



ENERGÍA EÓLICA EN GUATEMALA

Puntos de Interés:

- Guatemala se encuentra en una posición estratégica.
- Se tienen datos de la medición del recurso eólico de varios lugares del país.
- Existen incentivos para el desarrollo de proyectos de energía eólica.
- Existe un mercado para la venta de energía para micro y pequeñas centrales generadoras de energía.
- El proceso apunta hacia un desarrollo sostenible.



EL VIENTO COMO FUENTE DE ENERGÍA

El viento es el resultado del movimiento de masas de aire en la atmósfera que es causado principalmente por la radiación solar, la cual es absorbida y reflejada en forma distinta por las diferentes capas de la atmósfera y por la variedad de tipos de superficies existentes sobre la tierra. De este modo, la atmósfera se calienta en forma desigual, originando la circulación por convección.

Este hecho se manifiesta a nivel del planeta, con un mayor calentamiento del aire en las zonas tropicales que lo hacen ascender y su lugar es ocupado por aire más frío proveniente de los polos. Esta acción se combina con la rotación de la tierra y la fuerza de la gravedad contribuyendo a la formación de los vientos.

La energía eólica tiene su origen en lo solar, específicamente en el calentamiento diferencial de masas de aire que produce el sol, ya sea por cambios en la latitud (vientos globales) y el terreno (mar-tierra o vientos locales). Las diferencias de radiación entre distintos puntos de la tierra generan diversas áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura provocan cambios de densidad en las masas de aire que se traducen en variaciones de presión. Como consecuencia de esta desigualdad de presiones se producen movimiento de las masas de aire, desde las zonas de alta presión a las zonas de baja presión; y asociado al movimiento de una masa hay energía, denominada energía cinética, que depende de su masa y su velocidad.

De los sistemas de vientos globales, uno de los más importantes es el de los Alisios, los cuales tienen su origen en el mayor calentamiento de la región ecuatorial. En general, este sistema es activo entre las latitudes 30 grados norte y 30 grados sur, por lo que es de gran relevancia para la región Centroamericana.

La dirección del viento está determinada por efectos topográficos y por la rotación de la tierra, situación que hace importante el conocimiento de las direcciones dominantes para la instalación de aerogeneradores para producir energía eléctrica proveniente de este recurso.

La energía eólica consiste en el aprovechamiento que realiza el hombre de este tipo de recurso. Esta energía ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover barcos impulsados por velas o hacer funcionar molinos de grano.

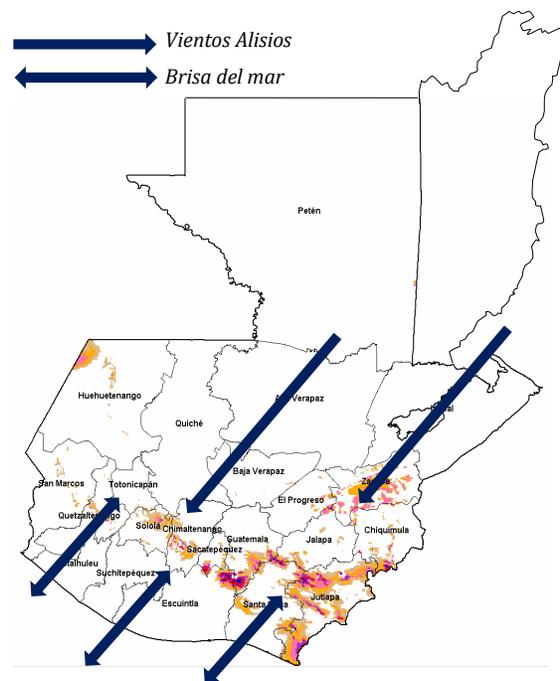
En la actualidad se emplea sobre todo para generar energía limpia y segura, por medio de aerogeneradores que cuentan con un sistema mecánico de rotación, provisto de aspas que a través de un generador producen energía eléctrica.

Los aerogeneradores tienen diferentes tamaños y pueden satisfacer demandas de pequeña potencia, o agruparse y formar granjas eólicas conectadas al sistema eléctrico nacional.



EL VIENTO EN GUATEMALA

Guatemala se encuentra afectada por el patrón de los vientos alisios, los cuales se desplazan con una componente del Norte (puede ser NNE, NE, NNO) durante los meses de **octubre a febrero**, debido a un sistema de alta presión que se ubica por esta época en la parte central de los Estados Unidos de Norteamérica y su prolongación a través del Golfo de México y la Península de Yucatán (en la República Mexicana). Estas corrientes de aire ingresan desde el territorio del Golfo de México por el departamento de Izabal y se encañonan entre las Sierras del Merendón y Las Minas, de esta forma estos vientos se aceleran y logran velocidades un poco más altas en el oriente del país, luego pasan a la zona central y se dirigen a la parte noroeste del país disminuyendo considerablemente su velocidad, cubriendo el área que está comprendida entre la Sierra de los Cuchumatanes y el Pie del Monte de la Costa Sur.



Durante los meses de **marzo a junio**, el viento mantiene una componente Sur por la presencia de sistemas de baja presión, ubicados a lo largo del Océano Pacífico que son responsables de gobernar la circulación o flujo del viento. Cuando estos sistemas de presión son lo suficientemente grandes, hacen que el viento logre rebasar los macizos montañosos del Pie de Monte y de la Sierra de los Cuchumatanes, llegando hasta los departamentos de Alta Verapaz, Huehuetenango y El Quiché.

En los restantes meses de **julio a septiembre**, el viento conserva una componente Norte, debido a la presencia del anticiclón semipermanente del Atlántico que mantiene un flujo a través del departamento de Izabal, excepto en situaciones donde aparecen los huracanes o tormentas tropicales que hacen que el flujo cambie completamente, pero ello, de forma transitoria.

La Dirección General de Energía, a través del proyecto de medición eólica en Guatemala cuenta con información que puede ser usada para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica, bombeo de agua, entre otros.

Por otro lado, entidades privadas han participado en la medición de este recurso, con el objeto de identificar el potencial eólico para el desarrollo de proyectos con fines energéticos. Los sitios en los que se ha medido se encuentran localizados en los departamentos de Jutiapa (Comapa, El Progreso y Agua Blanca), Guatemala (Villa Canales y en Amatitlán), Escuintla (San Vicente Pacaya) y Sacatepéquez (Alotenango).

Finalmente, el desarrollo de proyectos de generación eléctrica a partir del recurso eólico en Guatemala, complementa la producción proveniente de las centrales hidroeléctricas, ya que en la época de verano, cuando estas centrales presentan sus niveles más bajos de producción, la eólica tiene sus niveles más altos. Es común que el aumento de la velocidad de los vientos coincida con una disminución de las precipitaciones.

MAPAS DE POTENCIAL EÓLICO Y SOLAR

Con la ayuda técnica y financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se desarrolló el proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), con el propósito de minimizar las barreras causadas por la falta de información y de promover la utilización de la energía eólica y solar; se obtuvieron los siguientes resultados:

- Mapas de velocidad (m/s) y densidad de potencia del viento (W/m^2) referidos a una altura de 50 metros, de los países de Centroamérica y Cuba.
- Mapas de radiación Solar Global Anual y Directa Normal, en $KWh/m^2/día$, de Centroamérica y Cuba.
- Herramienta geoespacial que permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala; así como, obtener información geográfica y de infraestructura, entre otras.

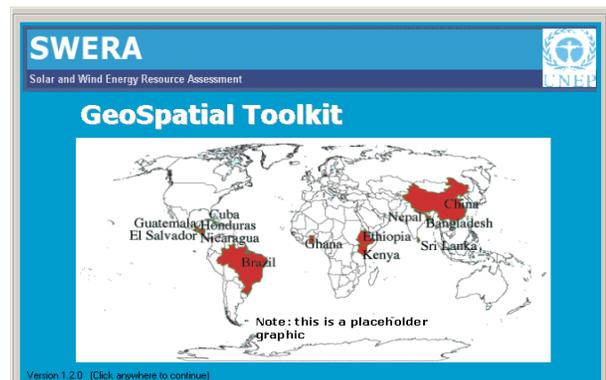
Herramienta geoespacial (Toolkit)

Esta herramienta fue desarrollada como parte del proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment -SWERA-, entre sus características se encuentran:

- Permite identificar el potencial eólico y solar de Guatemala.
- Permite hacer un análisis básico para la selección de sitios para el aprovechamiento de los recursos solar y eólico.
- Identifica los lugares con los valores promedios anuales de velocidad de viento más altos, que podrían ser candidatos para el desarrollo de proyectos de energía eléctrica, bombeo de agua, etc. Así como, los sitios para el desarrollo de proyectos solares (fototérmicos y fotovoltaicos).
- Además, de obtener información de los recursos eólico y solar, se pueden conseguir otros datos tales como elevaciones, límites municipales, áreas protegidas, líneas de transmisión, aeropuertos, carreteras, poblados, etc.
- Es simple de usar.



Bombeo de Agua, kilómetro 151.5
Aldea El Tempisque, Gualán, Zacapa.



PROYECTO DE MEDICIÓN EÓLICA EN GUATEMALA

Uno de los objetivos de la política energética del Gobierno, consiste en diversificar la matriz de generación eléctrica mediante la priorización de fuentes renovables. Dentro de este contexto, la Dirección General de Energía promueve la localización y evaluación de estos recursos para su utilización en el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica.

Para ello, se están ejecutando acciones para promover el uso de la energía proveniente del viento, a través del proyecto de medición eólica en Guatemala, el cual genera información para el desarrollo de proyectos energéticos en el futuro, como la generación eléctrica, el bombeo de agua, entre otros.



Torre de Medición Eólica
Ubicada en El Sitio, Villa Canales, Guatemala

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la medición del recurso eólico en sitios seleccionados, por un periodo de dos años; mediante la instalación de torres que cuentan con equipos que miden la velocidad y dirección del viento, radiación solar, presión y la temperatura.

OBJETIVOS DEL PROYECTO:

- Conocer el potencial eólico en el país.
- Contar con una base de datos, relacionadas principalmente con la velocidad y la dirección del viento. Información que se encontrará disponible en la Dirección General de Energía, sin costo alguno, para los interesados en desarrollar proyectos energéticos.
- Promover la utilización de los recursos renovables de energía, en especial del recurso eólico, como una opción energética limpia.
- Disminuir la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica y por consiguiente reducir la factura petrolera.



San Antonio El Sitio

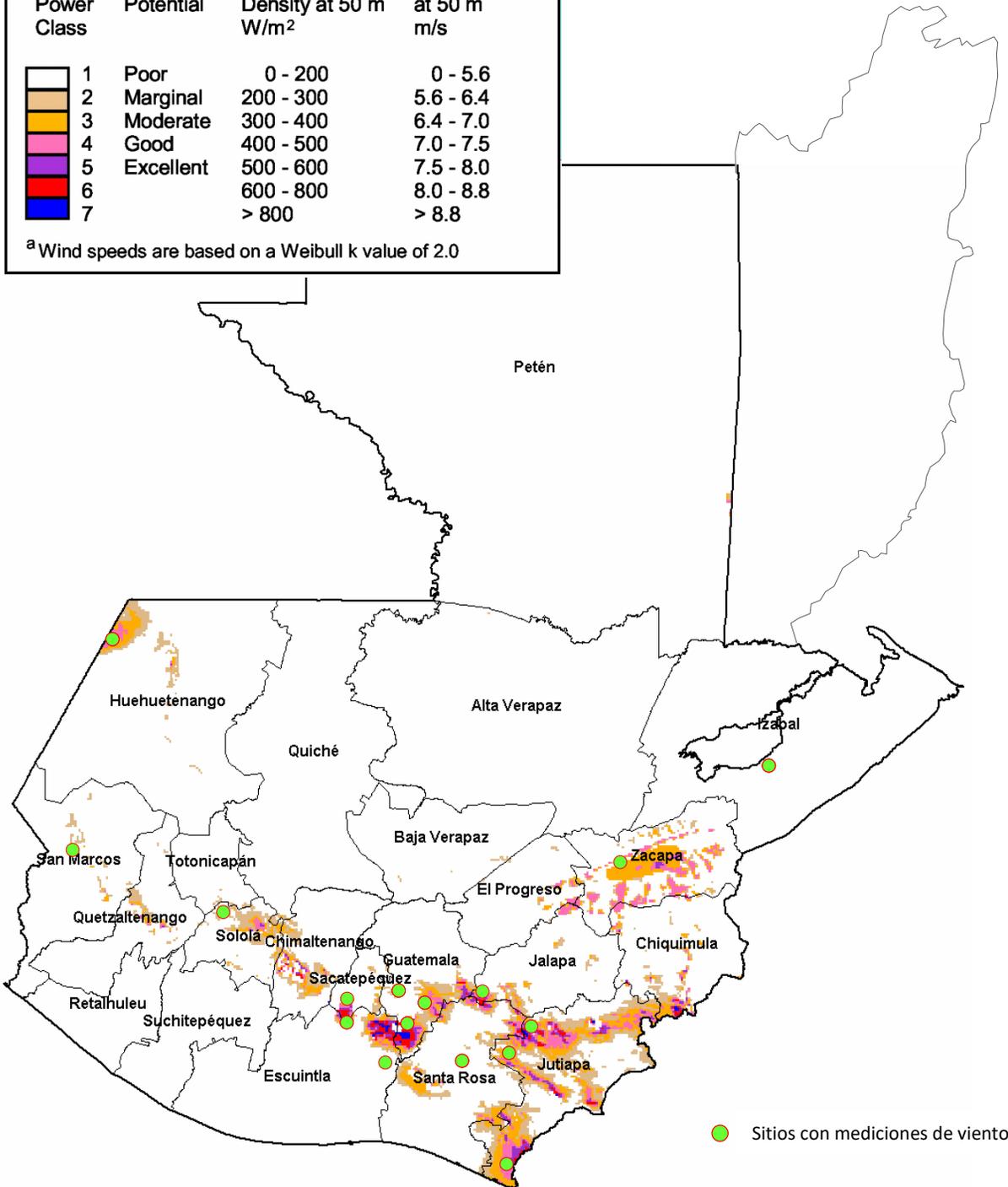
SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO:

El proyecto de medición del viento empezó en el año 2006, y a la fecha se tienen resultados de los sitios localizados en Estanzuela, Zacapa; San Marcos, San Marcos; Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; Alotenango, Sacatepéquez; Chiquimulilla, Santa Rosa; Mataquescuintla, Jalapa; Morales, Izabal; Villa Canales, Guatemala; Nentón, Huehuetenango; Guanagazapa, Escuintla; en los municipios de Moyuta, Quesada y Jutiapa, del departamento de Jutiapa, según se observa en el siguiente mapa.

POTENCIAL EÓLICO Y LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS CON MEDICIÓN DE VIENTO

Wind Power Classification			
Wind Power Class	Resource Potential	Wind Power Density at 50 m W/m ²	Wind Speed ^a at 50 m m/s
1	Poor	0 - 200	0 - 5.6
2	Marginal	200 - 300	5.6 - 6.4
3	Moderate	300 - 400	6.4 - 7.0
4	Good	400 - 500	7.0 - 7.5
5	Excellent	500 - 600	7.5 - 8.0
6		600 - 800	8.0 - 8.8
7		> 800	> 8.8

^a Wind speeds are based on a Weibull k value of 2.0

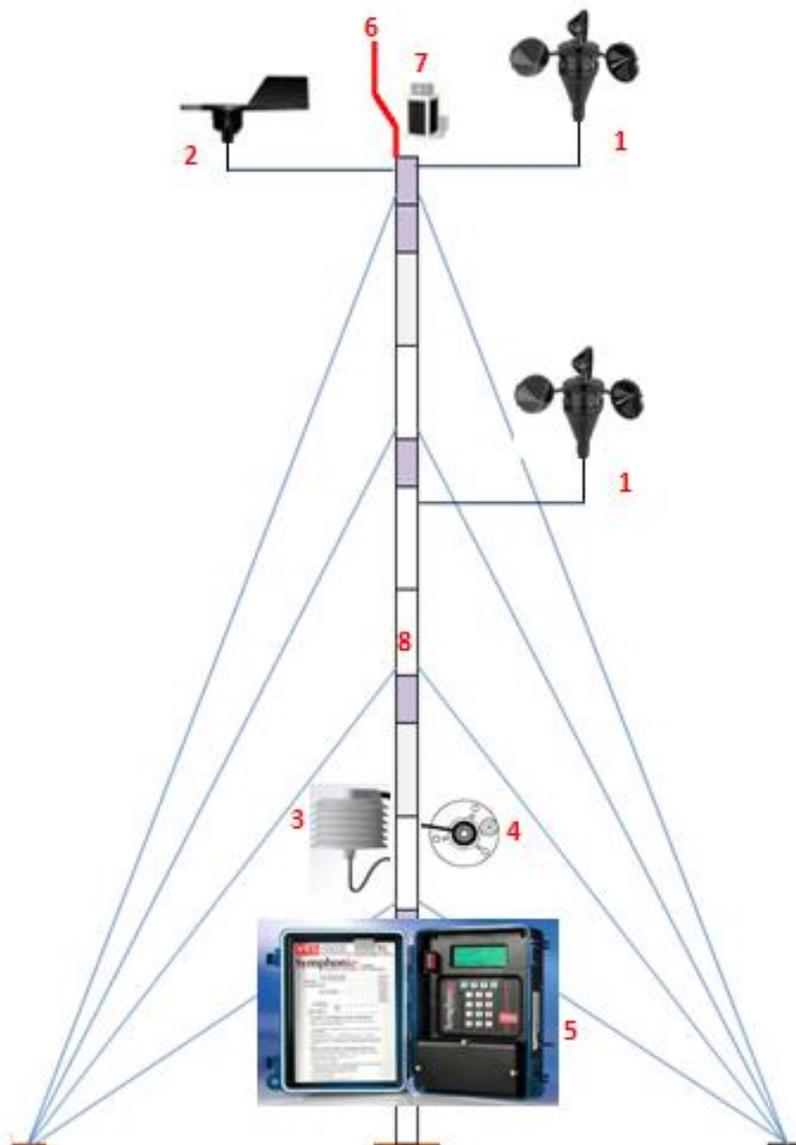


COMPONENTES DE UNA TORRE DE MEDICIÓN EÓLICA

Las torres instaladas como parte del proyecto de medición eólica, cuentan con equipo que recolectan datos del comportamiento del viento, en periodos de diez minutos, y los almacenan en un registrador de datos (data logger).

Estas torres tienen básicamente los siguientes componentes:

1. Anemómetros (Medidores de velocidad).
2. Veletas (Medidores de dirección del viento).
3. Un sensor de temperatura.
4. Sensor de radiación.
5. Un registrador -data logger-.
6. Un pararrayo y varillas de tierra.
7. Baliza.
8. Torre con sus tensores y anclas.



PROYECTOS DE GENERACIÓN EÓLICA EN GUATEMALA

PROYECTOS EÓLICOS EN OPERACIÓN

Para la producción de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso eólico, en el Sistema Nacional Interconectado -S.N.I.- se cuenta con tres parques eólicos con una capacidad instalada total de 107.4 MW, que se describen a continuación:

- **Parque Eólico San Antonio El Sitio**

La entidad San Antonio El Sitio, Sociedad Anónima; tiene un parque de generación eólica, compuesto por 16 aerogeneradores, cada uno con una potencia de 3.3 MW y que en total suman 52.8 MW.

Este parque se encuentra ubicado en el municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. La operación comercial empezó el 19 de abril de 2015.



- **Planta de Energía Eólica Viento Blanco**

La entidad Viento Blanco, Sociedad Anónima; tiene una planta de generación eólica, compuesta por 7 aerogeneradores, cada uno con una potencia de 3.3 MW, que en total suman una potencia de 23.1 MW.

Este parque se encuentra ubicado en la finca La Colina, del municipio de San Vicente Pacaya, departamento de Escuintla. La operación comercial empezó el 6 de diciembre de 2015.

- **Proyecto Eólico Las Cumbres de Agua Blanca**

La entidad Transmisora de Electricidad, Sociedad Anónima, tiene una planta de generación eólica, compuesta por 15 aerogeneradores, cada uno con una potencia de 2.1 MW, que en total suman una potencia de 31.5 MW.

Este parque se ubica en la aldea Lagunilla, municipio de Agua Blanca, departamento de Jutiapa. La operación comercial empezó el 25 de marzo de 2018.

En la siguiente tabla, se muestra el resumen de los proyectos eólicos que se encuentran en operación y que suman una capacidad instalada total de 107.4 MW.

Proyectos eólicos en operación	
Proyecto	Capacidad Instalada MW
Parque Eólico San Antonio El Sitio	52.80
Planta de Energía Eólica Viento Blanco	23.10
Proyecto Eólico Las Cumbres de Agua Blanca	31.50
Total	107.40

PROYECTOS FUTUROS DE GENERACIÓN EÓLICA

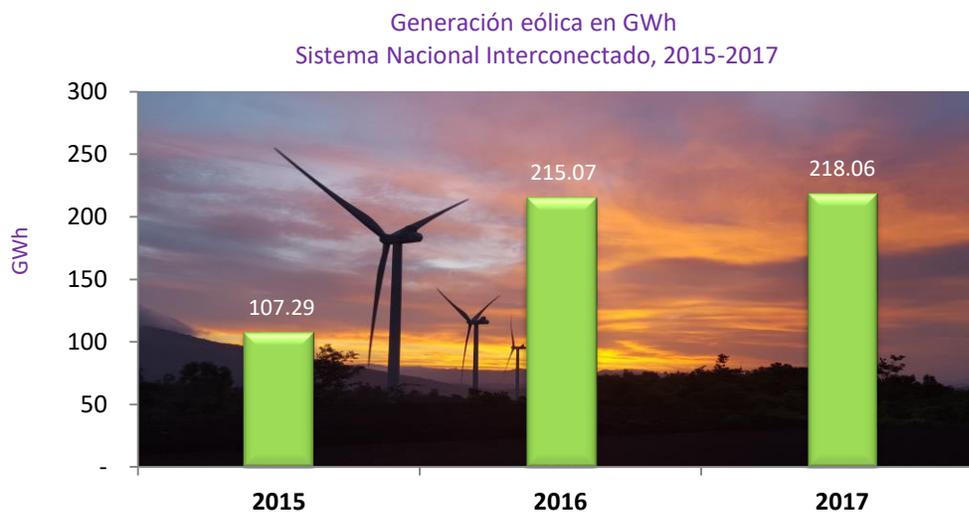
- **Proyecto Eólico Comapa**

La entidad Eólica San Cristóbal, Sociedad Anónima, tiene planificado llevar a cabo el proyecto denominado "Proyecto Eólico Comapa"; que tendrá una potencia de 57.0 MW, el cual estará constituido por 19 unidades de 3.0 MW. El proyecto se ubicará en San Cristóbal, municipio de Comapa, departamento de Jutiapa.



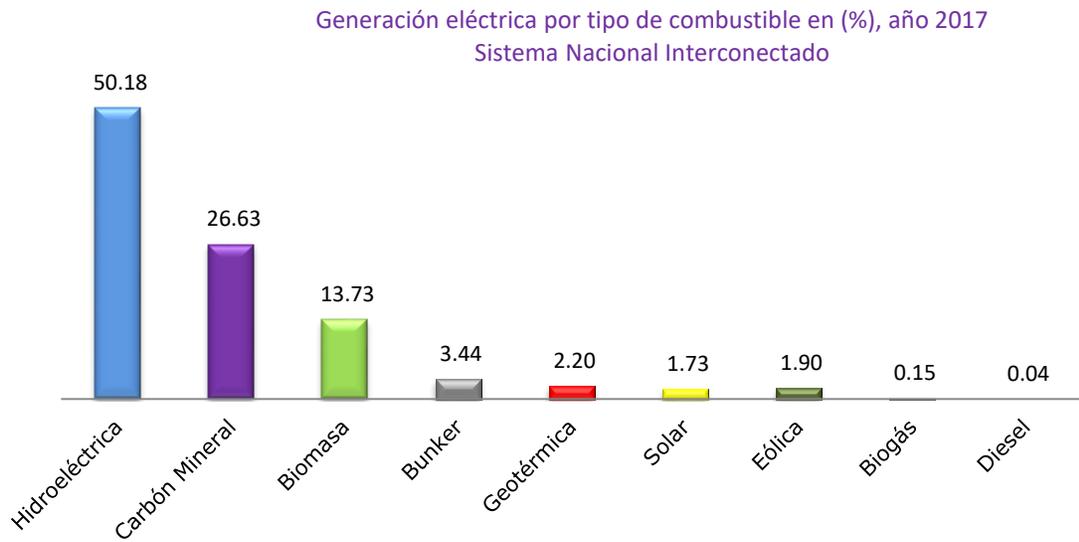
GENERACIÓN DE LOS PARQUES EÓLICOS EN OPERACIÓN

La generación eléctrica de los parques eólicos en el Sistema Nacional Interconectado, desde que empezó la operación de la primera planta en abril de 2015 a diciembre de 2017, es como se presenta a continuación:



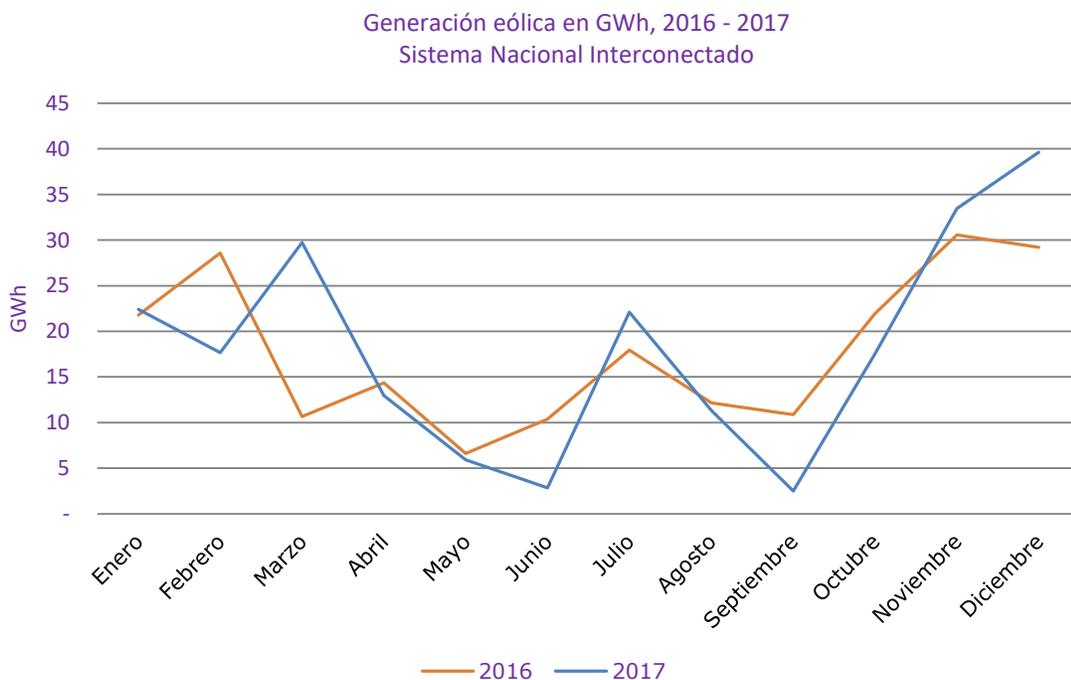
Fuente: Elaboración propia con información del AMM

En el siguiente gráfico, se muestra la generación por tipo de combustible para el año 2017, en el Sistema Nacional Interconectado, en la que el aporte que tuvo la energía eólica dentro la matriz de generación eléctrica, fue de un 1.90%.



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

En el siguiente gráfico, se muestra el comportamiento de la generación eólica de las centrales que están conectadas al Sistema Nacional Interconectado, durante los años 2016 y 2017; en el cual se observa la estacionalidad de la producción de energía eléctrica en dichos períodos.



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

El Ministerio de Energía y Minas, a través de los lineamientos de la Política Energética 2013-2027; promueve la inversión en el sector energético en proyectos de energía renovable, con lo cual no solo se está diversificando la matriz de generación eléctrica, sino que además se estará estabilizando los precios de la energía eléctrica en el mediano y largo plazo. De esa cuenta a través de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable y la Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios Autoprodutores con Excedentes de Energía -NTGDR-, se contribuye a dar cumplimiento a dicho objetivo.

LEY DE INCENTIVOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE, DECRETO NÚMERO 52-2003 Y SU REGLAMENTO ACUERDO GUBERNATIVO No. 211-2005.

Esta Ley tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Estos incentivos se refieren a:

- Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA-, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable, para los periodos de preinversión y de construcción, durante un periodo que no excederá de diez años.
- Exención del Impuesto sobre la Renta -ISR-, por 10 años. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la fecha en que el proyecto inicie la operación comercial.

NORMA TÉCNICA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE Y USUARIOS AUTOPRODUCTORES CON EXCEDENTES DE ENERGÍA –NTGDR-, RESOLUCIÓN CNEE-227-2014.

La NTGDR define que la **Generación Distribuida Renovable**, es la producción de electricidad a partir de tecnologías que utilizan recursos renovables (energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa y otras que el MEM determine), que se conectan a las redes del sistema de distribución y cuyo aporte de potencia neta es menor o igual a 5 MW.

Esta Norma también define como Generador Distribuido Renovable a la persona, individual o jurídica, titular o poseedora de una central de generación de energía eléctrica, que utiliza recursos energéticos renovables y participa en la actividad de Generación Distribuida Renovable. Estos serán considerados como Participantes del Mercado Mayorista.

Los beneficios de esta normativa es que promueve y facilita la instalación y operación de centrales de generación menores o iguales a 5 MW, que utilizan recursos renovables, permitiendo que éstas se puedan conectar a las redes de distribución (13.8 y 34.5 KV).

Así mismo, en la NTGDR se define como **Usuario Autoprodutor con Excedentes de Energía**, el Usuario del Sistema de Distribución que inyecta energía eléctrica a dicho sistema, producida por generación con fuentes de energía renovable, ubicada dentro de sus instalaciones de consumo, y que no recibe remuneración por dichos excedentes.

Los Usuarios Autoprodutores que cuenten dentro sus instalaciones de consumo, con excedentes de energía renovable para inyectarla al Sistema de Distribución, pero que manifiesten expresamente que no desean participar como vendedores de energía eléctrica, deberán informar al Distribuidor involucrado de tal situación...Cumplido este requisito podrán operar en esta modalidad...”.