar la factibilidad de dicha interconexión en función del impacto de la nueva instalación sobre el sistema y de la capacidad de este último para otorgar los servicios de transmisión y de respaldo necesarios para el correcto funcionamiento del permisionario, además de los servicios conexos requeridos.

Se trata de un trámite no obligatorio pero que es muy recomendable realizar antes de llevar a cabo cualquier otro estudio o gestión y en paralelo con el estudio de porteo.

### **2. Estudio de porteo.**

Para todo proyecto que requiera portear energía eléctrica, es decir, que necesite conducir electricidad a través de la red de transmisión de la CFE, a fin de satisfacer sus requerimientos de energía en puntos diferentes al de su generación, es necesario conocer en primer lugar, el costo del transporte de la energía eléctrica que se va a pagar al suministrador (\$/KWh) por el porteo de ésta, desde la planta del permisionario, hasta el punto de consumo.



Cargos por Servicios de Transmisión (\$/kWh)	Resolución	Mes	Niveles de Tensión		
			Alta	Media	Baja
2010	RES/256/2010	Abril	0.03088	0.03088	0.06176
	RES/256/2010	Mayo	0.03103	0.03103	0.06206
	RES/256/2010	Junio	0.03108	0.03108	0.06216
	RES/256/2010	Julio	0.03125	0.03125	0.06250
	RES/256/2010	Agosto	0.03130	0.03130	0.06261
	RES/256/2010	Septiembre	0.03136	0.03136	0.06272
	RES/301/2010	Octubre	0.03138	0.03138	0.06275
	RES/326/2010	Noviembre	0.03150	0.03150	0.06300
	RES/353/2010	Diciembre	0.03162	0.03162	0.06323
2011	RES/381/2010	Enero	0.03161	0.03161	0.06321
	RES/005/2011	Febrero	0.03179	0.03179	0.06358
	RES/059/2011	Marzo	0.03230	0.03230	0.06459

Figura 2.2. Costos de porteo actualizado a Marzo del 2011.  
Fuente: Comisión Reguladora de Energía.

### 3. Solicitud de permiso para generar electricidad.

La solicitud de permiso para generar electricidad para una capacidad mayor a 0.5 MW se lleva a cabo para una de las cuatro modalidades que se describen a continuación:

**Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica:** De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, se entiende por autoabastecimiento a la utilización de energía eléctrica para fines de autoconsumo, siempre y cuando dicha energía provenga de plantas destinadas a la satisfacción del conjunto de los copropietarios o socios del proyecto.

**Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica:** Se considera producción independiente, la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada exclusivamente a su venta a la Comisión o a la exportación.

**Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica:** Se entiende por pequeña producción, la generación de energía eléctrica destinada a:

- I. La venta a la Comisión Federal de Electricidad de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada por la Secretaría de Energía;
- II. El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW;
- III. La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.

**Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica:** De acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la Secretaría de Energía, podrá otorgar permisos de generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de

cogeneración, producción independiente y pequeña producción, que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos.

#### **Gestiones para obtener el servicio de respaldo. Convenios y contratos con el suministrador.**

Una vez obtenidos los permisos correspondientes para cualquiera de las modalidades de generación de energía eléctrica previstas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, es necesario celebrar convenios de interconexión, compraventa de excedentes, transmisión y energía de respaldo con el suministrador.

#### **4. Contrato de interconexión.**

El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema Eléctrico y la Fuente de Energía y, en su caso, el o los Centros de Consumo; así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las partes relacionados con la generación y con la transmisión de energía eléctrica.

#### **5. Convenio de compra-venta de excedentes de energía.**

Si el Permisionario desea poner a disposición del Suministrador excedentes de energía por 20 MW o menos, por los que pretenda pago de capacidad y energía, presentará su oferta de venta de excedentes al suministrador, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Acuerdo de Excedentes.

El Suministrador analizará la propuesta y si ésta cumple con la condición estipulada en el párrafo 3.4 de dicho Acuerdo de Excedentes, las Partes celebrarán un Convenio de compraventa el cual se sujetará a los lineamientos establecidos en el mismo Acuerdo de Excedentes.

#### **6. Convenio de transmisión.**

Si el Permisionario requiere usar el Sistema para llevar energía eléctrica desde su Fuente de Energía hasta sus Centros de Consumo, solicitará el Servicio de Transmisión al Suministrador quien llevará a cabo los estudios de factibilidad correspondientes, basándose en la ubicación y características de los Centros de Consumo y la Fuente de Energía que para tal efecto, ha proporcionado el Permisionario.

En caso de resultar factible el servicio, las Partes celebrarán un Convenio, para lo cual se estará a lo establecido por la Comisión Reguladora de Energía en la Metodología de Transmisión por la que se autorizan los cargos correspondientes a los Servicios de Transmisión.

#### **7. Contrato de respaldo.**

Para cubrir una posible disminución de capacidad de su Fuente de Energía, programada o forzada, el permisionario podrá celebrar un contrato con el suministrador de la energía, para lo cual se estará a lo estipulado en la parte conducente del Acuerdo de Tarifas.

## **Gestiones ambientales y para aprovechamiento del recurso natural.**

A fin de evitar que el proyecto que desea desarrollar impacte negativamente al medio ambiente, es necesario solicitar un dictamen de impacto ambiental para lo cual es necesario evaluar los posibles impactos del proyecto desde su construcción hasta su operación, con base en estudios científicos y técnicos, y prever las medidas para evitar o mitigar sus efectos.

### **8. Manifestación de impacto ambiental particular, regional o informe preventivo.**

**Manifestación de Impacto Ambiental Particular:** El trámite se resuelve de acuerdo a su tamaño e impacto, dependiendo de si las obras y actividades derivadas del proyecto, puedan causar desequilibrio ecológico, por la modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) particular o regional, o por la modalidad de Informe Preventivo (IP).

Este trámite se debe realizar en las oficinas de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el Distrito Federal y a las Delegaciones Federales para el resto del país.

**Manifestación de Impacto Ambiental Regional:** El objetivo de la manifestación de impacto ambiental es determinar la viabilidad del proyecto del permisionario, en función del impacto ambiental en el sitio y su entorno, desde su construcción hasta su operación vía informe preventivo (IP).

**Informe Preventivo:** El Informe Preventivo se presenta en el caso de que existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades o cuando las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental.

### **9. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.**

Cuando se pretende desarrollar un proyecto de biomasa que utilice recursos forestales maderables, se debe tramitar esta autorización en las oficinas de la Dirección General de Federalización de Servicios Forestales y de Suelo, de la SEMARNAT.

### **10. Informe de aprovechamiento de Vida Silvestre**

Para realizar el aprovechamiento de flora y fauna silvestre es necesario contar con los permisos necesarios, requeridos para el proyecto del permisionario en el caso de que tener la operación de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre para realizar trabajos de manejo, conservación, restauración, y aprovechamiento sustentable de especies silvestres; así como aquellas que realizaron aprovechamiento extractivo al amparo de una Autorización de Aprovechamiento Extractivo.

### 2.3 Localización e investigación de emplazamientos eólicos

Uno de los primeros escollos que se encuentran a la hora de diseñar y formular un emplazamiento es el desconocimiento de los recursos de la zona.

Existen fuentes de información a escala global como las mediciones vía satélite o mapas elaborados por instituciones internacionales como el UNEP (United Nations Environmental Program) o el NREL (National Renewable Energies Laboratory) que aportan datos de potencial Solar y eólico pero normalmente serán algo dispersos aunque sirven de referencia rápida. Por eso tendrán que complementarse con la intuición, la experiencia de los habitantes de la zona y con mediciones in situ.

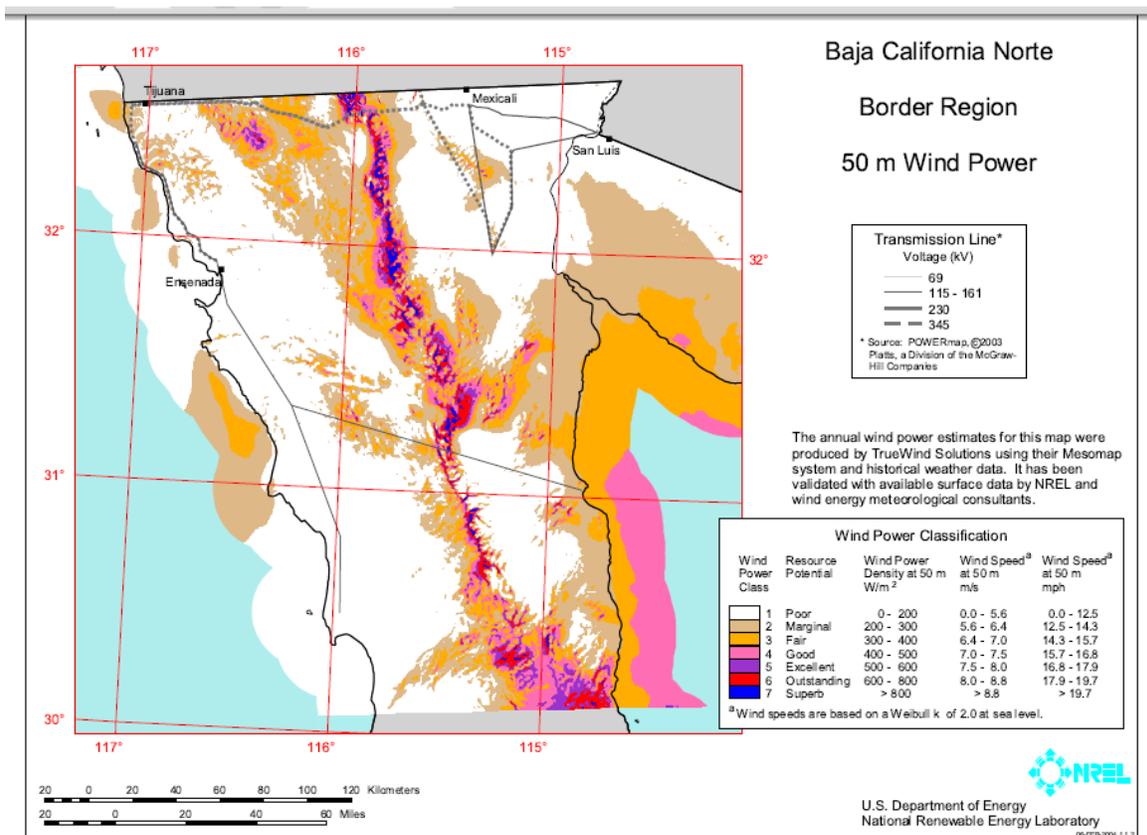


Figura 2.3. Atlas de viento de Baja California.  
Fuente: [http://www.nrel.gov/wind/pdfs/mexico\\_baja.pdf](http://www.nrel.gov/wind/pdfs/mexico_baja.pdf)

Aunque existen ya otros software y programas para tener un mejor panorama de los potenciales sitios, de los más utilizados esta el software de 3tier ([www.3tier.com](http://www.3tier.com)), que nos permite visualizar el viento a una altura de 80 mts y nos da la rosa de vientos del lugar elegido. Algunos gobiernos de los estados utilizan este software para desarrollar sus atlas eólicos. Tal es el caso de Nuevo León.

Otra alternativa es el software MesoMap© ([www.meteosimtruewind.com](http://www.meteosimtruewind.com)). La tarea para localizar zonas con recurso eólico suficiente se consigue de manera rápida y sistemática. La validación realizada con datos de más de 1,000 estaciones en distintas partes del globo muestra un rango de

errores entre el 5 y el 7% en el viento medio anual a la altura del buje. Los gobiernos pueden determinar cuánta energía eólica puede contribuir a sus recursos y planificar campañas de medida de manera más eficiente. Los desarrolladores de proyectos pueden centrar rápidamente su atención en los sitios de mayor potencial antes de realizar ninguna medida. El resultado final es el estudio del recurso eólico a largo plazo con resoluciones de entre 90 y 200 metros.

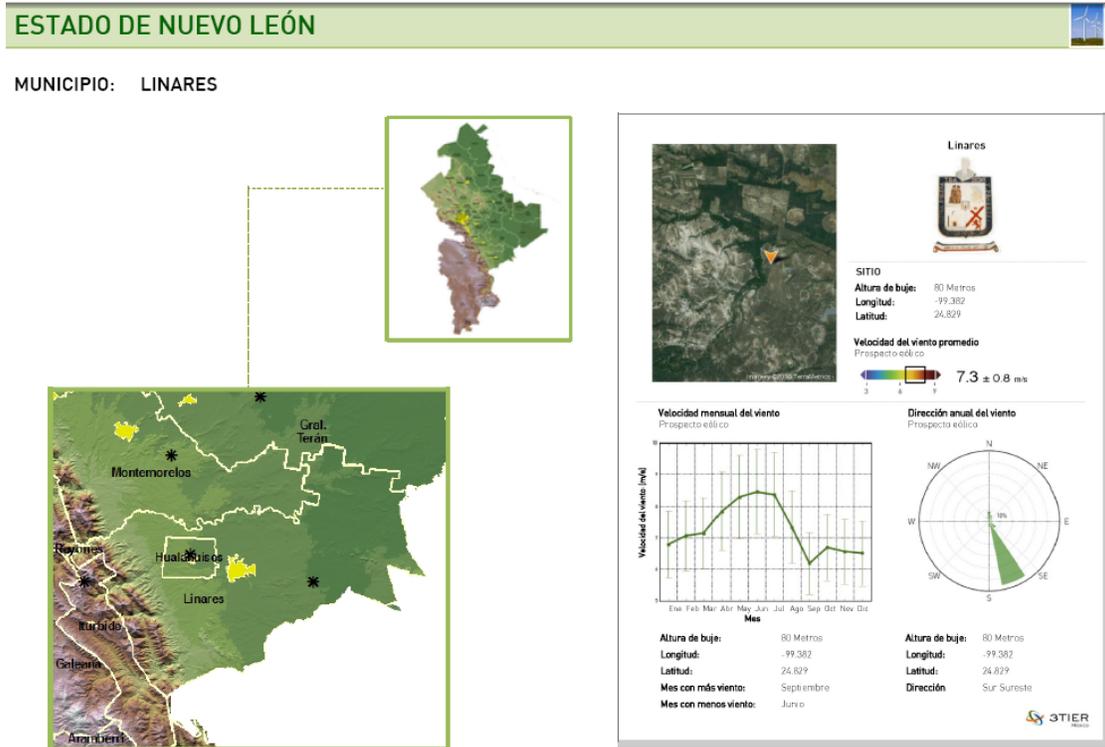


Figura 2.4. Atlas de viento de Gobierno del estado de Nuevo León.  
 Fuente: [http://200.23.43.29/eolico/Atlas\\_de\\_Potencial\\_Eolico\\_de\\_Nuevo\\_Leon.pdf](http://200.23.43.29/eolico/Atlas_de_Potencial_Eolico_de_Nuevo_Leon.pdf)

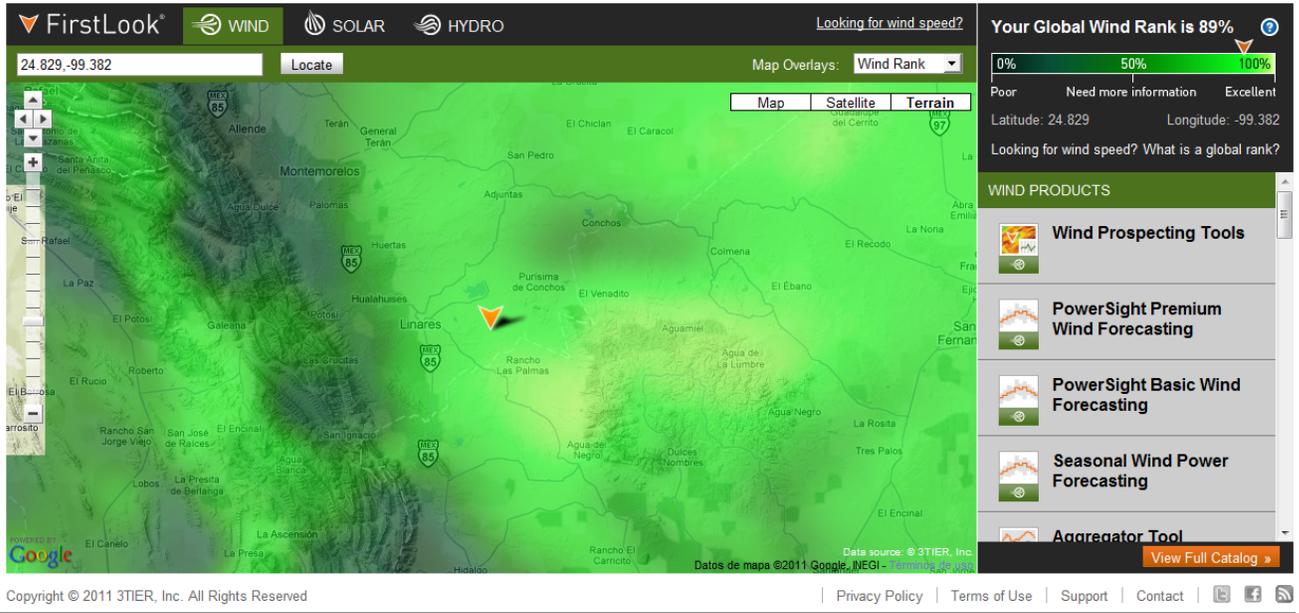


Figura 2.5. Información de 3tier del mismo punto del atlas del Estado de Nuevo León.

Fuente: [www.3tier.com](http://www.3tier.com)

Hay que recordar que el gobierno Federal de México recién ha dado a conocer el mapa del potencial eólico de todo el País.

## 2.4 Búsqueda de emplazamiento.

Una vez ya observado algún sitio con las herramientas descritas anteriormente, se acude a los diversos sitios prospectados.

Durante esta primera fase, una buena determinación de emplazamiento será fundamental para la continuación de los procesos posteriores, dentro de este proceso se deberá realizar los siguientes pasos:

1. Recopilación de información de potencial eólico.
2. Preselección de emplazamientos.
3. Visita a los emplazamientos.
4. Elaboración de los informes de las visitas: A partir de la evaluación de los informes elaborados y de la determinación de potencia, el emplazamiento puede ser rechazado o quedar pendiente para su visita en campo en caso de que no se haya pasado por este proceso, en caso contrario, si el emplazamiento es aprobado:
5. Instalación de la torre de medición en sitio

### **Evaluación mediante la medición in situ.**

Al diseñar un gran parque eólico, pequeñas diferencias en la velocidad predicha del emplazamiento se revelan significativas en cuanto a la rentabilidad esperada. Por ello se realizan medidas durante un período mínimo de un año a fin de asegurar un conocimiento preciso de las condiciones del lugar escogido. La medición in situ también es un complemento útil a otras fuentes de datos, permitiendo extrapolar el histórico disponible de estaciones meteorológicas cercanas a nuestro entorno.



Figura 2.6. Torre de medición in situ.

Para llevar a cabo una medición in situ de un emplazamiento previamente identificado se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Ubicación en zona representativa, la torre deberá situarse en un sitio que pueda ofrecer la mayor medición del viento del emplazamiento.
- Buena exposición al viento, el sitio de instalación de la torre deberá estar libre de obstáculos, con una buena exposición al viento.
- Buena orientación al viento.
- Facilidad de acceso.
- Obtención permiso propietario.
- Obtención permiso/licencia municipal.

Posterior a la instalación de torres de medición, se llevará a cabo lo siguiente:

- Obtención de datos por un periodo no menor a un año, misma que podrá ser manual o a través de tele medidas por medio del Data Logger.
- Evaluación y tratamiento de datos (mensual).
- Obtención de la distribución de frecuencias.
- Obtención de rosa de vientos.

## **2.5 Negociaciones del terreno**

Otro punto fundamental y crucial dentro del proyecto es la disponibilidad de terrenos, en México existen diferentes tipos de propiedad rural: ejidos, terrenos comunales, pequeña propiedad y terrenos nacionales, cada uno con derechos y obligaciones distintos. También se encuentran propietarios privados. Estas diferencias determinan diversos arreglos con las instituciones de crédito.

### **Ejidos y terrenos comunales**

El tipo ejidal y comunal existen en base a la Ley de la Reforma Agraria con autoridad propia entre los ejidatarios y se manejan sus decisiones por medio de asambleas generalmente mensuales y su registro en el Registro Agrario Nacional (RAN).

Los ejidos fueron creados como organizaciones colectivas a pesar de que en la práctica son pocos los que tienen este tipo de organización económica. Hasta 1992 las tierras ejidales eran propiedad del Estado y éste tenía el control de las decisiones relativas a la propiedad. Al modificarse el artículo 27 Constitucional se reconoce la personalidad jurídica y el patrimonio propio de los núcleos de población ejidales. Con esto se reconoce al ejido como un todo y se permite que las asambleas ejidales tomen las decisiones de forma autónoma, pero no se habla de los derechos de los ejidatarios como individuos, sino como parte de una copropiedad.

### **Pequeña propiedad agrícola, ganadera y forestal**

La pequeña propiedad rural es la propiedad privada, individual y con derechos de transacción ilimitados, es decir, se puede enajenar, hipotecar, rentar y hacer cualquier tipo de tratos o sociedades con ella. Asimismo, sus propietarios tienen la obligación de pagar el impuesto predial correspondiente. Este tipo de propiedad no se puede poseer de forma ilimitada puesto que en los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los latifundios. El tipo particular está regido por el código civil local y registrado en el Registro Público de la Propiedad local.

### **Terrenos nacionales**

Los terrenos de los gobiernos, ya sea federal, estatal, municipal, o ayuntamientos, se registran en alguno de los anteriores de acuerdo al régimen de propiedad.

En esta fase del proyecto, además de verificar la situación legal de los terrenos y cumplir con la legislación correspondiente de acuerdo al tipo de propiedad, se deberá tener en cuenta también el

uso de suelo, si es agrícola, forestal o urbano, así mismo se deberá poner atención especial si es un área natural protegida o que se encuentra en conflicto agrario, para tal caso es recomendable ir a las instancias correspondientes a verificar la situación de los mismos, antes de formalizar algún contrato.

De acuerdo a la información proporcionada por la Asociación Mexicana de Energía Eólica, en lo concerniente al pago a ejidatarios en la zona de Oaxaca en donde se instalan los aerogeneradores, se han utilizados diversos mecanismos de pago:

- Pagos por Hectárea

El permisionario paga mensualmente por hectárea una cantidad fija, independientemente si el parque produce o no, independientemente también si en la hectárea ocupada hay camino de acceso, turbina, plataforma o subestación. Este pago es indexado anualmente de acuerdo al índice de inflación.

- Pago por porcentaje de ingresos

El permisionario paga mensualmente un porcentaje de los ingresos de la central a los ejidatarios del área ocupada por el polígono de la central. Dicho porcentaje oscila entre 1 y 2.5% de los ingresos de la central eólica.

En algunos casos se paga aparte por  $m^2$  de camino de acceso, plataforma o subestación. Este precio se ajusta conforme a los ingresos de la central.

- Pagos por área ocupada

El desarrollador o permisionario paga mensualmente por  $m^2$  de camino de acceso, plataforma o subestación y otro precio por cada aerogenerador. Anualmente el precio pactado se ajusta de acuerdo al índice de inflación.

- Pagos por derecho de vía

Se realiza un pago único por derecho de vía para línea de transmisión el cual supone aproximadamente cierta cantidad de dinero por  $m^2$ .

- Derecho de apartado

Previo a la construcción de los aerogeneradores, se acostumbra realizar varios pagos, por hectárea al año, más un pago por firma de contrato de cada parcela por ejidatario o propietario.

Otro esquema de pago a propietarios, también usado por los desarrolladores del proyecto es:

- Pagos por etapa de prospección y gestión de permisos o licencias

Se realiza un pago anual o semestral por el tiempo que dure la primera etapa del proyecto, el cual supone la gestión de trámites y permisos, la medición con una torre meteorológica por al menos un año. Generalmente esta etapa puede tener un lapso de al menos un año y extenderse hasta dos o tres años

- Pagos por etapa de construcción

Se realiza un pago anual o semestral por el tiempo que dure la segunda etapa del proyecto, esta es la fase de construcción. Es común que esta etapa dure un año o dos a lo sumo.

- Pagos por etapa de operación

Se realiza un pago por el tiempo que dure la tercera y última etapa del proyecto, esta es la fase de operación. Aquí se paga mensualmente, trimestralmente, semestralmente o de manera anual un porcentaje de los ingresos de la central a los ejidatarios o propietarios del área ocupada por el polígono de la central. Dicho porcentaje no es mayor al 2.5% de los ingresos de la central eólica. La etapa dura al menos 20 años.

Es importante mencionar que para colocar aerogeneradores de una capacidad de 2 MW es necesario contar con una área de al menos 15 a 20 hectáreas, solo para una máquina. Es decir si se requiere instalar un parque eólico de 100 MW, considerando cada aerogenerador de 2 MW, es necesario contratar 1,000 hectáreas de terreno, esto en caso de que los terrenos sean planos o llanos.

Si la orografía del terreno no es completamente plana, lo cual ocurre en la gran mayoría de los sitios prospectados, el área necesaria para instalar un proyecto eólico será mucho mayor.

## **2.6 Evaluación del aprovechamiento eólico**

Conocer las características principales asociadas al recurso eólico y de la física elemental que lo rige permitirá al diseñador aprovechar efectos localizados puntualmente y predecir mejor los valores esperables.

Una característica del recurso eólico es que puede variar mucho en distancias cortas según la orografía, la altura de la torre del aerogenerador y la rugosidad del terreno. Además, puesto que la energía contenida en el viento depende de la velocidad al cubo, las diferencias se amplifican rápidamente al traducirlas a energía disponible. Así que, para una buena evaluación, conviene conocer lo más aproximadamente posible las características del emplazamiento exacto del aerogenerador.

Los datos provenientes de las fuentes “oficiales” muchas veces son interpolaciones entre dos estaciones de medición lejanas entre sí o la media en un cuadrado de un grado (1°) de lado en el caso de la medición vía satélite con lo que pueden diferir bastante de la realidad de la localización escogida.

Por ejemplo, la mayoría de las estaciones meteorológicas que proporcionan datos útiles de viento corresponden a las situadas en aeropuertos lo que significa que seguramente las medidas se han tomado en el lugar con menos velocidad media de toda la zona, ya que los aviones aterrizan mejor cuanto menor sea la turbulencia atmosférica. Además, incluso aunque no se trate de un aeropuerto, muchas estaciones de medición tienen sus aparatos en zonas de turbulencia (detrás de un edificio, entre los árboles) por lo que sus datos no tienen la fiabilidad que sería deseable, por tanto, habrá que tomar su predicción como una base mínima del recurso y no como una cifra exacta, en este caso se tendrá que recurrir a las correlaciones y aproximaciones del recurso mediante modelos matemáticos.

Algo similar ocurre con las mediciones vía satélite o mediante la utilización de programas informáticos, como los mencionados 3tier, Mesomap, o el atlas del gobierno federal: en el mar la resolución de grado (1°) es aceptable; como no existen efectos puntuales y se trata de una superficie homogénea, tomar una media del área se acercará bastante a la realidad. Sin embargo, en tierra firme, en la cima de una colina, el viento puede llegar a ser hasta un 100% del existente en la base; resulta obvio que no se pueden tomar sin precauciones los datos de la telemetría, de Institutos de

Meteorología correspondiente o del atlas apropiado y que el diseñador tendrá que guiarse tanto por su conocimiento de las características particulares del recurso eólico como por métodos cualitativos que si bien no proporcionan datos estrictos permiten conocer con una buena aproximación las posibilidades del emplazamiento.

Los estudios del emplazamiento del recurso del viento se pueden clasificar en tres categorías básicas:

- Identificación preliminar de área.
- Evaluación del recurso del viento del área.
- Micrositing.

Los atlas del recurso del viento de NREL son útiles para las primeras dos categorías, pero no contienen la información detallada necesaria para los estudios micrositing. Este micrositing no es más que la prospección de los recursos eólicos a escala de una instalación de aerogeneradores.

El rendimiento de un parque eólico está fuertemente ligado a la disposición de sus aerogeneradores sobre el terreno, ya que las diferencias en cuanto a velocidad de viento media, las pérdidas por efecto estela y las turbulencias pueden variar mucho dentro del propio emplazamiento. Por consiguiente, el micrositing o disposición de los aerogeneradores sobre los terrenos del parque eólico es esencial y debe optimizarse para obtener el máximo rendimiento y garantizar el cumplimiento de los parámetros de diseño de la máquina, especialmente las turbulencias admisibles.

Sin embargo, previamente a la disposición de los aerogeneradores es importante realizar una buena evaluación del Recurso Eólico. Normalmente, esto implica un proceso de extrapolación de los datos recopilados durante la campaña de medición de un año mediante una torre o varias torres meteorológicas y la utilización de potentes herramientas informáticas para evaluar el recurso eólico de una manera fiable y conoce los márgenes de utilización de las herramientas informáticas más comunes, como podría ser WAsP ([www.wasp.dk](http://www.wasp.dk)), wind pro ([www.emd.dk](http://www.emd.dk)), SiteWind ([www.meteosimtruesimwind.com](http://www.meteosimtruesimwind.com)).

De este modo y con la ayuda de las herramientas mencionadas, para la modelización de viento y de diseño de parques eólicos, se optimiza el layout o distribución física de los aerogeneradores para maximizar la producción de energía y emiten informes de:

- Diseño de implantaciones o distribución de turbinas (Lay-Out)
- Estudios de Producción
- Determinación de Clase, Turbulencia Ambiental y Efectiva

Porque no sólo es importante maximizar la producción de energía, si no elegir el tipo de aerogenerador más apropiado en función de las características del viento presentes en el emplazamiento.

# Wind Atlas Analysis and Application Program (WAsP)

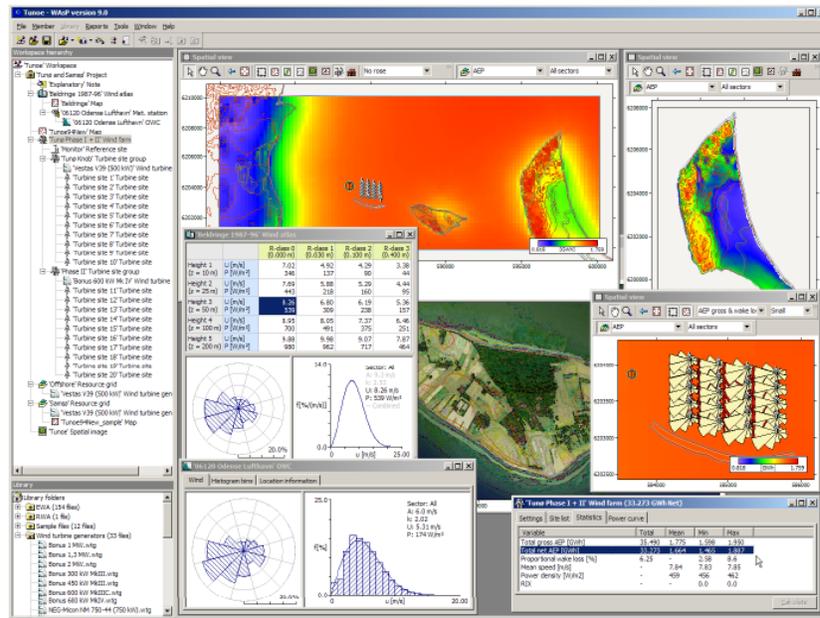
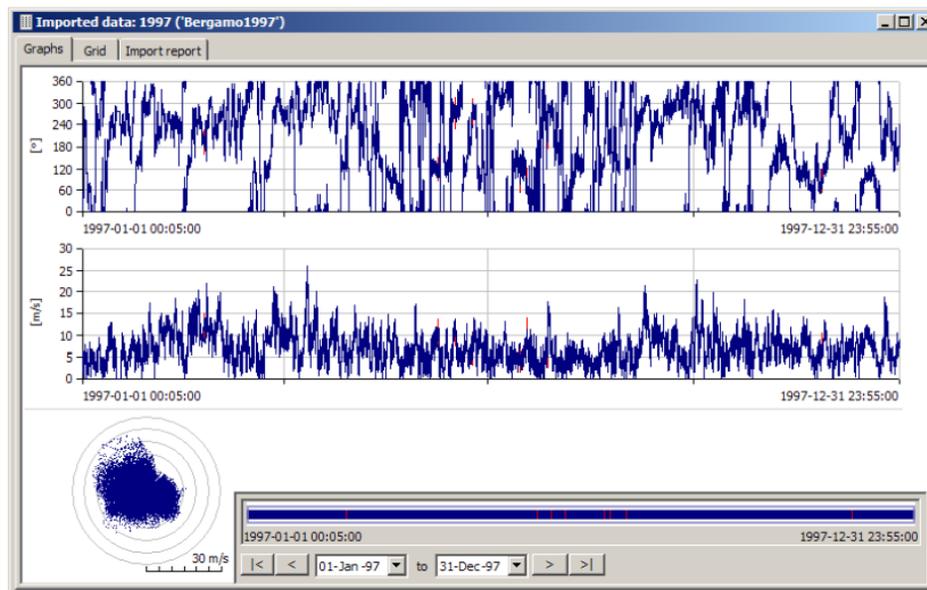


Figura 2.7. Información generada mediante el software WAsP.  
Fuente: SAWEP Workshop, Wind Atlas for South Africa (WASA) Cape Town, 4th March 2010.

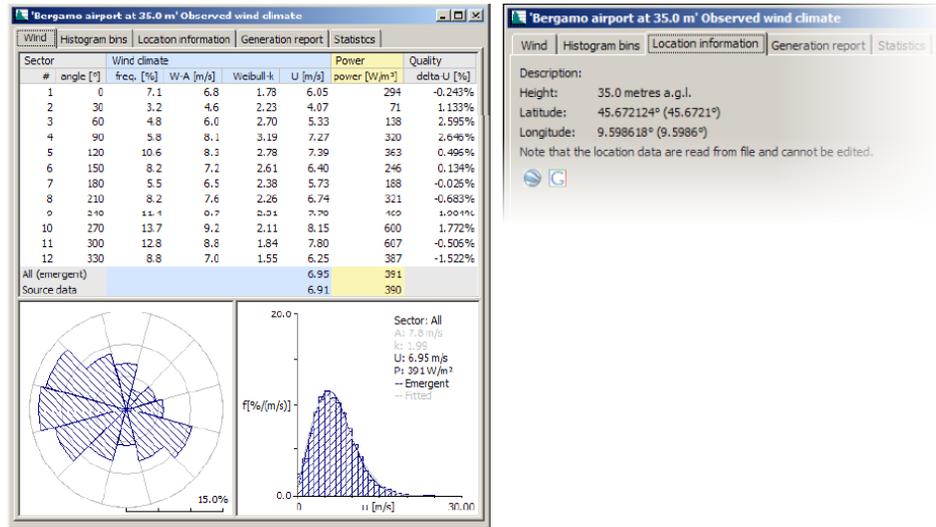
## Wind observations



Rise DTU  
National Laboratory for Sustainable Energy

Figura 2.8. Mediciones de torre de medición en sitio necesarias para el software WAsP.  
Fuente: SAWEP Workshop, Wind Atlas for South Africa (WASA) Cape Town, 4th March 2010.

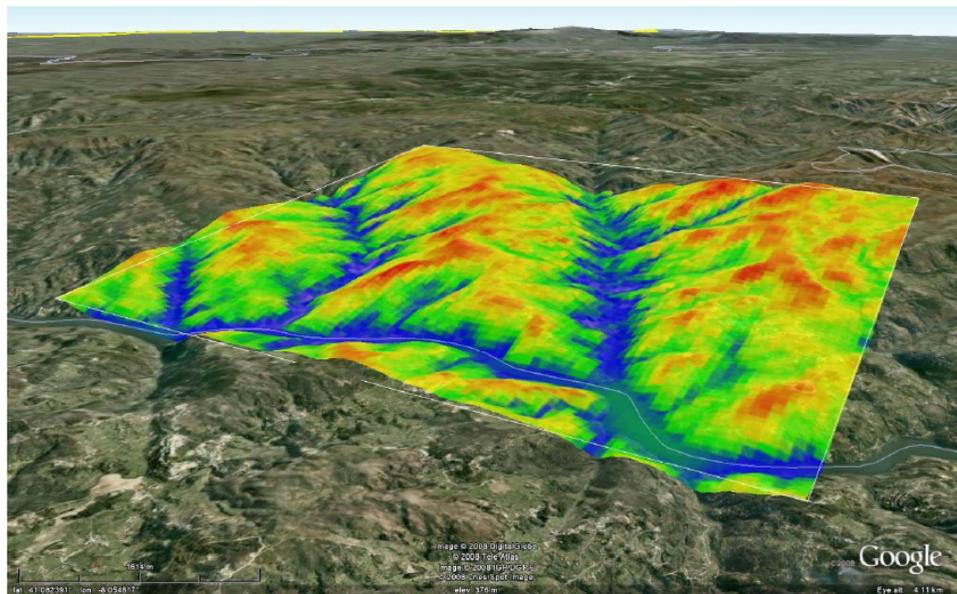
## Wind distributions



Risø DTU  
National Laboratory for Sustainable Energy

Figura 2.9. Información generada por WAsP (distribución de Weibull y rosa de vientos de sitio). Fuente: SAWEP Workshop Wind Atlas for South Africa (WASA) Cape Town, 4th March 2010.

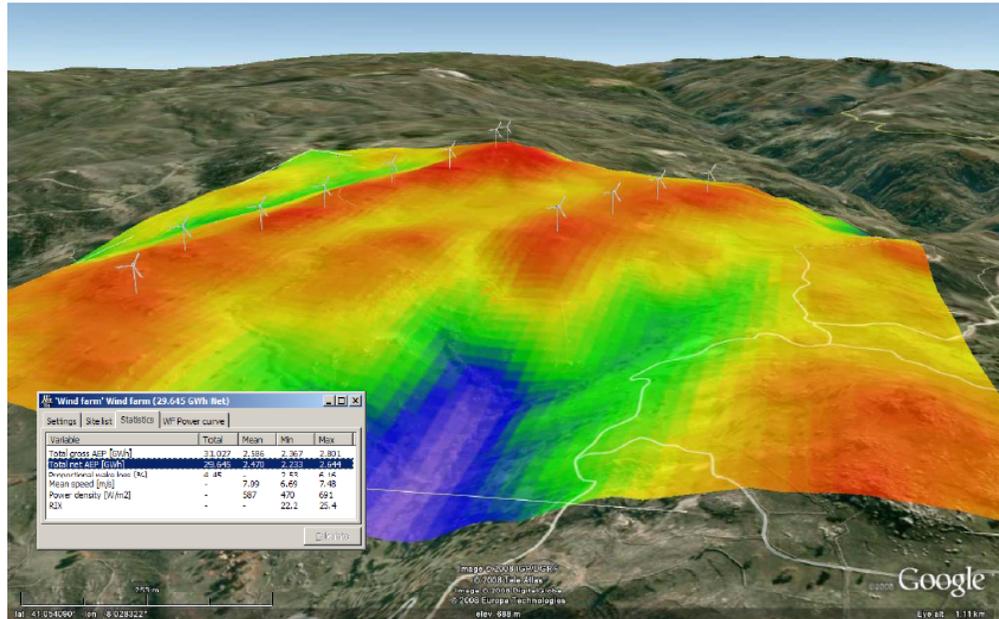
## Sample wind resource map



Risø DTU  
National Laboratory for Sustainable Energy

Figura 2.10. Distribución de potencia en terreno generada por WAsP. Fuente: SAWEP Workshop Wind Atlas for South Africa (WASA) Cape Town, 4th March 2010.

## Sample wind farm layout and estimated production



Risø DTU  
National Laboratory for Sustainable Energy

Figura 2.11. Distribución de aerogeneradores en sitio generado por WASP  
Fuente: SAWEP Workshop, Wind Atlas for South Africa (WASA) Cape Town, 4th March 2010.

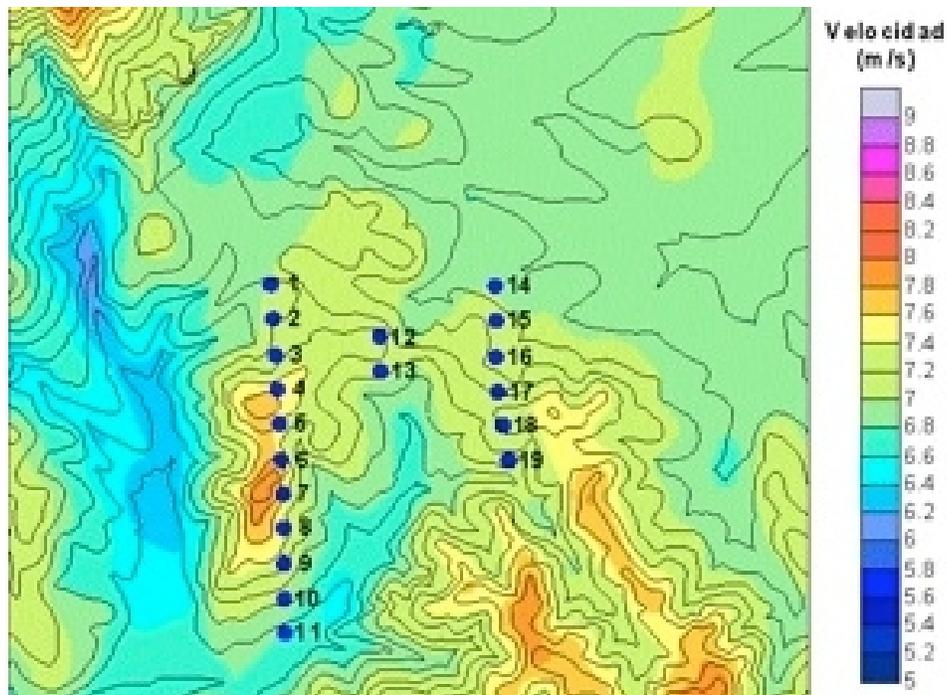


Figura 2.12. Ejemplo de Distribución de aerogeneradores según velocidad del viento.  
Fuente: <http://www.normawind.com/servicios-detalle.php?idservicio=11>