

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

**Capacidad instalada actualmente en la ventosa (potencia)**

**ALUMNOS:**

**063306 Gómez Martínez Francisco Javier**

**MATERIA:**

**Energías renovables**

**DOCENTE:**

**Ricardo Trujillo Hernández**

**GRUPO:**

**9º. Cuatrimestre "A"**

**Ingeniería Ambiental**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas**

**Jueves 25 de Junio de 2009**

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                       | 2  |
| OBJETIVOS.....  | 2  |
| 1.- SISTEMA EÓLICO.....                                 | 3  |
| 2.- CAPACIDAD INSTALADA EN LA VENTOSA.....              | 4  |
| 3.- VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA.....                  | 5  |
| 4.- CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL LA VENTA II.....      | 6  |
| 5.- PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y EMISIONES VITADAS..... | 9  |
| CONCLUSIÓN.....   | 10 |
| BIBLIOGRAFÍA.....                                       | 11 |

## **INTRODUCCIÓN**

Históricamente las primeras aplicaciones de la energía eólica fueron la impulsión de navíos, la molienda de granos y el bombeo de agua, y sólo hasta finales del siglo pasado la generación de energía eléctrica. Actualmente las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie de engranajes a un generador eléctrico.

En el contenido de este documento se presentan las características de capacidad energética que se presentan en la región de la Ventosa, así como algunas características relacionadas con los aerogeneradores que allí hay, por ejemplo, las medidas de las aspas, la capacidad de los generadores, alturas de las torres, diámetros de los rotores, etc.

## **OBJETIVO**

### **General:**

Conocer las características de generación de energía que presenta la zona de la ventosa.

### **Específico.**

- Conocer las características de los equipos eólicos que son usados en la zona de la ventosa.
- Conocer la capacidad de generación de energía que se tiene en esta zona.
- Definir la ventaja que presenta la energía eólica en general
- Conocer en general las características que presenta la central eólica de la ventosa.

## **1. SISTEMA EÓLICO**

Un sistema conversor de energía eólica se compone de un rotor, que convierte la energía cinética del viento en un movimiento rotatorio en la flecha principal del sistema, un sistema de transmisión, que acopla esta potencia mecánica de rotación de acuerdo con el tipo de aplicación. Si se trata de bombeo de agua el sistema se denomina aerobomba, si acciona un dispositivo mecánico se denomina aeromotor y si se trata de un generador eléctrico se denomina aerogenerador.

El rotor puede ser de eje horizontal o vertical, éste recupera, como máximo teórico, el 60% de la energía cinética del flujo de viento que lo acciona. Está formado por las aspas y la maza central en donde se fijan éstas y se unen a la flecha principal; el rotor puede tener una o más aspas. Un rotor pequeño, de dos aspas, trabaja a 900 revoluciones por minuto (rpm), en tanto que uno grande, de tres aspas y 56 metros de diámetro, lo hace a 32 rpm. El rotor horizontal de tres aspas es el más usado en los aerogeneradores de potencia, para producir electricidad trifásica conectada a los sistemas eléctricos de las empresas suministradoras.

La transmisión puede consistir en un mecanismo para convertir el movimiento rotatorio de la flecha en un movimiento recíprocante para accionar las bombas de émbolo de las aerobombas, que en el campo se utilizan para suministrar agua a los abrevaderos del ganado o a las viviendas. Para la generación de electricidad normalmente se utiliza una caja de engranes para aumentar las revoluciones a 900, 1,200 ó 1,800 rpm, para obtener corriente alterna trifásica de 60 ciclos por segundo.

En la actualidad, la generación de electricidad es la aplicación más importante de este tipo de sistemas. Los aerogeneradores comerciales alcanzan desde 500 hasta 1,000 kW de potencia nominal, tienen rotores de entre 40 y 60 m de diámetro y giran con velocidades que van de las 60 a las 30 rpm. Los generadores eléctricos pueden ser asíncronos o síncronos, operando a una velocidad y frecuencia constante, que en México es de 60 hz.

En el caso de aerogeneradores con potencias inferiores a los 50 kW también se utilizan generadores de imanes permanentes, que trabajan a menor velocidad angular (de entre 200 y 300 rpm), que no necesitan caja de engranes y que, accionándose a velocidad variable, pueden recuperar mayor energía del viento a menor costo.

## 2. CAPACIDAD INSTALADA EN LA VENTOSA (POTENCIA)



La energía eólica es obtenida del viento a través de unas turbinas que la convierten en electricidad, con hélices que hacen girar un eje central conectado a un generador eléctrico por medio de engranajes.

En México, desde 1994 la Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuenta con una central eólica “la Ventosa”, Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec, lugar donde la velocidad del viento llega alcanzar los 25 m/s esta fuerza coloca en la región como unas del mundo de mayor potencial generador en cuanto energía eólica.

En México, el desarrollo tecnológico para el uso de este tipo de energía, se inició con un programa de aprovechamiento del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), en febrero de 1977. Una explotación adecuada de esta zona y del recurso del viento requiere de una planeación que contempla aspectos como costo – beneficios, disponibilidad de los vientos, aumento de la demanda de energía, entre otros. Se proyectó que si a los aerogeneradores eólicos se les aumenta la altura a 10 m su eficiencia se elevaría en 7 por ciento.

En lo que respecta a capacidad instalada, para finales de 1997 a nivel mundial se tenían instalados alrededor de 7700 MW. En México se cuenta con la central eólica de la Ventosa en Oaxaca, operada por CFE, con una capacidad instalada de 1.5 MW y una capacidad adicional en aerogeneradores y aerobombas, según el Balance nacional de energía de 1997, de alrededor de 2.4 MW.

Actualmente proporciona a la red de distribución nacional 6570 MWh anuales aproximadamente, de una capacidad instalada de 1500 W (1.5 MW) a la red de distribución nacional, y sin embargo se estima que su potencial puede llegar hasta los 200 y 8.76 millones de MWh (GWh) al año.

### 3. VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA

Existen varias ventajas competitivas de la energía eólica con respecto a otras opciones, como son:

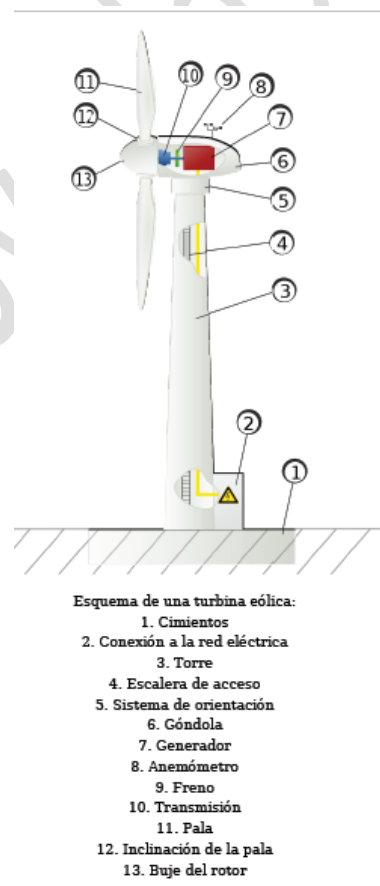
- Se reduce la dependencia de combustibles fósiles.
- Los niveles de emisiones contaminantes, asociados al consumo de combustibles fósiles se reducen en forma proporcional a la generación con energía eólica.
- Las tecnologías de la energía eólica se encuentran desarrolladas para competir con otras fuentes energéticas.
- El tiempo de construcción es menor con respecto a otras opciones energéticas.
- Al ser plantas modulares, son convenientes cuando se requiere tiempo de respuesta de crecimiento rápido.
- La búsqueda y desarrollo de nuevos diseños y materiales que sirvan para los aerogeneradores eólicos, hacen de la energía eólica una de las más dinámicas, por lo cual frecuentemente están saliendo al mercado nuevos productos más eficientes con mayor capacidad.
- Pueden usarse materiales ecológicos para construcción de nuevas hélices.
- La investigación y desarrollo de nuevos diseños y materiales para aplicaciones en aerogeneradores eólicos, hacen de esta tecnología una de las más dinámicas, por lo cual constantemente están saliendo al mercado nuevos productos más eficientes con mayor capacidad y confiabilidad.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DE LA CENTRAL LA VENTA II

La central eolieléctrica La Venta II está localizada en la región sur del Istmo de Tehuantepec, al norte del ejido La Venta, municipio de Juchitán de Zaragoza; aproximadamente a 310 km al Este-Sureste de la Ciudad de Oaxaca.

La central se construyó bajo la modalidad de Obra Pública Financiada y tuvo un plazo de ejecución de 16 meses. Entre sus principales características están las siguientes:

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| Capacidad de la central   | 83.3 MW                     |
| Capacidad por unidad      | 850 kW                      |
| Clasificación IEC         | Clase I                     |
| Altura de la torre        | 44 m                        |
| Diámetro del rotor        | 52 m                        |
| Separación entre unidades | 2.5 diámetros               |
| Separación entre líneas   | 600 m aprox.                |
| Transformador por unidad  | Seco encapsulado 690/34kV   |
| Buses colectores          | Subterráneos 34.5 kV        |
| Monitoreo y Control       | Local y remoto              |
| Subestación elevadora     | 34.5 kV / 230 kV            |
| Línea de transmisión      | Doble circuito 20 km 230 kV |
| Punto de interconexión    | SE Juchitán II              |
| Superficie ocupada        | 960 ha                      |
| Régimen propiedad predios | ejidal                      |



La Central está integrada por 98 aerogeneradores de 850 KW cada uno. Los aerogeneradores están dispuestos en 4 filas distribuidas en el área del predio de aproximadamente 900 ha, separadas aproximadamente 600 m, 10 veces el diámetro del rotor entre una y otra fila. La separación entre un aerogenerador y otro adyacente, es de 2.5 veces el diámetro del rotor, es decir 130 m, ya que las turbinas son de 52 metros de diámetro de rotor. Cada aerogenerador esta soportado por una torre tubular de acero de 44 m de altura. El rotor está conectado al generador eléctrico a través de una caja multiplicadora.

El aerogenerador comienza a generar cuando la velocidad del viento alcanza los 4 m/s y produce su potencia nominal a los 15 m/s; manteniéndose constante a regímenes mayores de velocidad, y se detiene, por razones de seguridad, cuando la velocidad es de 25 m/s, tal como se muestra en la curva de Potencia – Velocidad de Viento del aerogenerador, figura 1. De igual manera cuenta con un sistema de orientación el cual permite seguir a la dirección del viento para su mejor aprovechamiento.

El generador eléctrico es del tipo inducción cuya velocidad es variable en un rango de 900 a 1450 RPM. El voltaje de generación es de 690 V y cada aerogenerador cuenta con un transformador elevador cuya relación de transformación es 690 V/34.5 KV; este es del tipo seco encapsulado y está instalado en el interior de la torre.

Eléctricamente, la Central se divide en 5 circuitos colectores, de aproximadamente 20 MW de capacidad cada uno. Los circuitos colectores forman la red subterránea de media tensión a 34.5 KV, instalando, mediante ductos o zanjas, los cables monopolares con aislamiento XLP, de los cuales, se instalaron aproximadamente 40 Km y que finalmente entregan la energía al tablero de Media Tensión tipo Metal Clad.

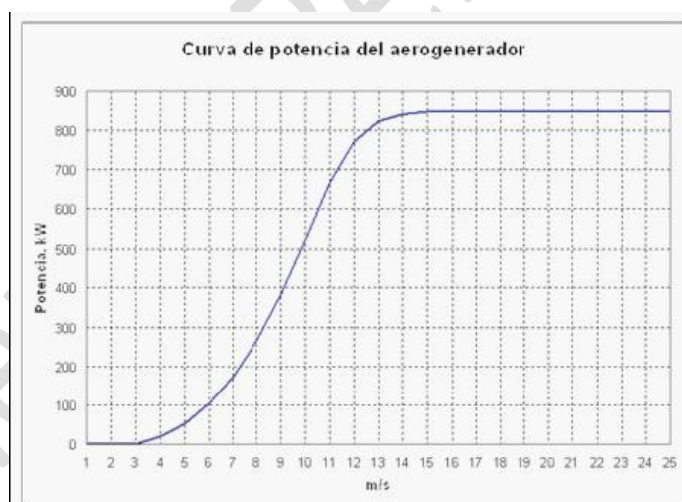


Figura 1 - Curva de potencia - velocidad de los aerogeneradores

Este tablero tiene la función de concentrar la energía recolectada de cada uno de los aerogeneradores; es de doble barra y consta de varias celdas modulares aisladas en gas SF6 las cuales cuentan con equipos de interrupción, control y medición de la energía eléctrica; la energía total del parque es llevada hacia la subestación principal.



La subestación principal (figura 2) consta de 4 transformadores monofásicos (3 en uso más uno de reserva), están aislados en aceite y forman el arreglo principal de la subestación. Cada uno de estos transformadores tiene un sistema de protecciones eléctricas, de protección contra explosión e incendio y sus sistemas de monitoreo. Además de los transformadores, otros equipos que forman parte de la subestación son los transformadores de corriente y voltaje, interruptores, cuchillas, conductores aéreos así como las estructuras y herrajes necesarios para soportar dichos elementos.

Desde la subestación principal, se lleva la energía eléctrica hacia otra subestación, mediante una línea de transmisión de doble circuito, que llega a una subestación denominada Juchitán II, la cual es el punto de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).



Figura 2- Subestación eléctrica La Venta II 230 kV

Cada uno de los sistemas cuenta con elementos de monitoreo, supervisión y control, local y remoto (ubicado en la ciudad de Juchitán, a 30 km aproximadamente de la central) los cuales emiten señales que se concentran a través de estaciones de supervisión dedicadas, local y remota; así mismo se tienen enlaces de comunicaciones para el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) de la CFE, para la supervisión y control de la central.

## 7. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD Y EMISIONES EVITADAS

La producción anual de la central La Venta II se ha estimado en 307.7 GWh, cuya incorporación a la red eléctrica de CFE evitará emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera estimadas en más de 180,000 toneladas por año. México registró este proyecto en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el marco del Protocolo de Kyoto para contribuir a la mitigación del cambio climático.

Al mes de Julio del 2007, la central ha producido los volúmenes de energía mostrados en la Tabla 1. Cabe señalar que a pesar de ser los meses de enero y febrero los de viento más intenso, el factor de planta para estos meses resultó bajo debido a los ajustes normales que se realizaron durante la puesta en operación de la central.

| Tabla 1.- Producción de la Central eólica La Venta II |           |       |
|---|-----------|-------|
| Año 2007  |           |       |
| Mes   | G. MWh    | FP    |
| ENE   | 15,306.60 | 24.7% |
| FEB   | 19,153.43 | 34.2% |
| MAR   | 26,437.29 | 42.6% |
| ABR   | 21,845.10 | 36.4% |

|              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| MAY          | 19,915.15      | 32.1%        |
| JUN          | 12,768.28      | 21.3%        |
| JUL          | 9,784.42       | 15.8%        |
| <b>Total</b> | <b>125,210</b> | <b>29.6%</b> |

Por otro lado, un aspecto social importante, es el beneficio que los ejidatarios de La Venta reciben por permitir el usufructo de sus terrenos para el proyecto. Estos beneficios consisten en un pago anual durante la vida útil del proyecto. Esta modalidad de pago se deriva del tipo de acuerdos que actualmente se llevan a cabo en otros países, lo cual es del conocimiento de los ejidatarios y de las autoridades agrarias.

Cabe señalar que el área de ocupación efectiva de la central esta entre 2 y 3% del área total del predio, considerando los caminos de acceso, bases de aerogeneradores y subestación de la central, lo que significa una afectación mínima al terreno; es decir, los predios pueden seguir siendo utilizados para cultivo agrícola y pastoreo.

## CONCLUSION

La central eólica La Venta II ha permitido incrementar y diversificar la participación de la energía renovable en la oferta nacional, está contribuyendo a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y tiene un impacto social positivo, con lo cual se promueve el desarrollo sostenible y sienta las bases para la futura explotación masiva del viento como fuente de energía en nuestro país.

Así mismo por medio de este documento se pudieron conocer las características que presentan la región de la Ventosa y los motivos por los cuales es una alternativa viable para implementar las centrales de energía eólica además de que se conocieron las ventajas y desventajas que existen al hacer uso de la energía eólica.

Energías Renovables

## BIBLIOGRAFÍA

- ♣ Comisión Federal de Electricidad CFE, <http://www.cfe.gob.mx/>.
- ♣ [http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/dic\\_art90.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/dic_art90.pdf)
- ♣ <http://www.altonivel.com.mx/notas/23237-Energ%C3%ADa-E%C3%B3lica-en-M%C3%A9xico>
- ♣ <http://esrenovable.blogspot.com/2008/06/central-elica-de-la-ventosa.html>

Energías Renovables