



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO -
SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL
ECUADOR”**

Autores:

Cotacachi Cabezas Whitney Tatiana

Sanchez Moreno Hugo Fernando

Tutor:

Ing. MSc. Barbosa Galarza José Efrén.

Ing. MSc. Freire Martínez Luigi Orlando.

Latacunga - Ecuador

Febrero 2018



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Cotacachi Cabezas Whitney Tatiana y Sanchez Moreno Hugo Fernando declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR”**, siendo el Ing. MSc. José Efrén Barbosa Galarza y el Ing. MSc. Luigi Orlando Freire Martínez nuestros tutores del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas todas las ideas, conceptos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Cotacachi Cabezas Whitney Tatiana
C.I. 210016507-1

.....
Sanchez Moreno Hugo Fernando
C.I.172288152-9



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR”, de Cotacachi Cabezas Whitney Tatiana y Sanchez Moreno Hugo Fernando de la carrera de Ingeniería en Electromecánica considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 16 de Marzo del 2018.

El Tutor

MSc. José Efrén Barbosa Galarza

Ing. MSc. Luigi Orlando Freire Martínez



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Whitney Tatiana Cotacachi Cabezas y Hugo Fernando Sanchez Moreno con el título de Proyecto de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR.**

han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 02 de Marzo del 2018

Para constancia firman:

Ing. Msc. Moreano Martínez Edwin Homero
CC: 050260750-0

Ing. Msc. Corrales Bastidas Byron Paúl
CC: 050234776-8

Herrera Martínez Yadira Araceli
CC: 050290485-7

Aval de Propuesta Tecnológica

Universidad Técnica de Cotopaxi

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Quien suscribe.

Ing. Adriana Elizabeth Mejia

Mejía **ADMINISTRADOR**

FORESTAL NOVOPAN DEL

ECUADOR S.A

Emito el presente aval de conformidad relacionado con la propuesta tecnológica titulada: "Implementación de un sistema de generación híbrido eólico - solar en la Hacienda Hospitalillo de la empresa Novopan del Ecuador"; presentada por los estudiantes Whitney Tatiana Cotacachi Cabezas y Hugo Fernando Sanchez Moreno.

En la actualidad las energías alternativas (renovables) se han convertido en proyectos innovadores dando paso a nuevas fuentes de abastecimiento eléctrico en lugares donde es muy difícil el acceso de redes eléctricas debido a su situación geográfica en la que se encuentran ubicadas.

Por tal motivo se ejecutó este proyecto con finalidad de implementar un sistema de generación, con el cual se producirá electricidad a partir de la radiación solar y de la fuerza del viento.

Los estudiantes realizaron los estudios de campo y la toma de datos necesarios para la adecuación de la estructura e implementación del sistema eólico- solar.

Como resultado del aporte de los estudiantes de implementar el sistema de generación, este se encuentra funcionando en óptimas condiciones y como estaba programado el proyecto brinda energía eléctrica a los habitantes de la hacienda.

Atentamente.



In. Adriana Elizabeth Mejia
Cj:17 5431246-8

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A mis tutores de tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación y especialmente a mis padres.

Whitney Tatiana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por siempre apoyarme en las decisiones que he tomado en mi vida y de esta manera ayudarme a cumplir mi meta tan anhelada que era llegar a ser ingeniero , a mi novia por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas para que me pueda formar como profesional, a los ingenieros que me impartieron sus conocimientos para que yo este día este completando mi formación académica, a mis tutores de tesis por tenerme paciencia y brindarme sus conocimientos para poder terminar con éxitos esta etapa de mi vida.

Hugo Fernando

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a Dios, por bendecirme y permitirme llegar hasta donde he llegado, a mis Padres que siempre han estado presente en los momentos difíciles de mi vida dándome su apoyo y por enseñarme que cada esfuerzo tiene al final su recompensa, a todas las persona que me dieron su cariño en esta ciudad y me trataron como a una hija y siempre creyeron en mí impulsándome a seguir adelante con mis estudios y a todos los docentes de la Universidad técnica de Cotopaxi por enseñarme a ser una profesional apta y productiva dentro de la sociedad.

Whitney Tatiana

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios que me ayudo a culminar una etapa más de mi vida dándome fuerzas para no desfallecer en los momentos difíciles que se me presentaban.

Con todo mi amor se la dedico a mi madre que es mi pilar, al siempre brindarme su apoyo, amor y consejos de manera incondicional para poder llegar a estas instancias en mis estudios.

A mi novia diana por siempre darme un consejo y motivarme a ser mejor cada día, a siempre ver el lado optimista de las cosas malas que me sucedían.

Hugo Fernando

ÍNDICE

1	INFORMACIÓN BÁSICA	1
2	DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1	TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.2	TIPO DE PROPUESTA ALCANCE.....	2
2.3	ÁREA DEL CONOCIMIENTO	2
2.4	SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.5	OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.6	SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA.....	3
2.7	HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES.....	4
2.8	OBJETIVO(S).....	4
2.9	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	5
3	MARCO TEÓRICO	6
3.1	Energía Renovable	7
3.1.1	Energía Eólica.....	7
3.1.2	Una instalación eólica aislada.....	8
3.2	Aerogenerador.....	8
3.2.1	Sistema de orientación de los aerogeneradores	10
3.2.2	Selección de un aerogenerador	10
3.2.3	Aerogenerador ZONHAN	10
3.2.4	Picos de Voltaje del aerogenerador	11
3.3	Estación meteorológica.....	13
3.3.1	Importancia del anemómetro	13
3.3.2	Anemómetro de rotación o de copelas	14
3.4	Estudió de la velocidad del viento	14
3.5	Energía Solar.....	16

3.5.1	Potencial del sol.....	17
3.5.2	Energía solar Fotovoltaica	17
3.5.3	Componentes de un panel solar	19
3.5.4	Célula fotovoltaica.....	20
3.5.5	Selección del panel solar o células fotovoltaicas.....	21
3.5.6	Estructura de soporte de los paneles solares.....	23
3.5.7	Angulo de inclinación.....	24
3.6	Medidor radiación solar	25
3.6.1	Piranómetro	25
3.6.2	Características de los piranómetros	26
3.7	Sistemas híbridos	27
3.8	El acumulador eléctrico	28
3.9	Regulador de carga	28
3.10	Inversor	31
3.10.1	Parámetros de un inversor	31
3.10.2	Parámetros que se deben tomar en cuenta del lado del voltaje continuo	32
3.10.3	Parámetros que se deben tomar en cuenta del lado de voltaje alterno	32
3.10.4	Características generales.....	33
3.10.5	Posición de conexión del inversor	33
3.10.6	Criterios de la selección de un inversor	34
4	METODOLOGÍA	34
4.1	METODO DE CAMPO	34
4.2	Velocidad del viento	35
4.3	Rosa de viento de Julio – Diciembre 2017	37
4.4	La demanda máxima del consumo de los artefactos de la Hacienda	38
4.5	Datos de la radiación solar	39
4.6	Cálculo de los paneles solares.....	41

4.7	Cálculo de las baterías	42
4.8	Selección del regulador de carga	43
4.9	Selección del inversor	44
4.10	Mano de obra	44
4.11	METODO EXPERIMENTAL.....	45
4.12	Selección de un aerogenerador	45
4.13	Selección de los paneles solares	45
4.15	Selección del regulador de carga	46
4.17	Implementación de la estructura	46
4.17.1	Cimiento de la estructura.....	46
4.17.2	Montaje de la torre de soporte	47
4.17.3	Torre del aerogenerador.....	47
4.18	Diagrama unifilar del sistema de generación eólico – solar.	48
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
6	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	54
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
8	REFERENCIAS.....	58

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA APLICADAS

TEMA: “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EOLICO SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR”.

Autores: Whitney Tatiana Cotacachi Cabezas

Hugo Fernando Sanchez Moreno

RESUMEN

La falta de energía eléctrica en el sector debido a la situación geográfica permitió a los investigadores realizar el presente proyecto que tiene como objetivo la implementación de un sistema de generación híbrido eólico - solar utilizando energías renovables, permitiéndose la transformación de la misma en energía eléctrica la cual abastece la demanda energética de manera continua que se necesita en la Hacienda Hospitalillo, para su realización el contenido científico está respaldado en base a una confiable fundamentación teórica. Al iniciar el estudio se tomó datos concretos de la velocidad del viento, por medio de una estación meteorológica, la cual arrojó información cada día, de las ráfagas de viento, turbulencias que existe en el lugar, la velocidad mínima es de 3.92 m/s y la velocidad máxima es de 22 m/s, a su vez se tomó datos de la radiación solar teniendo un valor mínimo de $234 W/m^2$ y un valor máximo de $1800 W/m^2$, se la obtuvo por medio de un instrumento conocido como piranómetro, cumpliendo con las características para la generación eléctrica.

De acuerdo con la información obtenida y al cálculo realizado de la demanda energética se llegó a la conclusión que se necesita un aerogenerador con una potencia de 750 W tipo horizontal modelo ZONHAN junto con dos paneles solares mono cristalinos cada uno con una potencia de 150 W, un inversor de 110 voltios alternos de 1500 W de potencia y 2 baterías de 30H102L, las cuales ayudan al sistema de carga. Con estos elementos se abastece las necesidades del sistema de generación eléctrica de la Hacienda Hospitalillo, toda la implementación se realizará en una torre a 12 metros de altura según (C.Figueredo, 2014), aprovechando los recursos de las energías renovables.

Palabras claves: Energías renovables, sistema hibrido eólico-solar, generación eléctrica.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACUTAD OF SCIENCES AND APPLIED ENGINEERING

THEME: "IMPLEMENTATION OF A WIND-SOLAR HYBRID GENERATION SYSTEM IN THE HACIENDA HOSPITALILLO OF NOVOPAN DEL ECUADOR COMPANY".

Authors: Whitney Tatiana Cotacachi Cabezas

Hugo Fernando Sanchez Moreno

ABSTRAC

The lack of electrical energy in the sector due to the geographical situation allowed the researchers to carry out the present project that has as objective the implementation of a wind - solar hybrid generation system using renewable energies, allowing the transformation of this into electrical energy. which supplies the energy demand in a continuous manner that is needed in the Hospitalillo Hospital, for its realization the scientific content is backed up on the basis of a reliable theoretical foundation. At the beginning of the study, specific data of the wind speed was taken, by means of a meteorological station, which gave information every day, of wind gusts, turbulence that exists in the place, the minimum speed is 3.92 m/s the maximum speed is 22 m/s, in turn data was taken from solar radiation having a minimum value of $234W/m^2$ and a maximum value of $1800W/m^2$, it was obtained through of an instrument known as pyranometer, complying with the characteristics for electric generation.

According to the information obtained and the calculation made of the energy demand, it was concluded that a wind turbine with a power of 750 W horizontal type ZONHAN model is needed together with two mono crystalline solar panels each with a power of 150 W, an inverter of 110 volts alternate of 1500 W of power and 2 batteries of 30H102L, which help the charging system. With these elements, the needs of the electrical generation system of the Hospitalillo Hacienda are met, the entire implementation will be carried out in a tower 12 meters high according to (C.Figueredo, 2014), taking advantage of the renewable energy resources.

Keywords

Renewable energies, wind-solar hybrid system, electric generation.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: Cotacachi Cabezas Whitney Tatiana y Sanchez Moreno Hugo Fernando, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR EN LA HACIENDA HOSPITALILLO DE LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 05 de Febrero del 2018

Atentamente,

Lic. Diana Karina Talpe Vergara
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1720080934

1 INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Srta. Whitney Tatiana Cotacachi Cabezas

Sr. Hugo Fernando Sanchez Moreno

TEMA APROBADO:

Implementación de un sistema de generación híbrido eólico - solar en la Hacienda Hospitalillo de la empresa Novopan del Ecuador.

CARRERA:

Carrera de Ingeniería en Electromecánica

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Ing. MSc. Raúl Reinoso.

EQUIPO DE TRABAJO:

Ing. MSc. José Efrén Barbosa Galarza.

Ing. MSc. Luigi Orlando Freire Martínez.

LUGAR DE EJECUCIÓN:

La implementación del proyecto tendrá lugar en el sector de Pifo, sur de Quito en la Hacienda Hospitalillo de la empresa Novopan.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

El proyecto empezó a realizarse el día miércoles 19 de abril del año 2017.

FECHA DE ENTREGA:

Febrero 2018.

LÍNEAS Y SUB LINEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

En esta línea de investigación se especificará a todas aquellas investigaciones que estén enfocadas al aprovechamiento de las energías alternativas y renovables ya sea que se encuentren en el sector industrial, agrícola o residencial.

Sub líneas de investigación de la carrera: Eficiencia energética en sistemas Electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

Al enfocarnos a las sub líneas de investigación de la carrera de Ingeniería Electromecánica, el proyecto cumple con los requerimientos ya que usa fuentes de energías renovables y de esta manera aprovechamos los recursos naturales para la obtención de energía reduciendo la contaminación del medio ambiente.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Producto.

2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

“Implementación de un sistema de generación híbrido eólico - solar en la Hacienda Hospitalillo de la empresa Novopan del Ecuador”.

2.2 TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

Productivo: la propuesta a realizarse es de origen productivo ya que se utilizara las energías renovables del viento (energía eólica) y del sol (energía solar), para generar electricidad en la Hacienda Hospitalillo, para esto se instalará equipos adecuados y de esta manera satisfacer la demanda de consumo del lugar.

2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Carrera de Electromecánica, Ingeniería Eléctrica y construcción.

2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En la Hacienda Hospitalillo se realizó la implementación de un sistema de generación híbrido eólico - solar, en donde se aprovecha las energías renovables libres de contaminación, por medio de la conversión se producirá energía eléctrica que abastecerá la demanda energética que necesitan los habitantes del lugar.

Para este proyecto se debe analizar las cargas junto con su demanda máxima y mínima de energía.

Este sistema es recomendable debido a que se usa tipos de energías inagotables, libres de contaminación, que proporcionan buena eficiencia.

2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1 Objeto de estudio

Sistema de generación híbrido eólico – solar

2.5.2 Campo de acción

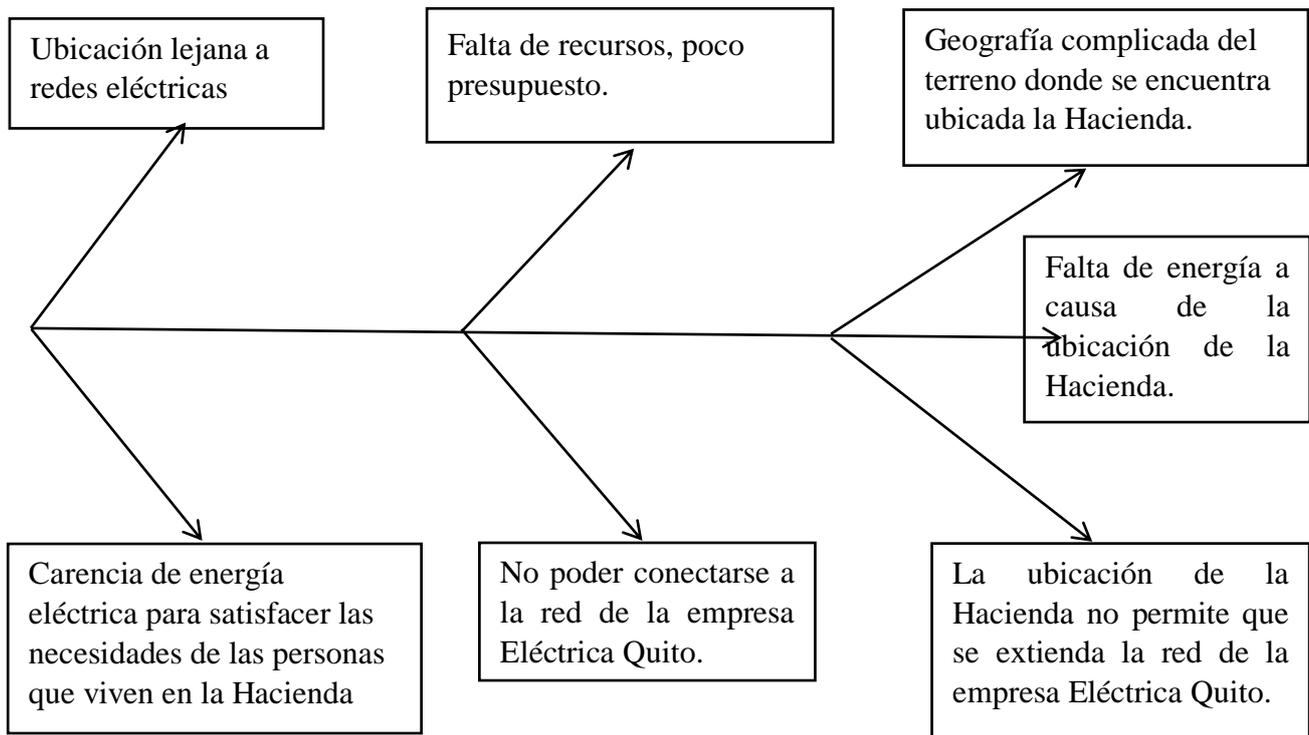
Las energías renovables se han convertido en una alternativa muy utilizada debido a la factibilidad que otorgan al momento de ser aprovechadas ya que son energías limpias que no contaminan el ambiente y tiene un gran potencial al cual se puede dar varios usos.

Los sistemas de generación son instalados dependiendo la velocidad del viento y la radiación solar, dicha energía renovable se transformará en energía eléctrica para ser aprovechada por los habitantes de la Hacienda.

2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1 ¿Cómo solucionar la falta de energía eléctrica en la Hacienda Hospitalillo mediante el empleo de energías renovables para abastecer la demanda energética del lugar?

2.6.2 Problema



2.7 HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES

Al implementar un sistema de generación híbrido eólico – solar, se satisface la demanda energética del sector.

2.8 OBJETIVO(S)

2.8.1 Objetivo general

Implementar un sistema de generación híbrido eólico – solar en la Hacienda Hospitalillo de la empresa Novopan del Ecuador S.A. utilizando la energía del sol y del viento que ayudaran a satisfacer la demanda energética que consume las cargas conectadas en el lugar.

2.8.2 Objetivos específicos

- Revisar la documentación bibliográfica para la búsqueda relevante de información escrita sobre la propuesta tecnológica a implementar.

- Realizar un análisis de cargas de la Hacienda Hospitalillo para conocer la demanda máxima de energía.
- Realizar las mediciones de la velocidad, ráfagas, dirección del viento y radiación solar para determinar las características de elementos a ser instalados en el sistema de generación.
- Implementar el sistema de generación híbrido eólico-solar de acuerdo a los requerimientos calculados para un óptimo y correcto funcionamiento.

2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

El objetivo de esta tabla es el análisis de cada una de las actividades, en la cual se representara los resultados de una parte de la actividad a realizarse.

Tabla 2.9. Resultados de las actividades a realizarse.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Revisar la documentación bibliográfica para la búsqueda relevante de información escrita sobre la propuesta tecnológica a implementar.	Investigación de diferentes referencias bibliográficas con respecto a los sistemas de generación híbridos eólico - solar.	Seleccionar los conceptos adecuados para la fundamentación teórica de la propuesta.	Revisión de conceptos de diferentes páginas de internet, libros y de tesis que estén relacionadas con el tema de la propuesta tecnológica.
Realizar un análisis de cargas de la Hacienda Hospitalillo para conocer la demanda máxima de energía.	Tomar datos de todos los equipos eléctricos a usarse en la hacienda.	Conocer la cantidad de energía que se va a usar en la hacienda.	Cálculo del consumo de las cargas obtenidas en la Hacienda.

Realizar las mediciones de la velocidad, ráfagas, dirección del viento y radiación solar para determinar las características de elementos a ser instalados en el sistema de generación.	Toma de datos de la velocidad del viento durante varias semanas en diferentes partes de la Hacienda y la verificación de la potencia que cada panel solar produce para su correcta utilización.	Conocer la dirección a la cual es más eficiente la velocidad del viento y la radiación solar para la implementación del sistema.	Mediciones que se realizó en el transcurso de 6 meses con el anemómetro. La utilización de un Pirómetro para la toma de lecturas de la radiación solar.
Implementar el sistema de generación híbrido eólico - solar de acuerdo a los requerimientos calculados para un óptimo y correcto funcionamiento.	Verificar la altura adecuada a la que será instalado el aerogenerador para evitar la presencia de flujo de aire turbulento, lugar y ángulo de inclinación a la cual se instalaran los paneles solares.	Conocer el lugar exacto donde tengamos una adecuada velocidad del viento y radiación solar para que funcione correctamente el sistema de generación eólico – solar.	Colocación de la torre de 12 m de altura, la cual está sujeta por 6 tensores que ayudan a soportando el peso del aerogenerador y los fuertes vientos, y la instalación de los paneles solares los cuales estarán conectados en paralelo para aumentar la carga de la Hacienda.

Fuente: Los autores.

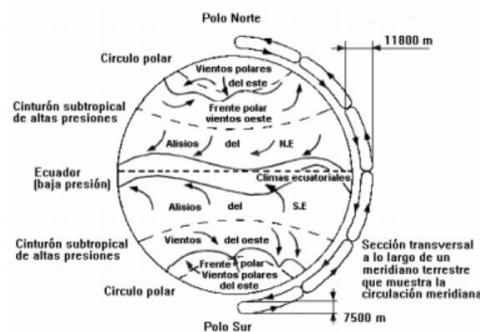
3 MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Según (J.Moncada, 2004). En el caso de Ecuador, los vientos se producen debido a las diferencias térmicas en los valles, en la zona de los Andes o en las zonas costeras. Estos antecedentes confirman el hecho de que existen vientos que pueden ser utilizados en

beneficio de la generación energética del país. La energía eólica es aquella que podemos obtener de la energía producida por la fuerza del viento. El viento es uno de los recursos más atractivos, a pesar de su naturaleza intermitente y variable, como se muestra en la siguiente figura. La utilización del viento como una fuente de energía ha sido tema de interés en todo el mundo en la última década. La energía eólica es un recurso muy variable, tanto en el tiempo como en el lugar, pudiendo cambiar mucho en distancias muy reducidas. En general, las zonas costeras y las cumbres de las montañas son las más favorables y mejor dotadas para el aprovechamiento del viento con fines energéticos.

Figura 3. Distribución de vientos a escala global.



Fuente. (J.Moncada, 2004).

3.1 Energía Renovable

Cada vez es más evidente que las energías renovables son la mejor solución energética, ya que tienen muchas ventajas (son limpias, renovables y pueden ayudarnos a conseguir un desarrollo armónico y equilibrado, respetuoso con el medio ambiente) por lo tanto. (Rosero, 2012) afirma: Las energías renovables se perciben como fuentes que tendrán una participación creciente en la satisfacción de la demanda energética futura, sustituyendo energías fósiles no renovables, que son en parte importadas.

3.1.1 Energía Eólica

Energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia. Según (A.L.Neumann, 2002) dice: La energía eólica supone actualmente una fuente de energía renovable, competitiva con otras fuentes de energía renovables e incluso con las tradicionales no renovables. Actualmente se encuentra en rápida expansión y dispone de una tecnología madura (pág.7).

Según (Soliclima, 2016) dice: La energía eólica es la que más futuro parece tener de todas las renovables, junto con la energía solar. Se pueden utilizar, igual que la energía solar fotovoltaica, para generar electricidad doméstica en zonas aisladas donde no existe conexión a la red nacional, o para vender a la compañía eléctrica. En nuestro caso se utilizará:

3.1.2 Una instalación eólica aislada

Genera electricidad en lugares remotos y se lo utiliza para auto consumo, a estas instalaciones es muy común utilizarlas con paneles solares.

Figura 3.1.2. Generador Eólico.



Fuente: (MEER, 2013).

3.2 Aerogenerador

Las turbinas de viento se pueden separar en dos tipos básicos determinados por el eje en el que giran. Las turbinas de viento que giran alrededor de un eje horizontal son las más comunes (como un molino de viento), mientras que las turbinas eólicas de eje vertical se utilizan con menos frecuencia (Savonius y Darrieus son las más comunes en el grupo), en

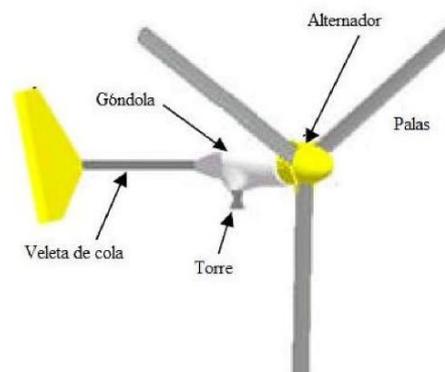
nuestro caso utilizaremos la turbina eólica de eje horizontal. Según (Cemaer, 2015) dice: Las turbinas eólicas de eje horizontal, son el estilo común. Tiene un diseño similar a un molino de viento, que puede tener una, dos o tres palas o cuchillas que se parecen a una hélice que giran en el eje horizontal.

Las turbinas eólicas de eje horizontal tienen el eje del rotor principal y el generador eléctrico en la parte superior de una torre, y deben estar apuntando al viento. Las pequeñas turbinas están señaladas por una veleta sencilla y un rotor (aspas), mientras que las grandes turbinas generalmente utilizan un sensor de viento junto con un servo motor para activar la turbina en el viento. La mayoría de las turbinas eólicas grandes tienen una caja de cambios, lo que convierte la lenta rotación del rotor en una rotación más rápida que es más adecuada para impulsar un generador eléctrico.

La turbina está generalmente apuntando en contra del viento de la torre, los álabes de la turbina de viento se hacen rígidos para evitar que las cuchillas sean empujadas en la torre por los fuertes vientos. Además, las palas se colocan a una distancia considerable delante de la torre y, a veces se inclinan un poco.

Se han construido turbinas que apuntan a la dirección del viento, a pesar del problema de la turbulencia, ya que no necesitan un mecanismo adicional para mantenerlas en línea con el viento. Además, en los fuertes vientos las cuchillas se doblan lo que reduce su área de barrido y por tanto su resistencia al viento. Dado que la turbulencia conduce a fallos por fatiga, y la fiabilidad es tan importante, la mayoría de HAWT son máquinas contra el viento.

Figura 3.2. Aerogenerador de eje horizontal.



Fuente: (Cemaer, 2015).

3.2.1 Sistema de orientación de los aerogeneradores

Según (Cemaer, 2015) dice: se dispone de una veleta en la cola para la orientación del rotor que se realiza de forma mecánica, es decir el viento ejerce un par de fuerzas que se mantenga en el plano de giro del rotor perpendicular a la dirección del viento. El aerogenerador cuenta con un sistema de control que se ubica en la base de la torre que sirve como punto de conexión central para los componentes eléctricos.

3.2.2 Selección de un aerogenerador

Se debe calcular la energía que genera un aerogenerador, lo cual resulta lógico pues es el indicador que decide si es factible instalar o no el equipo. También decidir dónde va a ir ubicado el aerogenerador este se lo hace tomando como referencia los datos de disponibilidad del viento, así como determinar la cantidad de energía que el aerogenerador puede generar, para conocer si satisface las necesidades energéticas que se plantea.

Para realizar este cálculo, se debe conocer la distribución de frecuencias del viento y la curva de potencia del aerogenerador. Pero cuando no contamos con estos datos empleamos un procedimiento conocido como el método del área de barrido. Con este método podremos calcular con rapidez la energía anual producida (EAP) por un aerogenerador. Es empleado en los pequeños aerogeneradores, en los que la potencia no sobrepasa los 10 KW.

3.2.3 Aerogenerador ZONHAN

Se escogió el aerogenerador ZONHAN ya que son ideales para generar energía eléctrica donde no existe la red pública, como por ejemplo en el campo, en la playa y en lugares remotos. Cada aerogenerador viene con su controlador de carga y disipador de energía. El funcionamiento de este equipo es:

Las grandes palas (aspas) de la hélice convierten la energía del viento en energía rotativa. Un generador con imanes permanentes conectado al eje principal convierte esta energía en electricidad trifásica con un voltaje que varía según los modelos entre 12VAC hasta 480VAC. La energía trifásica se rectifica en un controlador de carga (Charge Controller) que viene

conjunto con el aerogenerador. La energía de corriente continua ahora es apta para recargar una banca de baterías de ciclo profundo. El método de la recarga es de voltaje continuo con adaptación de la corriente, lo que es la forma recomendada para baterías de plomo ácido. La capacidad de la banca de batería depende de la potencia del equipo y puede alcanzar hasta 80 baterías de 200Ah cada uno. Cuando la banca de batería está cargada y ya no puede acumular más energía el controlador de carga automáticamente envía la energía eléctrica a un disipador de energía (Dump Load), que es principalmente una resistencia que se calienta. Esto es importante para “frenar” el aerogenerador pues es un sistema de freno eléctrico. El disipador de energía igual viene conjunto con el aerogenerador. Opcionalmente existe en algunos controladores la posibilidad de ingresar la energía de un sistema fotovoltaico. Así en forma muy sencilla se puede realizar su proyecto híbrido de generación solar - eólico. Cuando haya vientos muy fuertes el aerogenerador vira su hélice afuera del viento (side furling). Esto debido a su diseño especial no simétrico de la colocación de la cola del aerogenerador. Para utilizar la energía acumulada normalmente se utiliza un inversor/conversor que convierte la energía de corriente continua a energía eléctrica alterna de 110VACo 220VAC.

Figura 3.2.3. Aerogenerador ZONHAN.



Fuente: (Scribd, Aerogeneradores ZONHAN, 2014).

3.2.4 Picos de Voltaje del aerogenerador

Los Picos de Voltaje (Transientes o Transitorios) involucran un incremento repentino de gran magnitud en el nivel de voltaje, pero de muy poca duración (nanosegundos, microsegundos).

Son de tipo unidireccional -positivo o negativo- y con gran poder destructivo para los equipos electrónicos conectados a la red eléctrica.

Según (Nuria, 2016) dice: Dado que los aerogeneradores se encuentran expuestos a los daños que ocasiona la naturaleza, y a una altura considerable se puede enumerar las principales causas y consecuencias que generan el pico de voltaje.

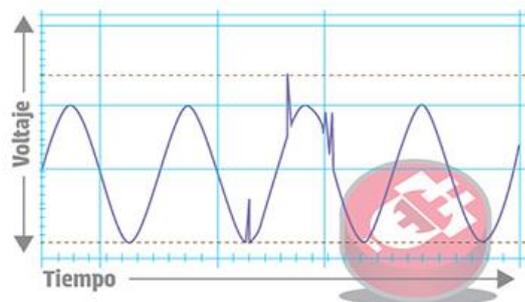
3.2.4.1 Causas principales de los Picos de Voltaje

1. Fallas en la red eléctrica de la compañía suministradora.
2. Descargas atmosféricas.
3. Conexión de bancos de capacitores.
4. Cierre de cargas de gran magnitud.

3.2.4.2 Daños y Consecuencias

- Si no se cuenta con una correcta instalación puesta a tierra, las consecuencias pueden ser devastadoras.
- Estos picos se pueden desplazar directamente a los circuitos y equipo sensible dañándolo contundentemente.
- También se pueden presentar picos de “baja” magnitud los cuales provocan el reseteo de maquinaria industrial, bloqueo de programas, daño en controladores de velocidad de motores (drives) y daño en el aislamiento de cualquier equipo eléctrico.

Figura 3.2.4. Voltajes pico de un aerogenerador.



Fuente: (Nuria, 2016).

3.3 Estación meteorológica

El anemómetro o anemógrafo es un aparato meteorológico que se usa para la predicción del clima y específicamente para medir la velocidad del viento. Así mismo es uno de los instrumentos de vuelo básico en el vuelo de aeronaves más pesadas que el aire.

(Claudia, 2011) afirma: En meteorología, se usan principalmente los anemómetros de cazoletas o de molinete, especie de diminuto molino de tres aspas con cazoletas sobre las cuales actúa la fuerza del viento; el número de vueltas puede ser leído directamente en un contador o registrado sobre una banda de papel (anemograma), en cuyo caso el aparato se denomina anémona. Aunque también los hay de tipo electrónicos.

Figura 3.3. Estación meteorológica.



Fuente: (Galvan, 2013).

3.3.1 Importancia del anemómetro

El anemómetro registra continuamente la dirección del viento (m/s), y registra ambos valores en dependencia del tiempo, del recorrido del viento y el tiempo, puede obtenerse sin dificultad la velocidad media de cada intervalo de tiempo de observación.

Consta de una veleta que determina la dirección del viento. El recorrido del viento es medido por la estrella de cazos situado encima de la veleta. En la veleta están apoyados fiablemente, bajo la influencia de la presión del viento gira la estrella con un número de revoluciones dependientes de la presión y esto determina la velocidad del viento.

3.3.2 Anemómetro de rotación o de copelas

Según (Galvan, 2013) dice: El anemómetro de rotación está dotado de cazoletas (Robinson) o hélices unidas a un eje central cuyo giro, proporcional a la velocidad del viento, es registrado convenientemente, en los anemómetros magnéticos, dicho giro activa un diminuto generador eléctrico que facilita una medida precisa.

3.4 Estudió de la velocidad del viento

De acuerdo (MEER, 2013) existen: Vientos suficientes para generar unos 210,18 GW/h de electricidad anualmente con una velocidad mayor a 7 m/s. a nivel nacional. La energía eólica constituye una verdadera apuesta del país por aprovechar sus recursos en armonía con la naturaleza y generando beneficios sociales, de acuerdo al Plan Nacional del Buen Vivir.

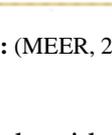
Actualmente existen proyectos eólicos se encuentran en funcionamiento en el país:

Villonaco, en la cordillera andina de la provincia sureña de Loja, que genera 16 MW, San Cristóbal que genera 4 MW y el proyecto Baltra-Santa Cruz que genera 4 MW, ubicados en Galápagos, cuya importancia radica en la disminución de quema de diésel en el parque nacional.

En la presente tabla se muestra los valores a conocer de las velocidades del viento en ciertos meses del año, es una guía de proximidades de los valores que se obtienen del sector en las temporadas del año ya que presentan un margen de error y con la finalidad de presentar exactitud en nuestras mediciones se obtendrá dos tablas de las tomas de datos de las velocidades del viento que se dan en el sector en donde vamos a implementar nuestro proyecto.

Los valores que se obtendrán se realizarán con la ayuda de un anemómetro, así analizaremos la ubicación exacta del aerogenerador y las fechas en las cuales obtendremos mayor velocidad del viento.

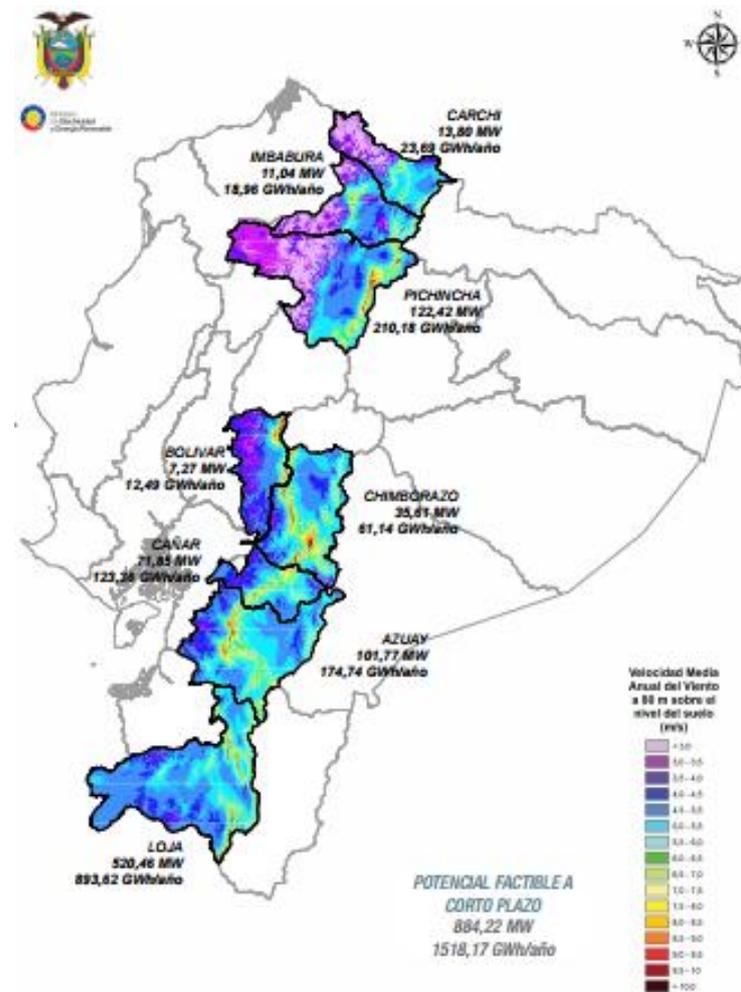
Tabla 3.4. Potencial eólico en el Ecuador.

POTENCIAL BRUTO									
PROVINCIA	POTENCIAL INSTALABLE					INTEGRACIÓN ACUMULADA			
	RANGO VELOCIDAD m/s	ÁREA (km ²)	POTENCIA INSTALABLE (MW)	FACTOR DE CAPACIDAD	ENERGÍA ANUAL (GWh/año)	VIENTO (m/s)	ÁREA (km ²)	POTENCIA INSTALABLE (MW)	ENERGÍA ANUAL (GWh/año)
	7,0 - 7,5	1,24	3,72	0,20	6,39	> 7	4,60	13,80	23,69
	7,5 - 8,0	1,56	4,68	0,25	10,04	> 7,5	3,36	10,08	21,63
	8,0 - 8,5	0,96	2,88	0,30	7,42	> 8	1,80	5,40	13,91
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57
	7,0 - 7,5	2,46	7,39	0,20	12,68	> 7	6,32	18,96	32,54
	7,5 - 8,0	1,75	5,24	0,25	11,26	> 7,5	3,86	11,57	24,83
	8,0 - 8,5	1,47	4,40	0,30	11,34	> 8	2,11	6,32	16,28
	> 8,5	0,64	1,92	0,35	5,77	> 8,5	0,64	1,92	5,77
	6,5 - 7,0	0,39	1,16	0,20	1,99	> 6,5	41,19	123,58	212,18
	7,0 - 7,5	21,25	63,76	0,20	109,48	> 7	40,81	122,42	210,18
	7,5 - 8,0	12,01	36,02	0,25	77,31	> 7,5	19,55	58,65	125,88
	8,0 - 8,5	5,08	15,23	0,30	39,23	> 8	7,54	22,63	58,29
	> 8,5	2,47	7,40	0,35	22,23	> 8,5	2,47	7,40	22,23
	7,0 - 7,5	2,51	7,54	0,20	12,95	> 7	5,99	17,98	30,87
	7,5 - 8,0	1,84	5,52	0,25	11,85	> 7,5	3,48	10,44	22,41
	8,0 - 8,5	0,80	2,40	0,30	6,18	> 8	1,64	4,92	12,67
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57
	6 - 6,5	4,48	13,44	0,20	23,08	> 6	5,34	16,02	27,51
	6,5 - 7,0	0,71	2,13	0,20	3,66	> 7	0,86	2,58	4,43
	7,0 - 7,5	0,15	0,45	0,25	0,97	> 7,5	0,15	0,45	0,97
	7,0 - 7,5	1,02	3,05	0,20	5,23	> 7	2,42	7,27	12,49
	7,5 - 8,0	0,48	1,44	0,25	3,09	> 7,5	1,41	4,22	9,07
	8,0 - 8,5	0,48	1,44	0,30	3,71	> 8	0,93	2,78	7,17
	> 8,5	0,45	1,34	0,35	4,04	> 8,5	0,45	1,34	4,04
	7,0 - 7,5	14,97	44,91	0,20	77,10	> 7	30,60	91,80	157,62
	7,5 - 8,0	8,97	26,92	0,25	57,78	> 7,5	15,63	46,90	100,65
	8,0 - 8,5	4,58	13,75	0,30	35,42	> 8	6,66	19,97	51,44
	> 8,5	2,07	6,22	0,35	18,68	> 8,5	2,07	6,22	18,68
	7,0 - 7,5	11,50	34,49	0,20	59,21	> 7	23,95	71,85	123,36
	7,5 - 8,0	7,09	21,26	0,25	45,82	> 7,5	12,45	37,36	80,18
	8,0 - 8,5	3,16	9,47	0,30	24,39	> 8	5,37	16,10	41,48
	> 8,5	2,21	6,63	0,35	19,94	> 8,5	2,21	6,63	19,94

Fuente: (MEER, 2013).

La información obtenida y en referencia a las siguientes mediciones las realizamos con el instrumento llamado anemómetro el cual nos ayudó con el valor de la velocidad del viento para así saber si es o no factible el proyecto de implementar un aéreo generador, teniendo en cuenta que en el lugar donde de una medición de 5 m/s. Es el adecuado para continuar con el proyecto y que no existan corrientes turbulentas de viento.

Figura 3.4. Mapa Potencial Eólico del Ecuador.



Fuente: (MEER, 2013).

3.5 Energía Solar

Otro de los recursos renovables que está siendo utilizado para la generación de energía eléctrica es el sol, esta energía es captada de manera directa por sistemas que están diseñados específicamente para este objetivo. (María, 2009) afirma:

La energía solar es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión, en los cuales los átomos de hidrógeno se convierten en helio. Parte de esta energía llega a la Tierra a través del espacio mediante la radiación solar, o en partículas de energía llamados fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. Esta

energía puede ser aprovechada de diferentes modos, ya sea produciendo calor o electricidad. El calor se logra mediante los colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados paneles o módulos fotovoltaicos. La energía solar varía de un lugar a otro dependiendo de factores geográficos, época del año y condiciones de la atmósfera local. La información de la energía solar en diferentes lugares de un determinado país, es recolectada por el servicio meteorológico. (pág.54).

3.5.1 Potencial del sol

El sol es la fuente de casi toda la energía terrestre. Él permite la fotosíntesis que transforma la energía de los rayos solares en energía química, indispensable para la vida vegetal y animal. Según (Nandwani, 2005) afirma: La potencia solar que recibe el planeta Tierra (fuera de la atmósfera) es cerca de 173×10^{12} KW o una energía de 15×10^{17} KWh por año. Al atravesar la atmósfera, cerca de 53% de esta radiación es reflejada y absorbida por el nitrógeno, oxígeno, ozono, dióxido de carbono, vapor de agua, polvo y las nubes. Por lo tanto al pasar esta radiación por una distancia de 150 millones de Km, se reduce esta cantidad y el final planeta recibe energía promedio a 3×10^{17} KWh al año, equivalente a 4000 veces el consumo del mundo entero en un año (7×10^{13} KWh/año), lo cual nos indica la enorme potencia del Sol. Además de aprovecharla, de manera natural (vientos, evaporación de los mares para energía hidroeléctrica, fotosíntesis para la producción de biomasa, gradiente térmico de los mares, etc.), la energía solar se puede convertir en energía calórica y energía eléctrica, y por lo tanto se la utiliza para todos los usos donde pueda funcionar cualquier otra fuente convencional de energía.

3.5.2 Energía solar Fotovoltaica

Esta energía la obtenemos por medio de paneles solares fotovoltaicos expuestos al Sol. Esta energía es a nivel mundial la más difundida para electrificación en zonas remotas donde la red pública no ha llegado. La energía solar fotovoltaica en un enfoque económico, es la más viable para la generación de electricidad en zonas remotas como las que existen en Perú y Ecuador. La investigación realizada por (CONELEC, 2008) nos dice : El Ecuador es un país con características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas que le confieren un elevado potencial de energías renovables y limpias, las

cuales no pueden quedar al margen del Inventario de los Recursos Energéticos para Producción Eléctrica (pág. 41).

Según (CONELEC, 2008) dice: Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la insolación, produce energía eléctrica en condiciones de ser aprovechada por el hombre. Este sistema para su correcto funcionamiento consta de los siguientes elementos:

- Un generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la insolación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 o 24 V).
- Un acumulador, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Un inversor (opcional), que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V. Una instalación solar fotovoltaica sin inversor, utiliza una tensión de 12Vcc. Una instalación solar fotovoltaica con inversor, utilización a 220 Vca. Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador hay dos opciones: sacar una línea directamente de este para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 o 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 220 V a través de un inversor.

Figura 3.5.2. Energía Solar Fotovoltaica.



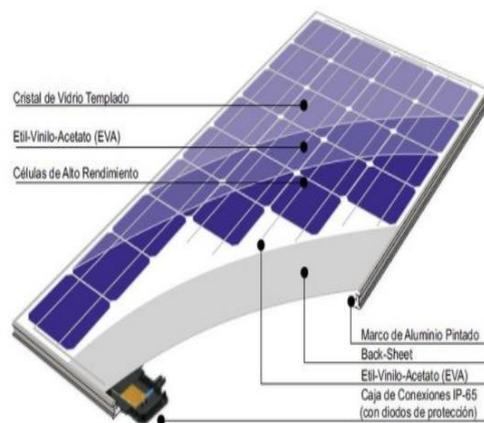
Fuente: (L.Merino, 2016).

3.5.3 Componentes de un panel solar

3.5.3.1 Cubierta de vidrio: Es de vidrio templado y antirreflectante con cualidades de transmisión de luz a más de 90%, resistente a la abrasión e impactos de la naturaleza.

Está cubierta reduce significativamente el reflejo, de manera que entra más luz en la célula solar, lo cual se traduce en una mayor conversión de potencia.

Figura 3.5.3.1. Cubierta de Vidrio.



Fuente: (S.Eliseo, 2016).

3.5.3.2 Marco de aluminio o de acero inoxidable: Se usan tornillos y anclajes para asegurar la rigidez del panel en sí.

3.5.3.3 Células solares: las células solares es el corazón del módulo, es la razón de su calidad colada en filas y columnas, las células solares están hechas de un material químico que abunda en la corteza terrestre conocido como silicio.

3.5.3.4 Plancha base: consiste en una simple estructura en forma de caja, esta puede ser de madera, aluminio o de vidrio y su tamaño varía de acuerdo al número y tamaño de las células.

3.5.3.5 Caja de terminales: es una pequeña caja que va asegurada en la parte posterior del panel y cuenta con bornes de salida para la conexión del panel con otros como la batería, el regulador o carga directa de consumo, debe ser resistente a cambios climáticos rigurosos.

Figura 3.5.3.5. Caja de terminales.



Fuente: (S.Eliseo, 2016).

3.5.3.6 Diodo de protección: Se encarga de proteger los paneles para que el flujo de corriente eléctrica se dirija en una sola dirección, es decir a donde se le indique menos retorno a las células solares o a los paneles.

3.5.4 Célula fotovoltaica

Las células fotovoltaicas o paneles son solo una forma de generar electricidad a partir de energía solar. Ellos no son los más eficientes, pero son los más convenientes a utilizar en una escala pequeña y mediana. (facts, 2018) afirma:

La tecnología fotovoltaica busca convertir directamente la radiación solar en electricidad. Basada en el efecto fotoeléctrico, en el proceso emplea unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas, los cuales son semiconductores sensibles a la luz solar; de manera que cuando se expone a esta, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras. Los componentes de un sistema fotovoltaico dependen del tipo de aplicación que se considera (conectada o no a la red) y de las características de la instalación. Una instalación fotovoltaica aislada está formada por los equipos destinados a producir, regular, acumular y transformar la energía eléctrica. Existen tres tipos de placas fotovoltaicas:

3.5.4.1 Silicio Policristalino: Las células son efectivamente una reducción de corte de un bloque de silicio, compuesto de un gran número de cristales. Poco menos eficiente y un poco menos costosa que las células monocristalinas y otra vez deben ser montados en un marco rígido.

3.5.4.2 Células amorfas: Estas son manufacturadas mediante la colocación de una fina capa de amorfo (no cristalino) de silicio sobre una amplia variedad de superficies. Estos son los menos eficiente y menos costoso de producir de los tres tipos. Debido a la naturaleza amorfa de la capa fina, es flexible, y si se fabrica sobre una superficie flexible, el panel solar entero puede ser flexible.

Una característica de las celdas solares amorfas es que su potencia se reduce con el tiempo, especialmente durante los primeros meses, después de los cuales son básicamente estables. La salida de la cita de un grupo amorfo que se produce después de esta estabilización.

3.5.4.3 Células monocristalinas: Que se cortan de un solo cristal de silicio que son efectivamente una rebanada de un cristal. En apariencia, que tendrá una textura suave y usted será capaz de ver el grosor de la rebanada. Estos son los más eficientes y los más caros de producir. También son rígidos y deben ser montados en una estructura rígida para su protección.

Figura 3.5.4.3. Células monocristalinas.



Fuente: (Thomas, 2008).

3.5.5 Selección del panel solar o células fotovoltaicas

Al tratarse de los paneles solares, la selección de los mismos es muy sencilla ya que la tecnología ha llegado a un punto en el que todos los paneles solares, siempre y cuando procedan de un fabricante de calidad, tendrá un gran rendimiento de producción. Hay algunas opciones para elegir, pero en nuestro caso escogimos el panel solar de celdas monocristalinas en referencia a las complicaciones que se pueda dar en la Hacienda.

(Thomas, 2008) afirma: Las células monocristalinas destacan por estar fabricadas con silicio de muy alta pureza. Por esta razón, este tipo de celdas de color negro son las más eficientes, también en términos de espacio, lo que se traduce en la práctica en instalaciones más pequeñas. Con el mayor nivel de eficiencia del mercado, que puede alcanzar el 20%, las células monocristalinas son las más adecuadas para su instalación en zonas donde la exposición a la luz solar no es muy alta por su alto rendimiento en estas condiciones.

La larga vida útil de este tipo de células, con garantías en muchos casos de 25 años y capacidad para funcionar hasta 50, pero un factor a considerar es el alto precio de las células monocristalinas, que requieren de más silicio que las policristalinas. Pero tienen un buen comportamiento en situaciones de baja exposición lumínica, como por ejemplo en días nublados. Los paneles solares son el componente clave en una instalación de energía solar fotovoltaica, son los encargados de convertir la luz solar en energía eléctrica. Las células solares monocristalinas están hechos de silicio, que es un mineral abundante, resistente y de larga duración, cuanto más perfecta sea la estructura cristalina, menos impurezas tendrá el panel y por tanto, su rendimiento será mayor.

3.5.5.1 Fabricación de Paneles monocristalinos

Las células de silicio monocristalinas se fabrican a partir de Ingots (bloques de silicio cilíndricos). Se cortan los cuatro lados del cilindro, con lo que se derrocha abundante silicio y se hacen láminas con bordes redondeados. Por tanto, los cristales tienen una pureza elevada, lo que provoca que el rendimiento de cada celda aumente.

3.5.5.2 Color del panel monocristalino

Puede ser un factor que resulta determinante en la toma de decisiones, al igual que la procedencia de los paneles. Las células monocristalinas tienden a aparecer más oscuras en color, a menudo negro o gris oscuro.

3.5.5.3 Limitaciones de espacio

En caso de que el espacio de tu cubierta sea limitado, deberías elegir paneles monocristalinos ya que tienen una elevada eficiencia. De este modo, tu producción energética al igual que tu ahorro será mayor. Los módulos monocristalinos se pueden reconocer por su color uniforme y aspecto, que indican la alta pureza del silicio.

3.5.5.4 Ventajas y desventajas de los módulos monocristalinos

Una ventaja de los paneles solares monocristalinos es que tienen la mayor tasa de eficiencia (por lo general alrededor del 15-20%), también los módulos mono son eficientes en cuanto a espacio. Debido a que estos módulos ofrecen una mayor potencia de salida, requieren una menor cantidad de espacio en comparación con otros paneles solares, tienen una larga vida útil y la mayoría de los fabricantes ofrecen una garantía de 25 años en sus paneles solares mono y su desempeño es mejor que otros tipos de módulos solares en condiciones de poca luz.

La desventaja es que los módulos monocristalinos son los más caros y si están cubiertos de tierra o nieve, todo el sistema se ve afectado.

3.5.5.5 Características de los módulos monocristalinos

Cuanto más grande y más puro sea el cristal, más eficientes serán las células solares. Como resultado, los módulos monocristalinos son alrededor de 10% a 15% más eficientes energéticamente que sus homólogos de poli.

Los paneles solares mono, son perfectos para techos pequeños o propiedades con espacio limitado. Dado que los módulos monocristalinos son muy eficientes, obtendrá más potencia en la misma superficie. Además, estos tipos de paneles tienen un coeficiente de temperatura más bajo que los módulos de poli. Los módulos monocristalinos son más caros que los módulos de poli, pero ocupan menos espacio.

3.5.6 Estructura de soporte de los paneles solares

Una parte importante de un sistema de generación de electricidad solar es la estructura de soporte de los paneles. (Cindario, 2010) asegura: Que los paneles pueden colocarse con el ángulo de inclinación correcto en dirección al sol y brinden seguridad a la instalación. El conjunto constituido por la estructura de soporte y los paneles deberá ser capaz de cumplir con los siguientes requerimientos:

a) Soportar vientos fuertes de 100 o hasta 150 km/h.
b) El material debe ser resistente a la corrosión. Los mejores resultados son los obtenidos con acero galvanizado y aluminio anodizado.
c) Solo acero inoxidable deberá usarse en cierres.
d) Todo el soporte deberá estar conectado a una tierra común que cumpla con la regulación de bajos voltajes.

3.5.6.1 Ubicación

La ubicación del módulo deberá ser en un sitio despejado, que esté libre de objetos o árboles que puedan provocar sombras, lo más cerca al lugar donde desea instalar el sistema (lámparas o aparatos). Puede ser sobre un poste metálico o de madera, o sobre el techo de la casa, si este lo permite.

3.5.6.2 Orientación

Un panel solar genera electricidad incluso en ausencia de luz solar directa. Por ende, un sistema solar generará energía aun con cielo nublado. Sin embargo, las condiciones óptimas de operación implican: la presencia de luz solar plena y un panel orientado lo mejor posible hacia el sol, con el fin de aprovechar al máximo la luz solar directa todo el año. En el Hemisferio Norte, el panel deberá orientarse hacia el sur y en el Hemisferio Sur, hacia el norte.

Por lo tanto, en la práctica, los paneles solares deberán ser colocados en ángulo con el plano horizontal (inclinados). Cerca del ecuador, el panel solar deberá colocarse ligeramente inclinado (casi horizontal) para permitir que la lluvia limpie el polvo.

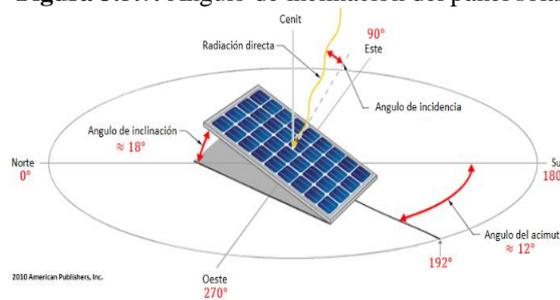
Una pequeña desviación en la orientación no influye significativamente en la generación de electricidad, ya que durante el día el sol se traslada en el cielo de este a oeste.

3.5.7 Angulo de inclinación

El sol se desplaza en el cielo de este a oeste. Los paneles solares alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con este a

mediodía. Por lo general, los paneles solares se colocan sobre un techo o una estructura, tienen una posición fija y no pueden seguir la trayectoria del sol en el cielo. Por lo tanto, no estarán orientados hacia el astro con un ángulo óptimo (90 grados) durante toda la jornada. El ángulo entre el plano horizontal y el panel solar se denomina ángulo de inclinación. Debido al movimiento terrestre alrededor del sol, existen también variaciones estacionales. En invierno, el sol no alcanzará el mismo ángulo que en verano. Idealmente, en verano los paneles solares deberían ser colocados en posición ligeramente más horizontal para aprovechar al máximo la luz solar. Sin embargo, los mismos paneles no estarán, entonces, en posición óptima para el sol del invierno, ver figura. Con el propósito de alcanzar un mejor rendimiento anual promedio, los paneles solares deberán instalarse en un ángulo fijo, determinado en algún punto entre los ángulos óptimos para el verano y para el invierno.

Figura 3.5.7. Angulo de inclinación del panel solar.



Fuente: (Cindario, 2010).

Algunos fabricantes recomiendan que se debe encontrar el punto de producción adecuada en el invierno, con lo que se logrará una generación óptima el resto del año. El ángulo de inclinación es medido entre el panel solar y el plano horizontal, Cada latitud presenta un ángulo de inclinación óptimo. Los paneles deben colocarse en posición horizontal únicamente en zonas cercanas al ecuador.

3.6 Medidor radiación solar

3.6.1 Piranómetro

Un Piranómetro (también llamado solarímetro y actinómetro) es un instrumento meteorológico utilizado para medir de manera muy precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra. Se trata de un sensor diseñado para medir la

densidad del flujo de radiación solar (kilovatios por metro cuadrado) en un campo de 180 grados.

Generalmente se utilizan tres medidas de radiación: semiesférica total, difusa y directa. Para las medidas de radiación difusa y semiesférica la radiación directa se suprime utilizando un disco parasol. El principio físico utilizado generalmente en la medida es un termopar sobre el que incide la radiación a través de dos cúpulas semiesféricas de vidrio. Las medidas se expresan en KW/m².

Según (Pavón, 2014) dice: Un Piranómetro, también llamado solarímetro o actinómetro, es un instrumento de medición usado en meteorología, que sirve para medir la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra, es decir, mide la densidad del flujo de radiación solar en un campo de 180 grados. Los Piranómetro que llevan acoplado un dispositivo capaz de registrar, gráfica o digitalmente, la radiación solar incidente, se denominan piranógrafos o actinógrafos.

3.6.2 Características de los piranómetros

Los pirómetros, también llamados polarímetros o actinómetros, son instrumentos de medición usados en meteorología, que sirven para medir la radiación solar que llega a la superficie terrestre, de tal manera que miden la densidad del flujo de radiación solar en un campo de 180 grados.

El nombre del pirómetro es proveniente del griego pyr -fuego, ano -arribá y metro -medir. Se trata de un aparato diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar (kilovatios por metro cuadrado) en un área que abarca un ángulo de 180° en torno al aparato.

Los piranógrafos o actinógrafos, son un tipo de piranómetros que llevan acoplado un dispositivo capaz de registrar, gráfica o digitalmente, la radiación solar incidente medida por el aparato.

3.6.2.1 Piranómetro fotovoltaico

El principio de funcionamiento es el efecto fotoeléctrico. La radiación incide sobre un fotodiodo que diferencia el espectro solar por la frecuencia de la onda electromagnética,

permitiendo conocer los datos de radiación mediante la lectura de voltaje. Este tipo de piranómetros fotovoltaicos son más sensibles a pequeños cambios debido a que no tienen la inercia térmica de los piranómetros térmicos.

Figura 3.6.2.1. Piranómetro fotovoltaico.



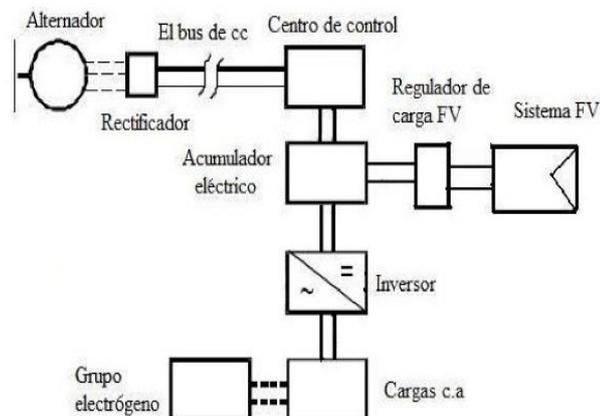
Fuente: (Pavón, 2014).

3.7 Sistemas híbridos

Se obtiene la energía eléctrica mediante la combinación de diferentes fuentes como placas fotovoltaicas, aerogeneradores, turbias etc.

Cuando se quiere obtener energía eléctrica mediante energías renovables se aconseja usar diferentes tipos de energía ya que se ahorra el consumo del combustible, baja contaminación del sector, estos sistemas se usan en áreas rurales aisladas y es aconsejable de un sistema de almacenamiento de baterías, este permite que en las noches y si en caso no hay viento, logre cubrir la demanda de energía.

Figura 3.7. Diagrama de bloques de un sistema híbrido.



Fuente: (D.B.Diaz, 2015).

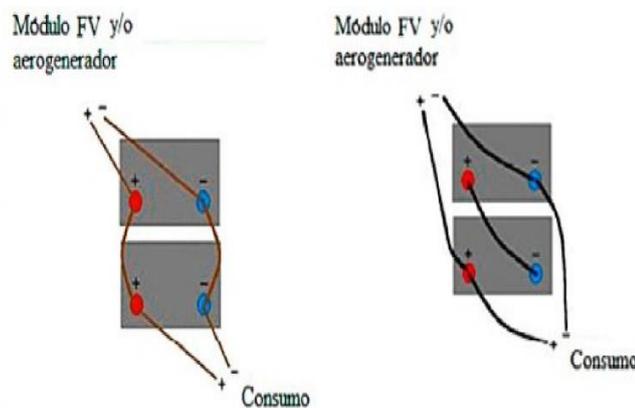
3.8 El acumulador eléctrico

Una batería es un dispositivo electroquímico que almacena energía eléctrica en forma de enlaces químicos. El bloque constructivo básico de una batería es la celda o célula electroquímica que están conectadas en configuraciones serie/paralelo, para proporcionar los niveles de voltaje, intensidad y capacidad de la batería deseados.

La batería permite que el sistema se convierta en una fuente eléctrica independiente de las condiciones de radiación solar y de viento existente en mayor o menor medida, que tendrá una autonomía de servicio eléctrico durante periodos prolongados de inactividad de los módulos FV o del aerogenerador, usando la energía almacenada durante los momentos de generación eléctrica de las dos fuentes. Se fija una tensión de referencia que establece en los módulos FV un punto de trabajo óptimo y para consumidores una tensión adecuada.

En un sistema de generación híbrido las baterías a utilizarse es la de plomo - ácido con electrolito líquido, seguido del acumulador de plomo – ácido con electrolito gelificado.

Figura 3.8. Conexión de baterías en paralelo y serie.



Fuente: (D.B.Diaz, 2015).

3.9 Regulador de cargas

El regulador FV para cargas de batería cuenta con una tensión de corte de sobrecarga que es el valor mínimo antes de desconectar el consumo. La tensión de rearme de descargue es el valor de tensión que se encarga de reconectar el consumo de la batería.

Se llama estrategia de regulación a las técnicas que se utiliza para identificar el proceso de regulación, en el mercado existen reguladores de 2,3 y 4 etapas las cuales comienzan con la carga inicial que es cuando la tensión alcanza un nivel prefijado, el regulador permite el paso de toda la corriente disponible del sistema FV y esto provoca un aumento progresivo de la tensión.

La carga de absorción se da cuando se alcanza la tensión final de carga de la batería y esta se mantiene durante algún tiempo modulando la corriente del sistema FV. Algo similar sucede con la carga de flotación que se da cuando la batería está completamente cargada y se interrumpe el paso de la corriente hasta que la tensión se reduce a un valor preestablecido, pero se mantiene modulando la corriente procedente del sistema FV.

Por último mencionamos a la carga de ecualización que especifica que periódicamente o después de un bajo estado de carga se somete a la batería a una ligera sobrecarga controlada, elevando así su tensión hasta un nivel ligeramente superior al de la absorción.

Figura 3.9. Regulador de cargas.



Fuente: (Proviento, 2017).

3.9.1 Reguladores fotovoltaicos para instalaciones de generación distribuida

En una instalación fotovoltaica para generación distribuida, el regulador de carga tiene la misión de regular la corriente que absorben los acumuladores con el fin de que en ningún momento pueda sobrecargarse peligrosamente y a su vez garantiza que se aproveche al máximo la energía captada por los módulos fotovoltaicos. (D.B.Diaz, 2015) afirma: El regulador es el que se encarga de detectar y medir de forma continua el voltaje, que será una indicación del estado de carga de la batería.

Los valores que se usan para la elección de un regulador son la máxima corriente que permite que circule a través de él, que normalmente ha de ser un 20% superior a la máxima corriente del sistema FV, y la tensión de trabajo del acumulador eléctrico, que normalmente es 12v, 24v o 48v. En el caso de instalaciones híbridas eólicas fotovoltaicas se elige poniendo una tensión de salida en el aerogenerador y esta es la misma que se pondrá para los acumuladores y para el sistema fotovoltaico.

El regulador se diseña de acuerdo con los parámetros del sistema fotovoltaico, eólico y las características del acumulador eléctrico. Los módulos fotovoltaicos están diseñados para que puedan producir una tensión de salida de algunos voltios superiores a la tensión que necesita el acumulador para cargarse. Todo este proceso asegura que el sistema fotovoltaico estará en condiciones de cargar los acumuladores incluso cuando la temperatura de las células sea alta y se produzca una caída de tensión.

Tabla 3.9.1. Características de un regulador para aplicaciones de generación distribuida.

Tensión nominal de las baterías	24 V
Tensión máxima Voc del sistema FV	150 V
Potencia pico del sistema FV	2 W
Corriente de salida máxima	80 A
Rendimiento	97,5 %

Fuente: (D.B.Diaz, 2015).

Mencionamos a los reguladores con tecnología MPPT (seguidor del punto máximo de potencia), es el encargado de optimizar las curvas I-V de los módulos fotovoltaicos para conseguir la máxima potencia bajo diferentes condiciones de irradiación, temperatura o sombras. El regulador previene la sobrecarga y descarga de los acumuladores, la inversión de polaridad, también evita que los módulos actúen como receptores en determinadas ocasiones y también protege al sistema en caso de altas temperaturas ya sea reduciendo o interrumpiendo la corriente de los módulos.

3.10 Inversor

Es aquel aparato electrónico que se encarga de convertir la corriente continua en corriente alterna, regulan la tensión de salida evitando los armónicos los cuales perturban la señal de salida.

Según (J.Conza, 2014) afirma: Los inversores son convertidores estáticos de energía que convierten la corriente continua CC en corriente alterna CA, con la posibilidad de alimentar una carga en alterna, regulando la tensión, la frecuencia o bien ambas, su rendimiento es del 85% y 95%. Más exactamente, los inversores transfieren potencia desde una fuente de continua a una carga de alterna por lo que podemos decir que la función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Su uso es necesario para alimentar los receptores domésticos que funcionan con corriente alterna.

Figura 3.10. Inversor.



Fuente: (Provierto, 2017).

Su conexión varia puede ser:

- A la salida del regulador.
- Directamente en bornes de la batería, cuando existe control de descarga de la batería.

3.10.1 Parámetros de un inversor

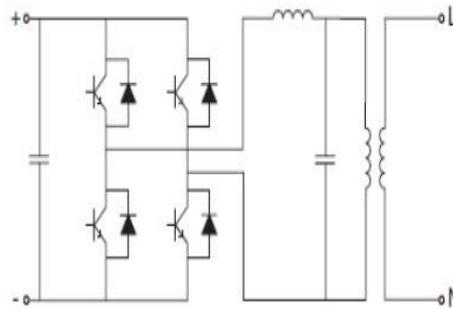
3.10.1.1 Tensión nominal. Es la tensión que se debe aplicar a los terminales de entrada del inversor.

3.10.1.2 Potencia nominal. es la potencia que puede suministrar el inversor de forma continua.

3.10.1.3 Capacidad de sobrecarga. El tiempo que puede suministrarse una potencia superior a la nominal.

3.10.1.4 Rendimiento. Relación entre la potencia que existe a la salida y entrada del inversor, su valor depende de los dispositivos alimentados.

Figura 3.10.1. Principio de funcionamiento del inversor monofásico.



Fuente: (J.Conza, 2014).

3.10.2 Parámetros que se deben tomar en cuenta del lado del voltaje continuo

- Potencia nominal.
- Potencia máxima.
- Tensión máxima.
- Tensión nominal.

3.10.3 Parámetros que se deben tomar en cuenta del lado de voltaje alterno

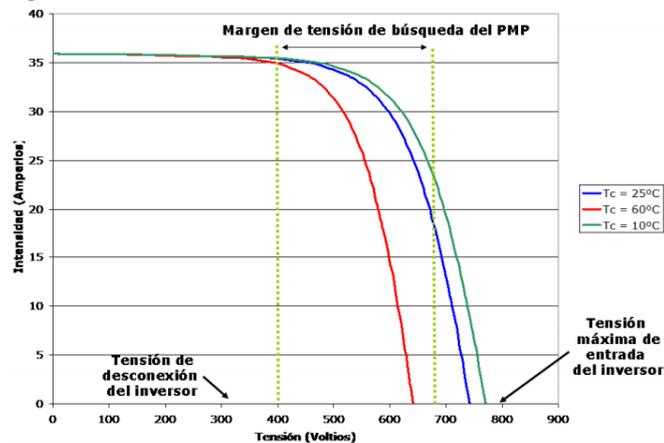
- Potencia nominal y potencia máxima que el grupo de conversión puede suministrar de manera continua.
- Intensidad nominal entregada.
- Intensidad suministrada.
- La eficiencia de una carga parcial y al 100% de la potencia nominal.
- Es necesario evaluar los valores asignados de tensión y frecuencia de la salida y en la entrada del inversor.

- Es necesario verificar que la tensión sin carga U_{oc} en la salida de las cadenas a la temperatura mínima (-10 grados centígrados) es menor que la tensión máxima que el inversor puede soportar.

3.10.4 Características generales

(Sánchez, 2012) dice: Los inversores se fabrican considerando dos etapas convertidoras, una sintetizadora y otra filtradora. La etapa sintetizadora produce una onda de impulsos a partir de una tensión DC. La etapa filtradora se ocupa de eliminar los armónicos indeseados de la onda de impulsos para tener a la salida de esta etapa una señal totalmente senoidal.

Figura 3.10.4. Curvas características del Inversor.

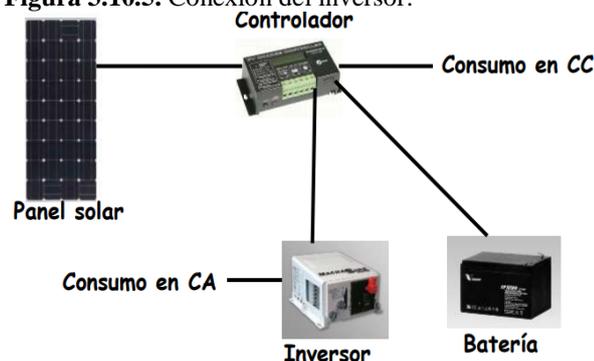


Fuente: (Sánchez, 2012).

3.10.5 Posición de conexión del inversor

El inversor debe conectarse entre el controlador y las baterías debido a la demanda requerida.

Figura 3.10.5. Conexión del inversor.



Fuente: (Sánchez, 2012).

3.10.6 Criterios de la selección de un inversor

- La sumatoria total de todos los aparatos eléctricos tendrá que ser a lo mucho del 80% de la potencia nominal del inversor.
- En caso de que el inversor este en uso las 24h se tendrá que escoger uno que tenga el 90% de eficiencia.
- Si el uso de los equipos no es tan frecuente se podrá usar un inversor de baja eficiencia y a su vez ahorrar comprando uno más barato.
- Realizar las mediciones de la cantidad de energía para escoger el conductor adecuado en base a la distancia que existe entre los elementos a conectarse.
- Analizar adecuadamente el consumo total de las cargas del sistema en base a la selección de capacidad de almacenamiento.

4 METODOLOGÍA

4.1 METODO DE CAMPO

Las técnicas de investigación de campo ayudan a la recopilación de datos utilizando los siguientes instrumentos de medición:

4.1.1 Estación meteorológica

Es un aparato meteorológico que se usa para la predicción del clima y específicamente para medir la velocidad del viento.

4.1.2 Piranómetro

Es un instrumento meteorológico utilizado para medir de manera muy precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra.

4.1.3 Multímetro

Un multímetro es un instrumento que permite medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y diferencia de potenciales o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna.

4.1.4 Cálculo de cargas instaladas

Dónde:

W = Watt o Vatio.

Wh = Vatio – hora.

Tabla 4.1.4. Cálculo del consumo de las cargas conectadas en la Hacienda al día.

Cantidad	Cargas	Potencia en (W)	Potencia total (W)	Horas de consumo	Potencia al día (Wh)
2	Televisor	56	112	4	448
10	Focos	25	250	6	1500
3	Cargadores	0,75	2,25	2	4,5
1	Radio	40	40	4	160
2	Computadoras	150	300	2	600
1	Licuada	200	200	0,25	50
Total		471,75	904,25	18,25	2762,5

Factor de coincidencia		0,327
Potencia al día (Wh)		903,33
Potencia total al mes (Wh)		27100,125

Fuente: Los autores.

4.2 Velocidad del viento

Para la obtención de los datos de la velocidad del viento se optó por colocar la estación meteorológica a una altura de 12 m, aprovechando así la fuerza del viento.

Tabla 4.2. Velocidad del viento medidas en el 2017.

Mes	Velocidad promedio (m/s)
Julio	5.75
Agosto	11.32
Septiembre	4.54
Octubre	5.04
Noviembre	6.5
Diciembre	3.35

Fuente: Los autores.

Tabla 4.2. Velocidad máxima y mínima del viento mensual en el año 2017.

MES	V.media [m/s]	V.min [m/s]	V. máxima [m/s]
Julio	7,42	3.92	15
Agosto	15,33	6,83	22
Septiembre	12	5,0	19
Octubre	9	6,5	17
Noviembre	8,17	6,67	14
Diciembre	7	6,5	11

Fuente: Los autores

4.2.1 Ráfagas de los vientos tomados desde los meses de julio a diciembre del 2017.**Tabla 4.2.1.** Resultados de las ráfagas de viento dependiendo los meses.

Meses	Wind Dir (Deg)Dirección	Wind Gust (mph) Ráfagas	Wind Speed (mph) Velocidad
JULIO	NOROESTE	10,68	6,41
AGOSTO	NOROESTE	19,36	11,31
SEPTIEMBRE	NOROESTE	10,29	5,74
OCTUBRE	NOROESTE	9,86	5,044
NOVIEMBRE	SURESTE	6,71	4,54
DICIEMBRE	NOROESTE	5,29	3,35
VELOCIDAD MÁXIMA DE TODOS LOS MESES			6.1

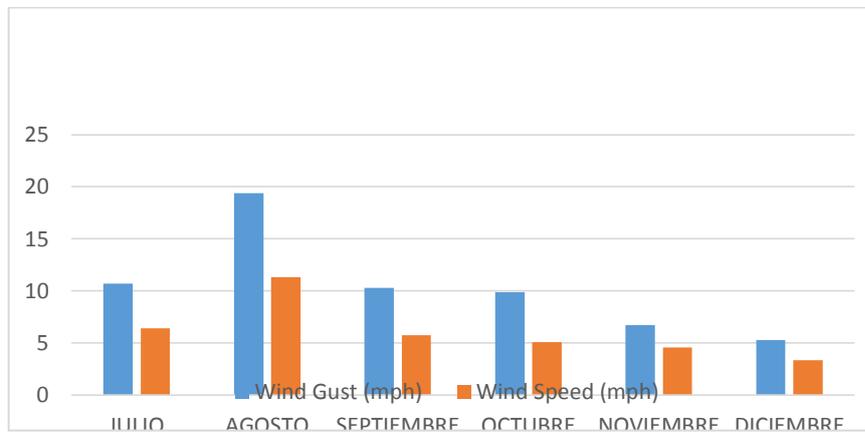
Fuente: Los autores.

4.2.2 Selección del aerogenerador

Según los datos obtenidos por el anemómetro tenemos la velocidad mínima del viento de $3,92\text{ m/s}$ y la velocidad máxima del viento de 22 m/s , mediciones que entra en los parámetros adecuados de funcionamiento para escoger el aerogenerador ZONHAN.

Las especificaciones técnicas del aerogenerador ZONHAN de 750W a potencia nominal y 900W a potencia máxima, indica que la velocidad de arranque es de 4 m/s y la velocidad de potencia máxima es de $12,5\text{ m/s}$.

Figura 4.2.1. Ráfagas del viento.

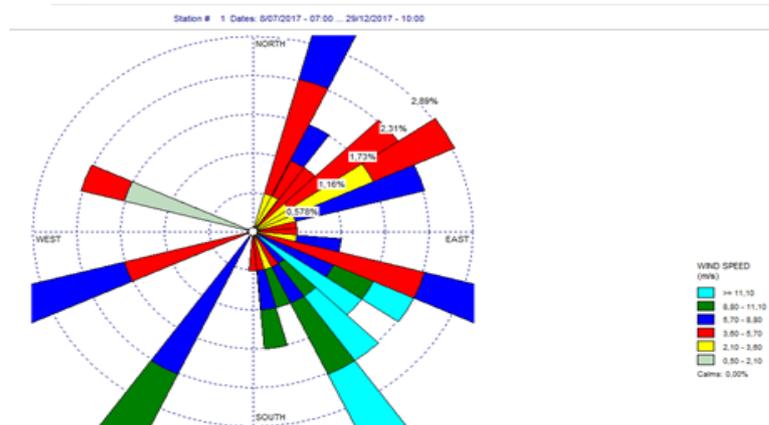


Fuente: Los autores.

De acuerdo a los datos obtenidos se visualiza en la figura 4.2.1 que en el mes de agosto las ráfagas de viento son elevadas, permitiéndose ser aprovechadas para que el aerogenerador funcione a los datos técnicos.

4.3 Rosa de viento de Julio – Diciembre 2017

Figura 4.3. Rosa de viento de los datos tomados con el anemómetro.

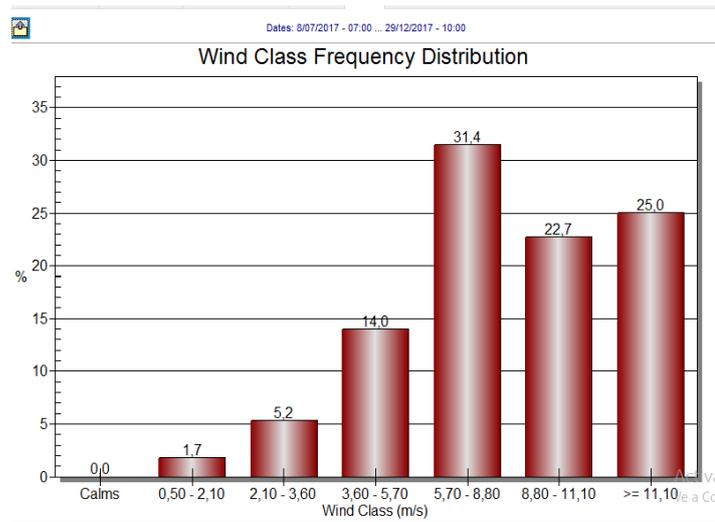


Fuente: Los autores.

4.3.1 Análisis de la rosa de viento

En la rosa de viento se observa que hay mayor velocidad en el mes de julio y agosto en las direcciones de Sur - Oeste y Sur – Este, las cuales son aptas para la ubicación e implementación del Sistema de generación híbrida eólico - solar.

Figura 4.3. Datos de los meses de Julio – Diciembre 2017.



Fuente: Los autores.

4.4 La demanda máxima del consumo de los artefactos de la Hacienda

Tabla 4.4. Potencias en (W). Demanda máxima de consumo de los artefactos de la Hacienda.

Cargas	Cantidad	Potencia (W)	Total (W)
Televisión	2	56	112
Focos	10	25	250
Cargador de celular	3	0.75	2.25
Radio grabadora	1	40	40
Computadora	2	150	300
licuadora	1	200	200
Total			904.25

Fuente: Los autores.

4.4.1 Fórmula de la potencia de consumo.

$$P = V * I \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

P= Potencia de consumo.

V= Voltaje de referencia.

I= Corriente de consumo.

4.4.2 Fórmula para calcular la corriente de consumo total.

$$I = \frac{P(W)}{V(V)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$I = \frac{904.25(w)}{110 (v)}$$

$$I = 8.22 A$$

Conductor seleccionado por el tipo de corriente es AWG #10.

Potencia total de los paneles es de 300W.

Se necesita un aerogenerador de aerogenerador **ZONHAN zh750W**.

4.5 Datos de la radiación solar

Mediciones de la radiación solar, datos obtenidos con el instrumento de medición conocido como piranómetro.

Tabla 4.5. Mediciones de la radiación solar.

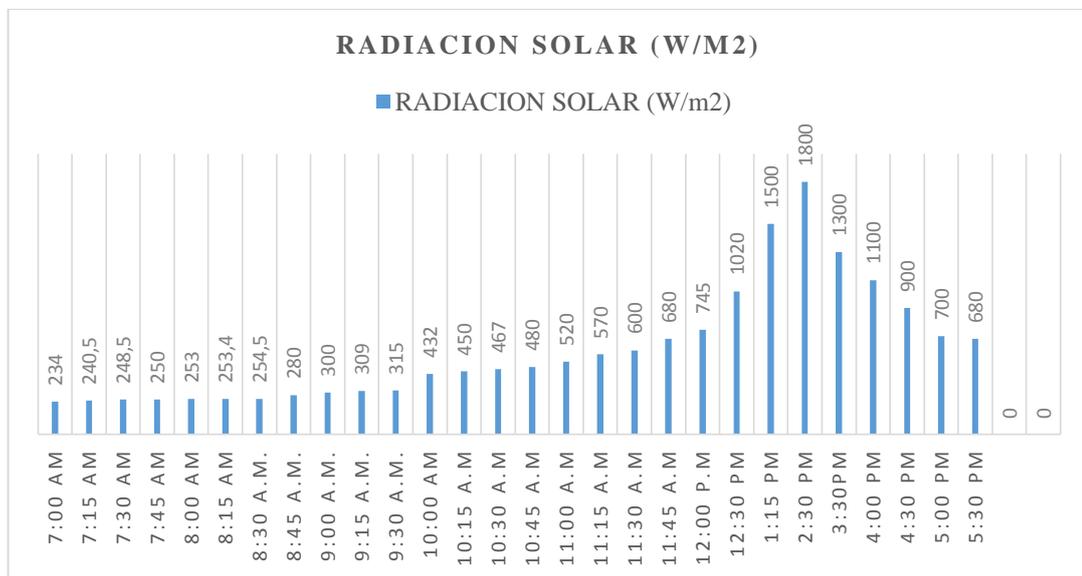
HORAS DEL DIA	RADIACION SOLAR (W/m2)
7:00 a.m	234
7:15 a.m	240,5
7:30 a.m	248,5
7:45 a.m	250
8:00 a.m	253
8:15 a.m	253,4
8:30 a.m	254,5
8:45 a.m	280
9:00 a.m	300
9:15 a.m	309
9:30 a.m	315
10:00 a.m	432
10:15 a.m	450

10:30 a.m	467
10:45 a.m	480
11:00 a.m	520
11:15 a.m	570
11:30 a.m	600
11:45 a.m	680
12:00 p.m	745
12:30 p.m	1020
1:15 p.m	1500
2:30 p.m	1800
3:30 p.m	1300
4:00 p.m	1100
4:30 p.m	900
5:00 p.m	700
5:30 p.m	680

Fuente: Los autores.

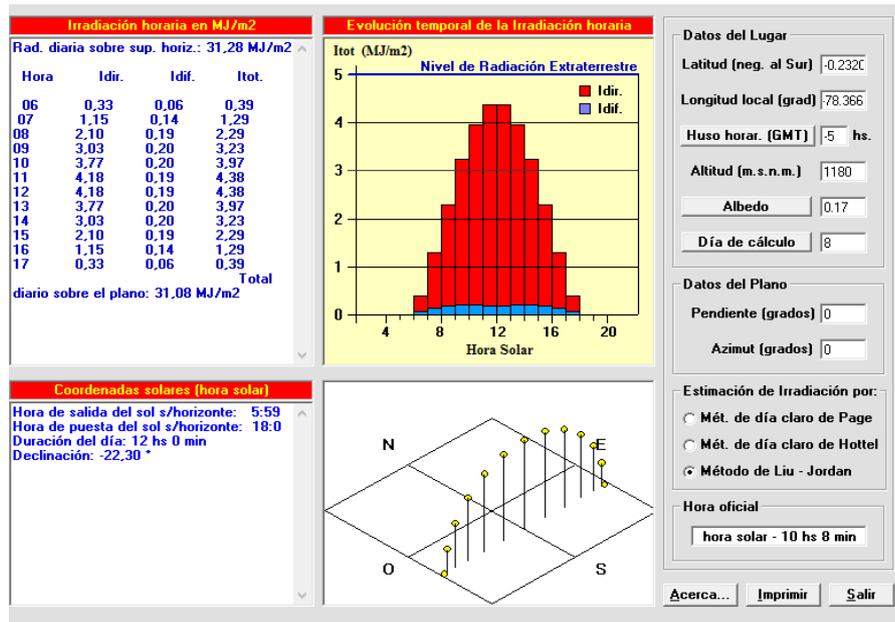
El mayor valor de la radiación solar se obtiene a las 2:30 p.m con un valor de $1800W/m^2$, la cual sirve para el cálculo y selección de los paneles solares.

Tabla 4.5. Datos de la radiación solar.



Fuente: Los autores.

Tabla 4.5. Radiación directa y difusa.



Fuente: Los autores.

4.6 Cálculo de los paneles solares

De acuerdo a la tabla 4.1.4, cálculo del consumo de las cargas conectadas en la Hacienda, al tener una potencia total de 2762,5 Wh/día, que es debido a las horas de consumo de cada equipo se realiza el cálculo de la potencia de los paneles solares con el factor de simultaneidad del 60%, tomando en cuenta los valores de la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Potencia total de paneles utilizados en la Hacienda.

Energía= (Wh/60%)
Energía= (2762,5/0,6)
Energía= 4604,16 Wh
Potencia total del panel=(Wh/h de sol)
Potencia total del panel=(4604,16 Wh/10h)
Potencia total del panel =460,41W

Fuente: (Nandwani, 2005).

Para cumplir con los requerimientos, cada panel es de 150W, por lo tanto se implementa dos paneles solares con las mismas potencias conectadas en paralelo para satisfacer la demanda energética de la Hacienda.

4.7 Cálculo de las baterías

El watt - hora que puede suministrar una batería depende del voltaje que proporciona la batería, en nuestro caso es de 12 voltios y tiene una capacidad de 138 Ah, el cálculo a realizar es el siguiente:

$$138 \text{ Ah} * 12 \text{ V} = 1656 \text{ Wh} \quad (\text{Ecuación 3})$$

4.7.1 Capacidad mínima de la batería

La capacidad (C) del banco de baterías requerido será la siguiente:

$$C = \frac{E * N}{V * Pa} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$C = \frac{2762,5 \text{ W/m}^2 * 1}{12 \text{ V} * 0,7}$$

$$C = \frac{2762,5}{8,4}$$

$$C = 328,86 \text{ Ah.}$$

$$\# \text{ de baterías} = \frac{328,86 \text{ Ah}}{138} = 2 \text{ Baterías.}$$

Dónde:

E = Consumo energético real

N = Número de días de autonomía de la instalación.

V = Voltaje del sistema

Pa = Profundidad de descarga.

De los siguientes datos se obtienen las características de la batería, la cual da una corriente de 138 Ah, un voltaje de 12 V, con una autonomía de 250 minutos que equivale a 4 horas de uso a plena carga.

4.8 Selección del regulador de cargas

El regulador de carga viene en conjunto con el aerogenerador, el sistema de frenado (drump load) que no es más que un conjunto de resistencias que limita la corriente, ya que eléctricamente está diseñado para el modelo específico de turbina eólica, lo que implica que ya presenta las características técnicas necesarias para ser implementado con el mismo, además este regulador presenta la posibilidad de ingresar la energía de un sistema fotovoltaico de 300W.

Tabla 4.8. Datos del regulador de cargas.

Modelo:	WWS10-24
Entrada máx. aerogenerador:	900Watt
Entrada nominal aerogenerador:	750Watt
Regulador	75 A
Entrada solar:	300Watt
Voltaje batería:	12Vdc
Protección	Solar panel reverse-charge protection , Solar panel
	reverse-connect protection, Battery over-charge protection
	Battery over-discharge protection , Batteryreverse-connect
	protection , Battery open curcuit protection , wind turbine
	automatic brake and Manual brake protection

Fuente: (Proviento, 2017).

4.9 Selección del inversor

Según la tabla 4.4. demanda máxima de consumo de los artefactos de la Hacienda, tenemos una carga total de 904,25W, para la cual necesitamos un inversor de 1500W, 12 V a 120 V_{AC} , debido a que por cada 1000 m sobre el nivel del mar se pierde un 10% en potencia y la ubicación de la Hacienda esta a 3000 m sobre el nivel del mar.

La potencia útil del inversor es de 1050W, por lo cual implementamos un inversor de 1500W para satisfacer los requerimientos técnicos de la ubicación y de todas las cargas conectadas en la Hacienda.

$$P = 1500 * 0,3 \quad \text{(Ecuación 5)}$$

$$P = 450W$$

$$PT = 1500W - 450W$$

$$PT = 1050W.$$

4.10 Mano de obra

De acuerdo al Art.2 decreto ejecutivo N.- 1701 del Ministerio de Trabajo un Ingeniero Electromecánico debe ganar un sueldo mínimo de 531 dólares al mes, en contratos temporales.

$$Mo = 160 \text{ horas.}$$

$$\text{Valor} = \frac{531 \text{ dolares Mensuales}}{30 \text{ días}} = 17,7 \text{ dólares al día.}$$

$$\text{Valor por hora} = \frac{17,7}{8 \text{ horas}} = 2,21 \text{ dólares la hora al día.}$$

Dónde:

Mo = Horas trabajadas.

Al cobrar la mano de obra por el trabajo realizado de la implementación del aerogenerador híbrido eólico – solar, se toma en cuenta el valor de hora al día por el número de horas trabajadas las cuales ocupamos para implementar el sistema.

cobro de mano de obra = 2,21 horas * 160 horas = 353,6 dolares por persona.

4.11 MÉTODO EXPERIMENTAL

Por medio de este método seleccionamos cuales son las variables de entrada o de salida controlando su aumento o disminución junto con su efecto, así podremos saber las características del viento como su velocidad y dirección dependiendo el día, las horas en donde la velocidad aumenta teniendo mayor o menor turbulencia, tendremos datos de la radiación solar y en que instante del día es más fuerte para de esta manera seleccionar el tipo de paneles que se usara y el tipo de aerogenerador.

4.12 Selección de un aerogenerador

Para la selección del aerogenerador con una demanda máxima de 904,25W, se utiliza uno de 750W, 12 voltios continuos el cual en conjunto con los paneles solares satisface la demanda de energía de la Hacienda.

4.13 Selección de los paneles solares

De acuerdo a la formula de la energía (Wh/60%) y Potencia total del panel (Wh/h de sol), da como resultado dos paneles solares de 150W a 12V, los cuales abastecerán la implementación del sistema eléctrico.

4.14 Selección de las baterías

De acuerdo a la capacidad instalada, el banco de baterías tiene las siguientes características, 138 Ah, 12V con una autonomía de 250 minutos de trabajo a plena carga.

4.15 Selección del regulador de cargas

El tipo de regulador modelo WWS10-24 queda determinado por la potencia máxima del campo de módulos y aerogenerador, de manera que para la potencia máxima de 900W a 12V, corresponde un regulador de 75 A.

4.16 Selección del inversor

De acuerdo a la demanda de 904,25W se obtiene un inversor de 1500W, 12V continuos a 120V alternos, tomando en cuenta el 10 % de pérdidas de potencia que se tiene por la altura a la cual se encuentra la Hacienda con el nivel del mar.

4.17 Implementación de la estructura

4.17.1 Cimiento de la estructura

Tomando en consideración la altura de la torre que sujetara al aerogenerador, el cimiento se realizó con varias capas de mezcla de cemento, piedras y arena la cual tiene una profundidad de 1,60 metros de 1 metro de ancho por 1 metro de largo, esta es la parte principal para poder empezar con la instalación de la torre debido a que debe tener una buena base, necesaria para soportar las vibraciones que sufrirá el sistema producidas por el viento que va a hacer funcionar al aerogenerador.

Figura 4.17.1. Fijación del Cimiento para la estructura.



Fuente: Los autores.

4.17.2 Montaje de la torre de soporte

La torre de soporte está compuesta por una base de 60*60 cm, empotrada en su base por 8 pernos M12, está diseñada para soportar a la torre y al aerogenerador, con ayuda de 6 tensores ubicados a 5 m de distancia de la base de la torre los cuales sirven para tensar el cable de acero galvanizado de 3/16 pulgadas de diámetro, los primeros 3 tensores se encuentran a una altura de 12 m y los siguientes 3 están a una altura de 11m.

Figura 4.17.2. Base de soporte de la torre.



Fuente: Los autores.

4.17.3 Torre del aerogenerador

La torre está construida de tubo de hierro de 6 pulgadas de diámetro con cedula 40 y de 12 metros de altura para una velocidad del viento mínima de 3,92 m/s y máxima de 22 m/s, los cuales son los datos obtenidos por la estación meteorológica para la generación eléctrica, la torre debe ser capaz de tolerar el peso del aerogenerador de 25 kilogramos y las diversas exigencias y características del viento en el lugar escogido para el funcionamiento del aerogenerador.

Figura 4.16.3. Estructura del aerogenerador.



Fuente: Los autores.

Al hablar del tipo de cédula en tuberías de hierro, hacemos referencia al espesor de las paredes de una tubería que es una de las cosas que se debe identificar en un principio ya que se debe tener en cuenta la fuerza del viento así como también la corrosión porque el salitre que existe en el ambiente es muy agresivo para las paredes de un tubo por que corroe muy rápidamente el material, por lo regular se elige una cedula mayor para prevenir este desgaste.

El tipo de cédulas que podemos encontrar en tablas van desde la cédula 5, 10, 30, 40-STD, que es aplicable en tuberías de 1/8 de pulgada hasta 10 pulgadas.

4.18 Diagrama unifilar del sistema de generación eólico – solar.

En el anexo VII se observa el diagrama eléctrico unifilar del sistema implementado.

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de generación del sistema híbrido

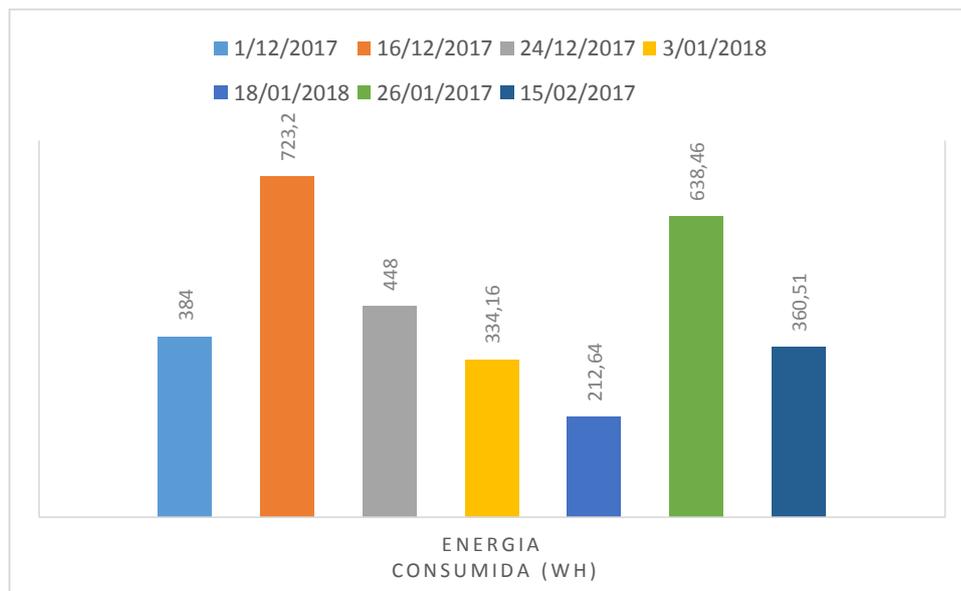
A continuación se presenta los datos de consumo diarios de energía en vatios - hora que se tiene en la Hacienda Hospitalillo durante diferentes días, se usó un analizador de carga.

Tabla 5.1.Consumo de energía diario de la Hacienda Hospitalillo.

FECHA	ENERGÍA CONSUMIDA [Wh]
01/12/2017	384
16/12/2017	723.2
24/12/2017	448
03/01/2018	334,16
18/01/2018	212.64
26/01/2017	638,46
15/02/2017	360.51

Fuente: Los autores.

Tabla 5.1.Consumo semanal.



Fuente: Los autores.

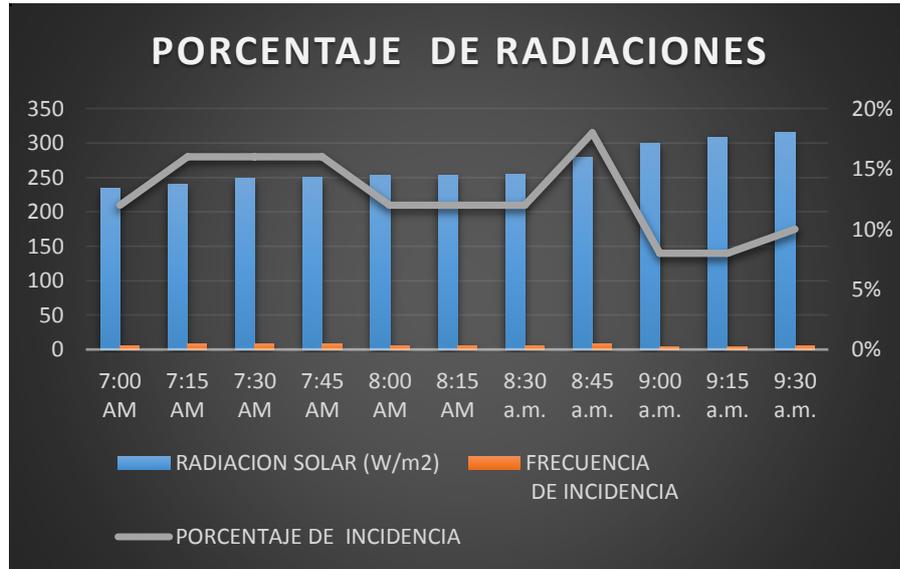
En la figura 5.1 se tiene el consumo energético diario de la Hacienda, se muestra un mínimo de 360,51Wh y un máximo de 723,2Wh, se registro una demanda máxima de 220 vatios. Se analiza el sistema de generación eólica, las velocidades promedio del viento del mes de diciembre (ver tabla 4.2), son las más bajas registradas durante el año y son de 3.35 m/s, el generador a esa velocidad puede entregar 120W, se considera que el sistema genera durante 8 horas del día, y por tanto las baterías pueden almacenar 960Wh, valor que es superior al consumo máximo diario de 730Wh.

5.2 Datos de la radiación solar de 7 am a 9:30 am

TABLA 5.2. Radiación solar entre las 7 am a 9:30 am.

HORAS DEL DIA	RADIACION SOLAR (W/m ²)	FRECUENCIA DE INCIDENCIA	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
7:00 a.m	234	6	12%
7:15 a.m	240,5	8	16%
7:30 a.m	248,5	8	16%
7:45 a.m	250	8	16%
8:00 a.m	253	6	12%
8:15 a.m	253,4	6	12%
8:30 a.m	254,5	6	12%
8:45 a.m	280	9	18%
9:00 a.m	300	4	8%
9:15 a.m	309	4	8%
9:30 a.m	315	5	10%

Fuente: los autores.

Tabla 5.2. Datos de radiación entre las 7 am y 9:30 am.

Fuente: Los autores.

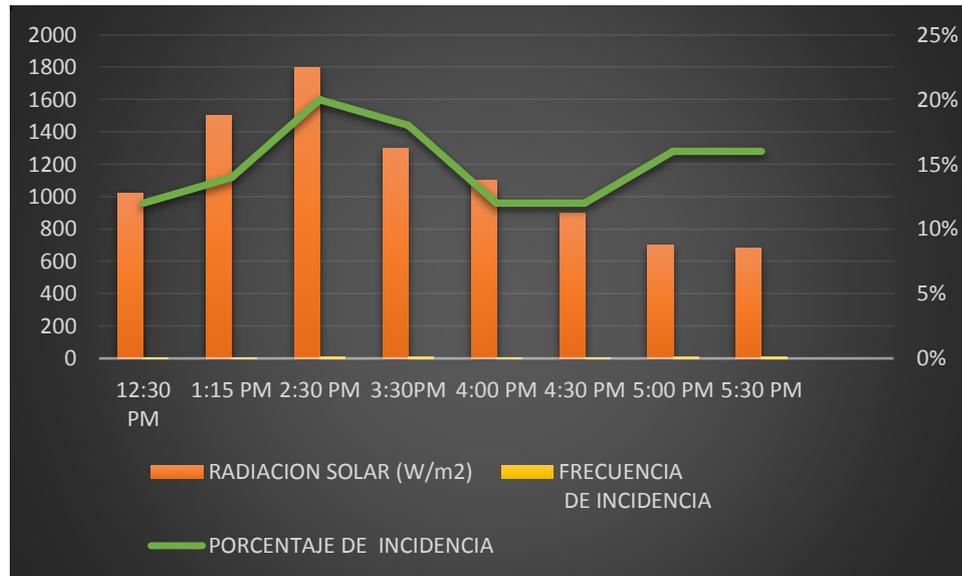
En la tabla 5.2. se observa que la mayor concentración de valores resulta en 280 (W/m²) siendo la mayor frecuencia con una radiación de 315 (W/m²) con una frecuencia del 10%, por lo tanto da una potencia aproximada de 50W considerando que en las primeras horas de la mañana se tiene un cielo nublado por lo que el panel solar no va a entregar la potencia requerida por el momento.

5.3 Datos de la radiación solar de 10 am a 12 pm

Tabla 5.3. Radiación solar entre las 10 am a 12 pm.

HORAS DEL DIA	RADIACION SOLAR (W/m ²)	FRECUENCIA DE INCIDENCIA	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
10:00 a.m	432	5	10%
10:15 a.m	450	7	14%
10:30 a.m	467	9	18%
10:45 a.m	480	11	22%
11:00 a.m	520	6	12%
11:15 a.m	570	6	12%
11:30 a.m	600	8	16%
11:45 a.m	680	8	16%
12:00 p.m	745	14	28%

Fuente: Los autores.

Tabla 5.3. Datos de radiación entre las 10 am y 12 pm.

Fuente: Los estudiantes.

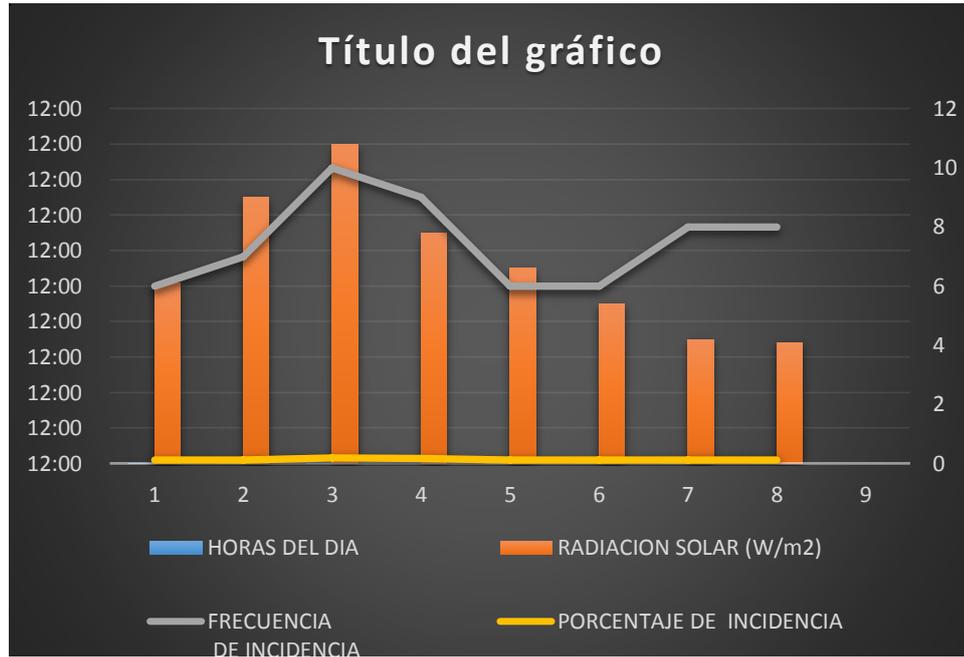
En la tabla 5.3. se muestra que la frecuencia de radiación solar en la mañana con incremento hacia el medio día tiene un valor promedio de 745 (W/m^2), el cual se incrementa con la posición del sol, mientras tanto se tiene una potencia aproximada de 112W la cual muestra que el panel solar aún no está trabajando a su máxima eficiencia.

5.4 Datos de la radiación solar de 12:30 pm a 5:30 pm

Tabla 5.4. Radiación solar entre las 12:30 pm a 5:30 pm.

HORAS DEL DIA	RADIACION SOLAR (W/m2)	FRECUENCIA DE INCIDENCIA	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
12:30 p.m	1020	6	12%
1:15 p.m	1500	7	14%
2:30 p.m	1800	10	20%
3:30 p.m	1300	9	18%
4:00 p.m	1100	6	12%
4:30 p.m	900	6	12%
5:00 p.m	700	8	16%
5:30 p.m	680	8	16%

Fuente: Los autores.

Tabla 5.4. Datos de radiación entre las 12:30 pm y 5:30 pm.

Fuente: Los autores.

En la tabla 5.4. se muestra la frecuencia de radiación solar en horas de la tarde con un valor de $1800(\text{W}/\text{m}^2)$, en la cual el panel solar trabaja con su máxima eficiencia a una potencia de 150W la cual es aprovechada por el sistema de energía. El sistema de generación fotovoltaico puede generar en promedio 100W durante 10h diarias, 1000WH diarios, valor superior al consumo diario máximo de 723,2Wh. Se demuestra de esta manera que el sistema eólico - solar implementado puede satisfacer en demasía la demanda requerida, incluso si uno de los dos sistemas eólico o solar llegase a faltar.

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto para la elaboración

LISTA DE IMPLEMENTOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN			
Recursos	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Costos directos				
Aerogenerador ZONHAN ZH750W	1		1350	1350
Panel Mono cristalino	2		120	240
Regulador de carga	1		150	150
Batería N150 HD1500	2		120	240
Inversor WHISTLER	1		300	300
Estructura metálica con cedula 40	1		700	700
Varilla copperweld con terminal	1		8	8
Cable sucre 3X12	30	m	2.10	63
Costos Indirectos				
Transporte	2		25	50
Alimentación	2		25	50
Herramientas	1	KIT	30	30
Gastos varios	2		20	40
Sub Total				3928,2
12%				471,38
TOTAL				4399,58

Tabla 6.1. Presupuesto para la elaboración (Valor de la mano de obra)

Costos directos	Número de personas	V. Unitario \$	Valor Total \$
Mano de obra	2	353,6	707,2

6.2 Análisis de impactos

6.2.1 Impacto ambiental

Las energías renovables son limpias, no producen residuos contaminantes que resultan perjudiciales para el medio ambiente, no ponen en peligro la salud de las personas ni tampoco producen gases de efecto invernadero debido a la quema de combustibles fósiles que a nivel mundial en el 2014 fue de 32.381 millones de toneladas métricas de CO₂, la generación de electricidad y de calor ocasiono una contaminación del 42,1% de CO₂.

Por cada KWh de producción de energía eléctrica a través de un sistema renovable eólico o fotovoltaico se evita anualmente aproximadamente la formación de 1,0 Kg de CO₂ al medio ambiente, en nuestro proyecto estamos evitando la contaminación anual de 325,2015 de CO₂ al medio ambiente.

Estas energías ayudan a disminuir el impacto que genera el consumo energético de la sociedad humana sobre el ambiente logrando reducir en un 11% la contaminación mundial hasta la actualidad.

En la actualidad la implementación de sistemas que funciona con energías limpias es muy alta y resulta conveniente ya que se los puede instalar en lugares aislados de una red eléctrica, así como su costo de materiales e instalación de los equipos son accesibles para las personas.

6.2.2 Impacto social

El uso de las energías renovables puede ayudar a crear nuevas fuentes de trabajo y de esta manera disminuir las tasas de desempleo en algunas regiones del país, así como el mejoramiento en el estilo de vida de las personas que se encuentran en lugares aislados del abastecimiento de la energía eléctrica, y más personas no estarían expuestos a los desechos peligrosos y a las emisiones asociadas con los combustibles fósiles.

6.2.3 Impacto económico

La tasa interna de retorno (TIR) de 31% representa que el proyecto es económicamente rentable.

El VAN de 6.165,80 \$ indica la viabilidad del proyecto, la inversión se recupera en 3 años y 6 meses ver anexo IX, anexo X, anexo XI, anexo XII.

El presente proyecto es de carácter técnico estratégico, la Hacienda Hospitalillo se encuentra alejada 4 Km de la red eléctrica, la cual tendría un coste de 17000 dólares en instalación, los cuales no serían justificados por la demanda total de energía eléctrica debido a que el consumo en la Hacienda es menor, por consiguiente la empresa optó por la implementación del sistema híbrido eólico - solar, que tiene un total de inversión de 4399.58 \$ abasteciendo a todo el consumo y para la empresa es prioridad disponer de energía.

6.2.4 Impacto técnico

Con las mediciones tomadas de la velocidad del viento máxima 22 m/s^2 y mínima 3.92 m/s^2 , y una radiación pico de 1800 W/m^2 , implementamos el sistema híbridos eólico – solar con equipos adecuados para obtener 2 KW de energía, que es la demanda de consumo al día que los habitantes de la Hacienda necesitan.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La correcta recopilación de información de citas bibliográficas es importante para tener claro cómo funciona nuestra implementación de generación híbrida eólica – solar, y los beneficios que representa implementar este tipo de sistemas.
- El consumo energético diario máximo de la Hacienda Hospitalillo es de 723,2Wh, con una demanda máxima de 220W. El sistema de generación eólica a las velocidades promedio del viento mínimas registradas de 3.35 m/s, puede entregar 120W durante 8 horas del día, y por tanto las baterías pueden almacenar 960Wh, valor que es superior al consumo máximo diario de 730Wh. El sistema de generación fotovoltaico puede generar en promedio 100W durante 10h diarias, 1000WH diarios, valor superior al consumo diario máximo de 723,2Wh. El sistema eólico - solar implementado puede satisfacer en demasía la demanda requerida, incluso si uno de los dos sistemas eólico o solar llegase a faltar.

- Se concluye que el aerogenerador ZONHAN de eje horizontal con potencia nominal de 750W y potencia máxima de 900W, es el adecuado para implementar en la Hacienda, tomando como referencia los datos obtenidos por la estación meteorológica colocada a 12 m de altura, obteniendo la velocidad del viento mínima de 3,92 m/s y máxima de 22 m/s.
- Con base a los cálculos realizados para implementar la propuesta tecnológica se requiere de dos paneles fotovoltaicos de 150 watt, un aerogenerador de 750 watt de eje horizontal, dos baterías de 138 Ah cada una y un inversor de 1500 watt, mismos que interactuando entre sí generan un promedio mínimo de 1960 W de potencia total.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda como primer paso para la implementación de un aerogenerador realizar un estudio de la velocidad del viento ya que este varía dependiendo del lugar, el sitio donde se ubicara el mástil y la altura efectiva desde el nivel del suelo, de esta manera sabremos las especificaciones técnicas del equipo a ser instalado.
- Se recomienda antes de implementar un sistema de generación eólico solar, realizar un estudio de carga presente y con proyecciones futuras para determinar las especificaciones de potencias de los equipos a ser implementados, en vista que los sistemas eólicos solares son de bajas potencias y generalmente tienen un bajo margen de sobre dimensionamiento de capacidad.
- Se recomienda como primer paso para incrementar la capacidad de almacenamiento de energía, el incrementar el número de baterías, sin descuidar la capacidad de corriente nominal del equipo de control de carga de baterías.
- Para aprovechar al máximo la potencia de los paneles solares no se debe tomar como primer punto el ángulo de inclinación, sino más bien las partes del día como el amanecer, atardecer y la noche y las diferentes estaciones del año primavera, verano, otoño e invierno, la región donde se instalarán los paneles solares altitud, longitud y latitud y la orientación relativa del dispositivo solar.
- Se recomienda realizar las conexiones de tierra de los equipos con una resistencia menor a 5 ohmios y la implementación de un sistema para rayos cerca del generador eólico.

8 REFERENCIAS

- A.L.Neumann. (03 de 10 de 2002). *La energía eólica*. Obtenido de http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272455_eolica_ALecuona.pdf
- Cemaer. (2015). *Energías renovables*. Obtenido de <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2015/01/08/energia-eolica-tipos-de-turbinas-de-viento/>
- chile, U. d. (2009). *Generación de energía eléctrica*. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Apunte_Energias_Renovables_prim_2009.pdf
- Cindario. (2010). *Sistema fotovoltaico*. Obtenido de <http://antusol.webcindario.com/instalacion.html>
- CONELEC. (2008). Atlas solar del ecuador con fines de generacion electrica. En <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00041.pdf>.
- D.B.Diaz, A. y. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=m1asCwAAQBAJ&pg=PA154&dq=aerogeneradores%20h%C3%ADbridos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjN4Jm-pIPZAhVMnlkKHftZBaUQ6AEIJTAA#v=onepage&q=aerogeneradores%20h%C3%ADbridos&f=true>
- energía, S. d. (2008). *Energía solar*. Obtenido de https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf
- facts, S. (2018). *Placas fotovoltaicas*. Obtenido de <http://www.isolari.es/tipos-de-placas-fotovoltaicas>.
- Figueredo, C. M. (2014). *Selección de un aerogenerador*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia54/HTML/articulo03.htm>
- Galvan, R. (05 de 12 de 2013). *Anemómetro*. Obtenido de <http://instrumentaciondinamica2013.blogspot.com/2013/12/anemometro.html>
- H.Tyton. (2013). *Cableado en aerogeneradores*. Obtenido de <http://www.hellermannntyton.es/competencias/mercados--industrias/sistemas-de-cableado-aerogeneradores>
- J.Conza. (2014). *Inversores*. Obtenido de <https://betosamaniego.files.wordpress.com/2011/02/paper-inversor1.pdf>
- J.Moncada. (2004). *Energía eólica*. Obtenido de <http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3>
- L.Merino. (2016). *Las energías renovables*. Obtenido de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos.pdf>

- MEER, A. e. (2013). *Ministerio de electricidad y energía renovable*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/>
- Moglestue, A. (2015). *Energía solar*. Obtenido de https://library.e.abb.com/public/e5c9a44dae034dcb83cef3a96527160e/Revista%20ABB%202-2015_72dpi.pdf
- Nandwani, S. (2005). *Energía solar*. Obtenido de https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-06-27_10-14-37105995.pdf
- OLADE. (2008). *Atlas solar del ecuador*. Obtenido de <http://energia.org.ec/cie/wp-content/uploads/2017/09/AtlasSolar.pdf>
- Pavon, M. (28 de 02 de 2014). *Piranómetro*. Obtenido de <http://www.guiaspracticas.com/estaciones-meteorologicas/piranometro>
- Proviento. (2017). *Inversores*. Obtenido de <http://www.proviento.com.ec/inversores.html>
- Rosero, E. (12 de 03 de 2012). *Energías Renovables en América Latina y el Caribe*. Obtenido de http://www.renenergyobservatory.org/uploads/media/Ecuador_Producto_1_y_2__Esp__02.pdf
- S.Eliseo. (19 de 05 de 2016). *Energía solar lectricea*. Obtenido de <http://eliseosebastian.com/elementos-de-un-panel-solar-fotovoltaico/>
- Sánchez, A. (20 de 01 de 2012). *Inversores*. Obtenido de http://www.proyectedeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso_Interconexi on_a_red/Inversores.pdf
- Scribd. (18 de 10 de 2012). *Tipos de anemómetros*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/110467775/Tipos-de-anemometros>
- Scribd. (28 de 06 de 2014). *Aerogeneradores ZONHAN*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/231752419/Aerogeneradores-ZONHAN>
- Soliclima. (2016). *Energía eólica*. Obtenido de <http://www.soliclima.es/energia-eolica>
- voltaje, V. d. (2016). *Picos de voltaje*. Obtenido de <http://www.variacionesdevoltaje.com/picos-voltaje.html>
- W.Solar. (2016). *Paneles solares*. Obtenido de <http://www.webosolar.com/foro/como-seleccionar-los-paneles-solares-para-mi-sistema-fotovoltaico/>

ANEXOS

Datos del mes de Julio 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (*F)
	%	*F	In	Deg	mph	mph	*F
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS	DEW
1/11/2017 0:00	63,9	60,3	0	19	12	12	48,2
1/11/2017 0:15	63,9	60,2	0	19	11	6	48,1
1/11/2017 0:30	64,3	60,1	0	19	11	9	48,2
1/11/2017 0:45	64,4	60,1	0	19	11	6	48,2
1/11/2017 1:00	64,6	60	0	19	10	7	48,2
1/11/2017 1:15	64,5	59,9	0	19	7	6	48
1/11/2017 1:30	64,3	59,8	0	19	7	6	47,9
1/11/2017 1:45	64,1	59,7	0	19	7	5	47,7
1/11/2017 2:00	63,9	59,7	0	19	6	6	47,6
1/11/2017 2:15	63,8	59,6	0	19	5	2	47,5
1/11/2017 2:30	63,9	59,5	0	19	6	4	47,4
1/11/2017 2:45	63,8	59,4	0	19	6	2	47,3
1/11/2017 3:00	63,6	59,4	0	19	5	4	47,2
1/11/2017 3:15	63,5	59,3	0	19	4	2	47,1
1/11/2017 3:30	63,4	59,2	0	19	6	5	46,9
1/11/2017 3:45	63,4	59,1	0	19	6	4	46,8
1/11/2017 4:00	63,4	59,1	0	19	6	4	46,8
1/11/2017 4:15	63,8	59	0	19	8	4	46,9
1/11/2017 4:30	64,4	58,9	0	19	7	6	47
1/11/2017 4:45	64,7	58,9	0	19	6	6	47,2
1/11/2017 5:00	64,7	58,8	0	19	8	7	47,1
1/11/2017 5:15	64,7	58,7	0	19	7	5	47
1/11/2017 5:30	64,5	58,6	0	19	9	4	46,8
1/11/2017 5:45	64,5	58,5	0	19	7	7	46,7
1/11/2017 6:00	64,7	58,4	0	19	9	6	46,7
1/11/2017 6:15	65	58,4	0	19	7	6	46,8
1/11/2017 6:30	65,4	58,4	0	19	8	7	47
1/11/2017 6:45	65,6	58,4	0	19	7	6	47,1
1/11/2017 7:00	65,7	58,3	0	19	6	3	47
1/11/2017 7:15	65,7	58,3	0	19	6	4	47
1/11/2017 7:30	65,8	58,3	0	19	6	6	47
1/11/2017 7:45	66,1	58,3	0	19	7	4	47,2

ANEXO I		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				1-2		
1/11/2017 8:00	66,3	58,3	0	19	7	3	47,2	
1/11/2017 8:15	66,5	58,3	0	19	6	2	47,3	
1/11/2017 8:30	66,9	58,3	0	19	6	4	47,5	
1/11/2017 8:45	67,2	58,3	0	19	5	4	47,6	
1/11/2017 9:00	67,2	58,3	0	19	6	4	47,6	
1/11/2017 9:15	66,9	58,3	0	19	7	5	47,5	
1/11/2017 9:30	66,9	58,3	0	19	6	4	47,5	
1/11/2017 9:45	67,4	58,4	0	19	5	5	47,8	
1/11/2017 10:00	66,9	58,4	0	19	7	5	47,6	
1/11/2017 10:15	66,6	58,5	0	19	6	6	47,6	
1/11/2017 10:30	66	58,6	0	19	7	6	47,4	
1/11/2017 10:45	65,7	58,7	0	19	6	4	47,4	
1/11/2017 11:00	65,2	58,9	0	19	6	5	47,4	
1/11/2017 11:15	63,9	59	0	19	7	6	46,9	
1/11/2017 11:30	62,6	59,2	0	19	7	6	46,6	
1/11/2017 11:45	61,3	59,4	0	19	7	6	46,2	
1/11/2017 12:00	60,1	59,6	0	19	8	6	45,9	
1/11/2017 12:15	59,9	59,8	0	19	7	5	46	
1/11/2017 12:30	59,6	60	0	19	8	4	46	
1/11/2017 12:45	58,9	60,1	0	19	7	7	45,8	
1/11/2017 13:00	58,4	60,4	0	19	9	7	45,9	
1/11/2017 13:15	58	60,5	0	19	7	6	45,8	
1/11/2017 13:30	57,4	60,8	0	19	7	7	45,8	
1/11/2017 13:45	56,6	61	0	19	9	6	45,6	
1/11/2017 14:00	56,1	61,2	0	19	7	4	45,5	
1/11/2017 14:15	56,2	61,5	0	19	8	8	45,9	
1/11/2017 14:30	55,8	61,7	0	19	10	7	45,8	
1/11/2017 14:45	56,1	61,9	0	19	10	9	46,2	
1/11/2017 15:00	55,9	62,1	0	19	10	8	46,3	
1/11/2017 15:15	54,8	62,3	0	19	7	6	45,9	
1/11/2017 15:30	54,8	62,5	0	19	9	6	46,1	
1/11/2017 15:45	52,6	62,7	0	24	9	4	45,2	
1/11/2017 16:00	53,1	63,2	0	24	7	6	45,9	
1/11/2017 16:15	52,7	63,5	0	24	7	4	46	
1/11/2017 16:30	53	63,6	0	24	8	8	46,2	
1/11/2017 16:45	53	63,8	0	24	7	4	46,4	
1/11/2017 17:00	52,3	63,9	0	24	8	5	46,1	
1/11/2017 17:15	52,9	64,1	0	24	9	7	46,6	
1/11/2017 17:30	52,7	64,2	0	24	9	5	46,6	
1/11/2017 17:45	52	64,2	0	24	6	6	46,3	
1/11/2017 18:00	51,8	64,3	0	24	9	4	46,3	
1/11/2017 18:15	52,2	64,3	0	24	7	4	46,5	
1/11/2017 18:30	52,8	64,3	0	24	7	4	46,8	
1/11/2017 18:45	53,2	64,2	0	24	8	4	46,9	

ANEXO 1		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				1-3	
1/11/2017 19:00	53,5	64,2	0	24	7	2	47
1/11/2017 19:15	54	64,2	0	24	3	2	47,3
1/11/2017 19:30	54,6	64,2	0	24	6	4	47,6
1/11/2017 19:45	54,7	64,1	0	24	4	1	47,6
1/11/2017 20:00	54,3	64	0	24	4	0	47,3
1/11/2017 20:15	54,2	63,9	0	24	3	3	47,1
1/11/2017 20:30	54,4	63,9	0	24	6	3	47,2
1/11/2017 20:45	54,6	63,9	0	24	5	2	47,3
1/11/2017 21:00	54,6	63,9	0	24	4	4	47,3
1/11/2017 21:15	54,7	63,8	0	24	6	4	47,3
1/11/2017 21:30	55,1	63,7	0	24	6	5	47,4
1/11/2017 21:45	55,8	63,6	0	24	6	6	47,6
1/11/2017 22:00	56,2	63,5	0	24	6	4	47,7
1/11/2017 22:15	56,3	63,5	0	24	6	6	47,8
1/11/2017 22:30	56,3	63,4	0	24	6	5	47,7
1/11/2017 22:45	56,5	63,3	0	24	4	2	47,7
1/11/2017 23:00	56,8	63,1	0	24	7	4	47,6
1/11/2017 23:15	57,2	62,9	0	24	8	4	47,6
1/11/2017 23:30	57,5	62,7	0	24	5	4	47,6
1/11/2017 23:45	57,8	62,7	0	24	7	7	47,7
2/11/2017 0:00	58	62,6	0	24	5	5	47,7
2/11/2017 0:15	58	62,5	0	24	6	4	47,6
2/11/2017 0:30	58,4	62,4	0	24	7	5	47,7
2/11/2017 0:45	59	62,2	0	24	9	6	47,8
2/11/2017 1:00	59,6	62,1	0	24	9	4	48
2/11/2017 1:15	60,2	61,9	0	24	8	6	48,1
2/11/2017 1:30	60,5	61,8	0	24	8	4	48,1
2/11/2017 1:45	60,5	61,8	0	24	8	6	48,1
2/11/2017 2:00	60,5	61,7	0	24	8	6	48
2/11/2017 2:15	61,1	61,6	0	24	12	6	48,2
2/11/2017 2:30	61,3	61,5	0	24	14	7	48,2
2/11/2017 2:45	61,2	61,4	0	24	10	4	48,1
2/11/2017 3:00	60,9	61,3	0	24	9	9	47,8
2/11/2017 3:15	60,4	61,3	0	24	11	8	47,6
2/11/2017 3:30	60,8	61,1	0	24	12	11	47,6
2/11/2017 3:45	61,1	61	0	24	11	10	47,6
2/11/2017 4:00	61,5	60,9	0	24	11	5	47,7
2/11/2017 4:15	61,3	60,8	0	24	14	12	47,5
2/11/2017 4:30	61	60,8	0	24	11	9	47,4
2/11/2017 4:45	60,7	60,8	0	24	12	10	47,3
2/11/2017 5:00	60,6	60,7	0	24	10	5	47,1

Datos del mes de Agosto 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (*F)
	%	*F	In	Deg	mph	mph	*F
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS	DEW
1/08/2017 0:00	63,9	60,3	0	19	22	12	48,2
1/08/2017 0:15	63,9	60,2	0	19	21	13	48,1
1/08/2017 0:30	64,3	60,1	0	19	25	13	48,2
1/08/2017 0:45	64,4	60,1	0	19	28	16	48,2
1/08/2017 1:00	64,6	60	0	19	26	16	48,2
1/08/2017 1:15	64,5	59,9	0	19	28	21	48
1/08/2017 1:30	64,3	59,8	0	19	31	17	47,9
1/08/2017 1:45	64,1	59,7	0	19	23	15	47,7
1/08/2017 2:00	63,9	59,7	0	19	24	9	47,6
1/08/2017 2:15	63,8	59,6	0	19	24	14	47,5
1/08/2017 2:30	63,9	59,5	0	19	30	16	47,4
1/08/2017 2:45	63,8	59,4	0	19	25	14	47,3
1/08/2017 3:00	63,6	59,4	0	19	25	15	47,2
1/08/2017 3:15	63,5	59,3	0	19	31	21	47,1
1/08/2017 3:30	63,4	59,2	0	19	27	15	46,9
1/08/2017 3:45	63,4	59,1	0	19	26	15	46,8
1/08/2017 4:00	63,4	59,1	0	19	29	18	46,8
1/08/2017 4:15	63,8	59	0	19	26	13	46,9
1/08/2017 4:30	64,4	58,9	0	19	25	13	47
1/08/2017 4:45	64,7	58,9	0	19	29	15	47,2
1/08/2017 5:00	64,7	58,8	0	19	24	16	47,1
1/08/2017 5:15	64,7	58,7	0	19	26	14	47
1/08/2017 5:30	64,5	58,6	0	19	26	12	46,8
1/08/2017 5:45	64,5	58,5	0	19	23	10	46,7
1/08/2017 6:00	64,7	58,4	0	19	18	9	46,7
1/08/2017 6:15	65	58,4	0	19	21	13	46,8
1/08/2017 6:30	65,4	58,4	0	19	23	11	47
1/08/2017 6:45	65,6	58,4	0	19	21	14	47,1
1/08/2017 7:00	65,7	58,3	0	19	20	11	47
1/08/2017 7:15	65,7	58,3	0	19	19	12	47
1/08/2017 7:30	65,8	58,3	0	19	15	12	47
1/08/2017 7:45	66,1	58,3	0	19	22	13	47,2
1/08/2017 8:00	66,3	58,3	0	19	21	13	47,2
1/08/2017 8:15	66,5	58,3	0	19	20	13	47,3
1/08/2017 8:30	66,9	58,3	0	19	18	8	47,5
1/08/2017 8:45	67,2	58,3	0	19	20	14	47,6

ANEXO II		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				2-2	
1/08/2017 9:00	67,2	58,3	0	19	16	8	47,6
1/08/2017 9:15	66,9	58,3	0	19	12	7	47,5
1/08/2017 9:30	66,9	58,3	0	19	8	6	47,5
1/08/2017 9:45	67,4	58,4	0	19	14	6	47,8
1/08/2017 10:00	66,9	58,4	0	19	13	4	47,6
1/08/2017 10:15	66,6	58,5	0	19	9	3	47,6
1/08/2017 10:30	66	58,6	0	19	7	2	47,4
1/08/2017 10:45	65,7	58,7	0	19	10	3	47,4
1/08/2017 11:00	65,2	58,9	0	19	14	8	47,4
1/08/2017 11:15	63,9	59	0	19	13	5	46,9
1/08/2017 11:30	62,6	59,2	0	19	8	7	46,6
1/08/2017 11:45	61,3	59,4	0	19	8	4	46,2
1/08/2017 12:00	60,1	59,6	0	19	6	2	45,9
1/08/2017 12:15	59,9	59,8	0	19	6	3	46
1/08/2017 12:30	59,6	60	0	19	10	3	46
1/08/2017 12:45	58,9	60,1	0	19	11	6	45,8
1/08/2017 13:00	58,4	60,4	0	19	13	7	45,9
1/08/2017 13:15	58	60,5	0	19	13	9	45,8
1/08/2017 13:30	57,4	60,8	0	19	11	7	45,8
1/08/2017 13:45	56,6	61	0	19	13	9	45,6
1/08/2017 14:00	56,1	61,2	0	19	11	6	45,5
1/08/2017 14:15	56,2	61,5	0	19	12	8	45,9
1/08/2017 14:30	55,8	61,7	0	19	14	6	45,8
1/08/2017 14:45	56,1	61,9	0	19	19	13	46,2
1/08/2017 15:00	55,9	62,1	0	19	15	9	46,3
1/08/2017 15:15	54,8	62,3	0	19	16	9	45,9
1/08/2017 15:30	54,8	62,5	0	19	15	9	46,1
1/08/2017 15:45	52,6	62,7	0	24	17	9	45,2
1/08/2017 16:00	53,1	63,2	0	24	9	4	45,9
1/08/2017 16:15	52,7	63,5	0	24	10	6	46
1/08/2017 16:30	53	63,6	0	24	16	12	46,2
1/08/2017 16:45	53	63,8	0	24	12	7	46,4
1/08/2017 17:00	52,3	63,9	0	24	15	9	46,1
1/08/2017 17:15	52,9	64,1	0	24	14	10	46,6
1/08/2017 17:30	52,7	64,2	0	24	15	9	46,6
1/08/2017 17:45	52	64,2	0	24	16	13	46,3
1/08/2017 18:00	51,8	64,3	0	24	14	7	46,3
1/08/2017 18:15	52,2	64,3	0	24	18	9	46,5
1/08/2017 18:30	52,8	64,3	0	24	17	11	46,8
1/08/2017 18:45	53,2	64,2	0	24	14	10	46,9
1/08/2017 19:00	53,5	64,2	0	24	16	8	47
1/08/2017 19:15	54	64,2	0	24	13	6	47,3

ANEXO II		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				2-3	
1/08/2017 19:30	54,6	64,2	0	24	18	11	47,6
1/08/2017 19:45	54,7	64,1	0	24	17	7	47,6
1/08/2017 20:00	54,3	64	0	24	15	8	47,3
1/08/2017 20:15	54,2	63,9	0	24	16	7	47,1
1/08/2017 20:30	54,4	63,9	0	24	20	6	47,2
1/08/2017 20:45	54,6	63,9	0	24	20	11	47,3
1/08/2017 21:00	54,6	63,9	0	24	24	15	47,3
1/08/2017 21:15	54,7	63,8	0	24	21	13	47,3
1/08/2017 21:30	55,1	63,7	0	24	22	12	47,4
1/08/2017 21:45	55,8	63,6	0	24	26	19	47,6
1/08/2017 22:00	56,2	63,5	0	24	27	14	47,7
1/08/2017 22:15	56,3	63,5	0	24	24	18	47,8
1/08/2017 22:30	56,3	63,4	0	24	26	18	47,7
1/08/2017 22:45	56,5	63,3	0	24	27	13	47,7
1/08/2017 23:00	56,8	63,1	0	24	21	14	47,6
1/08/2017 23:15	57,2	62,9	0	24	22	16	47,6
1/08/2017 23:30	57,5	62,7	0	24	24	11	47,6
1/08/2017 23:45	57,8	62,7	0	24	22	13	47,7
2/08/2017 0:00	58	62,6	0	24	25	17	47,7
2/08/2017 0:15	58	62,5	0	24	18	10	47,6
2/08/2017 0:30	58,4	62,4	0	24	27	10	47,7
2/08/2017 0:45	59	62,2	0	24	25	10	47,8
2/08/2017 1:00	59,6	62,1	0	24	25	14	48
2/08/2017 1:15	60,2	61,9	0	24	28	22	48,1
2/08/2017 1:30	60,5	61,8	0	24	24	22	48,1
2/08/2017 1:45	60,5	61,8	0	24	23	13	48,1
2/08/2017 2:00	60,5	61,7	0	24	27	12	48
2/08/2017 2:15	61,1	61,6	0	24	28	16	48,2
2/08/2017 2:30	61,3	61,5	0	24	28	14	48,2
2/08/2017 2:45	61,2	61,4	0	24	24	15	48,1
2/08/2017 3:00	60,9	61,3	0	24	23	12	47,8
2/08/2017 3:15	60,4	61,3	0	24	21	15	47,6
2/08/2017 3:30	60,8	61,1	0	24	25	16	47,6
2/08/2017 3:45	61,1	61	0	24	24	17	47,6
2/08/2017 4:00	61,5	60,9	0	24	26	16	47,7
2/08/2017 4:15	61,3	60,8	0	24	26	14	47,5
2/08/2017 4:30	61	60,8	0	24	26	17	47,4
2/08/2017 4:45	60,7	60,8	0	24	27	19	47,3
2/08/2017 5:00	60,6	60,7	0	24	25	16	47,1
2/08/2017 5:15	60,6	60,6	0	24	20	16	47
2/08/2017 5:30	60,6	60,6	0	24	20	15	47
2/08/2017 5:45	60,6	60,6	0	24	23	13	47
2/08/2017 6:00	60,6	60,6	0	24	23	12	47

Datos del mes de Septiembre 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (*F)
	%	*F	In	Deg	mph	mph	*F
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS	DEW
1/07/2017 0:00	88.2	53.2	0	139	14	7	49.8
1/07/2017 0:15	89.8	52.9	0	127	13	8	50
1/07/2017 0:30	91.5	52.7	0	124	16	10	50.3
1/07/2017 0:45	92.2	52.4	0	125	16	10	50.2
1/07/2017 1:00	92.3	52.4	0	136	14	4	50.2
1/07/2017 1:15	92.6	52.3	0	111	10	5	50.2
1/07/2017 1:30	93.1	52.2	0	148	10	6	50.2
1/07/2017 1:45	93.1	52	0	110	17	9	50
1/07/2017 2:00	93.2	51.9	0	145	13	7	50
1/07/2017 2:15	93.1	51.9	0	146	12	7	49.9
1/07/2017 2:30	93.1	51.9	0	152	11	5	49.9
1/07/2017 2:45	93.6	51.7	0	134	12	6	49.9
1/07/2017 3:00	93.5	51.8	0	120	10	5	49.9
1/07/2017 3:15	93.1	51.9	0	110	6	4	49.9
1/07/2017 3:30	93.1	51.8	0	173	9	4	49.8
1/07/2017 3:45	92.8	51.8	0	136	9	4	49.7
1/07/2017 4:00	92.2	51.9	0	141	8	3	49.7
1/07/2017 4:15	92.1	51.9	0	100	7	4	49.6
1/07/2017 4:30	92.1	51.8	0	111	7	4	49.5
1/07/2017 4:45	91.5	51.9	0	122	7	5	49.5
1/07/2017 5:00	91	52.1	0	120	8	2	49.5
1/07/2017 5:15	89.3	52.2	0	156	9	6	49.1
1/07/2017 5:30	89	52.2	0	105	5	2	49
1/07/2017 5:45	89	52.1	0	145	5	1	48.9
1/07/2017 6:00	89.8	52	0	149	6	4	49.1
1/07/2017 6:15	90.6	51.7	0	177	4	2	49
1/07/2017 6:30	91.5	51.7	0	170	6	3	49.3
1/07/2017 6:45	91.5	51.7	0	165	4	0	49.3
1/07/2017 7:00	91.5	52.1	0	159	3	1	49.7
1/07/2017 7:15	89.8	52.3	0	98	3	1	49.4
1/07/2017 7:30	87.6	52.8	0	98	3	0	49.4
1/07/2017 7:45	88.2	53.1	0	67	3	0	49.7
1/07/2017 8:00	85.9	53.6	0	134	5	3	49.5
1/07/2017 8:15	84.2	54	0	111	6	2	49.3
1/07/2017 8:30	84	54.1	0	94	13	9	49.4
1/07/2017 8:45	83.5	54.4	0	64	10	4	49.5
1/07/2017 9:00	81.6	55.4	0	76	11	5	49.9
1/07/2017 9:15	78	56.6	0	101	11	8	49.9
1/07/2017 9:30	75.2	57.5	0	96	13	7	49.8

ANEXO III		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				3-2	
1/07/2017 9:45	72,6	58,4	0	129	11	6	49,7
1/07/201710:00	64,5	60,2	0	105	13	6	48,3
1/07/201710:15	60,3	61,1	0	84	13	10	47,4
1/07/201710:30	58	62,1	0	84	17	10	47,3
1/07/201710:45	59	62,2	0	112	19	11	47,8
1/07/201711:00	59,4	62	0	87	22	13	47,8
1/07/201711:15	55,1	61,8	0	100	18	10	45,6
1/07/201711:30	52,1	62,7	0	111	16	11	44,9
1/07/201711:45	47,7	64	0	83	15	11	43,7
1/07/201712:00	45,8	64,2	0	93	16	9	42,8
1/07/201712:15	45,2	64,8	0	118	15	7	43
1/07/201712:30	50,8	65	0	88	23	15	46,4
1/07/201712:45	47,5	64,8	0	145	23	13	44,4
1/07/201713:00	46,8	65,3	0	76	18	13	44,4
1/07/201713:15	46,1	66,1	0	129	17	9	44,7
1/07/201713:30	45,9	66,4	0	101	22	13	44,9
1/07/201713:45	45,6	66,8	0	107	19	12	45,1
1/07/201714:00	45,4	67	0	111	22	11	45,1
1/07/201714:15	45,5	66,9	0	79	21	11	45,1
1/07/201714:30	44,7	67,1	0	149	26	14	44,8
01/07/20114:45	44,5	67,4	0	129	27	15	45
1/07/201715:00	44,4	66,7	0	132	21	13	44,3
1/07/201715:15	43,5	67,1	0	108	23	13	44,1
1/07/201715:30	42,9	67,8	0	101	24	13	44,3
1/07/201715:45	43,7	67,7	0	132	27	16	44,8
1/07/201716:00	46,8	67	0	117	24	17	46
1/07/201716:15	51,2	66	0	91	22	15	47,5
1/07/201716:30	54,3	64,8	0	69	23	13	48
1/07/201716:45	55,1	64,5	0	81	23	14	48,1
1/07/201717:00	52,9	64,4	0	103	24	12	46,9
1/07/201717:15	52,2	64,6	0	96	21	15	46,7
1/07/201717:30	51,9	64,5	0	97	18	12	46,5
1/07/201717:45	55,2	63,5	0	72	16	12	47,2
1/07/201718:00	58,8	62,4	0	122	16	10	47,9
1/07/201718:15	61,2	61,1	0	138	13	7	47,8
1/07/201718:30	63,9	60,3	0	135	14	6	48,2
1/07/201718:45	65,7	59,9	0	114	10	5	48,5
1/07/201719:00	66,4	59,6	0	118	9	5	48,5
1/07/201719:15	68,1	58,7	0	142	12	9	48,3
1/07/201719:30	69,8	58,3	0	156	10	4	48,6
1/07/201719:45	71	57,9	0	145	10	6	48,7
1/07/201720:00	70,6	57,8	0	121	11	8	48,4
1/07/201720:15	70,5	58,1	0	74	8	3	48,7

Datos del mes de Octubre 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (*F)
	%	*F	In	Deg	mph	mph	*F
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS	DEW
1/10/20170:00	91.6	51.6	0	70	3	2	49.2
1/10/20170:15	92.2	51.7	0	45	5	1	49.5
1/10/20170:30	93	51.6	0	56	5	1	49.6
1/10/20170:45	93.1	51.6	0	43	4	2	49.6
1/10/20171:00	94.5	51.4	0	73	6	4	49.8
1/10/20171:15	95.9	51.1	0	111	5	4	49.9
1/10/20171:30	94.4	51.4	0	107	8	6	49.8
1/10/20171:45	93.1	51.7	0	72	8	5	49.7
1/10/20172:00	93.1	51.7	0	49	5	2	49.7
1/10/20172:15	93.1	51.7	0	49	3	1	49.7
1/10/20172:30	93.1	51.7	0	53	4	2	49.7
1/10/20172:45	93.1	51.7	0	94	4	3	49.7
1/10/20173:00	92.2	51.9	0	64	5	3	49.7
1/10/20173:15	91.5	52	0	33	6	2	49.6
1/10/20173:30	91.7	51.7	0	33	4	3	49.3
1/10/20173:45	92.3	51.7	0	33	3	2	49.5
1/10/20174:00	92.3	51.7	0	18	3	0	49.5
1/10/20174:15	92.4	51.9	0	292	4	1	49.7
1/10/20174:30	92.3	52	0	292	1	0	49.8
1/10/20174:45	92.4	52	0	292	1	0	49.8
1/10/20175:00	92.5	51.9	0	292	1	0	49.8
1/10/20175:15	92.1	51.8	0	107	4	2	49.5
1/10/20175:30	91.8	51.8	0	108	4	1	49.5
1/10/20175:45	91.5	51.8	0	80	4	2	49.4
1/10/20176:00	88.3	52.3	0	74	8	3	48.9
1/10/20176:15	87.8	52.4	0	43	5	3	48.9
1/10/20176:30	89	52.3	0	19	6	2	49.1
1/10/20176:45	91.5	52.1	0	57	3	2	49.7
1/10/20177:00	92.3	52	0	57	3	0	49.8
1/10/20177:15	92.2	52.1	0	57	3	1	49.9
1/10/20177:30	92.1	52.2	0	39	4	1	49.9
1/10/20177:45	91.5	52.7	0	56	5	2	50.3
1/10/20178:00	90	52.9	0	38	4	1	50
1/10/20178:15	88.2	53.4	0	24	4	2	50
1/10/20178:30	87.3	53.7	0	55	6	4	50
1/10/20178:45	87.3	53.9	0	48	8	3	50.2
1/10/20179:00	84.3	55	0	25	7	2	50.4
1/10/20179:15	82.1	55.6	0	35	8	3	50.3
1/10/20179:30	81.2	55.8	0	55	10	6	50.2

ANEXO IV		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				4-2	
1/10/20179:45	80,6	56,2	0	53	10	4	50,4
1/10/201710:00	77	56,9	0	24	10	3	49,8
1/10/201710:15	75,1	57,6	0	101	15	7	49,9
1/10/201710:30	73,6	57,8	0	81	13	4	49,5
1/10/201710:45	75,1	58,4	0	36	11	5	50,6
1/10/201711:00	72,2	58,8	0	16	10	6	50
1/10/201711:15	69,8	58,9	0	38	12	9	49,2
1/10/201711:30	73,5	58,7	0	84	11	6	50,4
1/10/201711:45	71,4	59	0	81	15	7	49,9
1/10/201712:00	68,1	60,7	0	52	14	4	50,3
1/10/201712:15	66,1	61	0	73	17	7	49,8
1/10/201712:30	63,1	61,6	0	29	19	12	49,1
1/10/201712:45	60,4	62,6	0	63	18	13	48,8
1/10/201713:00	61,6	62,3	0	57	21	10	49,1
1/10/201713:15	60,6	62,9	0	50	23	15	49,2
1/10/201713:30	58,1	63,4	0	40	25	15	48,5
1/10/201713:45	59,1	62,6	0	66	26	14	48,2
1/10/201714:00	60,9	62,9	0	14	24	12	49,3
1/10/201714:15	62,6	62,3	0	36	23	11	49,5
1/10/201714:30	59,4	62,5	0	52	18	10	48,3
1/10/201714:45	57,7	63,1	0	28	21	13	48,1
1/10/201715:00	56,6	63,5	0	55	19	15	47,9
1/10/201715:15	54,7	63,9	0	66	21	13	47,4
1/10/201715:30	52,4	64	0	46	23	13	46,3
1/10/201715:45	54,2	63,5	0	19	21	7	46,7
1/10/201716:00	53,2	64	0	35	22	7	46,7
1/10/201716:15	53,4	63,6	0	56	24	12	46,4
1/10/201716:30	58,4	63,4	0	49	19	10	48,7
1/10/201716:45	58,9	62,6	0	56	22	10	48,2
1/10/201717:00	59,9	62,3	0	60	22	7	48,3
1/10/201717:15	59,3	61,9	0	57	19	9	47,7
1/10/201717:30	58,1	62,1	0	56	19	11	47,3
1/10/201717:45	61,1	61,9	0	59	17	9	48,5
1/10/201718:00	64,7	60,9	0	59	21	12	49,1
1/10/201718:15	67,4	60,2	0	72	17	11	49,5
1/10/201718:30	70,5	59,5	0	49	19	6	50
1/10/201718:45	70,6	59,2	0	86	18	7	49,8
1/10/201719:00	71	58,5	0	70	18	8	49,3
1/10/201719:15	72,5	58	0	49	19	7	49,3
1/10/201719:30	74,2	57,2	0	81	18	10	49,2
1/10/201719:45	72,8	57,3	0	66	19	5	48,8
1/10/201720:00	75,4	56,7	0	62	11	5	49,1
1/10/201720:15	78,8	56	0	55	16	6	49,6

Datos del mes de Noviembre 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)
	%	*F	In	Deg	mph	mph
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS
1/09/2017 0:00	6,6		0	214	15	7
1/09/2017 0:15	6,6		0	214	17	9
1/09/2017 0:30	6,6		0	214	10	10
1/09/2017 0:45	6,6		0	214	12	12
1/09/2017 1:00	6,6		0	214	14	11
1/09/2017 1:15	6,6		0	214	16	11
1/09/2017 1:30	6,6		0	214	11	9
1/09/2017 1:45	6,6		0	214	10	7
1/09/2017 2:00	6,6		0	214	9	4
1/09/2017 2:15	6,6		0	214	7	4
1/09/2017 2:30	6,6		0	214	11	6
1/09/2017 2:45	6,6		0	214	12	9
1/09/2017 3:00	6,6		0	214	13	5
1/09/2017 3:15	6,6		0	214	9	9
1/09/2017 3:30	6,6		0	214	10	10
1/09/2017 3:45	6,6		0	214	9	8
1/09/2017 4:00	6,6		0	214	10	7
1/09/2017 4:15	6,6		0	214	10	10
1/09/2017 4:30	6,6		0	214	11	7
1/09/2017 4:45	6,6		0	214	9	9
1/09/2017 5:00	6,6		0	214	9	8
1/09/2017 5:15	6,6		0	214	10	7
1/09/2017 5:30	6,6		0	214	11	7
1/09/2017 5:45	6,6		0	214	10	9
1/09/2017 6:00	6,6		0	214	8	4
1/09/2017 6:15	6,6		0	214	9	4
1/09/2017 6:30	6,6		0	214	9	4
1/09/2017 6:45	6,6		0	214	9	3
1/09/2017 7:00	6,6		0	214	6	2
1/09/2017 7:15	6,6		0	214	7	7
1/09/2017 7:30	6,6		0	214	7	7
1/09/2017 7:45	6,6		0	214	6	4
1/09/2017 8:00	6,6		0	214	5	3
1/09/2017 8:15	6,6		0	214	7	4
1/09/2017 8:30	6,6		0	214	5	4
1/09/2017 8:45	6,6		0	214	4	3
1/09/2017 9:00	6,6		0	214	5	3
1/09/2017 9:15	6,6		0	214	7	3

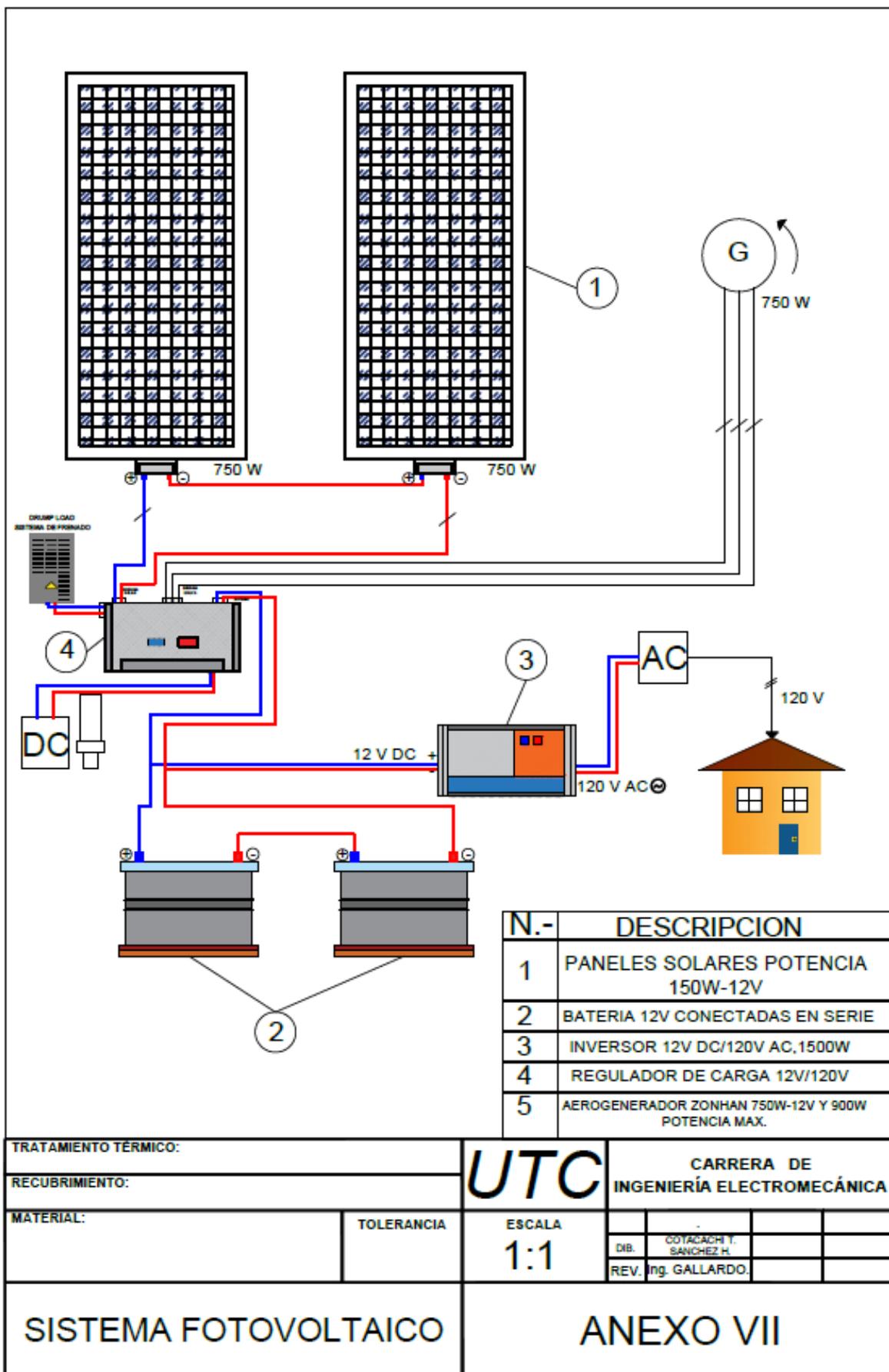
ANEXO V		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO		5-2	
1/09/2017 9:30	6,6	0	214	6	5
1/09/2017 9:45	6,6	0	214	9	6
1/09/2017 10:00	6,6	0	214	7	4
1/09/2017 10:15	6,6	0	214	9	7
1/09/2017 10:30	6,6	0	214	7	6
1/09/2017 10:45	6,6	0	214	7	4
1/09/2017 11:00	6,6	0	214	8	5
1/09/2017 11:15	6,6	0	214	7	2
1/09/2017 11:30	6,6	0	214	7	4
1/09/2017 11:45	6,6	0	214	6	4
1/09/2017 12:00	6,6	0	214	7	4
1/09/2017 12:15	6,6	0	214	6	4
1/09/2017 12:30	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 12:45	6,6	0	214	4	4
1/09/2017 13:00	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 13:15	6,6	0	214	4	3
1/09/2017 13:30	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 13:45	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 14:00	6,6	0	214	5	4
1/09/2017 14:15	6,6	0	214	5	3
1/09/2017 14:30	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 14:45	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 15:00	6,6	0	214	3	3
1/09/2017 15:15	6,6	0	214	3	2
1/09/2017 15:30	6,6	0	214	3	3
1/09/2017 15:45	6,6	0	214	3	1
1/09/2017 16:00	6,6	0	214	2	1
1/09/2017 16:15	6,6	0	214	1	1
1/09/2017 16:30	6,6	0	214	1	1
1/09/2017 16:45	6,6	0	214	2	2
1/09/2017 17:00	6,6	0	214	3	2
1/09/2017 17:15	6,6	0	214	3	1
1/09/2017 17:30	6,6	0	214	2	2
1/09/2017 17:45	6,6	0	214	4	2
1/09/2017 18:00	6,6	0	214	3	3
1/09/2017 18:15	6,6	0	214	5	2
1/09/2017 18:30	6,6	0	214	3	2
1/09/2017 18:45	6,6	0	214	4	1
1/09/2017 19:00	6,6	0	214	3	3
1/09/2017 19:15	6,6	0	214	4	1
1/09/2017 19:30	6,6	0	214	5	4
1/09/2017 19:45	6,6	0	214	4	3

Datos del mes de Diciembre 2017

	RH (%)	Temperature (*F)	Rainfall (In)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (*F)
	%	*F	In	Deg	mph	mph	*F
Date and Time	HMD	TMP	RNF	WND	WNG	WNS	DEW
1/12/20170:00	63.5	59.7	0	254	9	5	47.4
1/12/20170:15	63.6	59.6	0	254	7	6	47.4
1/12/20170:30	63.7	59.5	0	254	9	6	47.3
1/12/20170:45	64	59.4	0	254	7	7	47.4
1/12/20171:00	64.4	59.4	0	254	9	5	47.5
1/12/20171:15	64.6	59.2	0	254	11	9	47.4
1/12/20171:30	64.7	59.1	0	254	7	6	47.4
1/12/20171:45	65	59	0	254	12	12	47.4
1/12/20172:00	65.6	58.9	0	254	11	6	47.5
1/12/20172:15	66.1	58.8	0	254	11	9	47.6
1/12/20172:30	66.3	58.7	0	254	11	6	47.6
1/12/20172:45	66.4	58.6	0	254	10	7	47.6
1/12/20173:00	66.6	58.5	0	254	7	6	47.6
1/12/20173:15	66.9	58.4	0	254	7	6	47.6
1/12/20173:30	67.3	58.3	0	254	7	5	47.6
1/12/20173:45	67.6	58.2	0	254	6	6	47.7
1/12/20174:00	67.7	58.1	0	254	5	2	47.6
1/12/20174:15	67.9	58	0	254	6	4	47.6
1/12/20174:30	68	57.9	0	254	6	2	47.5
1/12/20174:45	68.1	57.8	0	254	5	4	47.5
1/12/20175:00	68.1	57.7	0	254	4	2	47.4
1/12/20175:15	68	57.6	0	254	6	5	47.2
1/12/20175:30	68.1	57.5	0	254	6	4	47.2
1/12/20175:45	68.2	57.5	0	254	6	4	47.2
1/12/20176:00	68.6	57.5	0	254	8	4	47.4
1/12/20176:15	68.8	57.3	0	254	7	6	47.3
1/12/20176:30	68.8	57.3	0	254	6	6	47.3
1/12/20176:45	68.9	57.3	0	254	8	7	47.3
1/12/20177:00	69.4	57.2	0	254	7	5	47.4
1/12/20177:15	69.9	57.2	0	254	9	4	47.6
1/12/20177:30	70.2	57.1	0	254	7	7	47.6
1/12/20177:45	70.8	57.1	0	254	9	6	47.8
1/12/20178:00	71.3	57.1	0	254	7	6	48
1/12/20178:15	72.6	57.1	0	254	8	7	48.5
1/12/20178:30	73	57.2	0	254	7	6	48.7
1/12/20178:45	72.5	57.2	0	254	6	3	48.6
1/12/20179:00	72.7	57.3	0	254	6	4	48.7

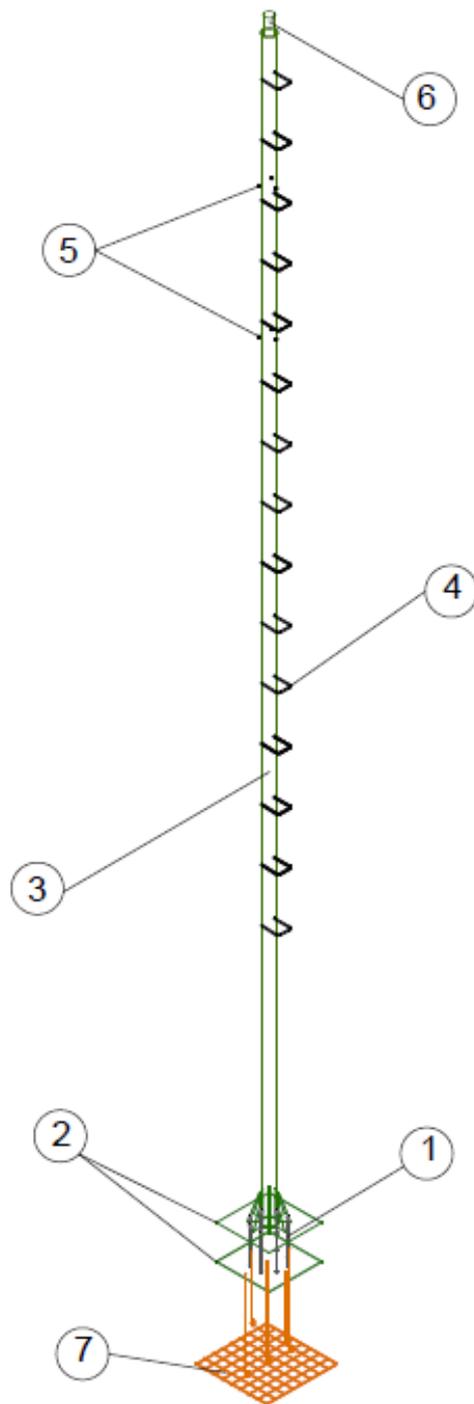
ANEXO VI		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO				6-2	
1/12/20179:15	72.9	57.3	0	254	6	6	48.8
1/12/20179:30	72.6	57.4	0	254	7	4	48.8
1/12/20179:45	72.6	57.4	0	254	7	3	48.8
1/12/201710:00	72.5	57.5	0	254	6	2	48.8
1/12/201710:15	71.9	57.6	0	254	6	4	48.7
1/12/201710:30	71.9	57.7	0	254	5	4	48.8
1/12/201710:45	71.4	57.8	0	254	6	4	48.7
1/12/201711:00	70.5	58	0	254	7	5	48.6
1/12/201711:15	69.2	58.1	0	254	6	4	48.2
1/12/201711:30	68.6	58.4	0	254	5	5	48.2
1/12/201711:45	66.9	58.5	0	254	7	5	47.7
1/12/201712:00	66	58.8	0	254	6	6	47.6
1/12/201712:15	65.7	59	0	254	7	6	47.7
1/12/201712:30	65.3	59.2	0	254	6	4	47.7
1/12/201712:45	64.1	59.4	0	254	6	5	47.4
1/12/201713:00	63.4	59.6	0	254	7	6	47.3
1/12/201713:15	62.6	59.8	0	254	7	6	47.1
1/12/201713:30	61.8	59.9	0	254	7	6	46.9
1/12/201713:45	62	60.1	0	254	8	6	47.2
1/12/201714:00	60.5	60.3	0	254	7	5	46.7
1/12/201714:15	59.1	60.5	0	254	8	4	46.3
1/12/201714:30	58.1	60.6	0	254	7	7	45.9
1/12/201714:45	58.1	60.7	0	254	9	7	46
1/12/201715:00	58.3	60.8	0	254	7	6	46.2
1/12/201715:15	58.3	60.9	0	254	7	7	46.3
1/12/201715:30	57.3	61.1	0	254	9	6	46
1/12/201715:45	56.8	61.2	0	254	7	4	45.9
1/12/201716:00	56.6	61.3	0	254	8	8	45.9
1/12/201716:15	54.5	61.5	0	254	10	7	45
1/12/201716:30	57.4	61.8	0	254	10	9	46.7
1/12/201716:45	55.9	61.9	0	254	10	8	46.1
1/12/201717:00	55.8	61.9	0	254	7	6	46
1/12/201717:15	55.9	61.9	0	254	9	6	46.1
1/12/201717:30	56.2	61.9	0	254	9	4	46.2
1/12/201717:45	56.2	61.9	0	254	7	6	46.2
1/12/201718:00	55.1	61.9	0	254	7	4	45.7
1/12/201718:15	55	61.9	0	254	8	8	45.6
1/12/201718:30	55.9	61.9	0	254	7	4	46.1
1/12/201718:45	56.3	61.9	0	254	8	5	46.3
1/12/201719:00	56.8	61.8	0	254	9	7	46.4
1/12/201719:15	56.9	61.8	0	254	9	5	46.5
1/12/201719:30	57.1	61.7	0	254	6	6	46.5
1/12/201719:45	57.4	61.6	0	254	9	4	46.5

ANEXO VI		MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO			6-3		
1/12/201720:00	57.5	61.5	0	254	7	4	46.5
1/12/201720:15	57.9	61.5	0	254	7	4	46.7
1/12/201720:30	58	61.3	0	254	8	4	46.5
1/12/201720:45	58.3	61.2	0	254	7	2	46.6
1/12/201721:00	58.3	61.1	0	254	3	2	46.5
1/12/201721:15	58.6	61	0	254	6	4	46.5
1/12/201721:30	59	60.8	0	254	4	1	46.5
1/12/201721:45	59.3	60.7	0	254	4	0	46.5
1/12/201722:00	59.6	60.6	0	254	3	3	46.6
1/12/201722:15	59.8	60.4	0	254	6	3	46.5
1/12/201722:30	60	60.3	0	254	5	2	46.5
1/12/201722:45	60.5	60.1	0	254	4	4	46.5
1/12/201723:00	61	59.9	0	254	6	4	46.6
1/12/201723:15	61.4	59.8	0	254	6	5	46.6
1/12/201723:30	61.8	59.6	0	254	6	6	46.6
1/12/201723:45	62.3	59.4	0	254	6	4	46.6
2/12/2017 0:00	62.6	59.1	0	254	6	6	46.5
2/12/2017 0:15	62.6	59	0	254	6	5	46.4
2/12/2017 0:30	62.6	58.8	0	254	4	2	46.2
2/12/2017 0:45	62.6	58.7	0	254	7	4	46.1
2/12/2017 1:00	62.6	58.5	0	254	8	4	45.9
2/12/2017 1:15	62.3	58.4	0	254	5	4	45.7
2/12/2017 1:30	62.2	58.2	0	254	7	7	45.5
2/12/2017 1:45	62.6	58	0	254	5	5	45.4
2/12/2017 2:00	62.8	57.9	0	254	6	4	45.4
2/12/2017 2:15	63	57.7	0	254	7	5	45.3
2/12/2017 2:30	63.1	57.7	0	254	9	6	45.4
2/12/2017 2:45	63.3	57.6	0	254	9	4	45.4
2/12/2017 3:00	63.5	57.4	0	254	8	6	45.2
2/12/2017 3:15	63.8	57.3	0	254	8	4	45.3
2/12/2017 3:30	64.1	57.1	0	254	8	6	45.2
2/12/2017 3:45	64.6	57.1	0	254	8	6	45.4
2/12/2017 4:00	65	57	0	254	12	6	45.5
2/12/2017 4:15	65	57	0	254	14	7	45.5
2/12/2017 4:30	65.2	56.8	0	254	10	4	45.4
2/12/2017 4:45	65.6	56.7	0	254	9	9	45.4
2/12/2017 5:00	65.8	56.6	0	254	11	8	45.4
2/12/2017 5:15	66.1	56.6	0	254	12	11	45.5
2/12/2017 5:30	66.4	56.5	0	254	11	10	45.6
2/12/2017 5:45	66.5	56.4	0	254	11	5	45.5
2/12/2017 6:00	66.5	56.4	0	254	14	12	45.5
2/12/2017 6:15	66.7	56.3	0	254	11	9	45.5



N.-	DESCRIPCION
1	PANELES SOLARES POTENCIA 150W-12V
2	BATERIA 12V CONECTADAS EN SERIE
3	INVERSOR 12V DC/120V AC, 1500W
4	REGULADOR DE CARGA 12V/120V
5	AEROGENERADOR ZONHAN 750W-12V Y 900W POTENCIA MAX.

TRATAMIENTO TÉRMICO:		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
RECUBRIMIENTO:				
MATERIAL:	TOLERANCIA	ESCALA		
		1:1	DIB. COTACACHI Y. SANCHEZ H.	
			REV. Ing. GALLARDO.	
SISTEMA FOTOVOLTAICO		ANEXO VII		



N.-	DESCRIPCION
1	8 PERNOS DE ACERO M12
2	2 PLANCHAS CUADRADAS DE 60 x 60 cm DE 10 mm DE ESPESOR
3	TUBO DE ACERO DE 6 PULGADAS DE DIAMETRO CEDULA 40
4	GRADAS DE VARILLA CORRUGADA DE 8 mm DE DIAMETRO
5	GANCHOS DE TENSORES DE VARILLA CORRUGADA 8 mm DE DIAMETRO
6	TUBO DE ACERO DE 4 PULGADAS DE DIAMETRO CEDULA 40
7	MALLA DE VARILLA DE $\frac{1}{2}$ PULGADA DIAMETRO

TRATAMIENTO TÉRMICO:		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÍNICA	
RECUBRIMIENTO:				
MATERIAL:	TOLERANCIA	ESCALA		
		1:50	DIB.	GRUPO 1
			REV.	Ing. GALLARDO.
SISTEMA AEROGENERADOR		ANEXO VIII		

Inversión Inicial en dólares	4399,58		
Costo operativo y mantenimiento anual en dólares	132		
Vida útil	10 años		
Interés Bancario Anual	16%		
Potencia generada mensual [Wh]	27100,125		
Energía generada anual [kWh]	325,2015		
Costo al mes [\$/kWh]	0,0784		
Costo anual de energía generada [\$/kWh]	25,4957976		
AÑO	EGRESO	INGRESO	FLUJO DE CAJA
1	17000	4399,6	-12600,4
2	132	4425,1	4293,1
3	132	4425,1	4293,1
4	132	4425,1	4293,1
5	140	4425,1	4285,1
6	140	4425,1	4285,1
7	140	4425,1	4285,1
8	145	4425,1	4280,1
9	145	4425,1	4280,1
10	145	4425,1	4280,1
Valor actual neto	6.165,80 \$		
TIR	31%		

COMPONENTES DEL AEROGNERADOR	RENDIMIENTO TÉCNICO
Diámetro del rotor	2,7 m
Material y número de cuchillas	3 por fibra de vidrio reforzada
potencia nominal	750W
Potencia máxima	900W
Velocidad nominal del viento	9 m/s
Velocidad de arranque del viento	2,5 m/s
Velocidad de viento de trabajo	3 - 25 m/s
Velocidad máxima del viento	50 m/s
Voltaje de funcionamiento	DC 12/24V (voltaje más alto opcional)
Tipo de generador	Trifásico, imán permanente
Carga de voltaje	Constante
Altura de la torre	12 m
tiempo de vida útil	10 años

DESCRIPCIÓN	TARIFARIO BANCO PICHINCHA ACTUALIZADO A MARZO 2018										Tasa Efectiva
	I. CARGOS ASOCIADOS A CRÉDITO										
	COMERCIAL		CONSUMO		VIVIENDA		MICROEMPRESA		EDUCATIVO		
	TASA FIJA	TASA VARIABLE	TASA FIJA	TASA VARIABLE	TASA FIJA	TASA VARIABLE	TASA FIJA	TASA VARIABLE	TASA FIJA	TASA VARIABLE	
De la entidad											
Credito Drenante (2)			15.66%	16.26%							17.30%
Credito Prejicio (1)(2)(A)			15.66%	16.26%							17.30%
Credito Prejicio Hipotecario (1)(2)(A)			15.66%	16.26%							17.30%
Credito Autoseguro 1 (A)			11.23%	11.23%							11.81%
Credito Autoseguro Comercial Ordinario (A) II			15.66%	16.26%							17.30%
Préstamo Preferencial Dinero PPD (A) (2) **			11.23%	11.23%							11.81%
Credito Productivo (1)(A)(2)			11.23%	11.23%							11.81%
Verzas anuales superiores a \$ 300.000 y hasta \$ 1.000.000			9.76%	9.76%							10.21%
Verzas anuales superiores a \$ 1.000.001 y hasta \$ 5.000.000			8.95%	8.95%							9.31%
Verzas anuales superiores a \$ 5.000.001			11.23%	11.23%							11.81%
Credito Productivo Comercial Prioritario (2)(A)(H)			9.76%	9.76%							10.21%
Verzas anuales superiores a \$ 300.000 y hasta \$ 1.000.000			8.95%	8.95%							9.31%
Verzas anuales superiores a \$ 1.000.001 y hasta \$ 5.000.000			11.23%	11.23%							11.81%
Verzas anuales superiores a \$ 5.000.001			9.76%	9.76%							10.21%
Verzas anuales superiores a \$ 5.000.001			8.95%	8.95%							9.31%
Credito Linea Abierta (garantía hipotecaria) (A) (2)				16.26%							17.30%
Credito Habitar (1)(A) (2)								10.71%			11.31%
Credito Habitar Mejor (1)(A) (2)								10.71%			11.31%
Credito para adquisición de terrenos hasta 5 años (2)								10.71%			11.31%
Credito de vivienda de interés público								4.81%			4.81%
Credito Multiproposito (2)(A)				16.26%							17.30%
Credito Corporativo (2)								10.71%			11.31%
Micocredito (A) (2) (A)											11.31%
De \$ 50 a \$ 1000									25.33%		28.44%
De \$ 1001 a \$ 10.000									22.52%		25.44%
De \$ 10.001 a \$ 25.000									21.29%		23.50%
PLAN DE PAGOS											
Tablas de Amortización		X		X							
Operación a término		X									
Subrogación Ocasional		15.65%	15.96%	15.45%	15.95%				15.65%	15.95%	17.24%
Subrogación General		15.65%	15.96%	15.45%	15.95%				15.65%	15.95%	17.24%
Credito para rescatos (6)										9.30%	9.39%
TASAS DE MOROSIDAD											

Fecha de aplicación

Se aplicará un recargo de hasta 0.1 veces a la tasa vigente de cada crédito al momento del vencimiento para tasa (1)(A) y 1.1 veces la tasa

EMPRESA ELECTRICA QUITO
PLIEGO TARIFARIO VIGENTE
PERIODO DE CONSUMO: 1-31 DE ENERO 2016

CATEGORIA	RANGO DE CONSUMO (KWh)	DEMANDA (US\$/kW)	CARGOS TARIFARIOS (US\$)	DESCRIPCION
A	TARIFAS BAJA Y MEDIA TENSION			
A.1	RESIDENCIAL			
	0 - 50		0,0784	Se aplica a los consumidores sujetos a la categoría de Tarifa Residencial, independientemente de la carga contratada.
	51 - 100		0,0814	Por cada kWh de consumo en el mes
	101 - 150		0,0834	Por cada uno de los siguientes 50 kWh de consumo
	151 - 200		0,0804	Por cada uno de los siguientes 50 kWh de consumo
	201 - 250		0,0874	Por cada uno de los siguientes 50 kWh de consumo
	251 - 300		0,0894	Por cada uno de los siguientes 50 kWh de consumo
	301 - 700		0,1265	Por cada uno de los siguientes 200 kWh de consumo
	701 - 1000		0,1450	Por cada uno de los siguientes 300 kWh de consumo
	1001 - 1500		0,1709	Por cada uno de los siguientes 500 kWh de consumo
	1501 - 2500		0,2752	Por cada uno de los siguientes 1000 kWh de consumo
	2501 - 3500		0,4360	Por cada uno de los siguientes 1000 kWh de consumo
	3501 y superior		0,6512	Por cada uno de los siguientes kWh de consumo en el mes
	Subsidio cruzado		1,8	De descuento en el valor de la planilla por consumo a los abonados que consumen entre 1 y 130 kWh/mes, con un mínimo de pago correspondiente al cargo de Comercialización.
	Subsidio Solidario		10%	Del valor de la planilla por consumo, por concepto de contribución al Subsidio Cruzado, a los abonados que consumen desde 161 kWh en adelante.
	Subsidio Tarifa Dignidad		0,04	Los abonados Residenciales que consumen de 1 hasta 110 kWh/mes, con base al Decreto Ejecutivo N° 451-A de 1 de Julio de 2007 y Circular No. ARDQNEL-DE-2015-002-ORC de 24 de marzo de 2015, recibirán un subsidio en un valor tal que como máximo pagarán 0,04 US\$/kWh de consumo y 0,70 US\$ por comercialización. El valor del subsidio por la Tarifa de la Dignidad constará en la planilla que corresponda, como un concepto independiente. Para la aplicación, en los procedimientos de cobro se considerará inicialmente la misma forma como se verá haciendo y luego se aplicará el beneficio del Decreto en referencia.
A.2	RESIDENCIAL PARA EL PROGRAMA PEC			
	Aplicación de acuerdo al Numeral 16 del Anexo al Pliego			