



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“OBTENCIÓN DEL FACTOR DE PLANTA MEDIANTE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PROPORCIONADA POR UNA CENTRAL HIBRIDA UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.

Autor:

Chicaisa Ugsha Jairo Marcelo

Tutor:

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

Latacunga – Ecuador

Julio 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **CHICAISA UGSHA JAIRO MARCELO**, con C.I. **050386814-3** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“OBTENCIÓN DEL FACTOR DE PLANTA MEDIANTE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PROPORCIONADA POR UNA CENTRAL HIBRIDA UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo el **Ing. Cruz Panchi Luis Rolando** tutor 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, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....
Chicaisa Ugsha Jairo Marcelo

C.I. 050386814-3



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“OBTENCIÓN DEL FACTOR DE PLANTA MEDIANTE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PROPORCIONADA POR UNA CENTRAL HÍBRIDA UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de Chicaisa Ugsha Jairo Marcelo, de la carrera en Ingeniería 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 Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Septiembre del 2020.

.....

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

TUTOR PRINCIPAL



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 postulante Chicaiza Ugsha Jairo Marcelo portador de C.I. 050386814-3 con el título de Proyecto de titulación: **“OBTENCIÓN DEL FACTOR DE PLANTA MEDIANTE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PROPORCIONADA POR UNA CENTRAL HÍBRIDA UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, 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, Septiembre del 2020

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Torres Tamayo Enrique Ph.D.
CC: 175712194-0

Lector 2

Ing. Porras Reyes Jefferson Alberto
CC: 070440044-9

Lector 3

Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián
CC: 050284769-2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanas por ser la principal fuente de apoyo que me empuja a seguir hacia adelante, enseñándome la gran importancia de luchar por conseguir mis objetivos por más difícil que sean las cosas. A Dios por cuidarme y protegerme siempre siendo uno de los pilares en mi vida.

Una expresión de gratitud a la vez al Ing. Luis Cruz, por haberme guiado y prestado su apoyo para el desarrollo de mi investigación. A la empresa M&V Ingenieros por haberme brindado su apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

Jairo Chicaiza

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios quien ha sido mi guía y mi fuerza que me ha permitido llegar hasta este momento tan importante en mi vida profesional, También a mis queridos padres Luis y Piedad que siempre me han brindado su apoyo, comprensión y siempre confiaron en mí, permitiéndome cumplir uno de mis sueños en la vida y por inculcarme a luchar siempre por conseguir mis metas.

A si también les agradezco a mis hermanas por el apoyo moral, por la confianza depositada en mí, por sus palabras de aliento siempre que las necesitaba por esto y muchas cosas más no me queda más que decir muchas gracias.

Jairo Chicaiza

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLA	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
GLOSARIO	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
INFORMACIÓN GENERAL	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
4.1. Beneficiarios directos	2
4.2. Beneficiarios indirectos	2
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
6. OBJETIVOS	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	5
8.1 Antecedentes	5

8.2 Energías Renovables.....	6
8.3 Sistemas Fotovoltaicos	6
8.3.1 Celda solar.....	8
8.3.2 Efecto Fotovoltaico	8
8.3.3 Irradiación solar.....	8
8.3.4 Radiación solar	8
8.3.5 Contante Solar	9
8.3.6 Composición de Celdas Fotovoltaicas	9
8.3.7 Composición y rendimiento de celdas fotovoltaicas.....	9
8.3.8 Irradiación solar en zonas de Ecuador.....	10
8.3.9 Tipo y Eficiencia de los módulos FV	11
8.4 Sistemas Eólicos	12
8.4.1 Parámetros para sistemas eólicos	13
8.4.2 Características para implementación.....	14
8.4.3 Tipos de aerogeneradores.....	16
8.4.4 Frecuencias.....	17
8.4.5 Potencia del viento	17
8.4.6 Sistema de medición.....	18
8.5 Factor de Planta	18
9. HIPÓTESIS	18
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	18
10.1. Generación Eólica.....	19
10.1.1 Organización de datos	19
10.1.2 Análisis de velocidad del viento	20
10.1.3 Medidas de Tendencia de velocidad del viento	20
10.1.4 Distribución de frecuencia de la velocidad del viento	21
10.1.5 Histograma de la velocidad del viento	21

10.1.6	Potencia Eólica.....	22
10.1.7	Especificaciones Técnicas del aerogenerador	24
10.2	Ubicación geográfica del sector.....	25
10.2.1	Descripción de la zona	25
10.2.2	Datos geográficos de la zona.....	25
10.3	Generación fotovoltaica.....	26
10.3.1	Recurso solar	26
10.3.2	Datos de Heliofania.....	26
10.3.3	Distribución de frecuencia de temperaturas	28
10.3.4	Calculo del promedio de la Radiación	28
10.3.5	Detalles técnicos del panel	31
10.4	Potencial eólico-solar.....	32
10.4.1	Potencia del aerogenerador	32
10.4.2	Potencia del panel Fotovoltaico	32
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
11.1	Estación Meteorológica	33
11.2	Análisis de Temperatura	34
11.3	Análisis velocidad del viento.....	36
11.4	Sombreado y Orientación	38
11.5	Sombreado y Orientación	39
11.7	Potencial del panel FV Nominal y Real	43
11.7.1	Irradiación y eficiencia del PVF nominal	43
11.8	Potencial eólico en la zona de estudio.....	45
11.8.2	Obtención potencial eólico.....	45
11.10	Factor de planta total.....	51
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONOMICO)	51
12.1	Impacto Técnico	51

12.2 Impacto ambiental.....	52
12.3 Impacto social	52
12.4 Impacto económico	52
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	52
Análisis de Impactos	53
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
14.1 Conclusiones	53
14.2 Recomendaciones	54
15. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 8. 1 Zonas de Irradiación por zonas en Ecuador	10
Tabla 8. 2 Valor Promedio de Irradiación solar en provincias del Ecuador.....	11
Tabla 8. 3 Eficiencia de los módulos FV.....	12
Tabla 8. 4 Proyectos de Generación Eólica en Ecuador.....	13
Tabla 8. 5 Tabla de valores de coeficientes de rugosidad	14
Tabla 10. 1 Fragmento histórico datos de velocidad del viento.....	19
Tabla 10. 2 Tendencia central de velocidad del viento.....	21
Tabla 10. 3 Valores recta de Weibull.....	23
Tabla 10. 4 Valores de Potencia.....	24
Tabla 10. 5 Detalle técnico del aerogenerador.....	25
Tabla 10. 6 Datos geográficos de la zona de análisis (Latacunga).....	25
Tabla 10. 7 HELIOFANIA (horas/días).....	27
Tabla 10. 8 Valor de Irradiación global.....	27
Tabla 10. 9 Distribución de frecuencias de Temperatura.....	28
Tabla 10. 10 Valores de radiación.....	31
Tabla 10. 11 Especificaciones técnicas del panel.....	32
Tabla 11. 1 Probabilidad de velocidad.....	38
Tabla 11. 2 Condiciones Paneles – Sombreado.....	40
Tabla 11. 3 Valores de Estimación de Perdidas por zonas de la grilla solar.....	40
Tabla 11. 4 Valores históricos - Diario Mensual.....	69
Tabla 11. 5 Valores Promedio Mensual – Irradiacion.....	41
Tabla 11. 6 Valores Irradiación y Eficiencia del panel de 100W.....	43
Tabla 11. 7 Valores Irradiación análisis de datos.....	43
Tabla 11. 8 Valores de irradiación pronosticada.....	44
Tabla 11. 9 Valores de irradiación Ninja Renewable.....	44
Tabla 11. 10 Factores KyC.....	45
Tabla 11. 11 Factores K, c, p.....	46
Tabla 11. 12 Valores de Potencial Ninja Renewable.....	47
Tabla 11. 13 Valores de Potencial.....	48
Tabla 11. 14 Valores de Factor de planta Ninja Renewable.....	48
Tabla 11. 15 Valores de Factor de planta pronosticado.....	49

Tabla 11. 16 Valores potencial y factor de planta solar (3 meses).....	49
Tabla 11. 17 Valores de Potencial	50
Tabla 11. 18 Factor de Planta por meses.	50
Tabla 11. 19 Valores potencial y factor de planta eólico	50
Tabla 11. 20 Valores de Factor de Planta Total.	51
Tabla 13. 1 Presupuesto.....	53
Tabla 13. 2 presupuesto de la investigación.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 8. 1 Mapa Eurosolar del Ecuador	7
Figura 8.2 Tipos de Radiación Difusa	9
Figura 8. 3 Representación del flujo de aire	17
Figura 10. 1 Grafica comportamiento de velocidad	20
Figura 10. 3 Ecuación lineal Weibull	23
Figura 10. 4 Relación velocidad - Weibull.....	24
Figura 10. 5 Ubicación Geográfica de la zona de análisis (Latacunga)	26
Figura 10. 6 Histórico de Temperatura.....	28
Figura11. 1 Software de control del sistema de estación meteorológica	33
Figura11. 2 Tabulación de datos de la estación meteorológica.....	34
Figura11. 3 Tendencia del viento generado semanal Enero	34
Figura11. 4 Tendencia del viento generado semanal Enero	35
Figura11. 5 Tendencia del viento generado mediante análisis Febrero	35
Figura11. 6 Tendencia de Temperatura generado mediante análisis Febrero	36
Figura11. 7 Tendencia de la velocidad generada en enero.....	36
Figura11. 8 Tendencia de la Temperatura de análisis propio.....	37
Figura11. 9 Tendencia de la velocidad de análisis Febrero.....	37
Figura11. 10 Tendencia de la velocidad de análisis Febrero.....	38
Figura11. 11 Dirección del viento	39
Figura11. 12 Grilla solar (Sombreado – orientación).....	39
Figura11. 13 Comportamiento de la Irradiación generada anual	42
Figura11. 14 Tendencia Irradiación Promedio.....	44
Figura11. 15 Histograma de potencial Histórico - Ninja.....	45
Figura11. 16 Histograma de potencial eólico	47

GLOSARIO

Angulo diario del sol: τ

Angulo horario de puesta del sol: $w_{s,p}$

Angulo inclinación del panel: β_c

Angulo referencia a la latitud del lugar: \emptyset

Declinación del sol: δ_s

Día Juliano: J

Factor Translucido panel: FTS

Factor radiación directa solar: F_{RB}

Horas pico solar: HPS

Índice de claridad: KT

Irradiación cima de la atmósfera: H_{s0}^c

Radiación solar directa: R_B

Radiación plano inclinado (H_s)

Radiación global en el Lugar: H_{s0}

Radiación solar global diaria: R_s

Radiación global en plano inclinado: H_s

Relación Radiación difusa y plano horizontal: H_{sd}/H_s

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “OBTENCIÓN DEL FACTOR DE PLANTA MEDIANTE EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR PROPORCIONADA POR UNA CENTRAL HÍBRIDA UBICADA EN EL CANTÓN LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI”.

Autor:

Chicaiza Ugsha Jairo Marcelo

RESUMEN

El presente proyecto de investigación trata de la obtención y análisis del factor de planta de un sistema de generación híbrida, instalado en la localidad de Latacunga perteneciente a la empresa M&V Ingenieros. El sistema instalado aprovecha el recurso natural del sol y el viento, por lo cual para alcanzar el objetivo del tema se procesó un histórico de datos de una estación meteorológica para la adquisición de la Irradiación solar, así como de la velocidad del viento en el punto de la investigación. Los datos fueron obtenidos durante 3 meses; ya que el factor de planta debe obtenerse con datos de al menos 1 año, se utilizó una base de datos denominada Renewables.ninja, que permite ejecutar simulaciones de la producción de energía por hora de las plantas de energía eólica y solar en cualquier parte del mundo. Durante el desarrollo del procedimiento para la obtención del potencial eólico y el potencial solar, se compararon los datos obtenidos mediante mediciones de la estación meteorológica instalada con los valores de la base de datos mencionada para determinar la desviación. Una vez validados los datos se procedió a obtener el factor de planta del sistema de generación híbrido el cual es de 18,79%. Con ésta investigación se determina el potencial disponible en la zona, lo que permitirá a la empresa tener el criterio necesario para determinar la capacidad de nuevos sistemas a implementarse según el potencial de recursos renovables disponible y así evitar un sobredimensionamiento del mismo, generando ahorro de tiempo y dinero

Palabras clave: Factor de planta, potencial, probabilidad, sistema, meteorológico,

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE:"OBTAINING NET CAPACITY FACTOR THROUGH EVALUATING POTENTIAL OF SOLAR AND WIND POWER PROVIDED BY A HYBRID STATION LOCATED IN LATACUNGA, COTOPAXI PROVINCE.

Author:

Chicaisa Ugsha Jairo Marcelo

ABSTRACT

This research project aimed to get and analyze the net capacity factor of the hybrid generation system that has been installed in Latacunga, belonging to M&V Engineers Enterprise. The system developed makes use of the sun and wind, renewable resources. Therefore, to reach the get objective, a history data from a meteorological station were processed to acquire solar irradiation and wind speed at the point of the study. The dataset attained for 3 months since the net capacity factor has been by data of at least one year with a database called Renewables.ninja, which allows running simulations of hourly power output from wind and solar power plants in any location the world. The data obtained by meteorological station measurements were installed in the course of procedure to bring the wind and solar potential, and these were compared with values of the database mentioned above to determine the deflection. Once the data has been validated, the hybrid generation system's net capacity factor was obtained, which is 18.79%. This work permitted to determine the available potential in the established zone, which will allow the enterprise to have the necessary criterion to assess the capacity of new systems to be implemented according to the possibility of available renewable resources and thus avoid an oversizing, and this yields savings in time and money.

Keywords: Capacity factor, potential, probability, system, meteorological.

AVAL DE TRADUCCIÓN

ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FINAL

PROYECTO DE TITULACIÓN II

El proyecto de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi está adaptado al formato de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y consta con 16 secciones obligatorias que se detalla a continuación:

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Obtención del factor de planta mediante evaluación del potencial de energía eólica y solar proporcionada por una central híbrida ubicada en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi”

Fecha de inicio:

Abril 2020

Fecha de finalización:

Abril –Septiembre 2020

Lugar de ejecución:

Parroquia La Matriz; Cantón: Latacunga; Provincia: Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica.

Proyecto de investigación vinculado:

Con la sociedad y la universidad.

Equipo de Trabajo:

Tutor de Titulación: Ing. Cruz Panchi Luis Rolando Ms.C

Estudiante: Chicaisa Ughsa Jairo Marcelo

Área de Conocimiento:

Ingeniería, industria y construcción

Línea de investigación: Energías alternativas y renovables.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Eficiencia energética en sistema electromecánico y uso de fuentes renovables de energía.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación busca solventar la problemática que se ha ido generando con la implementación del sistemas híbrido en la zona de análisis, tomando en cuenta que son instalados sin un estudio previo y con sobredimensionamiento.

En la actualidad las energías renovables o también llamadas energía limpias se hacen presentes cada vez más, con la finalidad de ayudar a disminuir el efecto invernadero, tomando en cuenta este antecedente esta investigación se enfoca en el análisis del factor de planta basado en datos históricos generados del funcionamiento del sistema de generación híbrida en correlación de datos específicos de funcionamiento del panel solar y el aéreo generador de dicho sistema, con la finalidad de contar con datos para la implementación de estos proyectos en la zona de análisis y así poder tener un mejor aprovechamiento del mismo.

Este proyecto está enfocado en solventar la necesidad de la Empresa M&V Ingenieros de contar con un estudio previo en la zona de análisis, para la correcta implementación de estos sistemas en domicilios de manera adecuada, evitando así pérdidas económicas y un sobredimensionamiento del mismo.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Empresa privada M&V Ingenieros

4.2. Beneficiarios indirectos

Se beneficiará de manera indirecta a los pobladores del sector en el cual se realiza el proyecto ya que existe varias personas que desean contar con este tipo de sistemas, a más de esto se beneficiaran empresas privadas y públicas que implementan este tipo de sistemas.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Sobredimensionamiento de la capacidad de la central híbrida que ocasiona bajo factor de planta.

6. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar el factor de planta de un sistema de generación híbrida mediante el análisis de datos obtenidos de un histórico de generación de la misma en relación a los específicos del panel solar y aéreo generador del sistema, con la finalidad de generar un criterio que sirva para mejorar la implementación y aprovechamiento del mismo en el sector de análisis.

Objetivos Específicos

- Realizar el procesamiento de los datos obtenidos durante tres meses del comportamiento climatológico basado en un histórico del mismo, enfocado a la zona de aplicación del sistema.
- Determinar la variación de los datos de generación del viento y temperatura en base al análisis del histórico recopilado, que nos permita determinar la factibilidad para el sistema.
- Estimar el potencial del sistema de generación híbrida y el factor de planta en la zona de análisis.
- Determinar el factor de planta necesario para el mejoramiento en la implementación del sistema de generación híbrida en el sector.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo específico	Actividad – Tareas	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Realizar el procesamiento de los datos obtenidos durante tres meses del comportamiento climatológico basado en un histórico del mismo, enfocado a la zona de aplicación del sistema.	Recopilación de datos climatológicos	Realización de un histórico de datos.	Reporte de visita de campo
	Tratamiento de datos obtenidos	Exportación y ordenamiento de los datos para su correcto análisis.	Reporte de visita de campo
Determinar la variación de los datos de generación del viento y temperatura en base al análisis del histórico recopilado, que nos permita determinar la factibilidad para el sistema.	Revisión fuentes bibliográficas.	Revisión de metodología de aplicación.	Documentos de archivos secundarios.
	Calculo estadístico de datos	Aplicación método del estadístico.	Documentación del archivo del documento.
	Comparación de datos analizados del sistema.	Generación de tablas y gráficos de datos.	Documentación y diagramas de análisis.
Estimar el potencial del sistema de generación híbrida y el factor de planta en la zona de análisis.	Determinación del potencial	Procedimiento cálculo potencial	Documentos de archivos secundarios.
	Calculo del factor de planta	Obtención del factor de planta	Documentación del archivo del documento.
Determinar el factor de planta necesario para el mejoramiento en la implementación del sistema de generación híbrida en el sector	Parámetros influyentes en el sistema.	Procedimiento de implementación del sistema.	Documentación del archivo del documento.
	Criterio de ingeniera para implementación.	Condiciones para implementación.	Documentación del documento final.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Antecedentes

En la actualidad la mayor parte de la demanda energética mundial proviene de combustibles fósiles o fuentes de energía no renovables y contaminantes para el planeta tierra, lo cual supone una gran dependencia de este tipo de fuente de energía, lo que supone graves consecuencias medioambientales y una gran inestabilidad económica, la sostenibilidad de este modelo energético a largo plazo es complicada, tomando en cuenta esto los estados han visto la necesidad de hacer frente a este problema desarrollando alternativas más limpias y seguras de generación eléctrica.

Según el World Energy Outlook o conocido con las siglas WEO 2020 sostiene que el sector energético mundial se volvería más resistente lo cual generara mayor solvencia para las crisis futuras, dado que se ira implementando sistemas de generación de fuentes de energías renovables lo cual reducirá el riesgo de cortes aumentara la flexibilidad y reducirá las perdidas en el sector energético [1] (2020, 2020), es aquí donde se toma en cuenta la implementación de fuentes eólicas y fotovoltaicas.

Dentro del sector energético actual a nivel mundial se busca reemplazar los combustibles fósiles para generar energía, por fuentes de energía amigables con el ambiente, amas de la necesidad de la sociedad de independizarse en términos energéticos ha llevado a considerar nuevas fuentes de energía, es en estas instancias donde la generación de energía eléctrica producida por el viento y el sol, entre otras son objeto de análisis para el mejoramiento y aprovechamiento de la electricidad.

En el Ecuador la matriz de generación de energía eléctrica según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) hasta el 2020 se pronostica por lo menos un 80% de hidroelectricidad, mientras que un 10% será de otro tipo de energías renovables (solar, eólica, geotérmica, etc.) [2] Basándose en estos argumentos el MEER en la tabla 1.1 muestra las tecnologías actuales utilizadas o con proyección a ser utilizadas en el país.

La incorporación de la generación eólica y la generación fotovoltaica en el país genera gran expectativa no solo económico sino también sociales y ambientales, si bien ya se avanzado en la discusión técnica al respecto de la implementación de estos sistemas a la incorporación en el Sistema Nacional Interconectado (SNI) [2] (A. I. B., 2012), se debe ir considerando

paulatinamente debido a los procedimientos de estudio para su correcta operación, basándonos en las condiciones climáticas de nuestras regiones existentes en el país.

8.2 Energías Renovables

El Ecuador es un país con características topográficas diversas, basándonos en las condiciones climáticas y condiciones especiales el mismo que brinda un elevado potencial con respecto a las energías renovables, enfocado a la producción de electricidad en base a fuentes naturales virtualmente inagotables, permitiendo de esta producir energía eléctrica usando tecnología libre de gases de efecto invernadero.

La energía en el Ecuador se ha ido caracterizando por su eficiencia, pero los aparatos eléctricos y equipos importados son utilizados sin un criterio de eficiencia energética, a esto más las iniciativas del estado a través de IMEER para incorporar una matriz energética en el país, en aprovechamiento de las fuentes renovables como la solar, la eólica y más, han sido muy débiles e inclusive hasta el momento no se ha podido emprender estos proyectos a pesar de ciertos esfuerzos puntuales [3] (L., 2016).

Para conocer más acerca de las energías renovables en el Ecuador es necesario conocer las políticas bajo la cual se desarrollan los planes energéticos en el país, para lo cual se debe tomar en cuenta lo articulado con respecto a la promoción y uso de energías renovables en el país.

Es por esto que el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) como institución rectora del sector eléctrico tiene la tarea de diversificar las fuentes de generación de energía en el país, con la finalidad de hacer menos dependientes de combustibles fósiles para generación eléctrica con la finalidad de cambio de la matriz energética sustentable enfocados en fuentes de generación limpias y renovables.

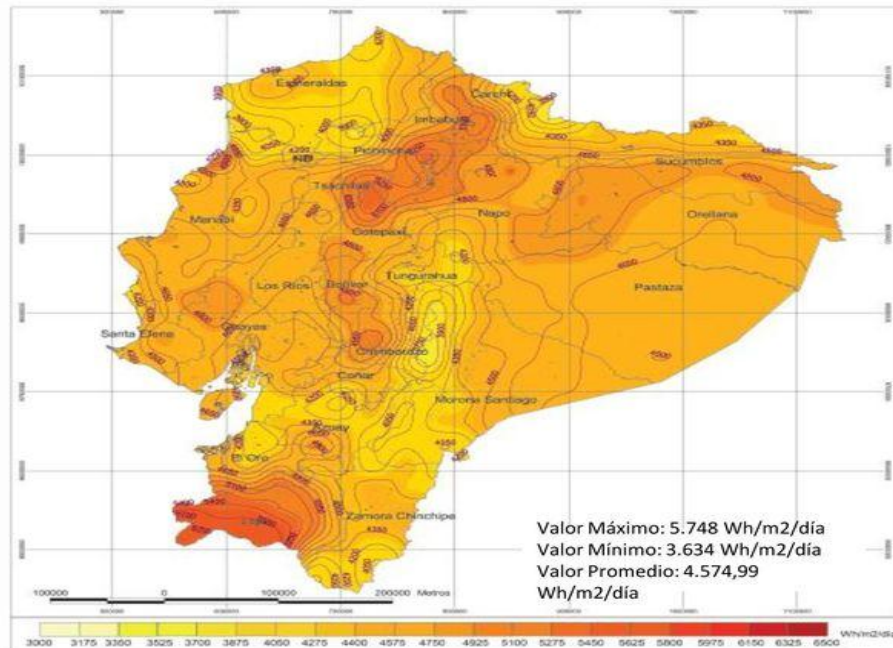
8.3 Sistemas Fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos (SFV) están enfocados al abastecimiento de del suministro eléctrico en zona de difícil acceso para la red convencional y con bajos consumos, estos sistemas han ido evolucionando de tal manera que en la actualidad se están utilizando como generadores que aportan energía a la red eléctrica.

Figura 8. 1 Mapa Eurosolar del Ecuador



Mapa isohelias Promedio



Fuente. MEER.

Se debe tener en cuenta que el nivel de insolación a nivel nacional $4575 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$, así pues basándonos a niveles de insolación si el nivel es $\geq a 4000 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$ se lo considera técnica y económicamente aprovechables.

En efecto para el correcto análisis, estudio e implementación se debe considerar varios aspectos tales como:

- Celda solar
- Efecto fotovoltaico
- Irradiación solar
- Radiación solar
- Constante solar

8.3.1 Celda solar

Es una placa monocristalina de silicio de (300 a 500 μm) la misma que crea una barrera para separar cargas positivas y negativas, en esta se produce el efecto fotovoltaico el mismo que se transforma en la energía lumínica en energía eléctrica. [4] (A. I. B., 2012)

8.3.2 Efecto Fotovoltaico

También conocido por sus siglas FV es un proceso en el cual una célula fotovoltaica transforma la luz solar (fotones) en energía eléctrica, los fotones pueden tener diferentes longitudes de onda esto implica que tengan diferente energía. [5].

8.3.3 Irradiación solar

Es el flujo radiante o potencia el mismo que incide en una superficie por unidad de área media en (W/m^2).

8.3.4 Radiación solar

Es el flujo de energía en forma de ondas electromagnéticas generadas por el sol, la misma que está constituida por fotones, el mismo que va variando la energía de acuerdo a las frecuencias de las ondas electromagnéticas.

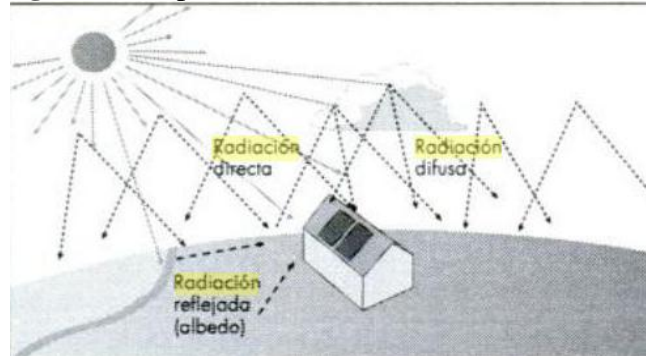
Dichas variaciones hacen referencia a los siguientes datos:

- Ultravioleta; 70 kcal/mol a 4600 kcal/mol
- Luz visible: 37 kcal/mol a 74 kcal/mol
- Infrarroja: 2kcal/mol a 37 kcal/mol

Dependiendo de la forma en la cual sean ubicados los objetos en la superficie, la radiación podrá ser de las siguientes maneras:

- **Radiación Solar Difusa:** Es aquella radiación solar esparcida y reflejada en la atmosfera que proviene de la bóveda celeste la misma que es direccionada por las nubes, montañas, edificios, arboles, etc. [6]
- **Radiación Solar Directa:** Es la radiación solar la misma que proviene de forma directa del sol.
- **Radiación Solar Reflejada:** Es conocida también como radiación de albedo, la misma que es recibida por una superficie después de ser reflejada por la superficie terrestre [7].

Figura 8.2 Tipos de Radiación Difusa



Fuente. [6]

8.3.5 Contante Solar

Se conoce así al promedio anual recibida por unidad de tiempo (generado en horas) sobre la unidad de superficie en m^2 a nivel de la superficie exterior de la atmosfera terrestre tomando en cuenta este se conoce como valor aceptado en $1367 \frac{W}{m^2}$. [6]

8.3.6 Composición de Celdas Fotovoltaicas

Las celdas fotovoltaicas son de tres tipos de composiciones tales como: a) semiconductoras tipo N, semiconductores tipo P y de Unión tipo P-N.

8.3.6.1 semiconductoras de tipo N

Están compuestas a partir de silicio cristalino la misma que ha sido dopado con pequeñas cantidades de impureza de fosforo, de modo que este material contiene un exceso de electrones libres, estos electrones son partículas de carga negativa lo que forma el llamado semiconductor tipo N. [14] (A. P. , 2015)

8.3.6.2 semiconductor tipo P

Semiconductor compuesto de silicio cristalino, compuesto con pequeñas impurezas de Boro razón por la cual tiene un déficit de electrones; razón por la cual se generan espacios libres razón por la cual se puede conocer como una partícula cargada positivamente. [14]

8.3.6.3 Unión P-N

Es la unión de dos materiales compuestos de forma opuesta, el mismo que provoca un campo eléctrico en dicha unión, el mismo que ocasiona que las partículas de carga negativa se muevan en dirección opuesta. [14]

8.3.7 Composición y rendimiento de celdas fotovoltaicas

- Silicio Mono-cristalino. - Rendimiento energético desde 15% hasta 17%.

- Silicio Poli-cristalino. - Rendimiento energético del 12% hasta 14%.
- Silicio Amorfo. – Rendimiento energético menor al 10%.

Otros materiales a ser considerados para la composición de las celdas fotovoltaicas se tienen al; Arseniuro de galio, Diseleniuro de indio y cobre; y telurio de cadmio. [15] (R, 2017)

8.3.8 Irradiación solar en zonas de Ecuador

La irradiación según el mapa solar creado por el MEER con datos tomados del sistema satelital del NRL (National Renewable laboratory) para la elaboración de proyectos eléctricos se basa en la información a celdas de 1 km^2 , [16] (INEN, 2010) donde emite información sobre la insolación las mismas que son:

- Insolación Directa: $300 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{dia}$
- Insolación difusa: $100 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{dia}$
- Insolación global: $150 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{dia}$

Tomando estos datos en el Ecuador se lo divide en 5 zonas según la irradiación solar emitida en ellas basándose en el mapa solar antes mencionado de la siguiente manera:

Tabla 8. 1 Zonas de Irradiación por zonas en Ecuador

Zonas del ecuador según la irradiación	
Zonas	Irradiación en $\text{Wh/m}^2 \cdot \text{dia}$
Zona I	3200 – 3600
Zona II	3600 – 4000
Zona III	4000 – 4400
Zona IV	4400 – 4800
Zona V	4800 – 5200

Fuente. [16]

Los valores de radiación solar o irradiación por provincias en el ecuador se detallan a continuación en la tabla 2.

Tabla 8. 2 Valor Promedio de Irradiación solar en provincias del Ecuador.

Valor Promedio de Irradiación solar según provincias del Ecuador			
Provincia	Ciudad	Promedio	Zona $Wh/m^2 \cdot dia$
Carchi	Tulcán	4140	II
Esmeraldas	Esmeraldas	4350	II
Imbabura	Ibarra	4560	IV
Manabí	Portoviejo	4160	III
Pichincha	Quito	4990	IV
Sto. Tsáchilas	Sto. Domingo	3440	III
Cotopaxi	Latacunga	4420	IV
Napo	Tena	4350	II
Santa Elena	Salinas	4360	II
Guayas	Guayaquil	4370	III
Los Ríos	Babahoyo	3780	III
Bolívar	Guaranda	4800	IV
Tungurahua	Ambato	4550	III
Chimborazo	Riobamba	4490	II
Pastaza	Puyo	3800	II
Caña	Azogues	4500	III
Morona Santiago	Macas	4090	II
Azuay	Cuenca	4350	II
El Oro	Machala	4200	II
Loja	Loja	4350	II
Zamora Chinchipe	Zamora	4350	II
Galápagos	Puerto Ayora	5835	V

Fuente.[16]

8.3.9 Tipo y Eficiencia de los módulos FV

Son módulos comprendidos por un conjunto de celdas fotovoltaicas, su eficiencia varía de acuerdo al tipo de material utilizado en las células solares.

Tabla 8. 3 Eficiencia de los módulos FV

TECNOLOGIA	CAPA FINA					SILICIO CRISTALINO		CPV
	Tipo	a-Si	CdTe	CI(G)S	A-Si / μ c-Si	Células con tinte fotosensible	Mono cris	
Eficiencia de la célula	4 - 8 %	10% - 11%	7% - 12%	7 - 9%	2% - 4%	16% - 22%	14% - 18%	30% - 38%
Eficiencia del modulo	-	-	-	-	-	13% - 19%	11% - 15%	20% - 25%
Área necesaria por Kw (m^2)	1 - 5	10	10	12	-	7	8	-

Fuente. [4]

Se conoce que los datos de radiación solar a nivel nacional presentan una homogeneidad a lo largo del año estos se pueden dividir en los siguientes valores:

- Valor mínimo: 4,245 kWh/ m^2 /dia
- Valor medio: 4,532kWh/ m^2 /dia
- Valor alto: 4,839 kWh/ m^2 /dia

8.4 Sistemas Eólicos

En el Ecuador enfocado a los sistemas de generación eólica, se conoce de ante mano que se han desarrollado parques eólicos y otros proyectos en elaboración, los mismos que se encuentran en diferentes zonas del país, los cual se detalla a continuación:

Tabla 8. 4 Proyectos de Generación Eólica en Ecuador

PROYECTOS DE GENERACION EOLICA EN EL ECUADOR		
Proyecto/Lugar	Velocidad del Viento (m/s)	Generación Producida (MW)
Proyecto Eólico Villonaco / Loja	12	15
Parque eólico Minas / Huascachaca	5,9	1,5
Proyecto Salinas / Imbabura	S/N	10
Parque eólico San Cristóbal / Galápagos	S/N	2,4

Fuente: MEER

Se tiene como datos que en el país existen zonas de interés para su aprovechamiento, los valores según sus zonas se tienen que en la región interandina (2,4 – 8,0 m/s), y en el litoral (mayores a 3,5 m/s); además de esto se conoce que parque eólico Villonaco cuenta con un factor de planta de 63,97%.

8.4.1 Parámetros para sistemas eólicos

Los parámetros a ser considerados principales para el análisis de estos sistemas son la velocidad y dirección del viento, aunque también se debe tener en cuenta la temperatura y la presión del aire ya que estos datos nos permitirán determinar el potencial eólico del sistema a ser implementado.

- **Tiempo de vida útil.** – Se estima que el tiempo de vida útil de un aerogenerador es de 20 a 25 años.
- **Velocidad del viento.** - Es medida como estándar meteorológico internacional, para esto se debe considerar la altura a la cual sea ubicado. Para el cálculo de la variación del incremento de la velocidad se debe aplicar una ley exponencial de Hellmann tomando en cuenta la altura, así se tiene. [8] (J. A. P.-C., 2011)

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^\alpha \quad (1)$$

Dónde:

V_1 Es la velocidad del viento en relación a la h_1 y V_2 es velocidad del viento en relación h_2 todo esto elevado a exponente de Hellmann que depende de la rugosidad.

Tabla 8. 5 Tabla de valores de coeficientes de rugosidad

Tipo de Terreno	Valor de coeficiente α
Lugares llanos con hielo o hierba	0,08 – 0,12
Lugares llanos (mar o costa)	0,14
Terrenos poco accidentados	0,13 – 0,16
Terrenos accidentados o bosques	0,2 – 0,26
Terrenos muy accidentados o ciudades	0,25 – 0,4
Zonas rústicas	0,2

Fuente. [8]

- **Dirección del viento.** – Para este valor será tomado en cuenta la dirección de colocación de las veletas y la variación en la altura de colocación de las mismas que en todas no excede los 15°. [9] (J. & K., 2010)

8.4.2 Características para implementación

Para la implementación de estos sistemas se deben considerar varios aspectos importantes para su correcto funcionamiento el mismo que se detalla a continuación:

- Rugosidad
- Variabilidad de la velocidad del viento
- Turbulencia
- Ráfaga de viento
- Obstáculo de viento
- Efecto de la estela y del parque
- Efecto túnel
- Efecto de la colina

8.4.2.1 Rugosidad

Hace referencia a los obstáculos y de la descripción del relieve terrestre del terreno en variación de magnitud y dirección del viento con relación a su velocidad y dirección a mayores alturas.

8.4.2.2 Variabilidad de la velocidad del viento

Hace referencia a la velocidad del viento que siempre esta fluctuando, dando así que el contenido energético del viento varia constantemente, para conocer de qué tipo de magnitud es esta fluctuación dependa de las condiciones climáticas, así como también de las condiciones de superficie locales y de obstáculos de la región. [9]

Para considerar este aspecto se debe tener en cuenta cómo se comporta el viento ya que existen zonas que en el día son más fuertes que durante la noche, esto se debe a la variación de la temperatura que se genera entre la superficie terrestre y la del mar.

8.4.2.3 Turbulencia

La turbulencia en una región es producida por los cambios bruscos de dirección y velocidad del viento, también asociados a los efectos térmicos que dan lugar a regímenes locales de vientos que se superponen a los efectos meteorológicos de gran escala en la región.

Cabe recalcar que la energía eólica cuantifica la turbulencia por la llamada intensidad de la turbulencia, que se la conoce como desviación típica de la velocidad horizontal, la misma que es dividida entre la velocidad media del viento en un periodo de tiempo típicamente de 10 min.[10] (F. M. J.-C., 2019)

$$I_u = \left(\frac{\sigma}{v_z} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Dónde:

I_u = Intensidad de la Turbulencia

σ = Desviacion Estandar en m/s

v_z = Velocidad media del viento a la altura de la maquina en m/s

8.4.2.4 Ráfaga de Viento

Se conoce como ráfaga de viento a la máxima velocidad del viento en un determinado tiempo o también se la conoce como el máximo de viento durante 3 segundos que se genera en un intervalo de 2 minutos. [9]

8.4.2.5 Obstáculo de Viento

Esto hace referencia a los obstáculos del viento tales como árboles, formaciones rocosas, edificios, entre otros; este efecto puede disminuir la velocidad del viento de forma significativa, lo que a menudo puede crear turbulencias en torno a ellos.

8.4.2.6 Efecto de Estela y El Parque

Este efecto es aquel que ocasiona en cada aerogenerador el mismo que frena el viento tras de sí al obtener energía de él para convertirla en electricidad, se debe tener en cuenta que para producir este efecto se debe tomar en cuenta la dirección de los vientos dominantes de la colocación de los aerogeneradores. [9]

8.4.2.7 Efecto Túnel

Este efecto se produce cuando el aire de la atmósfera pasa por un estrecho entre montañas o entre edificios altos lo que produce que el aire se comprima lo que puede generar que la velocidad del viento crezca considerablemente. [9]

8.4.2.8 Efecto de la Colina

Es una forma o efecto corriente de emplazar aerogenerador aprovechando la ubicación de los aerogeneradores en colinas o estribaciones dominando el paisaje del lugar.

8.4.3 Tipos de aerogeneradores

Los aerogeneradores se pueden clasificar enfocándonos a su eje de rotación estos son:

- De eje vertical o VAWT
- De eje horizontal o HAWT

8.4.3.1 De Eje Vertical o VAWT

Es aquel aerogenerador que no tiene ningún mecanismo de orientación con respecto al viento además de no tener la capacidad de auto arranque. Así pues, su principal característica es que su sistema de transformación de energía mecánica a eléctrica está ubicado en el suelo, y su altura de operación es baja. [10] (A. & C., 2017)

8.4.3.2 De Eje Horizontal o HAWT

Este tipo de aerogenerador tiene el eje del rotor principal y el generador eléctrico en la parte superior de una base o torre y se debe apuntar en dirección al viento.

Así pues, este modelo aprovecha la altura de la torre para acceder a fuertes corrientes de viento, ya que sus palas reciben la potencia del viento en cualquier punto de rotación, por lo cual posee una alta eficiencia. [11] (F., E., & D., 2017)

8.4.4 Frecuencias

Para la obtención de esta generación de datos se empleará la siguiente ecuación:

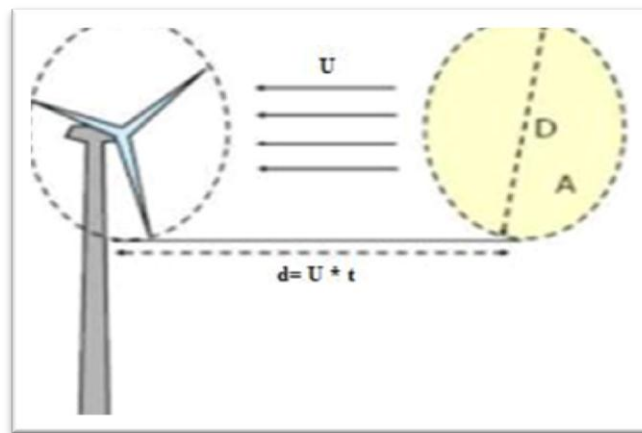
$$\text{Frecuencia puntual} = \frac{\text{Hora/Año}}{8760 \text{ horas}} \quad (3)$$

Cabe recalcar que las 8760 horas son las que corresponden al total de horas generadas durante un año completo.

8.4.5 Potencia del viento

El análisis de la potencia del viento es aquel que nos va a permitir determinar la energía contenida en el viento que puede extraer una turbina eólica, y a mas de eso se describirá de forma breve el flujo de aire a través del rotor. [13]

Figura 8. 3 Representación del flujo de aire



Fuente. [13]

Para el análisis de la potencia vendrá dada por:

$$P = \eta \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (4)$$

Dónde:

P: potencia generada por el viento

η = Eficiencia del modelo de la hélice.

ρ = Densidad del aire.

A= Superficie barrida por las aspas de la hélice.

v^3 = Velocidad del viento.

8.4.6 Sistema de medición

Para este parámetro las mediciones meteorológicas y de ingeniería se debe de considerar con la mayor precisión los datos obtenidos, para lo cual se utiliza dispositivos que nos ayudan a cuantificar la velocidad del viento y su dirección con precisión.

8.5 Factor de Planta

El factor de planta o también conocido como factor de capacidad neto o factor de carga, de una central de generación eléctrica viene a ser el cociente entre la energía real generada durante un periodo (puede ser por horas, días, semanas, meses u horas) según sea el caso y la energía generada si hubiera trabajado a plena carga durante ese mismo periodo, basándose en los valores nominales de la placa de identificación de los equipos. [12] (L., 2016)

Tomando en cuenta que el análisis está basado en términos de potencial se hará una relación para lo cual se determinara de la siguiente forma:

$$\text{Factor de planta} = \frac{P_{\text{entrada}}}{P_{\text{salida}}} \times 100\% \quad (5)$$

9. HIPÓTESIS

Al conocer el factor de planta del sistema híbrido eólico-solar permitirá ajustar la capacidad nueva instalada

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para esta investigación las estrategias metodológicas tienen la finalidad de mejorar las condiciones para optimizar la instalación de sistemas híbridos en el cantón Latacunga los mismos que cumplan con los requisitos de eficiencia de funcionamientos de los mismos.

Para esto va ser clasificada de acuerdo a su finalidad como una investigación aplicada, debido a la aplicación de conocimientos; tales como el análisis de datos obtenidos con dispositivos de medición enfocados hacia el diseño e implementación y un aprovechamiento óptimo de estos sistemas.

La investigación se va a desarrollar dentro de un campo de conocimiento científicos, cuyos resultados van a ser obtenidos metódicamente y con reglas explícitas dadas por las normas.

10.1. Generación Eólica

10.1.1 Organización de datos

Para la correcta adquisición y análisis de datos obtenidas, se lo debe hacer en rangos de velocidades las mismas que pueden variar en 1 m/s , para lo mismo se deben clasificar entre valores menores si se encuentran en un rango 0 – 1 m/s y mayores de 1 m/s – 2 m/s en adelante.

Para esto se debe crear una tabla de frecuencias, en donde deben constar la velocidad del viento en m/s y cuantas horas al año se presentan las mismas.

Para este análisis se debe tener en cuenta que el viento tiene cambios continuos de velocidad, por esta razón se debe considerar una serie de intervalos de dicho dato, esto en relación a un análisis a lo largo del año de forma continua las mismas que deben ser consideradas en el intervalo marcado.

Uno de los datos a ser considerados en este análisis será la densidad del aire la misma que se conoce de antemano que es de 1,225 kg/m^3 .

Tabla 10. 1 Fragmento histórico datos de velocidad del viento

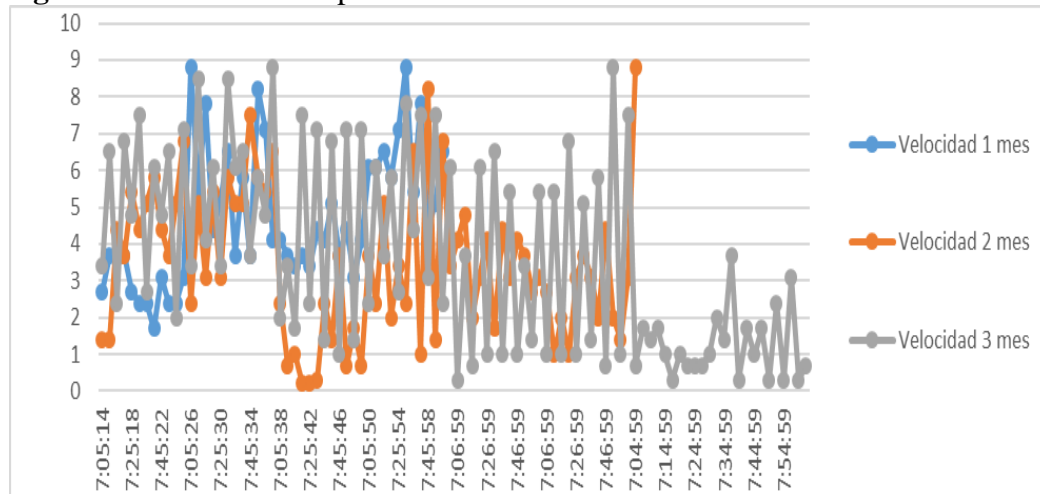
No.	Fecha/Hora	Intervalo	Velocidad del viento(m/s)
1	05/03/2020 6:08:14	5	2.0
2	05/03/2020 6:13:14	5	1.7
3	05/03/2020 6:18:14	5	1.4
4	05/03/2020 6:23:14	5	1.0
5	05/03/2020 6:28:14	5	0.7
6	05/03/2020 6:33:14	5	1.0
7	05/03/2020 6:38:14	5	2.0
8	05/03/2020 6:43:14	5	1.7
9	05/03/2020 6:48:14	5	1.0
10	05/03/2020 6:53:14	5	0.7

Fuente: Autor

10.1.2 Análisis de velocidad del viento

Tomando la información promedio horaria de la velocidad producida por el viento, la misma que ha sido almacenada por la estación meteorológica cada 5 minutos, esta nos generó una gráfica de comportamiento del viento durante de cada mes del periodo de monitoreo con la respectiva gráfica del mismo.

Figura 10. 1 Grafica comportamiento de velocidad



Fuente. Autor

De la gráfica generada se puede deducir que la velocidad con mayor tendencia es en el mes de agosto la misma que cuenta con una velocidad máxima promedio de 8,16 m/s con relación al mes de marzo que su velocidad es de 3,4 m/s, por ser el mes de más baja producción se encuentra por debajo del valor mínimo para la generación de energía eléctrica.

10.1.3 Medidas de Tendencia de velocidad del viento

Para la generación de estos datos se debe realizar el cálculo de la media, máxima, mínima, moda, mediana y desviación estándar de la velocidad del viento monitoreada, este análisis nos permitirá demostrar que la media mensual del viento se encuentra por encima del valor necesario para la generación de energía eólica.

Tabla 10. 2 Tendencia central de velocidad del viento

TENDENCIA CENTRAL VELOCIDAD DEL VIENTO						
MES	MEDIA	MAXIMA m/s	MINIMA m/s	MODA	MEDIANA	DESVIACION ESTANDAR %
ENERO	3,9366	8,8001	0,7333	2,6011	3,4833	2,1451
FEBRERO	3,3402	6,2333	1,0001	2,6333	3,2666	1,4521
MARZO	1,3902	3,3001	0,3333	1,4666	1,4166	1,0328
PROMEDIO	2,8890					

Fuente. Autor

El análisis generado de la formulación de los resultados tenemos que la Moda que es el valor de mayor tendencia es de 2,6 m/s, se debe tener en cuenta que la mediana es el valor central de los datos generados en la tabla. Para conocer la variabilidad que tienen los datos con respecto a la media se calculó la desviación estándar lo cual nos generó que esta no varía más allá del 2,14%.

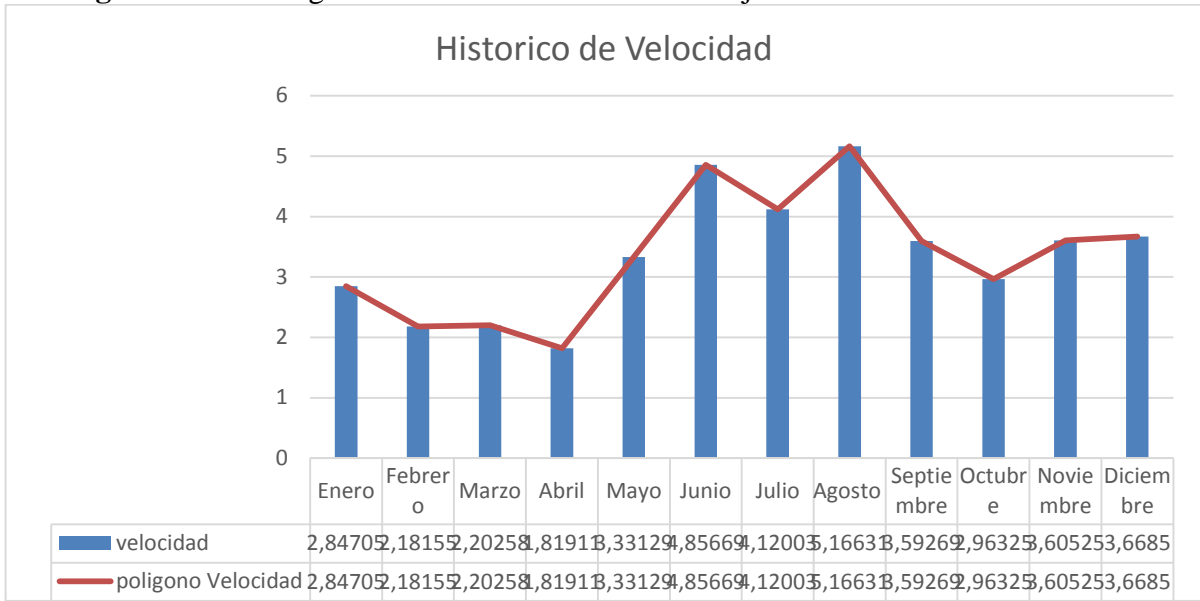
10.1.4 Distribución de frecuencia de la velocidad del viento

Para realizar esta distribución se aplicó la regla de Sturges (C., 2017), para esto se debe conocer el rango de datos, el número y ancho de intervalo, esta información se observa en la tabla 8. La misma que contiene información de los límites de velocidad inferior (Li), límites de velocidad superior (Ls), La frecuencia relativa (fr) y su sumatoria acumulada (Fr) y Frecuencia absoluta (fa).

10.1.5 Histograma de la velocidad del viento

En este aspecto nos permite analizar que la velocidad toma una continuidad con mayor frecuencia de 2,8 – 5,66 m/s razón por la cual se nota que la tendencia del viento es óptima para generación de energía eólica los mismos que se presentan de manera continua.

Figura 10. 2 Histograma de velocidad del viento ninja Renewable.



Fuente. Autor

10.1.6 Potencia Eólica

Para el cálculo de la densidad de potencial eólico de Latacunga con respecto al monitoreo se calculará con la siguiente ecuación:

$$W_{(v)} = 1 - e^{-\frac{v^\alpha}{\beta}} \quad (6)$$

Dónde:

$W(s)$: Función de distribución de probabilidad Weibull (velocidad del viento).

v : Velocidad del viento.

α : Parámetro de forma.

β : Parámetro de escala.

Además de esto para la generación del ajuste lineal para Weibull se debe considerar también las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ln}(\text{Ln}\left(\frac{1}{1 - W_v}\right)) \quad (7)$$

Tomando en cuenta este aspecto se conoce que tendremos la generación de una ecuación lineal las mismas que son:

$$y = \alpha x - b \quad (8)$$

En este aspecto se tiene que los valores para x e y vendaran dado de la siguiente manera.

$$y = \text{Ln}(\text{Ln}\left(\frac{1}{1 - W_v}\right)) \quad (9)$$

$$x = \ln v \quad (10)$$

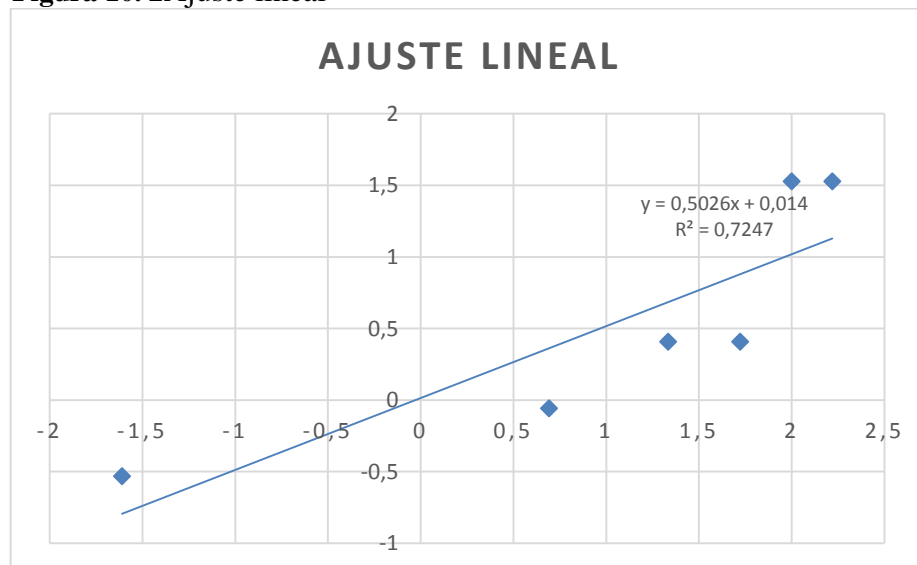
Basándonos en este aspecto de la función acumulada de se encontraron los parámetros de α y β , para lo cual α hace referencia a la pendiente y β es el exponencial del cociente $\alpha=0,5026$; $\beta=0,0145$. Los valores para la generación de la recta de tendencia y la generación de la recta de la misma se detallarán en la tabla 6 y la figura 8.

Tabla 10. 3 Valores Ajuste lineal

Ln(v)	Ln(-Ln(1-frc.av))
-1,6094	-0,5313
0,6931	-0,0571
1,3350	0,4081
1,7227	0,4083
2,0014	1,5271
2,2192	1,5273

Fuente. Autor

Figura 10. 2Ajuste lineal



Fuente. Autor

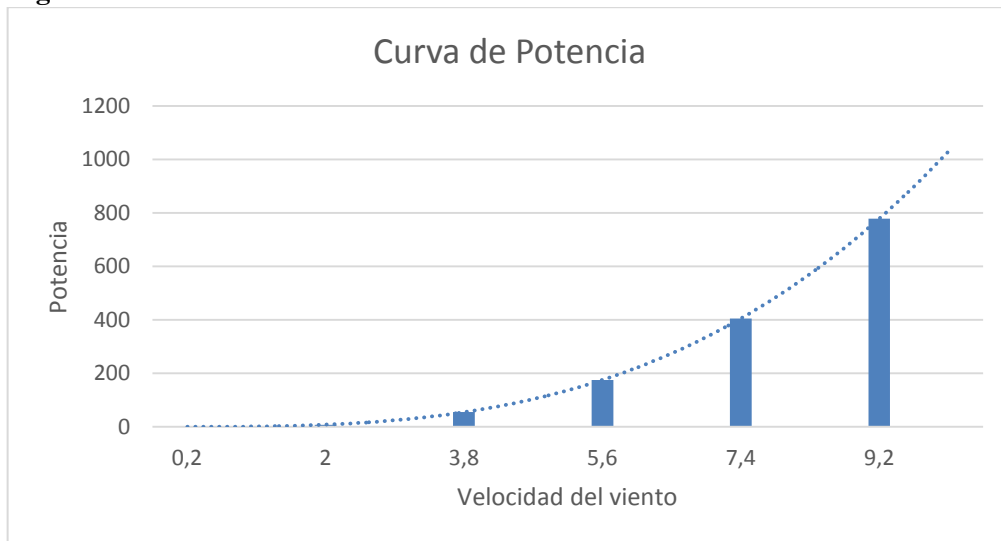
Con los resultados obtenidos del análisis se procede a realizar la curva de Weibull la misma que esta generada en relación de velocidad del viento con la distribución Weibull, la gráfica final de esta se presenta a continuación tomando en cuenta los aspectos antes mencionados con su tabla de valores utilizada.

Tabla10. 4 Valores de Potencia

Valores Potencia		
Vel (m/s)	Vel ³ (m ³ /s ³)	P (W)
0.2	0,008	0,0049
2,1	8,1	4,9
3,8	54,872	33,60
5,6	175,61	107,56
7,4	405,22	248,19
9,2	778,68	476,94

Fuente. Propia del auto

Figura 10. 3 Relación velocidad - Weibull



Fuente. Autor

10.1.7 Especificaciones Técnicas del aerogenerador

Para la correcta instalación y mejor aprovechamiento de nuestro aerogenerador se debe considerar en análisis los valores propios de placa del dispositivo para conocer de forma teórica la potencia de generación del mismo para luego compararla y generar nuestro factor de planta.

A continuación, se detalla en la tabla las características técnicas del aerogenerador.

Tabla 10. 5 Detalle técnico del aerogenerador

DETALLES TÉCNICOS		
Detalles	Valor	Valor de medición
Potencia nominal	1000	Watt (W)
Tensión nominal	48	Voltios (V)
Diámetro de la rueda	2,0	Metros (m)
Velocidad puesta en marcha	3,0	Metro/segundo
Velocidad viento clasificada	10	Metro/segundo
Velocidad viento supervivencia	45	Metro/segundo
Temperatura de trabajo	-40 a 50	Centígrados °C
Numero de aspas	3	S/N

Fuente. Autor

10.2 Ubicación geográfica del sector

10.2.1 Descripción de la zona

La ciudad de Latacunga se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi a 102,5 Km de Quito y a 48,4 Km de la ciudad de Ambato. Latacunga tiene un clima muy húmedo temprano a seco en diferentes épocas del año. La misma está ubicada a 5750 msnm lo cual influye para que tenga un clima templado, a veces ventoso y frío, basándonos en esto el clima en la zona es templado a frío.

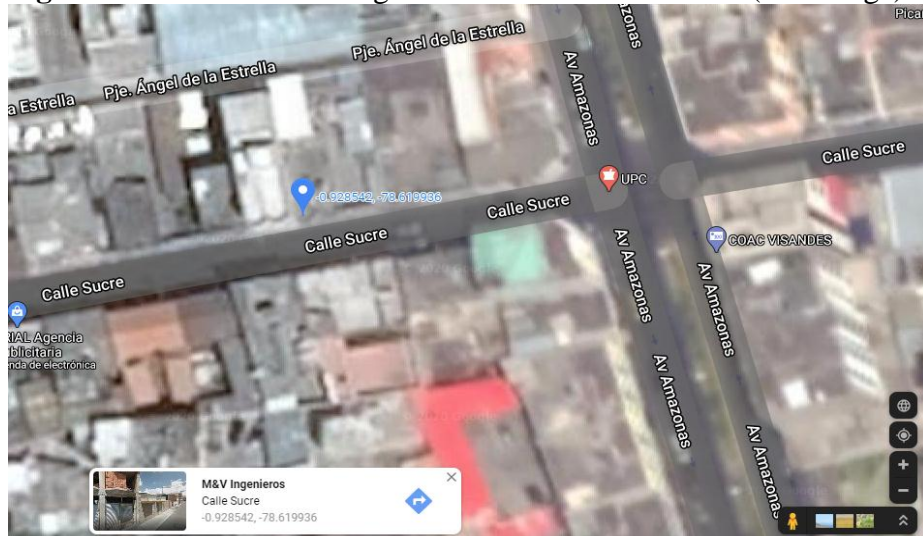
10.2.2 Datos geográficos de la zona

Tabla 10. 6 Datos geográficos de la zona de análisis (Latacunga)

Datos geográficos zona de análisis	
Altitud	2767 msnm
Coordenadas	0°55'42,91" – 78°37'11,64"
Superficie	264,9 kilómetros cuadrados
Clima	Templado – húmedo
Temperatura promedio	Min 11°C – Max 22°C

Fuente. Google Heart – Autor

Figura 10. 4 Ubicación Geográfica de la zona de análisis (Latacunga)



Fuente. Google Heart.

10.3 Generación fotovoltaica

En relación a este tipo de generación en Ecuador a diferencia de otros países tienen una situación privilegiada ya que mientras en otros lugares la incidencia es inferior a dos en un lapso de 6 horas, en nuestra localidad se tiene que se mantiene de forma constante en $1,36 \text{ kW}/\text{m}^2$ en el mismo lapso de tiempo.

10.3.1 Recurso solar

El recurso solar se hace referencia a la cantidad de radiación directa y radiación difusa que impacta sobre el panel solar, la misma que se ve afectada por la nubosidad del día, así pues, también se debe tomar en cuenta el ángulo de inclinación de la célula solar, con la finalidad de generar el mejor aprovechamiento de la energía solar durante el año y por labores de limpieza, en el Ecuador se considera un ángulo de 15° con dirección a la línea equinoccial.

Este recurso al ser un valor de energía el mismo se mide en joule, es decir en vatios por segundo, a su vez se deduce que $1\text{kWh} = 3,6 \text{ MJ}$.

10.3.2 Datos de Heliofania

A continuación, se presenta la tabla 9 de estadística generada de la heliofania y el diagrama de generación del mismo en la figura10.

Tabla10. 7 Heliofania (hora/día)

ESTADISTICA SEMANAL Y MENSUAL					
HELIOFANIA (horas/dias)					
SEMANAS	1	2	3	4	MENSUAL
ENERO	6,5	16	23	29	18,625
FEBRERO	36	44	51	57,5	47,125
MARZO	64,5	72	79	84,5	75

Fuente. Autor

Para el análisis se cuenta con datos de Irradiación proporcionado por el MEER del cual se deduce la siguiente tabla.

Tabla 10. 8 Valor de Irradiación global Wh/m²

Datos irradiación Latacunga	
Zona IV	4400 – 4800
Latacunga	4420

Fuente. MEER

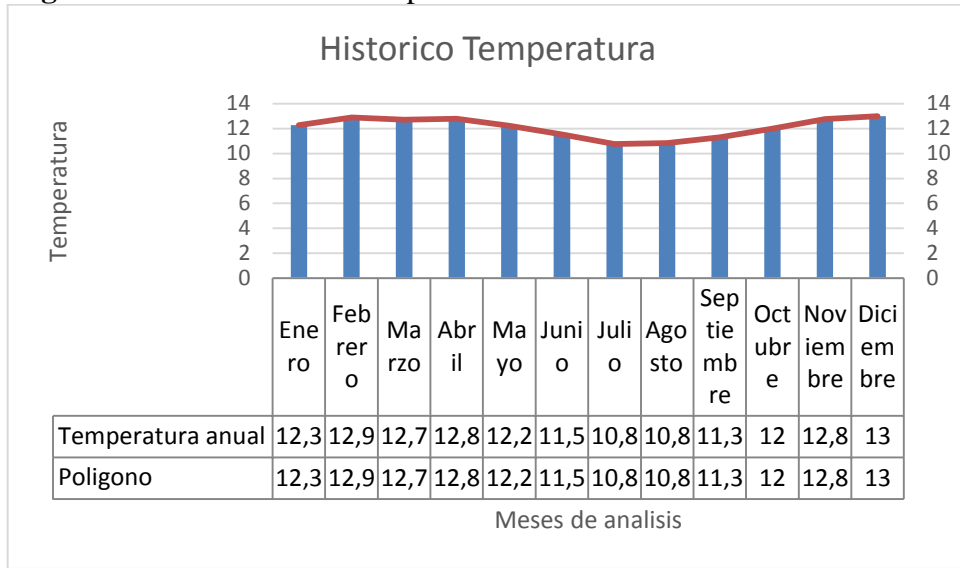
De igual forma se presenta la heliofania generada la misma que tiene un promedio de 4,3 horas/día.

Teniendo en cuenta los datos anteriores generados introducimos el concepto de horas pico solar HPS (h), la cual es conocida como la hora luz solar, en base a una Irradiación en KW/m² . Para el cálculo de las HPS se aplicará la siguiente formula:

$$HPS(h) = \frac{\left(\frac{Wh}{m^2}\right)}{I \left(\frac{Wh}{m^2}\right)} \quad (11)$$

$$HPS == \frac{4420 \left(\frac{Wh}{m^2}\right)}{1000 \left(\frac{Wh}{m^2}\right)} = 4,42$$

Figura 10.5 Histórico de Temperatura



Fuente. Autor

10.3.3 Distribución de frecuencia de temperaturas

La distribución estadística de los valores de temperatura permite conocer los límites superiores e inferiores, así como también la mediana, moda frecuencia acumulada y el porcentaje de frecuencia porcentual acumulada. Para conocer la variabilidad que tienen los datos con respecto a la media se calculó la desviación estándar la misma que muestra el valor porcentual que se presenta en el tiempo.

Tabla 10.9 Distribución de frecuencias de Temperatura.

Límite I.	Límite S	X	fa	Fr	fac	fr %
9,6	13,6	11,6	9	0,411	9	0,61
13,6	17,6	15,6	2	0,211	11	0,21
17,6	21,6	19,6	1	0,055	12	0,66
21,6	25,6	23,6	4	0,222	16	0,88
25,6	29,6	27,6	2	0,111	18	0,99

Fuente. Autor

10.3.4 Cálculo del promedio de la Radiación

Se considera la irradiación extraterrestre (H_{s0}^e), así como la radiación del plano inclinado (H_s) de la zona de análisis.

10.3.4.1 Declinación del sol

Para el análisis correspondiente de este aspecto se aplica la siguiente fórmula:

$$\delta_s = 23,45 * \text{sen} \left(360 * \frac{284 + J}{365} \right) \quad (12)$$

10.3.4.2 Angulo horario de la puesta del sol

$$w_{s,p} = \cos^{-1}(-\tan\phi * \tan\delta_s) \quad (13)$$

En la ecuación antes descrita se debe considerar que ϕ hace referencia a la latitud de la ciudad de Latacunga que es igual a 0,958286, para el análisis correspondiente se debe considerar la transformación a grados de esta magnitud.

$$\text{Total min} = \frac{\text{seg. latitud}}{60} \text{ min} + \text{min. latitud} \quad (14)$$

$$\text{Total grados} = \frac{\text{Total min.}}{60} + \text{Total}^\circ \quad (15)$$

10.3.4.3 Factor FTS

Para la obtención de este factor se aplicará la siguiente ecuación:

$$F_{TS} = 1 + 0,034 * \cos \left(\frac{360 * J}{365,25} \right) \quad (16)$$

Se debe tener en cuenta que J hace referencia al día Juliano del mes para el análisis de la ecuación antes mencionada.

10.3.4.4 Irradiación en la cima de la atmósfera

$$H_{so}^e = \frac{24}{\pi} * S_s * F_{TS} * [(w_{s,p} * \text{sen}\phi * \text{sen}\delta_s) + (\cos\phi * \cos\delta_s * \text{sen}w_{s,p})] \quad (17)$$

En donde se deduce que S_s es la constante solar que es aproximadamente 4,9256 J/m².

Además el valor de unidades en Julios se los debe transformar a unidades de KWh/m² día, para esto se partirá de la siguiente ecuación de la energía:

$$E(J) = P(W) * t(s) \quad (18)$$

10.3.4.5 Irradiación en plano inclinado

Basándose a este aspecto se debe considerar una inclinación en ($\beta_c = 15^\circ$) con un albedo de ($\rho' = 0,2$), así pues tenemos:

$$w'_{s,p} = \min\{w_{s,p}, \cos^{-1}[-\tan(\phi - \beta_c) * \tan(\delta_s)]\} \quad (19)$$

Donde ϕ hace referencia a la latitud del lugar y β_c al ángulo de inclinación del panel fotovoltaico, amas de esto se considera un factor KT o Índice de claridad para continuar con este análisis mismo que se genera a partir de:

$$KT = \frac{H_{s0}}{H_{s0}^e} \quad (20)$$

En donde H_{s0} hace referencia a la radiación global en el cantón para cada mes. Con esto se aplicaría la fórmula:

$$\frac{H_{s,d}}{H_s} = 0,775 + 0,347 \left(w_{s,p} - \frac{\pi}{2} \right) - \left[0,505 + 0,0261 * \left(w_{s,p} - \frac{\pi}{2} \right) \right] \cos(2k_T - 1,8) \quad (21)$$

10.3.4.6 Factor de conversión de la radiación solar directa R_B

El mismo que puede ser calculado por distintos métodos según su grado de precisión, en nuestro caso se utilizará la fórmula de Spencer (1971) la misma que se encuentra expresada en términos de Fourier de la siguiente manera:

$$F_{RB} = 0,006918 - 0,399912\cos\tau + 0,070257\sen\tau - 0,006758\cos2\tau + 0,000907\sen2\tau - 0,002697\cos3\tau + 0,00148\sen3\tau \quad (22)$$

Esta ecuación nos genera el valor de la declinación solar en radianes, se debe considerar que el término de τ es el ángulo diario el mismo que se genera de la fórmula 23.

$$\tau = \frac{2\pi(n - 1)}{N} \quad (23)$$

Dónde:

n: Es el numero Juliano del año.

N: Es el número de días del año (366 año bisiesto).

10.3.4.7 Radiación solar global diaria recibida en el límite de la atmósfera

Se la puede calcular de la siguiente ecuación:

$$R_s = \left[(1 - H_{s,d}/H_s) R_B \right] + \left[\frac{H_{s,d}/H_s (1 + \cos\beta_c)}{2} \right] + \left[\frac{\rho (1 - \cos\beta_c)}{2} \right] \quad (24)$$

10.3.4.8 Radiación global en plano inclinado

Para esto se utiliza la expresión que se detalla de la siguiente manera:

$$H_s = R_A * H_{so} \quad (25)$$

La tabla con los valores correspondientes al análisis se puede apreciar en la tabla 13 para cada ecuación formulada.

Tabla 10. 10 Valores de radiación

	enero	febrero	marzo
	1	2	3
Recurso solar (J/m^2 día)	216,35	119,008	3,82
Declinación del sol δ_s	20,07	18,62	10,63
Angulo horario puesta sol $w_{s,p}$	0,8112	0,9526	0,8831
Factor FTS	1,2965	1,085	0,8127
Irradiación cima atmósfera H_{so}^e	37,07	12,30	25,26
Irradiación atm. KWh/m^2 día	10,29	3,41	7,018
Irradiación en plano inclinado $w_{s,p}$	0,8134	-0,99	0,660
Índice de claridad KT	0,4291	1,29	0,629
Relación Radiación difusa y plano horizontal H_{sd}/H_s	6,6146	6,02	3,28
Coefficiente corrección R_B	1,27	1,10	0,343
Radiación global en plano inclinado H_s KW/J	5,63	4,89	1.51

Fuente. Autor

10.3.5 Detalles técnicos del panel

El panel a ser utilizado para el análisis consta de dimensiones de 1010x670x35mm a continuación se detalla las variables correspondientes al mismo:

Tabla 10. 11 Especificaciones técnicas del panel.

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL	
Detalles	Valor
Modelo	SE-156x104-100P-36
Potencia (P)	100 W
Voltaje en circuito abierto (V_{oc})	21,61 V
Voltaje a máxima potencia (V_{mp})	17,70 V
Corriente corto circuito (I_{sc})	5,74 A
Corriente de máxima potencia (I_{mp})	5,65 A
Rango de tolerancia de potencia	$\pm 3 W$
Voltaje máximo del sistema DC	600 V
Resistencia al viento	2400 Pa.
Peso	9,5 kg
Condición de prueba	1000 W/m^2

Fuente. Solartronica (Fabricante).

10.4 Potencial eólico-solar

10.4.1 Potencia del aerogenerador

$$P = \eta \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (4)$$

Dónde:

P: potencia generada por el viento

η = Eficiencia del modelo de la hélice.

ρ = Densidad del aire.

A= Superficie barrida por las aspas de la hélice.

v^3 = Velocidad del viento.

10.4.2 Potencia del panel Fotovoltaico

La potencia de un panel fotovoltaico viene dada por la siguiente ecuación.

$$P = I_g \times e \times A_{PV} \quad (26)$$

Dónde:

P: Potencia.

I_g : Irradiación en kWh/m².

e: Eficiencia de los módulos fotovoltaicos.

A_{PV} : Superficie disponible.

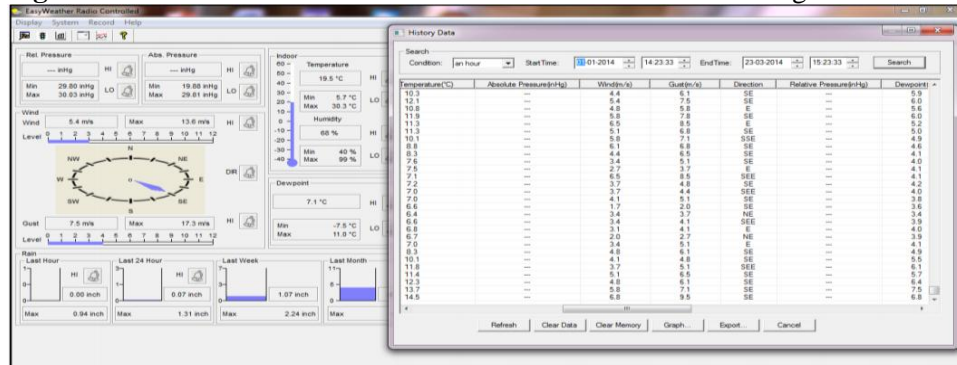
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se detalla el análisis y la obtención de la generación del potencial y el factor de planta, tanto de la generación solar y eólica.

11.1 Estación Meteorológica

Para realizar la investigación Tecnológica y experimental, se colocó dicha estación en la parroquia la matriz de la ciudad de Latacunga, con la finalidad de obtener las mediciones precisas y exactas, programadas con un intervalo de 5 minutos para cada mes, como se observa en la figura 11.

Figura 11. 1 Software de control del sistema de estación meteorológica



Fuente. Guangzhou HY Energy Technology

Esta información se exportará a formato Excel, lo cual será para analizar y discutir sobre el promedio de la velocidad del viento, direcciones predominantes del viento, temperaturas, y más, lo cual ayudará analizar la mejor alternativa para el funcionamiento adecuado del sistema híbrido.

Al exportar nuestros datos recopilados al programa antes mencionado se generó una tabla para análisis con la finalidad de realizar cuadros estadísticos y gráficos pertenecientes a cada uno de los meses de análisis. Esta organización de datos se podrá apreciar de mejor manera en la tabla.

Figura 11. 2 Tabulación de datos de la estación meteorológica

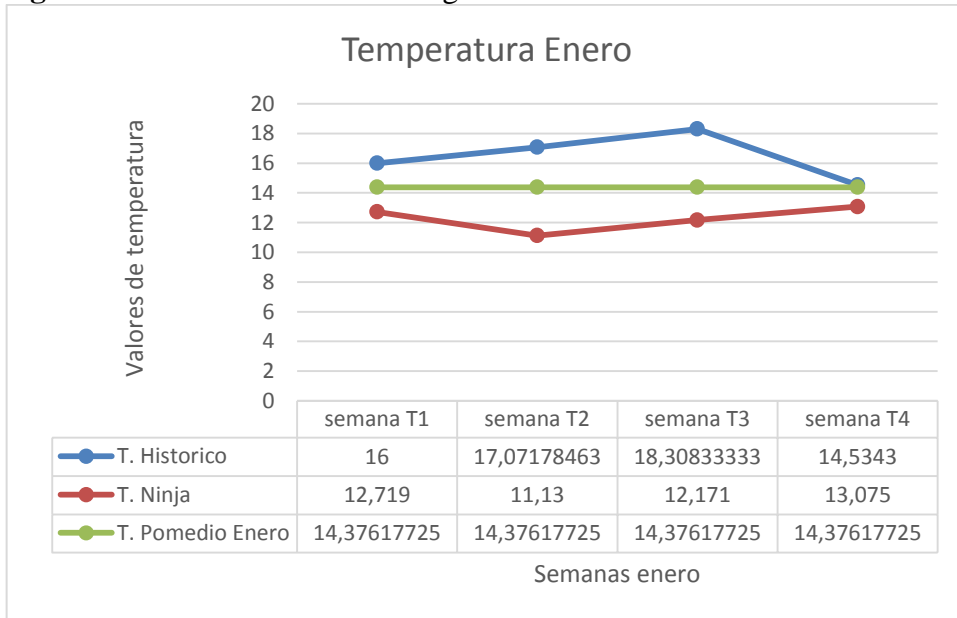
#	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Fecha/Hora	Intervalo	Temperatura	Humedad In	Temperatura	Humedad Ex	Presión Relo	Presión Absi	Velocidad di	Ráfaga(m/s)	Dirección del v	Punto de Roi	Sensación Té	Lluvia hora	Lluvia 24 ho	Lluvia sema	Lluvia mes	Lluvia Total
2	05/03/2020 6:08:1	5 11,7	86 9,7	99 760,4	519,5	2,0	2,4	NW	9,6	8,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
3	05/03/2020 6:13:1	5 11,7	86 9,7	99 760,6	519,7	1,7	2,0	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
4	05/03/2020 6:18:1	5 11,7	87 9,7	99 760,6	519,7	1,4	1,7	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
5	05/03/2020 6:23:1	5 11,7	87 9,7	99 760,7	519,8	1,0	1,4	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
6	05/03/2020 6:28:1	5 11,7	87 9,7	99 760,6	519,7	0,7	1,0	NNW	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
7	05/03/2020 6:33:1	5 11,7	87 9,7	99 760,7	519,8	1,0	1,4	NW	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
8	05/03/2020 6:38:1	5 11,6	87 9,7	99 760,7	519,8	2,0	2,7	W	9,6	8,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
9	05/03/2020 6:43:1	5 11,6	87 9,7	99 760,7	519,8	1,7	2,4	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
10	05/03/2020 6:48:1	5 11,6	87 9,7	99 760,8	519,9	1,0	1,7	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
11	05/03/2020 6:53:1	5 11,6	87 9,7	99 760,7	519,8	0,7	1,0	N	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
12	05/03/2020 6:58:1	5 11,6	87 9,7	99 760,9	520,0	0,7	1,4	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
13	05/03/2020 7:03:1	5 11,6	87 9,7	99 761,0	520,1	1,0	1,7	W	9,6	9,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
14	05/03/2020 7:08:1	5 11,6	87 9,7	99 760,9	520,0	2,4	2,7	NW	9,6	7,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
15	05/03/2020 7:13:1	5 11,7	87 9,7	99 761,0	520,1	3,1	3,4	W	9,6	6,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
16	05/03/2020 7:18:1	5 11,7	87 10,2	99 760,8	519,9	2,4	2,7	SW	10,1	8,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
17	05/03/2020 7:23:1	5 11,7	87 10,2	99 761,0	520,1	0,7	1,0	SW	10,1	10,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
18	05/03/2020 7:28:1	5 11,7	87 10,2	99 761,1	520,2	1,0	1,7	SW	10,1	10,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
19	05/03/2020 7:33:1	5 11,7	87 10,5	99 761,1	520,2	2,0	2,7	NW	10,4	9,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
20	05/03/2020 7:38:1	5 11,8	88 11,0	99 761,1	520,2	2,4	3,1	W	10,7	9,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
21	05/03/2020 7:43:1	5 11,8	88 10,9	99 761,2	520,3	1,4	2,4	N	10,8	10,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
22	05/03/2020 7:48:1	5 11,9	88 10,9	99 761,1	520,2	0,7	1,0	NE	10,8	10,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
23	05/03/2020 7:53:1	5 11,9	88 11,0	99 761,2	520,3	1,4	1,7	NW	10,7	11,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
24	05/03/2020 7:58:1	5 11,9	88 11,2	99 761,3	520,4	2,7	3,4	NW	10,9	8,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
25	05/03/2020 8:03:1	5 12,0	87 12,0	97 761,3	520,4	1,7	2,0	NW	11,6	12,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
26	05/03/2020 8:08:1	5 12,2	88 12,4	97 761,3	520,4	3,4	4,1	NW	12,0	9,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70
27	05/03/2020 8:13:1	5 12,3	88 12,5	97 761,4	520,5	3,1	3,7	NW	12,1	9,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	155,70

Fuente. Autor

11.2 Análisis de Temperatura

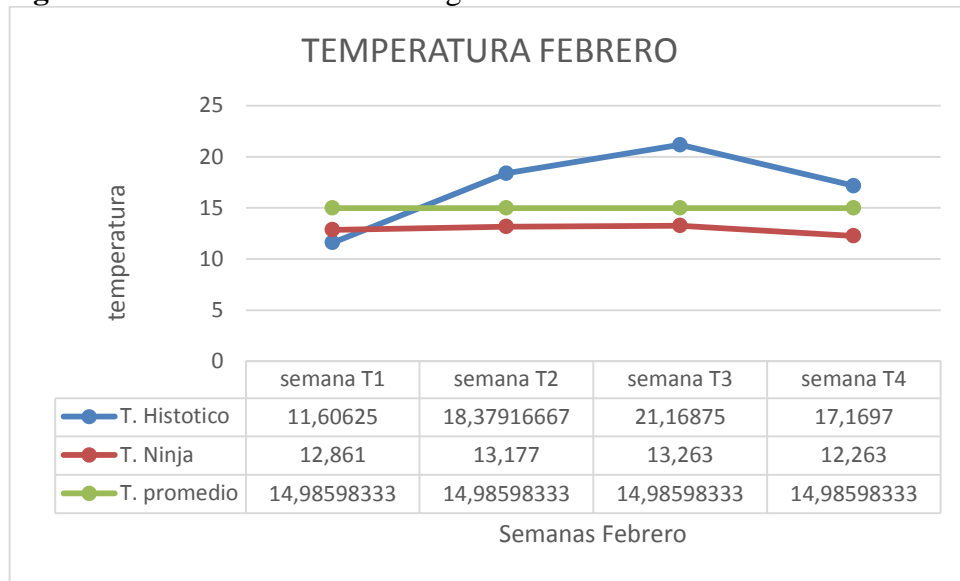
Comparando los valores generados tanto de la figura 11.6 se deduce que los valores generados son los apropiados para el correcto aprovechamiento de generación solar, tomando en cuenta que los valores promedios generados son aceptables en el rango de 6 horas.

Figura 11. 3 Tendencia del viento generado semanal Enero



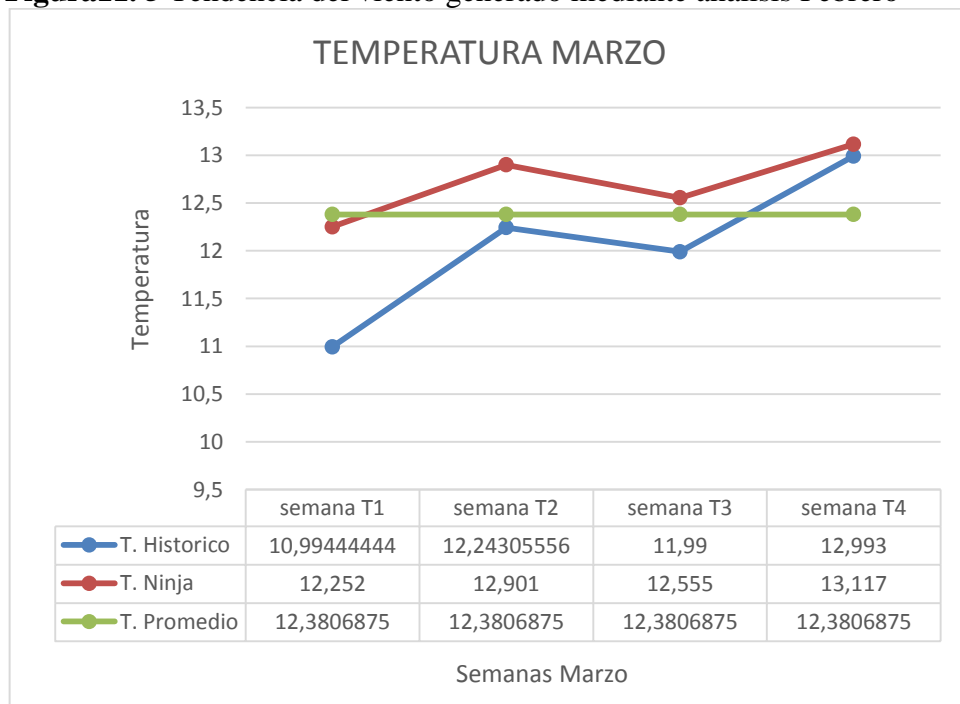
Fuente. Autor

Figura11. 4 Tendencia del viento generado semanal Enero



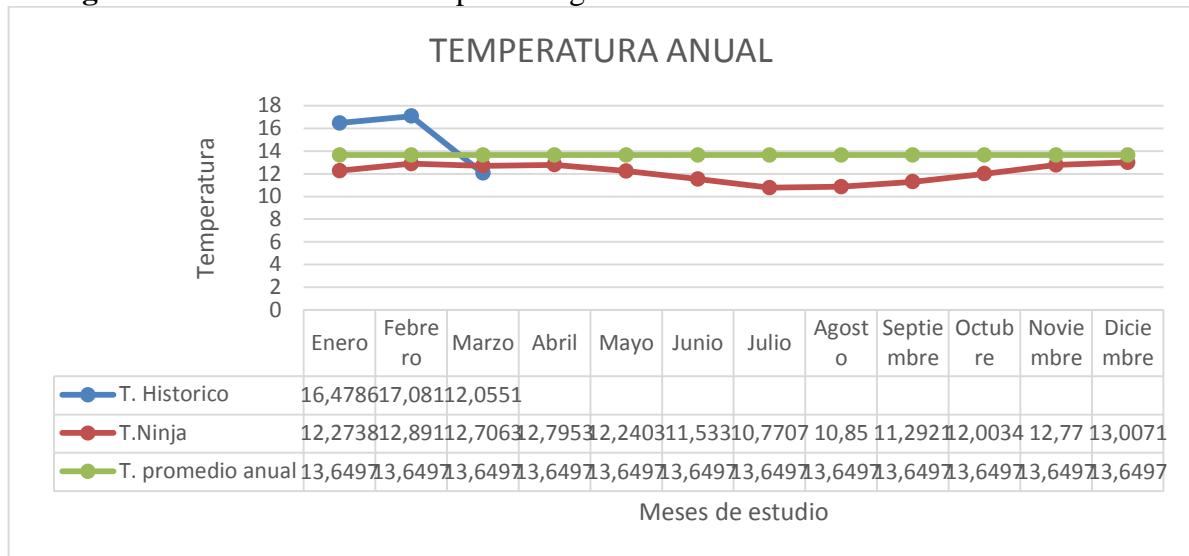
Fuente. Autor

Figura11. 5 Tendencia del viento generado mediante análisis Febrero



Fuente. Autor

Figura11. 6 Tendencia de Temperatura generado mediante análisis Febrero



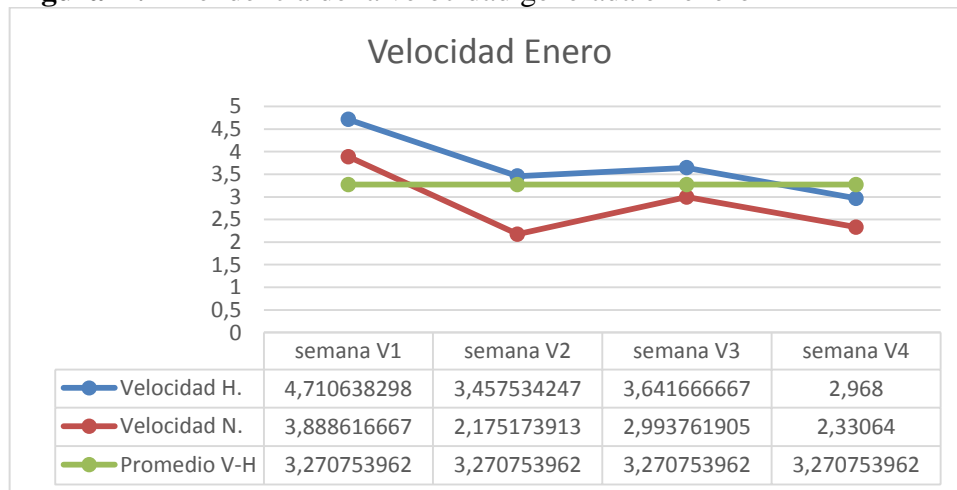
Fuente. Autor

Se puede observar de forma clara que el mes con las mejores condiciones es febrero que tiene una temperatura promedio que va desde 12,89 –17,08 °C el mismo que cumple con los requerimientos de condiciones para producir generación solar, cabe recalcar que el mes con más baja temperatura vendría siendo agosto con temperatura que oscila los 10,85 °C, pero a pesar de esto también contienen temperaturas aceptables para la generación de esta energía.

11.3 Análisis velocidad del viento

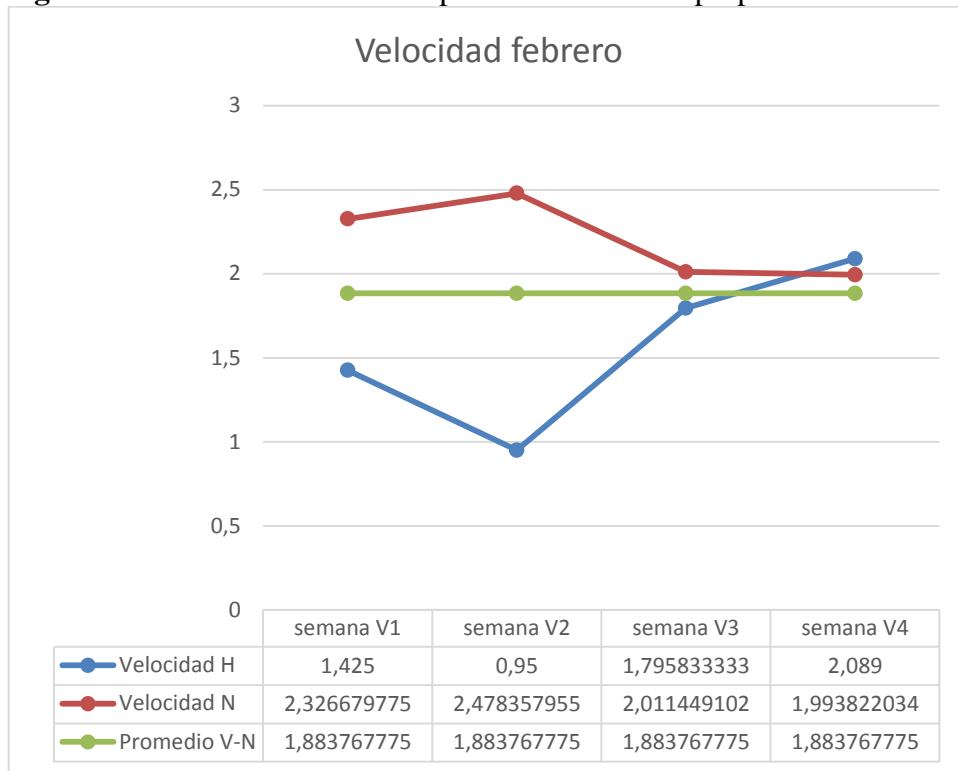
Basándonos en los datos Históricos de la generación del viento obtenidos de la estación meteorológicas instalada, así como los obtenidos de la página renewables ninja se puede apreciar de forma clara la variación del comportamiento del viento en los meses de análisis tanto semanal como anual.

Figura11. 7 Tendencia de la velocidad generada en enero



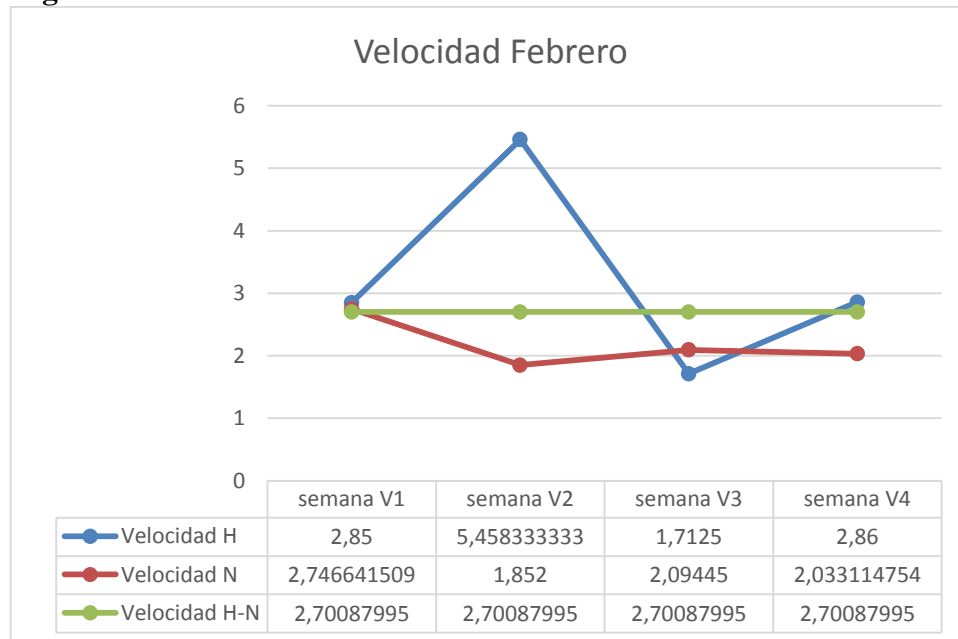
Fuente. Autor

Figura11. 8 Tendencia de la Temperatura de análisis propio.



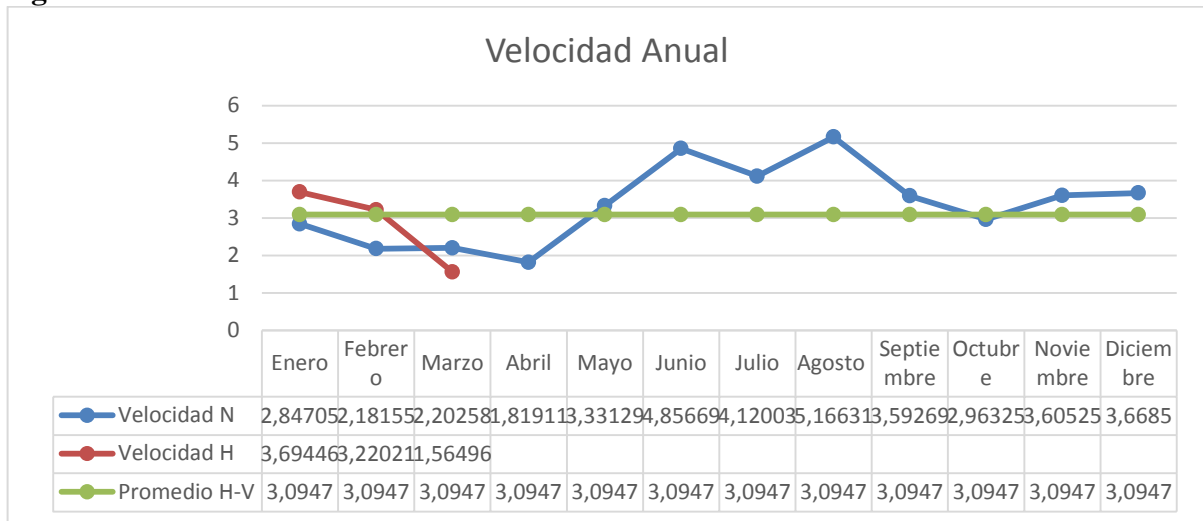
Fuente. Propia del autor

Figura11. 9 Tendencia de la velocidad de análisis Febrero.



Fuente. Propia del autor

Figura 11. 10 Tendencia de la velocidad de análisis Febrero



Fuente. Propia del autor

Realizando una comparación en base a los valores que se muestran en la figura 11.10 se determina que el mes con la mejor condición es el mes de agosto con una velocidad una máxima de 5,16 m/s, generándonos de esta manera una velocidad promedio de 3,09 m/s, y siendo marzo el de menor generación con valores que van desde una mínima de 1,81 m/s, mientras que basándonos al relación con el histórico de generación tenemos que el mes con mejores condiciones es enero con una velocidad de 3,69 m/s y el mes de menor producción es marzo con 1,56 m/s.

11.4 Sombreado y Orientación

Con el análisis realizado sobre la dirección del viento se puede determinar la orientación con mayor incidencia del viento, lo cual se muestra en la tabla 16.

Tabla 11. 1 Probabilidad de velocidad

DIRECCION	INCIDENCIA	PORCENTAJE	INCIDENCIA N %
NW	680	42,23	33
WNW	147	9,13	3,67
W	98	6,08	12,33
NNW	73	4,53	6,3
N	187	11,61	7
SW	380	23,60	22,7
NE	45	2,79	15
Total	1610	100	100

Fuente: Autor

Basándonos en la tabla 16 se deduce que el porcentaje de mayor incidencia se encuentra en la dirección NW con un porcentaje del 42,23% seguido por la incidencia del 23,60% en la dirección SW y siendo la incidencia de dirección del viento de menor porcentaje NE con 2,79%, el mismo que se puede apreciar en la figura 11.11.

Figura 11. 11 Dirección del viento

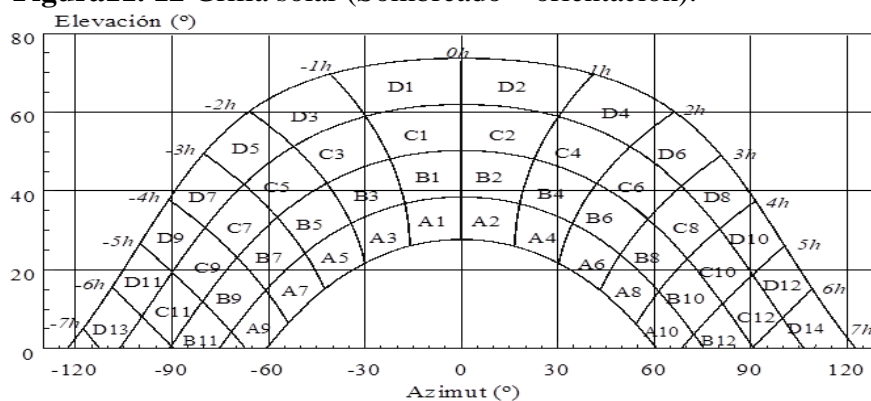


Fuente. Autor

11.5 Sombreado y Orientación

Tomando en cuenta que se conoce la orientación de la superficie captadora (azimut e inclinación), analizaremos con la grilla solar la zona, de la figura 14 en la zona en la cual influir dicho s aspectos.

Figura 11. 12 Grilla solar (Sombreado – orientación).



Fuente. (Scheer, 2010)

La zona de análisis se encuentra a una latitud de -0,928586 y una longitud de -78.996600 con una dimensión del panel fotovoltaico con una dimensión longitudinal de 1,2m y sección

transversal de 0,84m, y tomando en el ángulo alfa para cada mes de análisis se tiene que la proyección de los paneles para cada mes son los siguientes:

Tabla 11.2 Condiciones Paneles - Sombreado

Condiciones Paneles Fotovoltaicos				
Mes	Proyección del panel m	Ancho del Pasillo	Distancia entre paneles	Anglo inclinación alfa
Enero	1,10	0,10	1,10	5,06
Febrero	1,06	0,10	1,04	-16,18
Marzo	0,81	-0,08	0,77	-42,55

Fuente. Autor

De los valores generados de la tabla 15 anterior se deduce que por perdidas de sombreado se tiene un 10,5% la cual se tiene en parte entendible por las condiciones climáticas y posicionamiento de los mismos este valor estimado se analiza de la siguiente tabla 16.

Tabla 11. 3 Valores de Estimación de Perdidas por zonas de la grilla solar.

Estimación de pérdidas por sombreado				
	A	B	C	D
13	100	100	100	100
11	100	100	100	100
9	100	100	23	35
7	100	60	0	0
5	35	0	0	0
3	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
4	0	0	0	0
6	0	0	0	0
8	34	0	0	75
10	100	55	60	100
12	100	100	100	100
14	100	100	100	100

Fuente. (Scheer, 2010)

11.6 Irradiación Generada

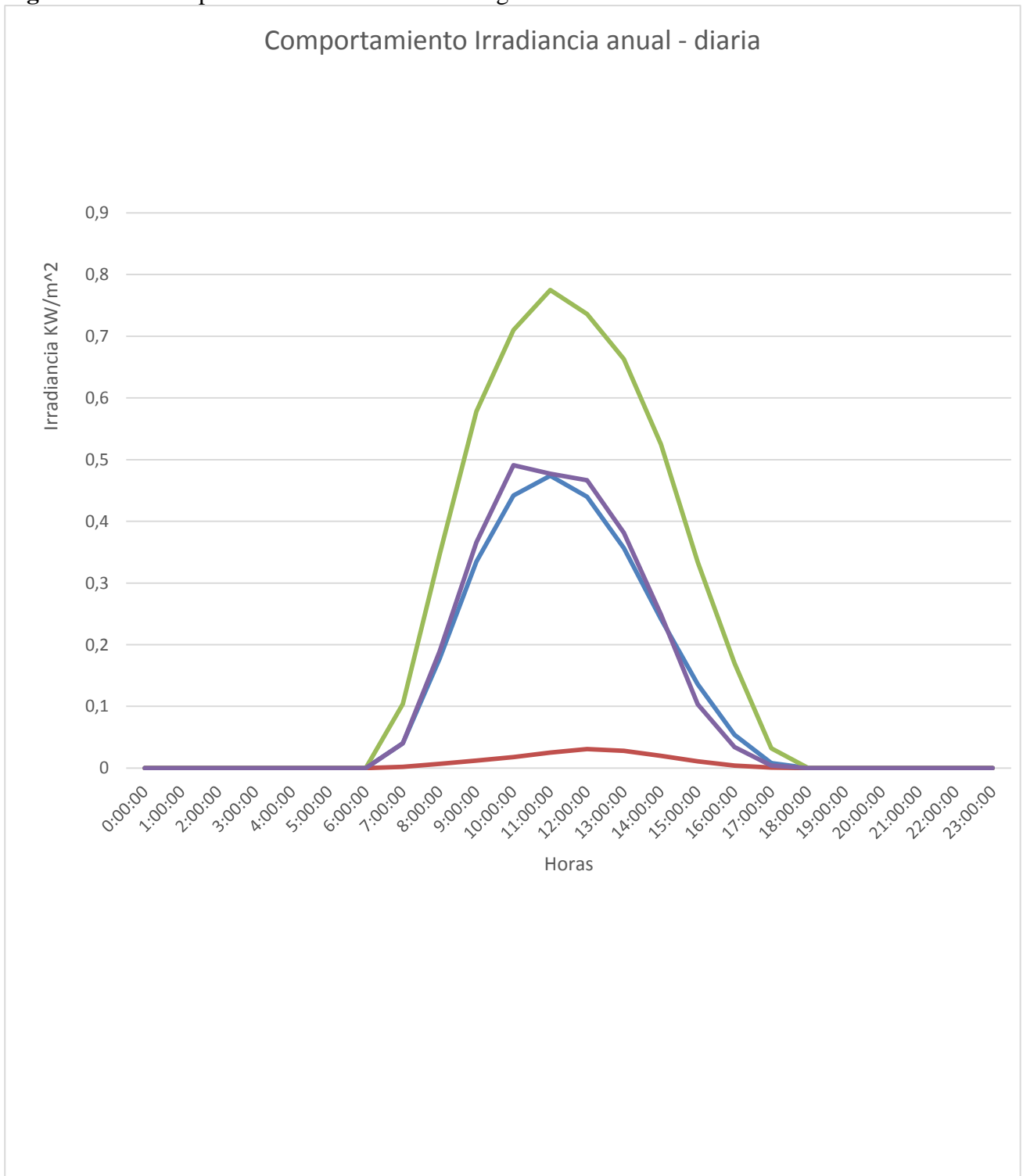
La irradiación generada viene siendo uno de los aspectos más preponderantes en el análisis de este tema basado a que este dato permitirá conocer el potencial que se genera en sector de análisis basándonos en el día juliano de aplicación, así pues, tenemos los siguientes valores.

Tabla 11. 4 Valores Promedio Mensual - Irradiación

Prom	Mediana	Moda	Varianza	Desviación E	Coef. de variación	Min	Max	Rango
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,0400	0,04	0,007	0,0009	0,0310	77,70	0,002	0,10	0,102
0,1771	0,189	0,34	0,0126	0,1124	59,51	0,007	0,34	0,339
0,3345	0,366	0,553	0,0288	0,1697	46,38	0,012	0,57	0,566
0,4418	0,491	0,71	0,03847	0,1961	39,947	0,018	0,71	0,692
0,4737	0,477	0,775	0,04117	0,2029	42,537	0,025	0,77	0,75
0,4398	0,4665	0,736	0,03860	0,1964	42,120	0,031	0,73	0,705
0,3567	0,3815	0,663	0,03236	0,1798	47,154	0,028	0,66	0,635
0,2419	0,249	0,412	0,02251	0,1500	60,266	0,022	0,52	0,505
0,1359	0,1035	0,334	0,01094	0,1046	101,08	0,011	0,33	0,323
0,0539	0,034	0,019	0,00252	0,0502	147,72	0,004	0,17	0,166
0,0083	0,004	0,001	0,00008	0,0089	224,58	0,001	0,03	0,031
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Autor.

Figura11. 13 Comportamiento de la Irradiación generada anual



Fuente. Autor

11.7 Potencial del panel FV Nominal y Real

Con la finalidad de generar dicho análisis se tomará en cuenta el valor específico, así como los valores del estudio previamente realizados con relación a la potencia de generación de los mismos.

11.7.1 Irradiación y eficiencia del PVF nominal

La irradiación es uno de los factores que influirán para el análisis y cálculo del potencial solar, para utilizar estos valores de manera correcta es realizar un análisis del histórico de tal forma que podamos conocer el comportamiento

El potencial generado del panel esta analizado en base a valores de prueba sobre los cuales son diseñados dichos elementos, los mismos que se pueden encontrar en la tabla 14.

De esta manera se determina que:

Tabla 11. 5 Valores Irradiación y Eficiencia del panel de 100W

Irradiación y eficiencia del panel		
Potencia (6 horas)	600	W
Potencia diseño PFV	1500	W
eficiencia	0,40	S/N

Fuente. Autor.

Tabla 11. 6 Valores Irradiación análisis de datos

Irradiación del análisis de Datos		
ENERO	5,633	KW/m ² .
FEBRERO	4,899	KW/m ² .
MARZO	1,517	KW/m ² .
PROMEDIO	4,016	KW/m ² .

Fuente. Autor

Basándonos al análisis del potencial del panel es esencial determinar los valores de irradiación del mismo, para lo cual se consideró una masa de aire 1,5 m así como el área de 0,737m² dado que las dimensiones del mismo son 1010x670x35mm.

Como se tiene del histórico antes mencionados valores para tres meses también se procedió a realizar una posible proyección de posible generación para lo cual nos generó los siguientes valores.

Tabla 11. 7 Valores de irradiación pronosticada KW/m².

abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre
0,13453	0,1357	0,1254	0,14	0,1495	0,151543	0,1726
noviembre	diciembre					
0,16907	0,179476					

Fuente. Autor.

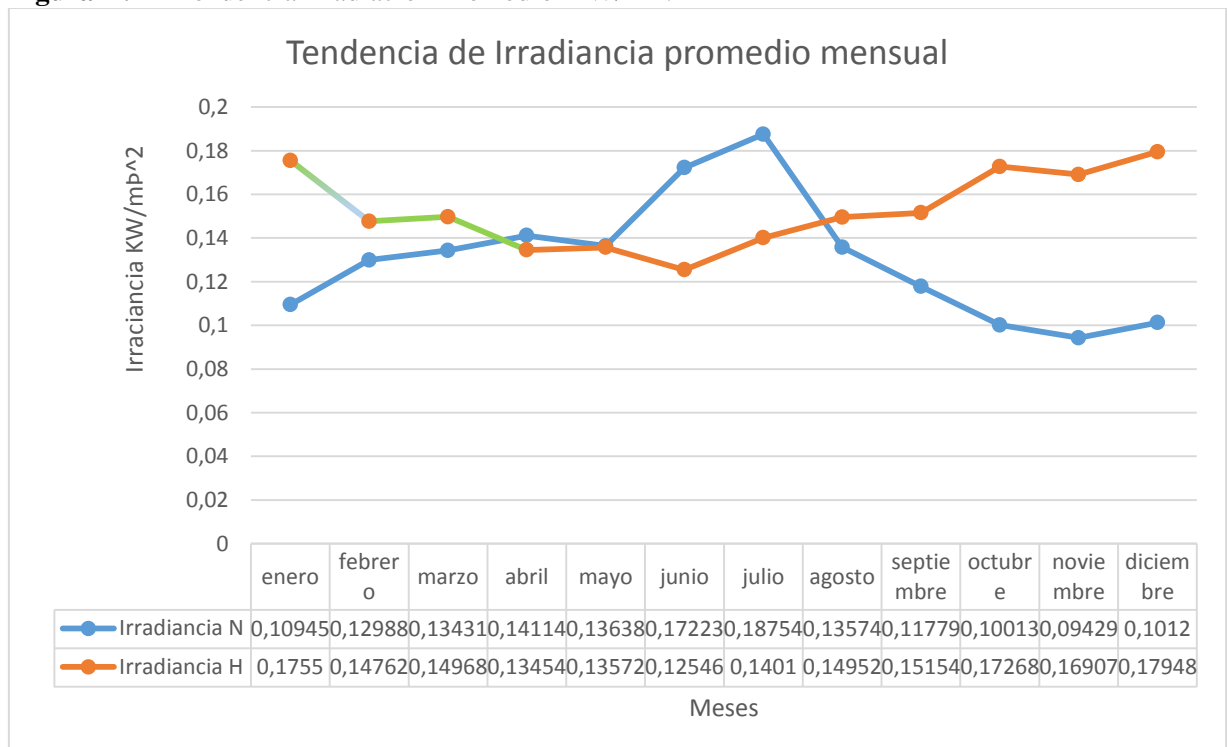
Así mismo con la finalidad de generar un análisis más completo se usó los datos del histórico obtenido del Ninja Renewable el mismo que una vez analizado nos emitió los siguientes datos de irradiación para un año completo.

Tabla 11. 8 Valores de irradiación Ninja Renewable KW/m².

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
0,10	0,129	0,13	0,14	0,1	0,17
Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0,18	0,13	0,11	0,10	0,094	0,101

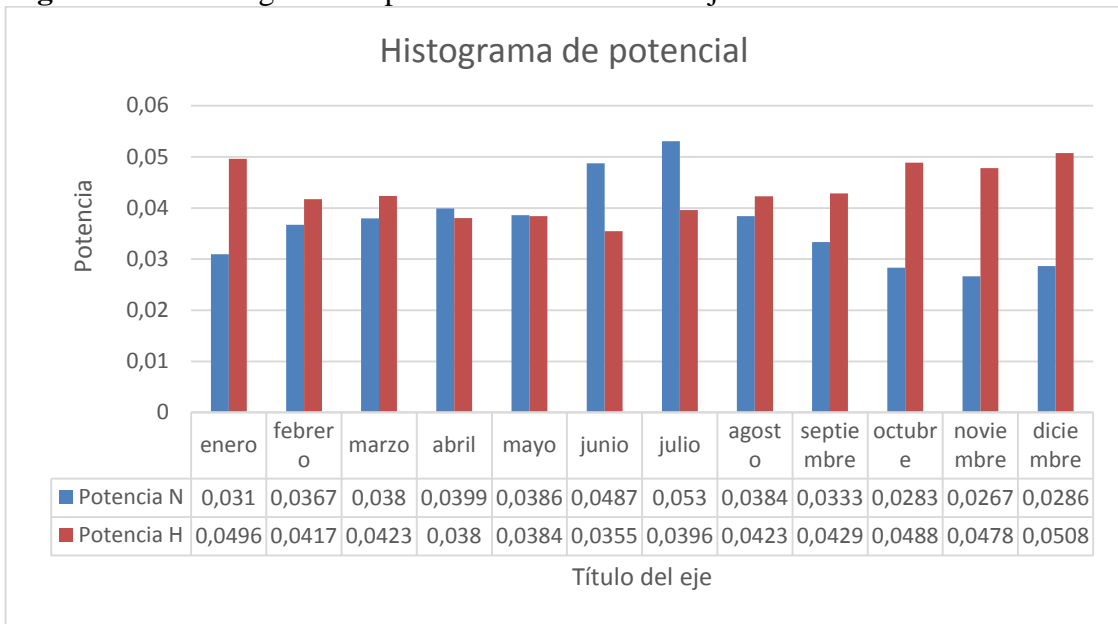
Fuente. Autor.

Figura 11. 14 Tendencia Irradiación Promedio KW/m².



Fuente. Autor

Figura11. 15 Histograma de potencial Histórico – Ninja KW



Fuente. Autor

11.8 Potencial eólico en la zona de estudio

Con los valores de la tabla 21 y tomando en cuenta la aplicación de la ecuación 26 se puede determinar la potencia nominal a generar, así como la potencia instalada que se determinó para la instalación del mismo.

11.8.1 Factor de forma K y factor escala c

Determinados una vez los factores de forma (k) y factor de escala (c), se los presenta en la siguiente tabla.

Tabla11. 9 Factores Ky C

Factor forma (k)	Factor escala (c) m/s
0,502	2,145

Fuente. Autor

Se debe tener en cuenta que los valores de factor a y k se deduce del análisis de la ecuación lineal de Weibull de la figura 8, el valor del factor c viene deducida de la fórmula $c = \frac{a}{e^{-k}}$, de esta manera obteniendo los valores antes mencionados.

11.8.2 Obtención potencial eólico

Se debe de conocer que el factor escala c el cual viene dado en m/s, es aquel que indica la velocidad promedio del lugar de estudio mientras que el factor de forma k viene siendo un índice de depresión de los datos y la frecuencia con la que se presenta la velocidad promedio.

C	2,145	m/s
---	-------	-----

Un aspecto a considerar es el cálculo de la densidad del aire ya que para la obtención del potencial para lo cual se aplica siguiente formula.

$$\rho = 1,225e \left[\left(\frac{-Z}{8435} \right) - \left(\frac{T - 15}{288} \right) \right]$$

La variable de z es el valor de la altura en msnm, mientras que T es la temperatura promedio en °C, dándonos una $\rho=1,0677 \text{ Kg/m}^3$. a continuación, se detalla los valores necesarios para el cálculo del potencial.

Tabla 11. 10 Factores K, c, p

Datos	Valor	Unidades
Altura msnm	2767	msms
T. Promedio max.	14	°C
T. Promedio min.	13,5	°C
Temperatura P.	13,75	°C
K	0,50	S/N
A	0,01	S/N
C	2,145	m/s
P	1,0677	kg

Figura. Autor

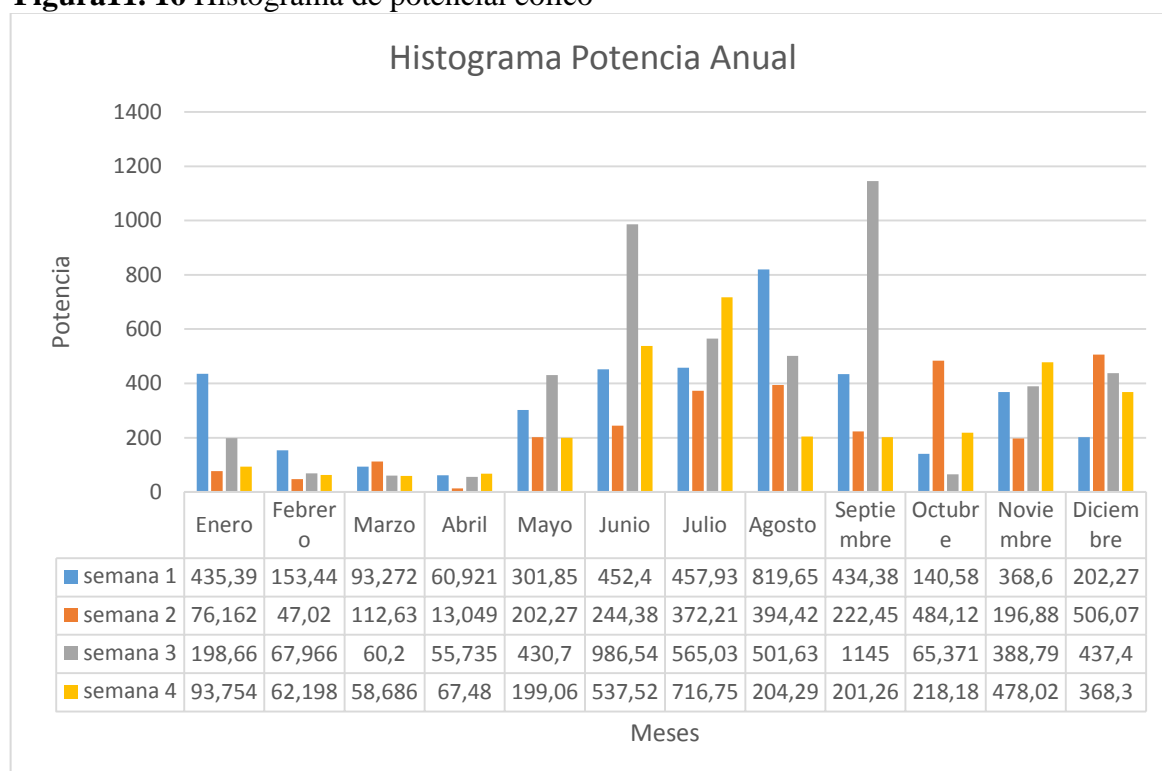
Una vez conocidos los valores de cada factor esencial para el análisis del potencial eólico se procede a obtener dicha variable usando todos los factores necesarios y aplicando al formula correspondiente.

Tabla 11. 11 Valores de Potencial Ninja Renewable.

MESES	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	Promedio
Enero	435,386	76,162	198,662	93,753	200,991
Febrero	153,439	47,020	67,965	62,197	82,655
Marzo	93,271	112,63	60,200	58,686	81,197
Abril	60,921	13,048	55,735	67,480	49,296
Mayo	301,851	202,267	430,701	199,061	283,470
Junio	452,396	244,379	986,537	537,519	555,208
Julio	457,931	372,214	565,031	716,748	527,981
Agosto	819,648	394,424	501,629	204,288	479,997
Septiembre	434,379	222,445	1144,981	201,261	500,767
Octubre	140,578	484,119	65,370	218,179	227,062
Noviembre	368,595	196,876	388,791	478,017	358,070
Diciembre	202,267	506,072	437,404	368,295	378,509

Fuente. Autor

Figura11. 16 Histograma de potencial eólico



Fuente. Autor

Teniendo en cuenta los valores generados anteriormente y aplicando la ecuación 4 se determinó el potencial generado teóricamente del histórico recopilado dándonos los siguientes valores.

Tabla 11. 12 Valores de Potencial W.

Meses	Potencia
Enero	117,072
Febrero	388,464
Marzo	45,006

Fuente. Autor.

11.9 Cálculo del factor de planta

11.9.1 Factor de planta solar

Para el cálculo del factor de planta se conoce los valores de potencial generado tanto del histórico, así como del histórico del ninja renovable, así pues, aplicando la fórmula 5 para la obtención del factor de planta, estos valores se detallan a continuación:

Tabla 11. 13 Valores de Factor de planta Ninja Renovable KW/m²

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
Irradiación	0,1094	0,1298	0,1343	0,1411	0,1363	0,1721
Potencia	0,0309	0,0367	0,0379	0,0399	0,0385	0,0484
Fp	1,7703	0,7459	0,4808	0,3432	0,2841	0,1873
julio	agosto	Septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
0,1871	0,1357	0,1178	0,1001	0,0943	0,1012	
0,0534	0,0383	0,0333	0,0283	0,0267	0,02862	
0,1475	0,1784	0,1828	0,1935	0,1868	0,15954	

Fuente. Autor

Tabla 11. 14 Valores de Factor de planta pronosticado

		abril	mayo	junio	julio	agosto
Irradiación kW/m²		0,1345	0,135	0,125	0,140	0,149
Potencia KW		0,0380	0,038	0,035	0,039	0,042
Fp		0,3600	0,285	0,257	0,197	0,161
septiembre	Octubre	noviembre	Diciembre			
0,151	0,172	0,169	0,179			
0,042	0,048	0,0478	0,050			
0,142	0,112	0,1041	0,089			

Fuente. Autor

Tabla 11. 15 Valores potencial y factor de planta solar (3 meses).

Mes	Irradiación kW/m ²	Potencial KW	factor de planta	%
enero	5,63	1,660	0,018	1,823
febrero	4,89	1,441	0,007	0,715
marzo	1,51	0,445	0,012	1,265
			Factor de planta T.	1,268

Fuente. Autor

Una vez obtenido los valores de factor de planta se conoció que del histórico obtenido más la proyección se obtuvo un factor de planta total de 3,90 % en relación a lo obtenido del histórico de Ninja Renovable que nos emitió un factor de planta total de 4,80 % notándose muy claramente la variación que existen entre estos dos factores. A pesar de esto, si nos basados en las tablas de eficiencia el sistema de PFV cumple con un porcentaje mínimo.

11.9.2 Factor de planta eólico

Mediante la siguiente tabla con los potenciales se procede a calcular la Fp del cual nos emite los siguientes valores.

Tabla 11. 16 Valores de Potencial W.

MESES	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	Promedio
Enero	435,386	76,162	198,662	93,753	200,991
Febrero	153,439	47,020	67,965	62,197	82,655
Marzo	93,271	112,632	60,200	58,686	81,197
Abril	60,921	13,048	55,735	67,480	49,296
Mayo	301,851	202,267	430,701	199,061	283,470
Junio	452,396	244,379	986,537	537,519	555,208
Julio	457,931	372,214	565,031	716,748	527,981
Agosto	819,648	394,424	501,629	204,288	479,997
Septiembre	434,379	222,445	1144,981	201,261	500,767
Octubre	140,578	484,119	65,370	218,179	227,062
Noviembre	368,595	196,876	388,791	478,017	358,070
Diciembre	202,267	506,072	437,404	368,295	378,509

Fuente. Autor

De los valores antes mencionados se obtiene los siguientes factores de planta detallados a continuación.

Tabla 11. 17 Factor de Planta por meses.

Meses	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	Julio
factor P.	0,2009	0,0826	0,0811	0,0492	0,2834	0,5552	0,5279

agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	fp Total.
0,4799	0,5007	0,2270	0,3580	0,3785	0,3104

Fuente. Autor

Tabla 11. 18 Valores potencial y factor de planta eólico

	Potencial W	Factor de planta	%
enero	117,0725	0,0133	1,3327
febrero	388,4647	0,3884	38,8464
marzo	45,0065	0,0450	4,5006
factor de planta Total		0,1489	14,8933

Fuente. Autor

Tomando en cuenta los datos generados de las diferentes variables que influyen para el cálculo del factor de planta, para la obtención de dicho valor se determinó que el aerogenerador a ser implementado cuenta con un factor de planta de 14,89 % del histórico recopilado en relación al 31,04% en relación al histórico del anual del Ninja Renewable. En este sentido se puede determinar que el valor de análisis varía de forma considerable a lo largo del año dándonos una diferencia del 16,15%.

11.10 Factor de planta total

El factor de planta del sistema de generación híbrida en base a los datos obtenidos vendrá dado del promedio total que se genere entre el factor de planta de generación eólica y el factor de planta de generación solar tanto del histórico obtenido en la investigación y el histórico del Ninja renovable, siendo así el sistema cuenta con un factor de planta se detalla a continuación.

Tabla 11. 19 Valores de Factor de Planta Total.

Tipo de Sistema	Histórico	Factor Planta	Factor de Planta %	Factor de planta T.
Panel FV	Histórico Invs.	0,0390	3,9026	fp Invs.
	Histórico N.R.	0,0486	4,8606	18,7959
Aerogenerador	Histórico Invs.	0,1489	14,8933	fp N.R
	Histórico N.R.	0,3104	31,0433	35,9039

Fuente. Autor

En base a los resultados obtenidos se determina que el factor de planta del histórico tomado de los elementos a emplear solo están en un 18,79% en relación al análisis realizado del histórico tomado del Ninja Renewable que nos genera un factor de planta del 35,90%, teniendo así una diferencia considerable del 17,11% razón por la cual se entiende la baja generación del sistema.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONOMICO)

12.1 Impacto Técnico

La presente investigación es muy relevante ya que la misma se encuentra dentro del área de la ingeniería como es el campo de energías renovables, se logró mediante la fundamentación

teórica – técnica determinar el factor de planta del sistema para un correcto funcionamiento del mismo.

12.2 Impacto ambiental

Dentro de este se puede manifestar que el recurso más relevante para nuestro sistema híbrido es el eólico como fuente de generación, el aprovechamiento de este recurso en la zona no implica un daño al ecosistema ya que en la zona de análisis existe una cantidad muy baja de aves.

Por otro lado, debido al uso de paneles solares en conjunto con el sistema eólico provoca que en la parte donde se los localiza no se podrá realizar modificaciones sustanciales en la edificación que se encuentra.

12.3 Impacto social

Por ser un proyecto de ingeniería se está entregando a la empresa privada un análisis de condiciones influyentes en el sistema de generación híbrida el cual aporta una mejora para la implementación y aprovechamiento de estos sistemas.

12.4 Impacto económico

En la investigación sobre el análisis del factor de planta mediante el potencial, se debe considerar varios aspectos económicos tales como, Costos directos, costos indirectos, Mano de obra e imprevistos, para conocer este aspecto se aplica el método de cálculo del VAN y TIR que se presentan en la tabla 25, para lo cual se estimó un tiempo de 5 años con una tasa de inflación del 2% para el flujo de caja y un 10% para el cálculo del VAN.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

A continuación, se realiza una estimación de costos y el presupuesto necesario para llevar a cabo el desarrollo inicial para la investigación del análisis de factor de planta.

Tabla13. 1 Presupuesto

INVERSIÓN TOTAL	
Costos directos	43,85
Costos indirectos	150
Mano de obra	900
Imprevistos	100
TOTAL	1193.85

Análisis de Impactos

El proyecto tendrá dos tipos de impactos principales.

- Económico

Tabla 13. 2 presupuesto de la investigación

Años	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Inversion inicial	\$193,85					
Ingresos	\$0,00	\$100,00	\$467,78	\$578,98	\$736,56	\$1.125,00
Costo de operación	\$0,00	\$90,00	\$150,67	\$150,67	\$150,67	\$150,67
Utilidad	-\$193,85	\$190,00	\$618,45	\$729,65	\$887,23	\$1.275,67
					VAN	\$1.756,75
					TIR	186%

Interés	10%
Tasa de inflación	0,2

Del análisis económico se dedujo que la investigación resulta factible aplicarla.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**14.1 Conclusiones**

- Tomando en cuenta el análisis realizado y los cálculos tanto de radiación solar y la velocidad del viento se concluye que el recurso solar en la zona de análisis es de 4,01 KW/m^2 , mientras que la velocidad promedio en la misma zona es de 3,097 m/s-

4,023m/s a una altura de 18m, sobre el nivel del suelo los mismos que son aptos para este tipo de sistemas.

- Como se puede observar en promedio se obtuvo un factor de planta con menores configuraciones del seguimiento diario y mensual, es así que tomando en cuenta esto se pudo determinar que en la parte de generación eólica tuvo un factor de planta de 14,89% del sistema el mismo que es un porcentaje bajo que no permitiría una autonomía continua.
- Se determina que tomando en cuenta los valores de análisis del sistema, en conjunto se obtuvo un factor de planta de 18,79% el mismo que nos demuestra que a la altura especificada de la investigación los dispositivos empleados no generaran de manera continua, a pesar de eso este sistema se considera aplicable ya que en el al ser un sistema combina podrá suplirse entre sí.
- Los valores de la investigación ayudaran a evitar el sobredimensionamiento de estos sistemas en la zona de análisis, generando así ahorro de tiempo y dinero en la implementación de los mismos.

14.2 Recomendaciones

- Se debe tener en cuenta que para la correcta adquisición de datos se debe considerar un equipo con un error de menos 6% ya que esto nos permitirá obtener datos más factibles y reales.
- Tomar en cuenta el posicionamiento real de la zona de estudio tanto como la altura sobre el nivel del mar del sector, así como la latitud y longitud del mismo ya que estos serán de vital importancia al momento de generar el cálculo para el correcto análisis de las variables que influyen en el tema.
- Adquirir la mayor cantidad de datos tanto de radiación solar, así como velocidad del viento en la zona específica donde se va aprovechar estos recursos ya que estos valores fluctúan de acuerdo a la ubicación geográfica y longitudes de rugosidad.
- Para mejorar el aprovechamiento de la captación de la radiación solar es necesario tener en cuenta el ángulo de ubicación en base a la zona donde se va a colocar, mientras que para el mejor funcionamiento del aerogenerador a utilizar será necesario ubicarlo en un lugar donde se encuentre expuesto al viento, así como estimar la altura necesaria para el mejor aprovechamiento.

15. BIBLIOGRAFÍA

1. 2020, I. (Junio de 2020). *World Energy Outlook Special Report*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery>
2. A., I. B. (2012). *Biblioteca Digital Universidad de Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2574/1/tm4641.pdf>
3. A., P. (Febrero de 2015). *Biblioteca digital UPS*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8161/6/UPS%20-%20KT01029.pdf>
4. A., T., & C., R. (2017). Aerogeneradores de eje horizontal y vertical. *Jovenes en la Ciencia*, 2.
5. Andres, D. R. (Abril de 2012). *Biblioteca Digital EPN*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1896/1/CD-2800.pdf>
6. C., G. (11 de 2017). *Estadística descriptiva*. Obtenido de https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/11/tema1_14_15_def.pdf
7. D, M. (Septiembre de 2008). *Maldonado D*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/658/1/88747.pdf>
8. Dominguez G. Hernan, S. C. (Julio de 2016). *Biblioteca Digital UPS-Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12710/1/UPS-CT006582.pdf>
9. F., E., E., E., & D., P. (2017). Metodología para la determinación de características del viento y evaluación del potencial de energía eólica. *Revista Científica CIDC*, 2.
10. F., M. J.-C. (Enero de 2019). *Ingeniería Energetica*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo.php>
11. Gurevich, Y. (2013). *Fenómenos de contacto y sus aplicaciones en celdas solares*. CFE.
12. INEN. (Julio de 2010). *ENERPRO*. Obtenido de <http://enerpro.com.ec/wp-content/uploads/2019/04/Norma-Solar-Termica-CEC.pdf>

13. J., A. P.-C. (2011). *Biblioteca Digital de Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/699/1/te330.pdf>
14. J., R., & K., V. (2010). *Revista Energia CENACE*. Obtenido de <https://www.revistaenergia.cenace.org.ec>
15. L., M. (23 de Junio de 2016). *CENACE*. Obtenido de <https://www.cenace.gob.mx/Docs/Transparencia/Resoluciones/2016/10/1120500002416.pdf>
16. Marcelo, R. T. (2010). *Energia Solar Termica*. S/N.
17. Ninja, R. (08 de 2020). *Renewables Ninja*. Obtenido de <https://www.renewables.ninja/>
18. R, H. (Agosto de 2017). *CIATEQ*. Obtenido de <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/97/1/HernandezGallegosRodolfo%20MMANAV%202017.pdf>
19. Roldan, V. (2013). *Energias Renovables*. Paraninfo.
20. Scheer, H. (Marzo de 2010). *SolarWeb.Net*. Obtenido de <https://www.solarweb.net/forosolar/fotovoltaica-sistemas-conectados-red/29062-consulta-calculos-perdidas-sombras-lejanas-anual-mensual.html>

ANEXOS

ANEXO I

Histórico meteorológico Enero, Febrero y Marzo.

No.	Fecha/Hora	Intervalo	Temperatura Interna(°C)	Humedad Interna(%)	Temperatura a Externa(°C)	Humedad Externa(%)	Presión Relativa(m mHg)	Presión Absoluta(m mHg)	Velocidad del viento(m/s)	Ráfaga(m/s)	Dirección del viento	Punto de Rocío(°C)	Sensación Térmica(°C)	Lluvia hora(mm)	Lluvia 24 horas(mm)	Lluvia semana(m m)	Lluvia mes(mm)	Lluvia Total(mm)
1	11/01/2020		5 21.4		51 18.0		57 760.4	545.6	5.8	9.5	NE	9.4	13.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
2	11/01/2020		5 21.9		56 17.6		59 760.5	545.7	9.2	12.6	N	9.5	11.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
3	11/01/2020		5 22.0		53 18.0		59 760.7	545.9	4.4	6.1	N	9.9	14.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
4	11/01/2020		5 21.9		54 18.2		59 760.7	545.9	6.8	8.2	N	10.1	13.3	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
5	11/01/2020		5 22.1		54 17.5		60 760.7	545.9	6.1	10.2	NE	9.7	12.8	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
6	11/01/2020		5 22.2		54 17.4		61 760.9	546.1	6.1	9.5	NE	9.8	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
7	11/01/2020		5 22.2		53 17.2		60 760.8	546.0	6.5	8.8	N	9.4	12.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
8	11/01/2020		5 22.1		53 17.3		61 760.8	546.0	5.8	8.8	N	9.7	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
9	11/01/2020		5 22.1		53 17.9		60 760.9	546.1	7.1	8.5	NE	10.0	12.8	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
10	11/01/2020		5 22.1		53 17.6		59 761.0	546.2	8.8	10.9	NE	9.5	11.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
11	11/01/2020		5 22.1		53 17.1		60 760.9	546.1	5.4	7.8	NE	9.3	12.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
12	11/01/2020		5 21.9		54 16.9		62 760.7	545.9	7.8	10.9	NE	9.6	11.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
13	11/01/2020		5 21.9		54 16.8		63 760.8	546.0	4.4	6.5	NE	9.7	13.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
14	11/01/2020		5 21.8		54 16.8		62 761.0	546.2	5.1	7.1	N	9.5	12.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
15	11/01/2020		5 21.8		54 16.7		62 760.9	546.1	6.5	7.5	NE	9.4	11.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
16	11/01/2020		5 21.7		55 16.6		63 761.0	546.2	3.7	5.8	NE	9.5	13.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
17	11/01/2020		5 21.7		55 16.6		63 761.0	546.2	5.8	8.2	NE	9.5	11.8	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
18	11/01/2020		5 21.6		55 16.3		64 760.9	546.1	3.7	5.4	NE	9.5	13.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
19	11/01/2020		5 21.5		56 16.3		64 760.9	546.1	8.2	11.9	NE	9.5	10.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
20	11/01/2020		5 21.4		56 16.2		65 761.0	546.2	7.1	8.8	NE	9.6	10.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
21	11/01/2020		5 21.3		56 15.9		67 760.9	546.1	4.1	6.1	N	9.8	12.3	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
22	11/01/2020		5 21.2		57 15.8		68 760.9	546.1	8.2	10.9	NE	9.9	9.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
23	11/01/2020		5 21.2		57 15.7		69 761.0	546.2	6.1	7.1	NNE	10.0	10.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
24	11/01/2020		5 21.1		57 15.7		69 760.9	546.1	4.1	6.5	NE	10.0	12.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
25	11/01/2020		5 21.0		57 15.6		70 760.9	546.1	6.8	11.6	NE	10.2	9.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
26	11/01/2020		5 20.9		59 15.4		70 761.1	546.3	5.4	6.5	NE	10.0	10.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
27	11/01/2020		5 20.7		59 15.4		70 761.0	546.2	4.4	6.1	N	10.0	11.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
28	11/01/2020		5 20.7		60 15.2		71 761.0	546.2	5.1	6.8	NNW	10.0	10.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
29	11/01/2020		5 20.6		60 15.1		71 761.0	546.2	5.8	8.2	NE	9.9	9.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
30	11/01/2020		5 20.5		60 15.0		72 761.1	546.3	3.7	6.1	NE	10.0	11.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
31	11/01/2020		5 20.4		60 14.9		73 761.3	546.5	5.4	8.2	N	10.1	9.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
32	11/01/2020		5 20.3		61 14.8		74 760.9	546.1	3.4	5.4	N	10.2	11.8	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
33	11/01/2020		5 20.2		61 14.7		74 761.0	546.2	5.4	7.5	N	10.1	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
34	11/01/2020		5 20.1		61 14.5		75 761.1	546.3	3.7	5.8	N	10.1	11.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
35	11/01/2020		5 20.0		62 14.5		75 761.3	546.5	5.8	6.8	N	10.1	9.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
36	11/01/2020		5 19.9		63 14.4		76 761.3	546.5	5.8	8.8	NE	10.2	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
37	11/01/2020		5 19.8		63 14.3		76 761.1	546.3	4.4	5.4	NE	10.1	10.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
38	11/01/2020		5 19.7		63 14.1		77 761.2	546.4	5.1	6.8	NNE	10.1	9.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
39	11/01/2020		5 19.7		63 14.1		77 761.2	546.4	6.1	8.2	NE	10.1	8.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
40	11/01/2020		5 19.6		63 14.0		77 761.3	546.5	3.4	4.8	NE	10.0	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
41	11/01/2020		5 19.5		64 14.0		78 761.3	546.5	4.4	6.1	NNW	10.2	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
42	11/01/2020		5 19.5		64 13.8		79 761.4	546.6	4.4	6.1	NNE	10.2	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
43	11/01/2020		5 19.3		64 13.7		79 761.4	546.6	5.1	7.5	NE	10.1	8.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
44	11/01/2020		5 19.3		64 13.7		80 761.6	546.8	5.4	7.8	NNE	10.3	8.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
45	11/01/2020		5 19.3		64 13.7		80 761.5	546.7	3.4	5.1	N	10.3	10.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
46	11/01/2020		5 19.3		64 13.7		80 761.6	546.8	2.7	3.4	N	10.3	11.5	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
47	11/01/2020		5 19.3		64 13.7		80 761.7	546.9	6.5	8.5	NE	10.3	7.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
48	11/01/2020		5 19.3		65 13.7		80 761.6	546.8	4.1	5.8	N	10.3	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
49	11/01/2020		5 19.2		65 13.7		81 761.7	546.9	4.8	6.8	NE	10.5	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
50	11/01/2020		5 19.2		65 13.1		82 761.7	546.9	4.8	5.4	N	10.1	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
51	11/01/2020		5 19.2		65 13.1		82 761.7	546.9	4.4	6.1	N	10.1	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
52	11/01/2020		5 19.1		65 13.1		82 761.8	547.0	4.1	6.8	N	10.1	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
53	11/01/2020		5 19.1		65 13.1		82 761.9	547.1	5.1	6.1	N	10.1	7.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
54	11/01/2020		5 19.0		65 13.1		82 761.9	547.1	3.4	5.1	NE	10.1	9.8	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
55	11/01/2020		5 19.0		65 13.1		82 761.9	547.1	4.1	6.1	N	10.1	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
56	11/01/2020		5 19.0		65 13.1		82 761.8	547.0	3.7	5.4	NE	10.1	9.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
57	11/01/2020		5 19.0		65 13.1		83 761.9	547.1	3.1	4.4	N	10.3	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
58	11/01/2020		5 18.9		66 13.1		83 761.9	547.1	2.7	3.4	N	10.3	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
59	11/01/2020		5 18.9		66 13.1		83 761.9	547.1	2.7	3.4	N	10.3	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
60	11/01/2020		5 18.9		66 13.1		83 761.7	546.9	4.4	6.5	N	10.3	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
61	11/01/2020		5 18.8		67 13.1		83 762.1	547.3	6.1	8.2	N	10.3	7.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
62	11/01/2020		5 18.8		67 13.1		83 762.0	547.2	4.4	5.8	NE	10.3	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
63	11/01/2020		5 18.8		67 13.1		83 762.2	547.4	3.7	5.4	NE	10.3	9.4	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
64	11/01/2020		5 18.8		67 13.1		84 761.9	547.1	4.1	5.1	NNE	10.5	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
65	11/01/2020		5 18.7		67 13.1		84 761.9	547.1	4.8	6.1	ENE	10.5	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
66	11/01/2020		5 18.7		67 13.1		84 761.9	547.1	4.1	6.5	NE	10.5	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
67	11/01/2020		5 18.6		67 13.1		84 761.9	547.1	5.4	6.8	NE	10.5	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
68	11/01/2020		5 18.6		67 13.0		84 761.9	547.1	4.8	5.8	NNW	10.4	8.1	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
69	11/01/2020		5 18.6		67 13.0		85 761.9	547.1	6.1	6.8	NE	10.6	6.9	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
70	11/01/2020		5 18.6		67 13.0		86 762.1	547.3	3.7	5.1	NE	10.7	9.3	0.00	0.00	0.00	0.00	55.20
71	11/01/2020		5 18.6		67 12.9		87 762.1	547.3	5.1	7.8	NE	10.8	7.7					

ANEXO 2

FEBRERO													
Fecha/Hora	Intervalo	Temperatura Interna(°C)	Humedad Interna(%)	Temperatura Externa(°C)	Humedad Externa(%)	Presión Relativa(m mHg)	Presión Absoluta(m mHg)	Velocidad del viento(m/s)	Ráfaga(m/s)	Dirección del viento	Punto de Rocío(°C)	Sensación Térmica(°C)	Lluvia Total(mm)
03/02/2020 7:00:14	5	11,6	87	9,7	99	761.0	520.1	1	1,7	W	9.6	9.7	155.70
03/02/2020 7:05:15	5	11,6	87	9,7	99	760.9	520.0	2,4	2,7	NW	9.6	7.7	155.70
03/02/2020 7:10:16	5	11,7	87	9,7	99	761.0	520.1	3,1	3,4	W	9.6	6.4	155.70
03/02/2020 7:15:17	5	11,7	87	10,2	99	760.8	519.9	2,4	2,7	SW	10.1	8.2	155.70
03/02/2020 7:20:18	5	11,7	87	10,2	99	761.0	520.1	0,7	1	SW	10.1	10.2	155.70
03/02/2020 7:25:19	5	11,7	87	10,2	99	761.1	520.2	1	1,7	SW	10.1	10.2	155.70
03/02/2020 7:30:20	5	11,7	87	10,5	99	761.1	520.2	2	2,7	NW	10.4	9.4	155.70
03/02/2020 7:35:21	5	11,8	88	11	98	761.1	520.2	2,4	3,1	W	10.7	9.1	155.70
03/02/2020 7:40:22	5	11,8	88	10,9	99	761.2	520.3	1,4	2,4	N	10.8	10.9	155.70
03/02/2020 7:45:23	5	11,9	88	10,9	99	761.1	520.2	0,7	1	NE	10.8	10.9	155.70
03/02/2020 7:50:24	5	11,9	88	11	98	761.2	520.3	1,4	1,7	NW	10.7	11.0	155.70
03/02/2020 7:55:25	5	11,9	88	11,2	98	761.3	520.4	2,7	3,4	NW	10.9	8.7	155.70
04/02/2020 7:00:14	5	12,5	87	11,9	93	761.6	520.7	4,1	4,8	NW	10.8	7.5	155.70
04/02/2020 7:05:15	5	12,5	88	11,7	92	761.6	520.7	3,7	4,4	NW	10.5	7.8	155.70
04/02/2020 7:10:16	5	12,5	88	11,6	92	761.7	520.8	3,4	3,7	NW	10.4	8.1	155.70
04/02/2020 7:15:17	5	12,5	88	11,6	92	761.9	521.0	3,7	4,8	NW	10.4	7.7	155.70
04/02/2020 7:20:18	5	12,5	88	11,4	92	761.7	520.8	3,4	4,1	NW	10.2	7.8	155.70
04/02/2020 7:25:19	5	12,5	88	11,6	93	761.7	520.8	4,4	5,1	NW	10.5	6.8	155.70
04/02/2020 7:30:20	5	12,5	88	11,6	93	761.9	521.0	4,1	4,8	NW	10.5	7.1	155.70
04/02/2020 7:35:21	5	12,5	88	11,7	93	761.8	520.9	5,1	5,8	NW	10.6	6.2	155.70
04/02/2020 7:40:22	5	12,5	88	11,6	92	761.7	520.8	3,7	4,4	NW	10.4	7.7	155.70
04/02/2020 7:45:23	5	12,5	88	11,8	93	761.9	521.0	4,4	5,4	NW	10.7	7.0	155.70
04/02/2020 7:55:24	5	12,5	88	12	91	761.9	521.0	3,1	4,1	NW	10.6	9.0	155.70
04/02/2020 7:00:25	5	12,6	89	12,3	91	761.9	521.0	4,1	5,1	NW	10.9	8.0	155.70
11/02/2020 7:00:02	5	20,2	64	12,3	91	762.7	547.9	3,4	4,8	N	10.9	8.9	73.50
11/02/2020 7:05:03	5	23,4	58	16,2	70	763.5	548.7	6,8	9,5	N	10.7	10.7	73.50
11/02/2020 7:10:04	5	20,2	63	12,3	91	763.0	548.2	4,8	6,5	NE	10.9	7.2	73.50
11/02/2020 7:15:05	5	23,5	58	16,2	71	763.4	548.6	7,5	11,9	NE	11.0	10.3	73.50
11/02/2020 7:20:06	5	20,2	63	12,3	91	762.8	548.0	2,7	4,1	NE	10.9	10.0	73.50
11/02/2020 7:25:07	5	20,3	63	12,3	90	763.0	548.2	4,8	5,4	NE	10.7	7.2	73.50
11/02/2020 7:30:08	5	23,7	58	16,6	70	763.4	548.6	6,5	8,8	NE	11.1	11.4	73.50
11/02/2020 7:35:09	5	20,3	63	12,3	90	762.8	548.0	2	2,4	NE	10.7	11.3	73.50
11/02/2020 7:40:10	5	23,9	58	16,8	65	763.4	548.6	7,1	8,8	N	10.2	11.3	73.50
11/02/2020 7:45:11	5	20,4	63	12,3	90	762.9	548.1	3,4	4,8	N	10.7	8.9	73.50
11/02/2020 7:50:12	5	24,1	56	16,9	63	763.4	548.6	8,5	11,9	NE	9.8	10.8	73.50
11/02/2020 7:55:13	5	20,4	63	12,3	90	762.9	548.1	4,1	5,4	NE	10.7	8.0	73.50
12/02/2020 7:00:17	5	24,2	56	17,4	61	763.6	548.8	6,1	9,5	NNE	9.8	12.7	73.50
12/02/2020 7:05:18	5	20,4	63	12,3	89	763.0	548.2	3,4	4,8	NE	10.6	8.9	73.50
12/02/2020 7:10:19	5	24,3	56	17,7	60	763.4	548.6	8,5	11,2	N	9.9	11.9	73.50
12/02/2020 7:15:20	5	20,4	63	12,3	89	763.1	548.3	6,1	7,1	NE	10.6	6.0	73.50
12/02/2020 7:20:21	5	24,3	55	17,9	60	763.3	548.5	6,5	9,5	N	10.0	13.1	73.50
12/02/2020 7:25:22	5	20,5	63	12,3	89	763.0	548.2	3,7	5,4	N	10.6	8.5	73.50
12/02/2020 7:30:23	5	24,4	55	18,4	58	763.1	548.3	5,8	8,2	NNW	10.0	14.2	73.50
12/02/2020 7:35:24	5	20,5	63	13	90	762.9	548.1	4,8	6,1	N	11.4	8.1	73.50
12/02/2020 7:40:25	5	24,4	55	18,2	57	763.1	548.3	8,8	10,5	N	9.6	12.5	73.50
12/02/2020 7:45:26	5	20,7	63	13,1	88	763.2	548.4	4,4	5,4	---	11.2	8.6	73.50
12/02/2020 7:50:27	5	24,4	55	17,9	58	763.0	548.2	6,5	8,2	WNNW	9.5	13.1	73.50
12/02/2020 7:55:28	5	20,7	63	13,1	86	763.2	548.4	4,8	5,8	NE	10.8	8.2	73.50
23/01/2020 7:00:02	5	19,3	64	12,3	80	762.2	547.4	0,7	1,4	S	9.0	12.3	78.00
23/01/2020 7:05:07	5	25,4	52	17,6	56	764.1	549.3	1,7	3,1	S	8.7	17.6	78.00
23/01/2020 7:10:02	5	19,3	64	12,3	80	762.4	547.6	1,4	1,7	SE	9.0	12.3	78.00
23/01/2020 7:15:07	5	25,4	51	17,7	54	764.2	549.4	1,7	3,7	S	8.3	17.7	78.00
23/01/2020 7:20:02	5	19,3	64	12,3	79	762.6	547.8	1	1,7	S	8.8	12.3	78.00
23/01/2020 7:25:07	5	25,6	51	18	54	764.0	549.2	0,3	1	S	8.6	18.0	78.00
23/01/2020 7:30:02	5	19,3	64	12,3	79	762.6	547.8	1	1,4	SSW	8.8	12.3	78.00
23/01/2020 7:35:07	5	25,6	51	19,5	53	764.0	549.2	0,7	1,4	S	9.7	19.5	78.00
23/01/2020 7:40:02	5	19,4	64	12,3	79	762.5	547.7	0,7	1	S	8.8	12.3	78.00
23/01/2020 7:45:07	5	25,5	51	20,7	50	763.9	549.1	0,7	1,4	S	9.9	20.7	78.00
23/01/2020 7:50:02	5	19,6	64	13,5	78	762.7	547.9	1	1,7	SW	9.8	13.5	78.00
23/01/2020 7:55:07	5	25,5	51	20,7	46	764.0	549.2	2	3,4	S	8.7	20.1	78.00
23/01/2020 7:00:02	5	19,7	64	14,7	74	762.9	548.1	1,4	1,7	SW	10.1	14.7	78.00
23/01/2020 7:05:07	5	25,5	51	19,9	51	763.9	549.1	3,7	6,1	NE	9.5	17.5	78.00
23/01/2020 7:10:02	5	20	63	15,4	69	762.8	548.0	0,3	0,7	S	9.8	15.4	78.00
24/01/2020 7:15:07	5	29,9	34	21,4	40	764.2	549.4	1	2	S	7.3	21.4	80.10
24/01/2020 7:20:07	5	29,2	35	22,1	40	764.0	549.2	1,4	2,4	SW	7.9	22.1	80.10
24/01/2020 7:25:07	5	28,5	37	22,2	40	763.8	549.0	1,7	3,1	SE	8.0	22.2	80.10
24/01/2020 7:30:07	5	27,8	38	21,6	41	763.7	548.9	4,8	5,8	SW	7.8	18.8	80.10
24/01/2020 7:35:07	5	27,4	39	21,3	42	763.6	548.8	2,7	4,8	W	7.9	20.0	80.10
24/01/2020 7:40:07	5	27,1	39	21,3	42	763.4	548.6	3,7	5,4	W	7.9	19.1	80.10
24/01/2020 7:45:07	5	26,2	41	21	41	763.3	548.5	2,4	3,1	SW	7.3	20.0	80.10
24/01/2020 7:50:07	5	26,2	41	21,7	41	763.1	548.3	2,7	4,8	WSW	7.9	20.4	80.10
24/01/2020 7:55:07	5	26,1	41	21,5	40	763.1	548.3	2,4	3,4	SW	7.4	20.5	80.10

ANEXO III

MARZO														
Humedad Interna(%)	Temperatura Externa(°C)	Humedad Externa(%)	Presión Relativa(m mHg)	Presión Absoluta(m mHg)	Velocidad del viento(m/s)	Ráfaga(m/s)	Dirección del viento	Punto de Rocío(°C)	Sensación Térmica(°C)	Lluvia hora(mm)	Lluvia 24 horas(mm)	Lluvia semana(m m)	Lluvia mes(mm)	Lluvia Total(mm)
86	9.7	99	760.4	519.5	2.0	2.4	NW	9.6	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
86	9.7	99	760.6	519.7	1.7	2.0	WNW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.6	519.7	1.4	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.7	519.8	1.0	1.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.6	519.7	0.7	1.0	NNW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.7	519.8	1.0	1.4	NW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.7	519.8	2.0	2.7	W	9.6	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.7	519.8	1.7	2.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.8	519.9	1.0	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.7	519.8	0.7	1.0	N	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.9	520.0	0.7	1.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	761.0	520.1	1.0	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	760.9	520.0	2.4	2.7	NW	9.6	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	9.7	99	761.0	520.1	3.1	3.4	W	9.6	6.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	10.2	99	760.8	519.9	2.4	2.7	SW	10.1	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	10.2	99	761.0	520.1	0.7	1.0	SW	10.1	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	10.2	99	761.1	520.2	1.0	1.7	SW	10.1	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	10.5	99	761.1	520.2	2.0	2.7	NW	10.4	9.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.0	98	761.1	520.2	2.4	3.1	W	10.7	9.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	10.9	99	761.2	520.3	1.4	2.4	N	10.8	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	10.9	99	761.1	520.2	0.7	1.0	NE	10.8	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.0	98	761.2	520.3	1.4	1.7	NW	10.7	11.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.2	98	761.3	520.4	2.7	3.4	NW	10.9	8.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	12.0	97	761.3	520.4	1.7	2.0	NW	11.6	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	12.4	97	761.3	520.4	3.4	4.1	NW	12.0	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	12.5	97	761.4	520.5	3.1	3.7	NW	12.1	9.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	12.3	97	761.5	520.6	3.4	4.4	W	11.9	8.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.9	97	761.6	520.7	3.7	5.1	W	11.5	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	96	761.6	520.7	2.4	3.1	NW	11.0	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.7	95	761.5	520.6	3.4	4.1	W	10.9	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.8	95	761.6	520.7	3.7	4.4	W	11.0	7.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	11.8	95	761.6	520.7	3.1	3.7	W	11.0	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	11.8	94	761.6	520.7	3.1	3.4	WNW	10.9	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	12.1	93	761.6	520.7	3.7	5.1	NW	11.0	8.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	12.1	92	761.6	520.7	4.8	5.8	NW	10.9	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	11.9	93	761.6	520.7	4.1	4.8	NW	10.8	7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.7	92	761.6	520.7	3.7	4.4	NW	10.5	7.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	92	761.7	520.8	3.4	3.7	NW	10.4	8.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	92	761.9	521.0	3.7	4.8	NW	10.4	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.4	92	761.7	520.8	3.4	4.1	NW	10.2	7.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	93	761.7	520.8	4.4	5.1	NW	10.5	6.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	93	761.9	521.0	4.1	4.8	NW	10.5	7.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.7	93	761.8	520.9	5.1	5.8	NW	10.6	6.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.6	92	761.7	520.8	3.7	4.4	NW	10.4	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	11.8	93	761.9	521.0	4.4	5.4	NW	10.7	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	12.0	91	761.9	521.0	3.1	4.1	NW	10.6	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.3	91	761.9	521.0	4.1	5.1	NW	10.9	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.4	91	761.9	521.0	2.7	3.4	WNW	11.0	10.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.5	90	761.9	521.0	3.7	4.8	WNW	10.9	8.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.4	90	762.0	521.1	3.7	4.4	NW	10.8	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.2	89	761.9	521.0	3.7	4.4	W	10.5	8.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.3	89	762.0	521.1	2.7	3.4	NW	10.6	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
89	12.8	90	761.9	521.0	2.4	3.4	NW	11.2	11.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	13.6	90	761.9	521.0	2.4	2.7	NW	12.0	11.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	14.5	89	761.9	521.0	1.7	2.4	N	12.7	14.5	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.3	85	762.0	521.1	3.1	4.1	N	12.8	12.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.2	81	761.9	521.0	2.4	2.7	NW	12.0	13.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.5	79	762.0	521.1	2.4	3.1	N	11.9	14.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.8	76	762.1	521.2	3.1	4.1	N	11.6	13.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.7	74	761.9	521.0	4.1	4.4	NW	11.1	12.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	15.8	74	761.9	521.0	2.7	3.4	NW	11.2	13.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
90	16.0	72	761.8	520.9	3.7	4.4	NW	11.0	12.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	15.9	73	761.9	521.0	4.4	5.1	NW	11.1	12.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	15.5	74	761.9	521.0	4.4	5.4	NW	10.9	11.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	15.2	75	761.7	520.8	5.4	6.1	NW	10.8	10.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	14.8	78	761.7	520.8	6.8	7.8	---	11.0	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
88	14.6	79	761.7	520.8	5.1	6.8	NW	11.0	9.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	14.4	80	761.6	520.7	6.8	8.5	NW	11.0	8.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
87	14.4	79	761.6	520.7	6.1	7.1	NW	10.8	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	14.4	77	761.7	520.8	5.4	6.8	NW	10.4	9.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	14.8	78	761.6	520.7	6.1	7.5	NW	11.0	9.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	15.0	74	761.7	520.8	6.1	7.5	NW	10.4	9.5	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
84	15.2	75	761.6	520.7	5.4	6.1	NW	10.8	10.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	15.5	75	761.5	520.6	6.8	7.8	NW	11.1	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	15.5	72	761.6	520.7	5.8	6.5	WNW	10.5	10.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
84	15.5	72	761.7	520.8	4.8	5.8	NW	10.5	11.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
84	16.1	71	761.4	520.5	4.4	6.1	NW	10.9	12.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
85	16.0	71	761.3	520.4	5.1	5.8	NW	10.8	11.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
84	15.8	72	761.6	520.7	5.4	6.1	WNW	10.8	11.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
84	15.5	73	761.4	520.5	6.1	6.5	NW	10.7	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
83	15.5	73	761.4	520.5	4.4	5.4	NW	10.7	11.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
83	16.3	71	761.3	520.4	0.3	1.4	SW	11.1	16.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
83	17.9	69	761.5	520.6	3.1	4.4	NW	12.2	15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
83	18.3	62	761.5	520.6	5.4	6.8	W	10.9	14.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
83	17.8	61	761.4	520.5	4.8	5.4	NW	10.2	14.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
82	17.6	64	761.1	520.2	5.4	5.8	NW	10.7	13.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
82	17.0	65	761.1	520.2	4.8	6.1	W	10.4	13.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
81	16.3	67	761.1	520.2	5.1	6.1	NW	10.2	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
80	16.3	67	761.1	520.2	2.7	4.8	NW	10.2	14.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
80	16.6	67	760.9	520.0	3.7	4.8	WNW	10.5	13.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
80														

ANEXO IV

Datos de heliofonia meses de análisis.

Fecha	Número de día	Días restantes	Días hasta hoy (sábado)	Número de la semana					
					13 febrero 2020 (jueves)	44	322	-205	semana 7
					14 febrero 2020 (viernes)	45	321	-204	semana 7
1 enero 2020 (miércoles)	1	365	-248	semana 1	15 febrero 2020 (sábado)	46	320	-203	semana 7
2 enero 2020 (jueves)	2	364	-247	semana 1	16 febrero 2020 (domingo)	47	319	-202	semana 7
3 enero 2020 (viernes)	3	363	-246	semana 1	17 febrero 2020 (lunes)	48	318	-201	semana 8
4 enero 2020 (sábado)	4	362	-245	semana 1	18 febrero 2020 (martes)	49	317	-200	semana 8
5 enero 2020 (domingo)	5	361	-244	semana 1	19 febrero 2020 (miércoles)	50	316	-199	semana 8
6 enero 2020 (lunes)	6	360	-243	semana 2	20 febrero 2020 (jueves)	51	315	-198	semana 8
7 enero 2020 (martes)	7	359	-242	semana 2	21 febrero 2020 (viernes)	52	314	-197	semana 8
8 enero 2020 (miércoles)	8	358	-241	semana 2	22 febrero 2020 (sábado)	53	313	-196	semana 8
9 enero 2020 (jueves)	9	357	-240	semana 2	23 febrero 2020 (domingo)	54	312	-195	semana 8
10 enero 2020 (viernes)	10	356	-239	semana 2	24 febrero 2020 (lunes)	55	311	-194	semana 9
11 enero 2020 (sábado)	11	355	-238	semana 2	25 febrero 2020 (martes)	56	310	-193	semana 9
12 enero 2020 (domingo)	12	354	-237	semana 2	26 febrero 2020 (miércoles)	57	309	-192	semana 9
13 enero 2020 (lunes)	13	353	-236	semana 3	27 febrero 2020 (jueves)	58	308	-191	semana 9
14 enero 2020 (martes)	14	352	-235	semana 3	28 febrero 2020 (viernes)	59	307	-190	semana 9
15 enero 2020 (miércoles)	15	351	-234	semana 3	29 febrero 2020 (sábado)	60	306	-189	semana 9
16 enero 2020 (jueves)	16	350	-233	semana 3	1 marzo 2020 (domingo)	61	305	-188	semana 9
17 enero 2020 (viernes)	17	349	-232	semana 3	2 marzo 2020 (lunes)	62	304	-187	semana 10
18 enero 2020 (sábado)	18	348	-231	semana 3	3 marzo 2020 (martes)	63	303	-186	semana 10
19 enero 2020 (domingo)	19	347	-230	semana 3	4 marzo 2020 (miércoles)	64	302	-185	semana 10
20 enero 2020 (lunes)	20	346	-229	semana 4	5 marzo 2020 (jueves)	65	301	-184	semana 10
21 enero 2020 (martes)	21	345	-228	semana 4	6 marzo 2020 (viernes)	66	300	-183	semana 10
22 enero 2020 (miércoles)	22	344	-227	semana 4	7 marzo 2020 (sábado)	67	299	-182	semana 10
23 enero 2020 (jueves)	23	343	-226	semana 4	8 marzo 2020 (domingo)	68	298	-181	semana 10
24 enero 2020 (viernes)	24	342	-225	semana 4	9 marzo 2020 (lunes)	69	297	-180	semana 11
25 enero 2020 (sábado)	25	341	-224	semana 4	10 marzo 2020 (martes)	70	296	-179	semana 11
26 enero 2020 (domingo)	26	340	-223	semana 4	11 marzo 2020 (miércoles)	71	295	-178	semana 11
27 enero 2020 (lunes)	27	339	-222	semana 5	12 marzo 2020 (jueves)	72	294	-177	semana 11
28 enero 2020 (martes)	28	338	-221	semana 5	13 marzo 2020 (viernes)	73	293	-176	semana 11
29 enero 2020 (miércoles)	29	337	-220	semana 5	14 marzo 2020 (sábado)	74	292	-175	semana 11
30 enero 2020 (jueves)	30	336	-219	semana 5	15 marzo 2020 (domingo)	75	291	-174	semana 11
31 enero 2020 (viernes)	31	335	-218	semana 5	16 marzo 2020 (lunes)	76	290	-173	semana 12
1 febrero 2020 (sábado)	32	334	-217	semana 5	17 marzo 2020 (martes)	77	289	-172	semana 12
2 febrero 2020 (domingo)	33	333	-216	semana 5	18 marzo 2020 (miércoles)	78	288	-171	semana 12
3 febrero 2020 (lunes)	34	332	-215	semana 6	19 marzo 2020 (jueves)	79	287	-170	semana 12
4 febrero 2020 (martes)	35	331	-214	semana 6	20 marzo 2020 (viernes)	80	286	-169	semana 12
5 febrero 2020 (miércoles)	36	330	-213	semana 6	21 marzo 2020 (sábado)	81	285	-168	semana 12
6 febrero 2020 (jueves)	37	329	-212	semana 6	22 marzo 2020 (domingo)	82	284	-167	semana 12
7 febrero 2020 (viernes)	38	328	-211	semana 6	23 marzo 2020 (lunes)	83	283	-166	semana 13
8 febrero 2020 (sábado)	39	327	-210	semana 6	24 marzo 2020 (martes)	84	282	-165	semana 13
9 febrero 2020 (domingo)	40	326	-209	semana 6	25 marzo 2020 (miércoles)	85	281	-164	semana 13
10 febrero 2020 (lunes)	41	325	-208	semana 7	26 marzo 2020 (jueves)	86	280	-163	semana 13
11 febrero 2020 (martes)	42	324	-207	semana 7					
12 febrero 2020 (miércoles)	43	323	-206	semana 7					

ANEXO V

Histórica velocidad del viento (ninja Renewable).

time	local_time	electricity	wind_speed				
1/1/2019 0:00				1/2/2019 0:00	31/1/2019 19:00	0.001	1.897
1/1/2019 1:00	31/12/2018 20:00	0.050	3.829	1/2/2019 1:00	31/1/2019 20:00	0.001	1.983
1/1/2019 2:00	31/12/2018 21:00	0.081	4.370	1/2/2019 2:00	31/1/2019 21:00	0.001	1.851
				1/2/2019 3:00	31/1/2019 22:00	0.001	1.827
				1/2/2019 4:00	31/1/2019 23:00	0	1.530
				1/2/2019 5:00	1/2/2019 0:00	0	1.071
1/1/2019 3:00	31/12/2018 22:00	0.107	4.742	1/2/2019 6:00	1/2/2019 1:00	0	0.749
1/1/2019 4:00	31/12/2018 23:00	0.152	5.297	1/2/2019 7:00	1/2/2019 2:00	0	0.759
1/1/2019 5:00	1/1/2019 0:00	0.191	5.707	1/2/2019 8:00	1/2/2019 3:00	0	0.930
1/1/2019 6:00	1/1/2019 1:00	0.194	5.741	1/2/2019 9:00	1/2/2019 4:00	0	1.154
1/1/2019 7:00	1/1/2019 2:00	0.180	5.606	1/2/2019 10:00	1/2/2019 5:00	0	1.311
1/1/2019 8:00	1/1/2019 3:00	0.175	5.542	1/2/2019 11:00	1/2/2019 6:00	0	1.186
1/1/2019 9:00	1/1/2019 4:00	0.179	5.593	1/2/2019 12:00	1/2/2019 7:00	0	1.670
1/1/2019 10:00	1/1/2019 5:00	0.196	5.765	1/2/2019 13:00	1/2/2019 8:00	0.006	2.482
1/1/2019 11:00	1/1/2019 6:00	0.196	5.764	1/2/2019 14:00	1/2/2019 9:00	0.006	2.474
1/1/2019 12:00	1/1/2019 7:00	0.268	6.411	1/2/2019 15:00	1/2/2019 10:00	0.002	1.996
1/1/2019 13:00	1/1/2019 8:00	0.398	7.429	1/2/2019 16:00	1/2/2019 11:00	0	1.673
1/1/2019 14:00	1/1/2019 9:00	0.387	7.343	1/2/2019 17:00	1/2/2019 12:00	0	1.511
1/1/2019 15:00	1/1/2019 10:00	0.255	6.305	1/2/2019 18:00	1/2/2019 13:00	0	1.435
1/1/2019 16:00	1/1/2019 11:00	0.155	5.329	1/2/2019 19:00	1/2/2019 14:00	0	1.451
1/1/2019 17:00	1/1/2019 12:00	0.103	4.692	1/2/2019 20:00	1/2/2019 15:00	0	1.399
1/1/2019 18:00	1/1/2019 13:00	0.072	4.232	1/2/2019 21:00	1/2/2019 16:00	0	1.305
1/1/2019 19:00	1/1/2019 14:00	0.052	3.864	1/2/2019 22:00	1/2/2019 17:00	0	1.206
1/1/2019 20:00	1/1/2019 15:00	0.043	3.688	1/2/2019 23:00	1/2/2019 18:00	0	1.067
1/1/2019 21:00	1/1/2019 16:00	0.049	3.805	2/2/2019 0:00	1/2/2019 19:00	0	1.171
1/1/2019 22:00	1/1/2019 17:00	0.045	3.711	2/2/2019 1:00	1/2/2019 20:00	0	1.171
1/1/2019 23:00	1/1/2019 18:00	0.011	2.755	2/2/2019 2:00	1/2/2019 21:00	0	1.303
2/1/2019 0:00	1/1/2019 19:00	0.024	3.202	2/2/2019 3:00	1/2/2019 22:00	0	1.432
2/1/2019 1:00	1/1/2019 20:00	0.044	3.707	2/2/2019 4:00	1/2/2019 23:00	0	1.365
2/1/2019 2:00	1/1/2019 21:00	0.027	3.311	2/2/2019 5:00	2/2/2019 0:00	0	1.300
2/1/2019 3:00	1/1/2019 22:00	0.033	3.442	2/2/2019 6:00	2/2/2019 1:00	0	1.196
2/1/2019 4:00	1/1/2019 23:00	0.044	3.702	2/2/2019 7:00	2/2/2019 2:00	0	1.157
2/1/2019 5:00	2/1/2019 0:00	0.031	3.408	2/2/2019 8:00	2/2/2019 3:00	0	1.122
2/1/2019 6:00	2/1/2019 1:00	0.025	3.258	2/2/2019 9:00	2/2/2019 4:00	0	1.499
2/1/2019 7:00	2/1/2019 2:00	0.048	3.791	2/2/2019 10:00	2/2/2019 5:00	0.001	1.775
2/1/2019 8:00	2/1/2019 3:00	0.070	4.195	2/2/2019 11:00	2/2/2019 6:00	0.003	2.152
2/1/2019 9:00	2/1/2019 4:00	0.093	4.546	2/2/2019 12:00	2/2/2019 7:00	0.015	2.918
2/1/2019 10:00	2/1/2019 5:00	0.141	5.170	2/2/2019 13:00	2/2/2019 8:00	0.029	3.363
2/1/2019 11:00	2/1/2019 6:00	0.162	5.412	2/2/2019 14:00	2/2/2019 9:00	0.030	3.369
2/1/2019 12:00	2/1/2019 7:00	0.233	6.104	2/2/2019 15:00	2/2/2019 10:00	0.030	3.369
2/1/2019 13:00	2/1/2019 8:00	0.278	6.499	2/2/2019 16:00	2/2/2019 11:00	0.024	3.202
2/1/2019 14:00	2/1/2019 9:00	0.200	5.792	2/2/2019 17:00	2/2/2019 12:00	0.014	2.864
2/1/2019 15:00	2/1/2019 10:00	0.147	5.244	2/2/2019 18:00	2/2/2019 13:00	0.007	2.550
2/1/2019 16:00	2/1/2019 11:00	0.121	4.928	2/2/2019 19:00	2/2/2019 14:00	0.004	2.267
2/1/2019 17:00	2/1/2019 12:00	0.092	4.527	2/2/2019 20:00	2/2/2019 15:00	0.002	2.098
2/1/2019 18:00	2/1/2019 13:00	0.068	4.160	2/2/2019 21:00	2/2/2019 16:00	0.002	2.005
2/1/2019 19:00	2/1/2019 14:00	0.054	3.912	2/2/2019 22:00	2/2/2019 17:00	0.001	1.825
2/1/2019 20:00	2/1/2019 15:00	0.047	3.765	2/2/2019 23:00	2/2/2019 18:00	0	1.400
2/1/2019 21:00	2/1/2019 16:00	0.038	3.582	3/2/2019 0:00	2/2/2019 19:00	0	1.504
2/1/2019 22:00	2/1/2019 17:00	0.015	2.903	3/2/2019 1:00	2/2/2019 20:00	0.001	1.812
2/1/2019 23:00	2/1/2019 18:00	0	1.693	3/2/2019 2:00	2/2/2019 21:00	0.004	2.282
3/1/2019 0:00	2/1/2019 19:00	0	1.556	3/2/2019 3:00	2/2/2019 22:00	0.008	2.587
3/1/2019 1:00	2/1/2019 20:00	0.001	1.809	3/2/2019 4:00	2/2/2019 23:00	0.017	2.995
3/1/2019 2:00	2/1/2019 21:00	0.001	1.878	3/2/2019 5:00	3/2/2019 0:00	0	1.012
3/1/2019 3:00	2/1/2019 22:00	0.002	2.136	3/2/2019 6:00	3/2/2019 1:00	0.008	2.588
3/1/2019 4:00	2/1/2019 23:00	0.009	2.641	3/2/2019 7:00	3/2/2019 2:00	0.009	2.638
3/1/2019 5:00	3/1/2019 0:00	0.027	3.313	3/2/2019 8:00	3/2/2019 3:00	0.016	2.942
3/1/2019 6:00	3/1/2019 1:00	0.065	4.102	3/2/2019 9:00	3/2/2019 4:00	0.025	3.223
3/1/2019 7:00	3/1/2019 2:00	0.082	4.379	3/2/2019 10:00	3/2/2019 5:00	0.014	2.877
3/1/2019 8:00	3/1/2019 3:00	0.070	4.199	3/2/2019 11:00	3/2/2019 6:00	0.012	2.795
3/1/2019 9:00	3/1/2019 4:00	0.085	4.440	3/2/2019 12:00	3/2/2019 7:00	0.058	3.977
3/1/2019 10:00	3/1/2019 5:00	0.129	5.028	3/2/2019 13:00	3/2/2019 8:00	0.146	5.749
3/1/2019 11:00	3/1/2019 6:00	0.158	5.364	3/2/2019 14:00	3/2/2019 9:00	0.176	5.549
3/1/2019 12:00	3/1/2019 7:00	0.211	5.905	3/2/2019 15:00	3/2/2019 10:00	0.163	5.427
3/1/2019 13:00	3/1/2019 8:00	0.262	6.362	3/2/2019 16:00	3/2/2019 11:00	0.154	5.318
3/1/2019 14:00	3/1/2019 9:00	0.208	5.882	3/2/2019 17:00	3/2/2019 12:00	0.144	5.207
3/1/2019 15:00	3/1/2019 10:00	0.138	5.138	3/2/2019 18:00	3/2/2019 13:00	0.112	4.814
3/1/2019 16:00	3/1/2019 11:00	0.093	4.543	3/2/2019 19:00	3/2/2019 14:00	0.077	4.315
3/1/2019 17:00	3/1/2019 12:00	0.061	4.038	3/2/2019 20:00	3/2/2019 15:00	0.048	3.798
3/1/2019 18:00	3/1/2019 13:00	0.035	3.517	3/2/2019 21:00	3/2/2019 16:00	0.028	3.321
3/1/2019 19:00	3/1/2019 14:00	0.016	2.952	3/2/2019 22:00	3/2/2019 17:00	0.015	2.928
3/1/2019 20:00	3/1/2019 15:00	0.007	2.511	3/2/2019 23:00	3/2/2019 18:00	0.001	1.840
3/1/2019 21:00	3/1/2019 16:00	0.006	2.468	4/2/2019 0:00	3/2/2019 19:00	0.001	1.754
3/1/2019 22:00	3/1/2019 17:00	0.005	2.380	4/2/2019 1:00	3/2/2019 20:00	0.001	1.826
3/1/2019 23:00	3/1/2019 18:00	0.001	1.739	4/2/2019 2:00	3/2/2019 21:00	0.001	1.851
4/1/2019 0:00	3/1/2019 19:00	0	1.582	4/2/2019 3:00	3/2/2019 22:00	0.001	1.826
4/1/2019 1:00	3/1/2019 20:00	0	1.535	4/2/2019 4:00	3/2/2019 23:00	0.001	1.826
4/1/2019 2:00	3/1/2019 21:00	0.003	2.171	4/2/2019 5:00	4/2/2019 0:00	0	1.071
4/1/2019 3:00	3/1/2019 22:00	0.006	2.453	4/2/2019 6:00	4/2/2019 1:00	0.001	1.876
4/1/2019 4:00	3/1/2019 23:00	0.008	2.556	4/2/2019 7:00	4/2/2019 2:00	0.001	1.979
4/1/2019 5:00	4/1/2019 0:00	0.016	2.940	4/2/2019 8:00	4/2/2019 3:00	0.003	2.155
4/1/2019 6:00	4/1/2019 1:00	0.021	3.115	4/2/2019 9:00	4/2/2019 4:00	0.001	1.946
4/1/2019 7:00	4/1/2019 2:00	0.026	3.277	4/2/2019 10:00	4/2/2019 5:00	0.001	1.946
4/1/2019 8:00	4/1/2019 3:00	0.045	3.716	4/2/2019 11:00	4/2/2019 6:00	0.001	1.781
4/1/2019 9:00	4/1/2019 4:00	0.062	4.059	4/2/2019 12:00	4/2/2019 7:00	0.005	2.403
4/1/2019 10:00	4/1/2019 5:00	0.068	4.164	4/2/2019 13:00	4/2/2019 8:00	0.021	3.121
4/1/2019 11:00	4/1/2019 6:00	0.082	4.377	4/2/2019 14:00	4/2/2019 9:00	0.032	3.420
4/1/2019 12:00	4/1/2019 7:00	0.169	5.482	4/2/2019 15:00	4/2/2019 10:00	0.055	3.922
4/1/2019 13:00	4/1/2019 8:00	0.281	6.528	4/2/2019 16:00	4/2/2019 11:00	0.091	4.518
4/1/2019 14:00	4/1/2019 9:00	0.298	6.662	4/2/2019 17:00	4/2/2019 12:00	0.108	4.764
4/1/2019 15:00	4/1/2019 10:00	0.281	6.528	4/2/2019 18:00	4/2/2019 13:00	0.101	4.658
4/1/2019 16:00	4/1/2019 11:00	0.249	6.241	4/2/2019 19:00	4/2/2019 14:00	0.087	4.470
4/1/2019 17:00	4/1/2019 12:00	0.202	5.824	4/2/2019 20:00	4/2/2019 15:00	0.082	4.383
4/1/2019 18:00	4/1/2019 13:00	0.147	5.244	4/2/2019 21:00	4/2/2019 16:00	0.079	4.337
4/1/2019 19:00	4/1/2019 14:00	0.101	4.654	4/2/2019 22:00	4/2/2019 17:00	0.046	3.757
4/1/2019 20:00	4/1/2019 15:00	0.060	4.017	4/2/2019 23:00	4/2/2019 18:00	0.006	2.474
4/1/2019 21:00	4/1/2019 16:00	0.026	3.268	5/2/2019 0:00	4/2/2019 19:00	0.009	2.668
4/1/2019 22:00	4/1/2019 17:00	0.006	2.434	5/2/2019 1:00	4/2/2019 20:00	0.027	3.299
4/1/2019 23:00	4/1/2019 18:00	0	1.565	5/2/2019 2:00	4/2/2019 21:00	0.032	3.436
5/1/2019 0:00	4/1/2019 19:00	0.001	1.826	5/2/2019 3:00	4/2/2019 22:00	0.037	3.553
5/1/2019 1:00	4/1/2019 20:00	0.002	2.056	5/2/2019 4:00	4/2/2019 23:00	0.028	3.339
5/1/2019 2:00	4/1/2019 21:00	0.002	2.107	5/2/2019 5:00	5/2/2019 0:00	0.024	3.204
5/1/2019 3:00	4/1/2019 22:00	0.003	2.255	5/2/2019 6:00	5/2/2019 1:00	0.018	3.020
				5/2/2019 7:00	5/2/2019 2:00	0.009	2.671
				5/2/2019 8:00	5/2/2019 3:00	0.006	2.473

ANEXO VI

Histórica de Irradiación (ninja Renewable).

time	local_time	electricity	irradiance_dire ct	irradiance_dif fuse	temperature
1/1/2019 0:00	31/12/2018 19:00	0	0	0	10.433
1/1/2019 1:00	31/12/2018 20:00	0	0	0	9.606
1/1/2019 2:00	31/12/2018 21:00	0	0	0	8.976
1/1/2019 3:00	31/12/2018 22:00	0	0	0	8.589
1/1/2019 4:00	31/12/2018 23:00	0	0	0	8.513
1/1/2019 5:00	1/1/2019 0:00	0	0	0	8.471
1/1/2019 6:00	1/1/2019 1:00	0	0	0	8.446
1/1/2019 7:00	1/1/2019 2:00	0	0	0	8.408
1/1/2019 8:00	1/1/2019 3:00	0	0	0	8.358
1/1/2019 9:00	1/1/2019 4:00	0	0	0	8.307
1/1/2019 10:00	1/1/2019 5:00	0	0	0	8.266
1/1/2019 11:00	1/1/2019 6:00	0.016	0	0.029	8.779
1/1/2019 12:00	1/1/2019 7:00	0.156	0.078	0.106	11.044
1/1/2019 13:00	1/1/2019 8:00	0.345	0.272	0.123	13.284
1/1/2019 14:00	1/1/2019 9:00	0.512	0.483	0.120	15.466
1/1/2019 15:00	1/1/2019 10:00	0.619	0.619	0.130	16.909
1/1/2019 16:00	1/1/2019 11:00	0.659	0.651	0.157	17.761
1/1/2019 17:00	1/1/2019 12:00	0.641	0.591	0.193	18.088
1/1/2019 18:00	1/1/2019 13:00	0.593	0.512	0.206	18.047
1/1/2019 19:00	1/1/2019 14:00	0.521	0.431	0.190	17.788
1/1/2019 20:00	1/1/2019 15:00	0.387	0.268	0.183	17.130
1/1/2019 21:00	1/1/2019 16:00	0.224	0.110	0.152	16.021
1/1/2019 22:00	1/1/2019 17:00	0.075	0.021	0.077	14.450
1/1/2019 23:00	1/1/2019 18:00	0	0	0.003	12.236
2/1/2019 0:00	1/1/2019 19:00	0	0	0	11.404
2/1/2019 1:00	1/1/2019 20:00	0	0	0	10.939
2/1/2019 2:00	1/1/2019 21:00	0	0	0	10.486
2/1/2019 3:00	1/1/2019 22:00	0	0	0	10.540
2/1/2019 4:00	1/1/2019 23:00	0	0	0	10.490
2/1/2019 5:00	2/1/2019 0:00	0	0	0	10.255
2/1/2019 6:00	2/1/2019 1:00	0	0	0	10.048
2/1/2019 7:00	2/1/2019 2:00	0	0	0	9.857
2/1/2019 8:00	2/1/2019 3:00	0	0	0	9.623
2/1/2019 9:00	2/1/2019 4:00	0	0	0	9.014
2/1/2019 10:00	2/1/2019 5:00	0	0	0	8.618
2/1/2019 11:00	2/1/2019 6:00	0.015	0	0.028	9.160
2/1/2019 12:00	2/1/2019 7:00	0.164	0.104	0.089	12.115
2/1/2019 13:00	2/1/2019 8:00	0.364	0.324	0.096	14.776
2/1/2019 14:00	2/1/2019 9:00	0.531	0.534	0.098	16.872
2/1/2019 15:00	2/1/2019 10:00	0.630	0.655	0.115	18.298
2/1/2019 16:00	2/1/2019 11:00	0.675	0.704	0.135	19.236
2/1/2019 17:00	2/1/2019 12:00	0.659	0.648	0.169	19.472
2/1/2019 18:00	2/1/2019 13:00	0.591	0.510	0.210	19.184
2/1/2019 19:00	2/1/2019 14:00	0.485	0.341	0.235	18.433
2/1/2019 20:00	2/1/2019 15:00	0.358	0.196	0.221	17.351
2/1/2019 21:00	2/1/2019 16:00	0.208	0.074	0.170	15.966
2/1/2019 22:00	2/1/2019 17:00	0.060	0.008	0.074	14.313
2/1/2019 23:00	2/1/2019 18:00	0	0	0.002	12.690
3/1/2019 0:00	2/1/2019 19:00	0	0	0	11.626
3/1/2019 1:00	2/1/2019 20:00	0	0	0	10.911
3/1/2019 2:00	2/1/2019 21:00	0	0	0	10.443
3/1/2019 3:00	2/1/2019 22:00	0	0	0	10.070
3/1/2019 4:00	2/1/2019 23:00	0	0	0	9.895
3/1/2019 5:00	3/1/2019 0:00	0	0	0	9.776
3/1/2019 6:00	3/1/2019 1:00	0	0	0	9.636
3/1/2019 7:00	3/1/2019 2:00	0	0	0	9.446
3/1/2019 8:00	3/1/2019 3:00	0	0	0	9.199
3/1/2019 9:00	3/1/2019 4:00	0	0	0	9.083
3/1/2019 10:00	3/1/2019 5:00	0	0	0	9.094
3/1/2019 11:00	3/1/2019 6:00	0.015	0	0.028	9.772
3/1/2019 12:00	3/1/2019 7:00	0.161	0.097	0.093	12.023
3/1/2019 13:00	3/1/2019 8:00	0.374	0.346	0.085	14.198
3/1/2019 14:00	3/1/2019 9:00	0.540	0.553	0.088	16.258
3/1/2019 15:00	3/1/2019 10:00	0.646	0.690	0.100	17.728
3/1/2019 16:00	3/1/2019 11:00	0.684	0.723	0.125	18.554
3/1/2019 17:00	3/1/2019 12:00	0.672	0.682	0.152	18.923
3/1/2019 18:00	3/1/2019 13:00	0.613	0.572	0.178	18.896
3/1/2019 19:00	3/1/2019 14:00	0.510	0.412	0.197	18.417
3/1/2019 20:00	3/1/2019 15:00	0.389	0.273	0.182	17.592
3/1/2019 21:00	3/1/2019 16:00	0.217	0.096	0.159	16.182
3/1/2019 22:00	3/1/2019 17:00	0.069	0.013	0.078	14.542
3/1/2019 23:00	3/1/2019 18:00	0	0	0.002	12.993
4/1/2019 0:00	3/1/2019 19:00	0	0	0	12.251
4/1/2019 1:00	3/1/2019 20:00	0	0	0	11.265
4/1/2019 2:00	3/1/2019 21:00	0	0	0	10.652
4/1/2019 3:00	3/1/2019 22:00	0	0	0	10.243

ANEXO VII

DATOS METEREOLÓGICOS

Intervalo	Temperatura	Humedad Interna(%)	Temperatura Externa(°C)	Humedad Externa(%)	Presión Relativa(m mHg)	Presión Absoluta(m mHg)	Velocidad del viento(m/s)	Ráfaga(m/s)	Dirección del viento	Punto de Rocío(°C)	Sensación Térmica(°C)	Lluvia hora(mm)	Lluvia 24 horas(mm)	Lluvia semana(m m)	Lluvia mes(mm)	Lluvia Total(mm)
5 11.7		86	9.7	99	760.4	519.5	2.0	2.4	NW	9.6	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		86	9.7	99	760.6	519.7	1.7	2.0	WNW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	9.7	99	760.6	519.7	1.4	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	9.7	99	760.7	519.8	1.0	1.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	9.7	99	760.6	519.7	0.7	1.0	NNW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	9.7	99	760.7	519.8	1.0	1.4	NW	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.7	519.8	2.0	2.7	W	9.6	8.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.7	519.8	1.7	2.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.8	519.9	1.0	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.7	519.8	0.7	1.0	N	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.9	520.0	0.7	1.4	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	761.0	520.1	1.0	1.7	W	9.6	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.6		87	9.7	99	760.9	520.0	2.4	2.7	NW	9.6	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	9.7	99	761.0	520.1	3.1	3.4	W	9.6	6.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	10.2	99	760.8	519.9	2.4	2.7	SW	10.1	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	10.2	99	761.0	520.1	0.7	1.0	SW	10.1	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	10.2	99	761.1	520.2	1.0	1.7	SW	10.1	10.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.7		87	10.5	99	761.1	520.2	2.0	2.7	NW	10.4	9.4	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.8		88	11.0	98	761.1	520.2	2.4	3.1	W	10.7	9.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.8		88	10.9	99	761.2	520.3	1.4	2.4	N	10.8	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.9		88	10.9	99	761.1	520.2	0.7	1.0	NE	10.8	10.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.9		88	11.0	98	761.2	520.3	1.4	1.7	NW	10.7	11.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 11.9		88	11.2	98	761.3	520.4	2.7	3.4	NW	10.9	8.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.0		87	12.0	97	761.3	520.4	1.7	2.0	NW	11.6	12.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.2		88	12.4	97	761.3	520.4	3.4	4.1	NW	12.0	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.3		88	12.5	97	761.4	520.5	3.1	3.7	NW	12.1	9.6	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.4		88	12.3	97	761.5	520.6	3.4	4.4	W	11.9	8.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.9	97	761.6	520.7	3.7	5.1	W	11.5	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	96	761.6	520.7	2.4	3.1	NW	11.0	9.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.7	95	761.5	520.6	3.4	4.1	W	10.9	8.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.8	95	761.6	520.7	3.7	4.4	W	11.0	7.9	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		87	11.8	95	761.6	520.7	3.1	3.7	W	11.0	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		87	11.8	94	761.6	520.7	3.1	3.4	WNW	10.9	8.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		87	12.1	93	761.6	520.7	3.7	5.1	NW	11.0	8.3	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		87	12.1	92	761.6	520.7	4.8	5.8	NW	10.9	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		87	11.9	93	761.6	520.7	4.1	4.8	NW	10.8	7.5	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.7	92	761.6	520.7	3.7	4.4	NW	10.5	7.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	92	761.7	520.8	3.4	3.7	NW	10.4	8.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	92	761.9	521.0	3.7	4.8	NW	10.4	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.4	92	761.7	520.8	3.4	4.1	NW	10.2	7.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	93	761.7	520.8	4.4	5.1	NW	10.5	6.8	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	93	761.9	521.0	4.1	4.8	NW	10.5	7.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.7	93	761.8	520.9	5.1	5.8	NW	10.6	6.2	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.6	92	761.7	520.8	3.7	4.4	NW	10.4	7.7	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	11.8	93	761.9	521.0	4.4	5.4	NW	10.7	7.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.5		88	12.0	91	761.9	521.0	3.1	4.1	NW	10.6	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.6		89	12.3	91	761.9	521.0	4.1	5.1	NW	10.9	8.0	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70
5 12.6		89	12.4	91	761.9	521.0	2.7	3.4	WNW	11.0	10.1	0.00	0.00	0.00	0.00	155.70

ANEXOS VIII

MODELO DE AEROGENERADORES

Especificaciones para Aerogenerador Aeolos-H	
Potencia Nominal	1 kw
Máxima Potencia de Salida	1.2 kw
Voltaje de Salida	48 V
Número de Palas	3 Palas de Fibra de Vidrio
Diámetro del Rotor de Palas	3.2 m (10.5 pies)
Velocidad de Arranque del Viento	2.5 m/s (5.6 mph)
Velocidad Nominal del Viento	12 m/s (26.8 mph)
Velocidad de Sobrevivencia del Viento	45 m/s (100.7 mph)
Generador	Generador Trifásico
Eficiencia del Generador	>0.96
Peso de Turbina	60 kg (132.3 lbs)
Ruido	30 db(A) @ 5m/s
Rango de Temperatura	-20°C a +50°C
Vida Útil del Diseño	20 Años
Garantía	Estándar 5 Años



ANEXO IX

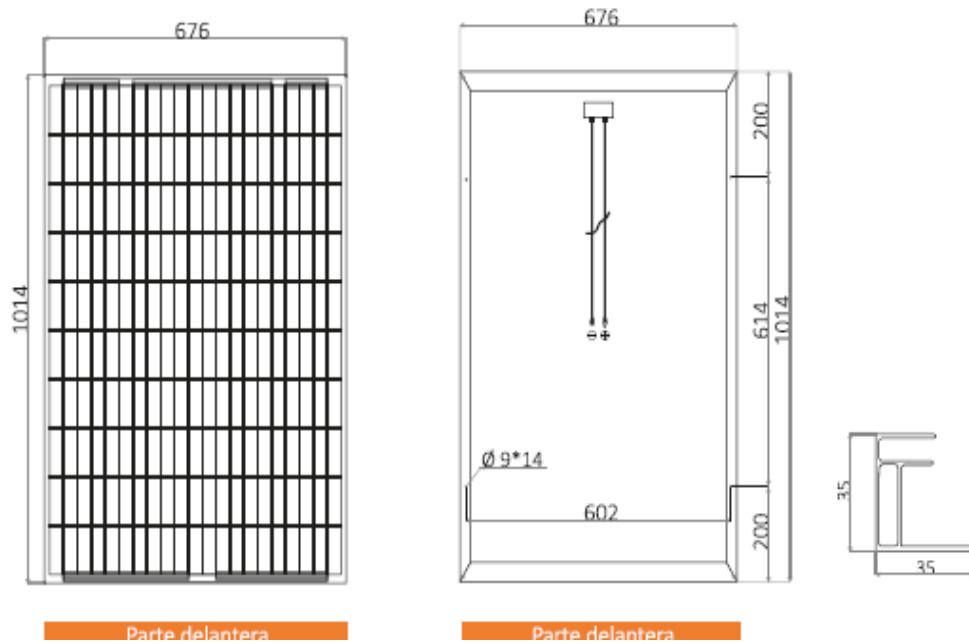
MODELO DE PANEL SOLAR

Panel Solar 100W 12V



Especificaciones

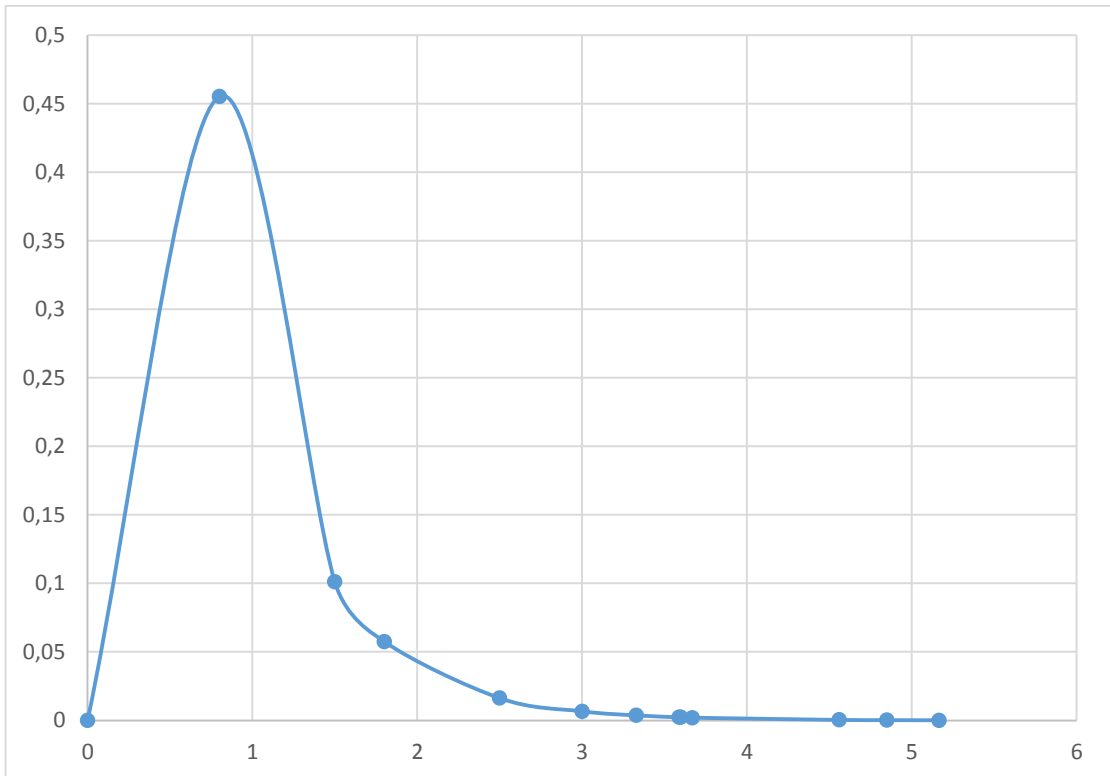
Tamaño del módulo	1014 x 676 x 35 mm
Tipo de célula	Policristalina 104 x 156 mm
Número de células	36 (4x9)
Potencia máxima (Wp)	100W
Tolerancia de potencia (%)	±3%
Voltaje en circuito abierto (Voc)	22.7V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	5.79A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	18.3V
Intensidad a máxima potencia (Im)	5.46A
Fusible máximo Serie	10A
Número de diodos	2
Longitud y tipo cable	60cm, 2.5mm ²
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%/°C
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.29506%/°C
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%/°C
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	14.6%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE, ROHS
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	7.5Kg



ANEXO X

Curva Weibull generada

Velocidad	potencia	weibull
0	0	0
0,8	0,2752	0,455195936
1,5	1,814063	0,101060411
1,8	3,1347	0,057549406
2,5	8,398438	0,016267128
3	14,5125	0,00663634
3,33	19,84774	0,003650008
3,59	24,8692	0,002266901
3,6	25,0776	0,002225513
3,6685	26,53652	0,001961179
4,56	50,96511	0,000363682
4,85	61,32022	0,000206631
5,166	74,104	0,000110461



ANEXO II

Valores de velocidad por semanas en meses y promedio

MESES	semana V1	semana V2	semana V3	semana V4	T, PROMEDI O
Enero	3,889	2,175	2,994	2,331	2,84725
Febrero	2,747	1,852	2,094	2,033	2,1815
Marzo	2,327	2,478	2,011	1,994	2,2025
Abril	2,019	1,208	1,96	2,089	1,819
Mayo	3,442	3,012	3,875	2,996	3,33125
Junio	3,939	3,208	5,108	4,172	4,85675
Julio	3,955	3,691	4,242	4,592	4,12
Agosto	4,802	3,763	4,077	3,022	5,166
Septiembre	3,886	3,109	5,368	3,007	3,5925
Octubre	2,668	4,029	2,067	3,089	2,96325
Noviembre	3,679	2,985	3,745	4,012	3,60525
Diciembre	3,012	4,089	3,895	3,678	3,6685

ANEXO XI

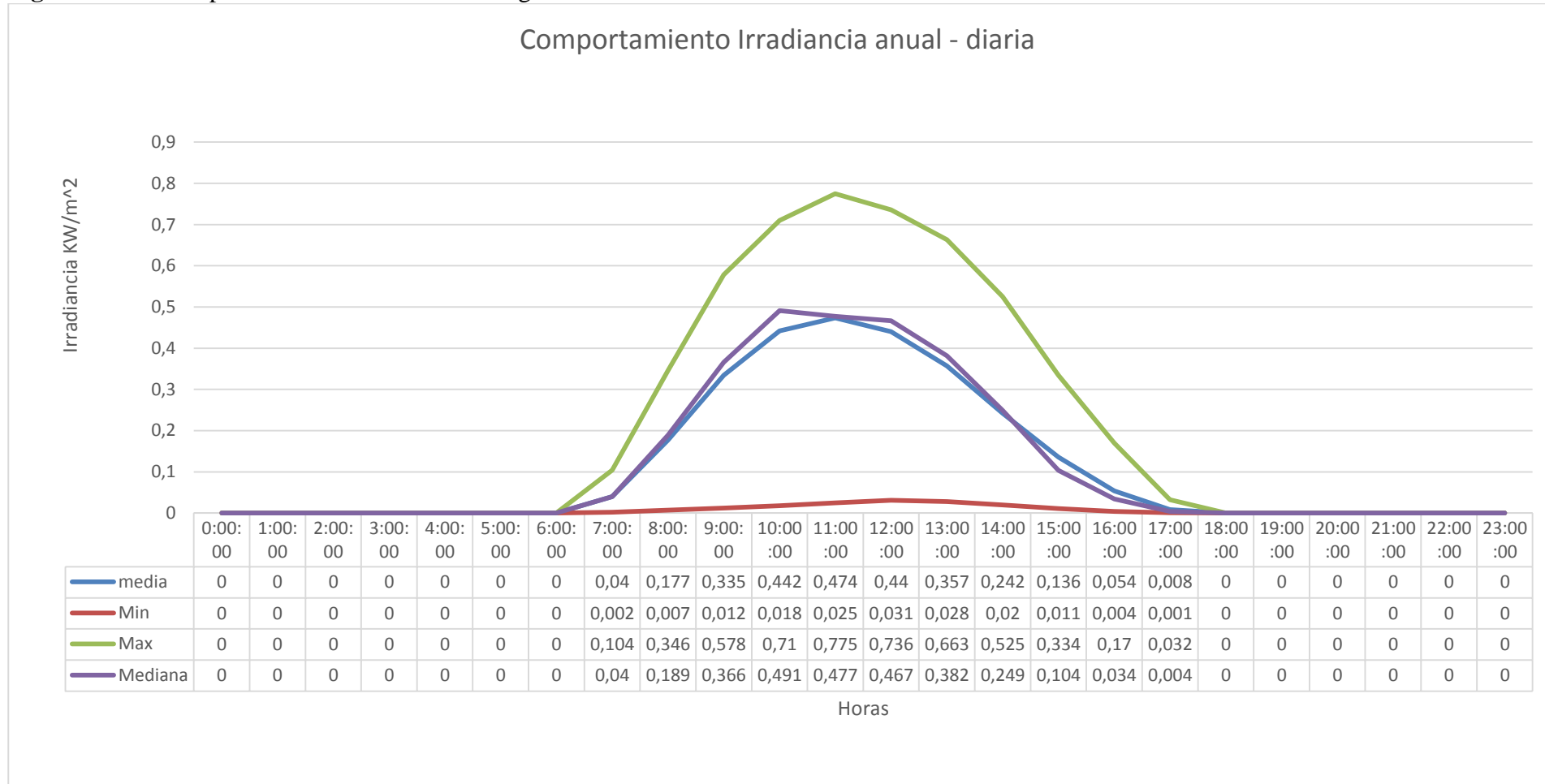
Tabla 11. 20 Valores históricos - Diario Mensual

Horas	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7	dia 8	dia 9	dia 10	dia 11	dia 12	dia 13	dia 14	dia 15	dia 16	dia 17	dia 18	dia 19	dia 20	dia 21	dia 22	dia 23	dia 24	dia 25	dia 26	dia 27	dia 28	dia 29	dia 30
0:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00:00	0,078	0,104	0,097	0,077	0,025	0,007	0,006	0,002	0,042	0,007	0,007	0,005	0,009	0,006	0,039	0,077	0,029	0,068	0,041	0,053	0,032	0,045	0,056	0,079	0,079	0,016	0,05	0,047	0,011	0,008
8:00:00	0,272	0,324	0,346	0,27	0,128	0,034	0,04	0,007	0,196	0,049	0,025	0,029	0,051	0,07	0,182	0,301	0,136	0,256	0,224	0,275	0,155	0,23	0,302	0,34	0,34	0,106	0,245	0,225	0,057	0,1
9:00:00	0,483	0,534	0,553	0,397	0,322	0,094	0,137	0,012	0,37	0,121	0,04	0,098	0,153	0,298	0,355	0,45	0,25	0,457	0,42	0,426	0,282	0,397	0,553	0,578	0,578	0,271	0,46	0,362	0,136	0,449
10:00:00	0,619	0,655	0,69	0,506	0,44	0,163	0,221	0,018	0,506	0,167	0,047	0,181	0,341	0,514	0,481	0,501	0,288	0,545	0,54	0,476	0,411	0,536	0,71	0,71	0,71	0,42	0,518	0,361	0,325	0,656
11:00:00	0,651	0,704	0,723	0,584	0,473	0,156	0,321	0,025	0,594	0,197	0,082	0,27	0,333	0,604	0,497	0,481	0,268	0,525	0,558	0,45	0,468	0,576	0,736	0,775	0,775	0,458	0,437	0,394	0,384	0,712
12:00:00	0,591	0,648	0,682	0,56	0,386	0,127	0,334	0,031	0,619	0,202	0,091	0,257	0,28	0,553	0,456	0,48	0,222	0,496	0,517	0,388	0,44	0,59	0,655	0,736	0,736	0,477	0,3	0,357	0,292	0,693
13:00:00	0,512	0,51	0,572	0,522	0,212	0,094	0,247	0,028	0,493	0,171	0,045	0,201	0,147	0,485	0,386	0,365	0,164	0,377	0,436	0,259	0,418	0,527	0,497	0,663	0,663	0,437	0,253	0,268	0,213	0,536
14:00:00	0,431	0,341	0,412	0,434	0,111	0,062	0,086	0,02	0,244	0,101	0,029	0,098	0,084	0,357	0,258	0,262	0,143	0,244	0,322	0,154	0,324	0,412	0,254	0,525	0,525	0,338	0,176	0,093	0,075	0,343
15:00:00	0,268	0,196	0,273	0,291	0,051	0,02	0,026	0,011	0,089	0,036	0,012	0,03	0,043	0,185	0,126	0,132	0,103	0,077	0,197	0,075	0,233	0,262	0,104	0,334	0,334	0,221	0,102	0,021	0,024	0,202
16:00:00	0,11	0,074	0,096	0,128	0,019	0,005	0,006	0,004	0,027	0,009	0,005	0,009	0,017	0,052	0,039	0,035	0,043	0,019	0,101	0,026	0,102	0,098	0,024	0,17	0,17	0,105	0,033	0,004	0,007	0,08
17:00:00	0,021	0,008	0,013	0,017	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008	0,003	0,018	0,005	0,015	0,015	0,004	0,032	0,032	0,018	0,003	0,001	0,001	0,01
18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Autor

ANEXO XII

Figura 11. 17 Comportamiento de la Irradiación generada anual



Fuente. Autor

