

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y

APLICADAS



CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HIBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS. COMUNA WINTZA. CANTÓN LATACUNGA AÑO 2014.”

AUTOR:

WILSON IVÁN TOCTE CHACHA

DIRECTOR:

ING. VICENTE JAVIER QUISPE TOAPANTA

ASESOR METODOLÓGICO:

DR. BOLIVAR VACA

LATACUNGA – ECUADOR



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante:

- Wilson Iván Tocte Chacha

Con la tesis, cuyo título es: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HÍBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA, AÑO 2014”

Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 11 de mayo de 2015

Para constancia firman:

ING. EDWIN MOREANO
PRESIDENTE

DR. GALO TERAN.
MIEMBRO

ING. CRISTIAN GALLARDO.
OPOSITOR

ING. VICENTE QUISPE
TUTOR (DIRECTOR)



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AUTORÍA

Yo Wilson Iván Tocte Chacha, declaro bajo juramento que el presente trabajo de investigación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HÍBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA, AÑO 2014”; como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad del autor.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

Wilson Iván Tocte Chacha.

C.I.: 050345345-8



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL DIRECTOR

En calidad de Director de Trabajo de Investigación sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HÍBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA, AÑO 2014 ”; de Wilson Iván Tocte Chacha., egresado de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos Metodológicos y aportes Científico – Técnicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Tribunal de grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 11 de Mayo del 2015

.....
Ing. Vicente Javier Quispe Toapanta

DIRECTOR DE TESIS



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN
TRABAJO DE GRADO

AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de asesor metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HÍBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA, AÑO 2014 ”; de Wilson Iván Tocte Chacha., egresado de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos Metodológicos y aportes Científico – Técnicos suficientes para ser sometida a la evaluación del Tribunal de grado, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 11 de Mayo de 2015

.....
Dr. Bolívar Ricardo Vaca Peñaherrera.

ASESOR METODOLÓGICO

**CERTIFICADO DEL PROPIETARIO DEL PREDIO “VILLA
TOTORAS” PARROQUIA TOACASO, CANTÓN
LATACUNGA**

Señor William Patricio Venegas Marcalla propietario del predio rural “villa totoras”, Identificado con cedula de identidad N° 050280549-2, Gerente General del almacén agro insumos “TECNIAGRO”

CERTIFICÓ: que el señor Wilson Iván Tocte Chacha portador de la cedula de identidad N° 050345345-8, realizó el “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HIBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA AÑO 2014.” Y que dicho sistema está en funcionamiento desde el septiembre del 2014 hasta la presente fecha.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer el uso del presente en la forma que estime conveniente a sus intereses, siempre y cuando se use en forma legal.

Emito esta certificación el mes de Mayo del 2015.

C.I.: 05280549-2

William Patricio Venegas Marcalla

AGRADECIMIENTO

En todo momento fue mi fortaleza para continuar luchando día tras día por la consecución de mi objetivo, por eso mi mayor agradecimiento es para Dios, el ser supremo que me brindó su apoyo en todo instante.

A mis padres y hermanos/as por su amor, esperanza, paciencia y capacidad de sacrificios demostrados desde siempre, por ser el pilar fundamental para el logro de una meta más de mi Carrera Profesional.

A las autoridades y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de manera especial al Ing. Vicente Quispe por los conocimientos impartidos, eso permitió culminar con éxito mi trabajo investigación.

Finalmente un agradecimiento a todos mis compañeros y amigos quienes durante todo este tiempo de estudio supieron demostrar su compañerismo y lealtad en el transcurso de mi carrera.

DEDICATORIA

Lo dedico a ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mis padres Eliseo y María que han estado conmigo en todo momento apoyándome con su enseñanza, amor y sacrificio que han sido el motor de mi vida, dándome las bases para formar de un carácter fuerte, humilde y perseverante, quienes a través de su esfuerzo y trabajo me dieron una oportunidad de tener una carrera para mi futuro y supieron inculcar en mí el deseo de superación, brindándome toda su paciencia, gracias por todo, gracias por creer en mí.

Wilson Iván Tocte Chacha.

INDICE

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO	II
AUTORÍA.....	II
AVAL DEL DIRECTOR.....	IV
AVAL DEL ASESOR METODOLOGICO	V
CERTIFICADO DEL PROPIETARIO DEL PREDIO “VILLA TOTORAS” ...	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
INDICE	IX
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
AVAL DE TRADUCCIÓN	XX
INTRODUCCIÓN	XXI

CAPITULO I

1.1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1.1 Antecedentes.	1
1.1.2 Energías renovables en el Ecuador	2
1.1.3 Las distintas fuentes de energías renovables.....	3
1.2 Energía solar.....	4
1.2.1 Descripción del recurso solar en el ecuador.....	4
1.2.2 Energía solar fotovoltaica.	6
1.2.3 El efecto fotovoltaico	6
1.2.4 Tipos de células fotovoltaicas	7
1.2.5 Componentes de paneles fotovoltaicos	7
1.2.6 Características Eléctricas de un Módulo Fotovoltaico.....	9

1.2.7	Inclinación de los paneles.	9
1.2.8	Cálculo del generador fotovoltaico.	10
1.2.8.1	Estimación de pérdidas.	11
1.2.8.2	Dimensionamiento de Paneles Solares.....	12
1.2.9	Instrumento para medir la radiación solar.....	13
1.3	Energía eólica.....	15
1.3.1	Descripción del recurso eólico en el ecuador.....	15
1.3.2	Aerogenerador.....	17
1.3.2.1	Funcionamiento.....	17
1.3.2.2	Partes.....	18
1.3.3	Calculo del aerogenerador.....	20
1.3.4	Instrumento utilizado para medir la velocidad del viento.....	24
1.3.4.1	Anemómetro (weatherwise WS-2080).....	25
1.4	Sistemas híbridos.....	26
1.4.1	Sistema hibrido eólico-fotovoltaico.....	26
1.4.1.1	Esquema de la instalación sistema hibrido.....	26
1.4.2	Componentes de un sistema hibrido.....	27
1.4.2.1	Controlador de carga.....	27
1.4.2.1.1	Dimensionamiento del Controlador.....	28
1.4.2.2	Baterías.....	28
1.4.2.2.1	Dimensionamiento del acumulado.....	28
1.4.2.3	Inversores.....	29
1.4.2.3.1	Dimensionamiento del Inversor.....	30
1.4.2.4	Dimensionamiento de los Conductores.....	30
1.4.2.4.1	Conductores AWG normalizados.....	31
1.4.3	Aplicaciones del sistema hibrido.....	33
1.4.4	Sistemas centralizados conectados a la red.....	33
1.4.5	Sistemas centralizados aislados de la red.....	33
1.4.5.1	Sistema de bombeo de agua con energía fotovoltaico.....	33
1.4.5.1.1	Selección de la bomba.....	34
1.4.5.1.2	Bomba hidráulica.....	35
1.4.5.1.3	Bombas centrifugas.....	36
1.4.5.1.4	Captación del agua subterránea.....	36
1.4.6	Ventajas y desventajas de los sistemas híbridos.....	38
1.5	Datos generales de la parroquia "TOACASO".....	38
1.5.1	Ubicación geográfica parroquia Toacaso.....	40
1.5.2	Sistema de Posicionamiento Global. (GPS satelital).....	40

CAPÍTULO II

2.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	42
2.2 Diseño de la investigación	42
2.2.1 Metodología	42
2.2.2 Métodos de investigación.....	42
2.2.3 Técnicas.....	43
2.2.4 Nivel de investigación.....	43
2.2.5 Población y muestra	43
2.3 Instrumentos de recolección de datos.	44
2.3.1 Estación Meteorológica Anemómetro (Ambient Weather WS-2080).	44
2.3.2 Estación meteorológica Piranómetro (Solar Power Meter SP- 216).....	45
2.4 Estudio solar en la zona.....	46
2.4.1 Promedio de radiación solar al año	51
2.5 Estudio eólico en la zona	52
2.5.1 Promedio anual de velocidad de viento.	64
2.6 Estimación del consumo de agua en la Villa Totoras	65
2.7 Hipótesis.....	66

CAPITULO III

3.1 PROPUESTA.....	67
3.1.1 Desarrollo de la propuesta.....	67
3.1.2 Datos Informativos.....	67
3.1.3 Justificación.....	67
3.1.4 Objetivos	68
3.1.4.1 Objetivo General	68
3.1.4.2 Objetivos específicos:	69
3.2 Análisis de factibilidad.....	69
3.3 Diseño y dimensionamiento del sistema de captación de energía solar.....	70
3.3.1 Cálculo de la Energía Requerida del Sistema o Demanda Energética.	70
3.3.2 Estimación de pérdidas.	71
3.3.3 Rendimiento global de la instalación fotovoltaica.	72
3.3.4 Dimensionamiento de los paneles.	72
3.3.5 Dimensionamiento del Sistema de Acumulación.	73

3.3.6 Dimensionamiento del Inversor.....	74
3.3.7 Dimensionamiento del Regulador (controlador).....	74
3.3.8 Dimensionamiento de los Conductores.....	74
3.4 Diseño y dimensionamiento del sistema de captación de energía eólica.....	76
3.4.1 Promedio de Velocidad Total del Viento para la altura final a instalarse...	76
3.4.2 Dimensionamiento del aerogenerador.....	78
3.4.3 Análisis de los cálculos del sistema.	79
3.4.4 Diseño del diagrama unifilar del sistema hibrido	80
3.4.5 Listado de Equipos y sus características técnicas del sistema hibrido.....	81
3.4.5.1 Turbina de Viento ALEKO FDH400-12/CC.....	81
3.4.5.1.1 Especificaciones técnicas del aerogenerador	81
3.4.5.2 Modulo Solar RENOGY RNG-100D	82
3.4.5.2.1 Especificaciones técnicas del módulo solar	83
3.4.5.3 Controlador Solar PROSTAR (30A)	84
3.4.5.3.1 Características técnicas del Controlador ProStar (30A)	85
3.4.5.4 Especificaciones del Inversor WHISTLER (1600W/3200W).....	85
3.4.5.5 Especificaciones de la batería (30H102L)	87
3.4.6 Pruebas de funcionamiento de los generadores (eólico-solar).....	88
3.4.7 Instalación del Sistema solar	88
3.4.8 Instalación del sistema eólico.....	90
3.4.9 Instalación del Banco de Baterías.	91
3.4.10 Prueba de generación eléctrica instalada.....	92
3.4.11 Costo Económico del Proyecto.	94
3.5 CONCLUSIONES	96
3.6 RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: ATLAS de Insolación Global Anual Prom. CIE, Agosto del 2008.	5
FIGURA 1.2: Esquema del efecto FV	7
FIGURA 1.3: Paneles solares y sus principales componentes.....	8
FIGURA 1.4: Factor geométrico de una instalación física de un panel	9
FIGURA 1.5: Angulo de inclinación de un modulo	10
FIGURA 1.6: Modelos de pirómetro (Solar Power Meter SP- 216)	14
FIGURA 1.7: La disposición de la pantalla.....	14
FIGURA 1.8: La disposición de los botones	14
FIGURA 1.9: Zona 3 (Chimborazo, Tungurahua, Pastaza, Cotopaxi); Velocidad Media Anual del Viento a 80 m de Altura sobre el Suelo.	16
FIGURA 1.10: Aerogeneradores de eje horizontal y de eje vertical.	17
FIGURA 1.11: Grandes Aerogeneradores y sus partes.	18
FIGURA 1.12: Área de barrido por las aspas del rotor	21
FIGURA 1.13: Estación meteorológico Ambient Weather WS-2080 Wireless..	25
FIGURA 1.14: Esquema de un sistema híbrido eólico-solar.....	27
FIGURA 1.15: Baterías del tipo plomo acido.....	28
FIGURA 1.16: Componentes y operación de un sistema fotovoltaico de bombeo.	34
FIGURA 1.17: Altura dinámica total y el volumen diario requerido según tipo de bomba recomendado.	34
FIGURA 1.18: Esquema de una bomba centrífuga superficial	36
FIGURA 1.19: Captación del agua subterránea.....	36
FIGURA 1.20: Ubicación geográfica de la parroquia Toacaso.	40
FIGURA 1.21: Toma de datos con GPS satelital (longitud, altitud, altura)	41

FIGURA 2.1: Software de control del sistema de la estación meteorológica.....	44
FIGURA 2.2: Registro de datos en Microsoft Excel	46
FIGURA 2.3: Promedio durante el mes de Enero.	47
FIGURA 2.4: Insolación global	50
FIGURA 2.5: Promedio de heliofania de estaciones en Cotopaxi (2009; 2010).	50
FIGURA 2.6: Insolación total del año 2014 en la comuna Wintza.	52
FIGURA 2.7: Velocidad de viento mes de SEPTIEMBRE del 2013.....	52
FIGURA 2.8: Dirección del viento	53
FIGURA 2.9: Velocidad de viento mes de OCTUBRE del 2013.....	53
FIGURA 2.10: Dirección del viento	54
FIGURA 2.11: Velocidad de viento mes de NOVIEMBRE del 2013.	54
FIGURA 2.12: Dirección del viento	55
FIGURA 2.13: Velocidad de viento mes de DICIEMBRE del 2013.	55
FIGURA 2.14: Dirección del viento	56
FIGURA 2.15: Velocidad de viento mes de ENERO del 2014.....	56
FIGURA 2.16: Dirección del viento	57
FIGURA 2.17: Velocidad de viento mes de FEBRERO del 2014.	57
FIGURA 2.18: Dirección del viento.....	58
FIGURA 2.19: Velocidad de viento mes de MARZO del 2014.....	58
FIGURA 2.20: Dirección del viento.....	59
FIGURA 2.21: Velocidad de viento mes de ABRIL del 2014.	59
FIGURA 2.22: Dirección del viento.....	60
FIGURA 2.23: Velocidad de viento mes de MAYO del 2014.	60
FIGURA 2.24: Dirección del viento.....	61

FIGURA 2.25: Velocidad de viento mes de JUNIO del 2014.....	61
FIGURA 2.26: Dirección del viento.	62
FIGURA 2.27: Velocidad de viento mes de JULIO del 2014.	62
FIGURA 2.28: Dirección del viento.	63
FIGURA 2.29: Velocidad de viento mes de AGOSTO del 2014.	63
FIGURA 2.30: Dirección del viento.	64
FIGURA 2.31: Promedio anual de velocidad de viento	65
FIGURA 3.2: Curva de poder potencia vs velocidad	82
FIGURA 3.3: Panel solar RENOXY RNG-100D.....	82
FIGURA 3.4: Controlador solar PROSTAR	84
FIGURA 3.5: Inversor WHISTLER PRO (1600W).....	85
FIGURA 3.6: Conexión eléctrica de los paneles	89
FIGURA 3.7: Aseguramiento de los módulos	90
FIGURA 3.8: Levantamiento del poste de hormigón.	91
FIGURA 3.9: Consumo de potencia vs días.	93
FIGURA 3.10: Promedio del caudal extraído al día.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Objetivo de energías renovables en 2015, (MEER).	1
Tabla 1.2: Capacidad efectiva en generación (balance nacional de energía eléctrica del CONELEC).....	2
Tabla 1.3: Demanda energética cargas DC.....	10
Tabla 1.4: Demanda energética cargas AC.....	11
Tabla 1.5: Potencial eólico estimado en la provincia de Cotopaxi	17

Tabla 1.6: Clases y de longitudes de rugosidad	22
Tabla 1.7: Caídas de tensión de los conductores entre componentes.	30
Tabla 1.8: Tabla de valores según Electrocables.	32
Tabla 1.9: Valores normalizados cables A.W.G.....	32
Tabla 1.10: Datos de GPS obtenidos en la villa totoras.....	41
Tabla 2.1: Tabulación de datos de velocidad de viento y dirección del viento ...	45
Tabla 2.2: Datos del mes de Enero del 2014.....	46
Tabla 2.3: Datos obtenidos durante el mes de Febrero del 2014.	48
Tabla 2.4: Insolación global anual promedio (CONELEC) para la zona de Cotopaxi.....	49
Tabla 2.5: Promedio global de datos meteorológicos del año 2014.	51
Tabla 2.6: Promedio anual de velocidad de viento.	64
Tabla 2.7: Promedio actual de consumo de agua mes de julio 2014.	66
Tabla 3.1: Coeficiente de pérdidas del sistema.....	71
Tabla 3.2: Datos para dimensionamiento de paneles.....	72
Tabla 3.3: Caídas de tensión en conductores.	76
Tabla 3.4: Datos para el cálculo del promedio.....	77
Tabla 3.5: Especificaciones técnicas del aerogenerador.....	81
Tabla 3.6: Especificaciones técnicas del módulo solar.....	83
Tabla 3.7: Puntos de ajuste de las baterías (a 25°C)	85
Tabla 3.8: Especificaciones eléctricas del Controlador ProStar (30A).....	85
Tabla 3.9: Especificaciones técnicas del inversor Pro-1600W	87
Tabla 3.10: Especificaciones técnicas batería (30H102L).....	87
Tabla 3.11: Valores obtenidos en generación.	92
Tabla 3.12: Datos de valores de consumo por día.	93

Tabla 3.13: Caudal promedio por días 93

Tabla 3.14: Costo económico del sistema hibrido..... 94

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Especificaciones Técnicas Estación Meteorológica ANEMÓMETRO Ambient Weather WS-2080.....100

ANEXO B: Especificaciones Técnicas de Estación meteorológica PIRANÓMETRO Solar Power Meter SP- 216.....101

ANEXO C: Instalación y toma de datos con estaciones meteorológicas.....102

ANEXO D: valores de heliofania en la estación meteorológica de COTOPAXI-CLIRSEN.....103

ANEXO E: Promedios de datos de velocidad de viento y dirección registrada en la comunidad de Wintza.....104

ANEXO F: Pruebas de funcionamiento del sistema hibrido.....116

ANEXO G: Instalación del sistema solar... ..117

ANEXO H: Instalación del sistema eólico.118

NEXO I: Instalación de banco de baterías120

ANEXO J: Producción de animales en la villa totoras.....121

ANEXO K: Plano del diagrama eléctrico de control y potencia... ..122

ANEXO L: Plano del diseño del sistema solar.....123

ANEXO M: Plano del diseño del sistema eólico... ..124

ANEXO N: Plano del Sistema hibrido instalado.....125

ANEXO O: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.....126

ANEXO P: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.....136



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito diseñar e implementar un sistema de generación eléctrico híbrido, mediante el uso de energías renovables solar-eólica, utilizados para cubrir la demanda energética que requiere la Villa Totoras, garantizando un servicio eléctrico continuo de calidad. El mismo que en su contenido científico está estructurada en base a una sólida fundamentación teórica, así como la planificación y utilización correcta de los métodos y técnicas respecto a la generación limpia de electricidad, para la ejecución del proyecto fue indispensable el manejo de equipos meteorológicos para el monitoreo temporal de la radiación solar y la velocidad del viento en la zona, de esta forma tener mediciones confiables que permitieron analizar las características que brinda el lugar y se diseñó un sistema híbrido que cumple con todos los requerimientos técnicos en su instalación. La implementación se inició en base a los generadores solar-eólico existentes, por otro lado se dispone de un banco de baterías el cual permite cubrir los días de autonomía de instalación, al igual que el inversor permite transformar el voltaje continuo en voltaje alterno y por último la bomba que permite extraer agua subterráneo. En el transcurso del desarrollo de tesis se describen el resto de componentes utilizados en el sistema, mismo que cuenta con cuatro paneles solares de 100 vatios cada uno, un aerogenerador de 400 vatios instalado a 15m de altura con poste de hormigón, un controlador de carga de 30A, tres baterías de 100Ah cada uno, un inversor de 1600 a 3200 vatios, una bomba de agua de 746 vatios, que interactúan en su estructura y funcionamiento para producir 900 vatios; suficientes para mantener los abrevaderos llenos.

Palabras claves: Generación eléctrica híbrido, energías renovables.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ACADEMIC UNIT OF SCIENCE IN ENGINEERING AND APPLIED
ENGINEERING IN ELECTROMECHANICAL

ABSTRACT

This research has as a purpose design and implement a system of hybrid electric generation by using renewable energies Solar-Wind, using to cover the energy demand that requires the Villa Totoras, ensuring a continuous electrical service quality. The same that its scientific content is structured on a solid theoretical foundation based, as well as planning and the correct use of methods and techniques regarding clean electricity generation, for the implementation of the project was essential the use of weather systems equipment for temporary monitoring of solar radiation and wind speed in the area, In this way it was obtained measurements that helped analyze the features that offer the location and it will design a hybrid system that has all technical requirements. The implementation was initiated in based of solar-wind generators, on the other hand it has a battery bank which allows covering the days of installation, the same the investor it helps to transform the direct voltage into alternating voltage and finally to extract pump underground water. In the development the research it describes the other components used in the system, same that has four solar panels 100w each, a 400w wind turbine installed at 15m height with concrete post, a charge controller 30A, three batteries of 100Ah each, investor 1600W to 3200W, pump 746W water, that interact in its structure and operation to produce 900W; sufficient to keep the watering places filled.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

AVAL DE TRADUCCIÓN

Lic. Marcia Janeth Chiluisa Chiluisa con C.C 0502214307, En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Wilson Iván Tocte Chacha con C.I. 050345345-8, Egresado de la Carrera Electromecánica de la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, con el tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO HIBRIDO, MEDIANTE EL USO DE ENERGÍAS SOLAR-EÓLICA, PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL ABREVADERO DE LA VILLA TOTORAS, COMUNA WINTZA, CANTÓN LATACUNGA, AÑO 2014”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Latacunga, 12 de Mayo del 2015

Docente,

.....

Lic. Marcia Janeth Chiluisa Chiluisa

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 0502214307

INTRODUCCIÓN

El estudio de tecnologías limpias permite el aprovechamiento de los recursos renovables para satisfacer las necesidades energéticas requeridas en este proyecto, disminuyendo los daños y la contaminación de nuestro medio ambiente producidos por los métodos tradicionales de producción de energía eléctrica.

La utilización de estos recursos en el diseño de un sistema híbrido optimizan las mejores condiciones para su uso tanto del viento como del sol, complementándose entre sí. Por lo cual se presenta una descripción detallada de los tres capítulos propuestos en el proyecto de tesis.

En el Capítulo I se establecen los fundamentos teóricos basados en las energías renovables enfocados en energía solar-eólica, se describe el funcionamiento de los componentes que conforman para la captación de esos recursos. Así como también el análisis de las ecuaciones que usaremos para establecer y dimensionar cada uno de los componentes que se utilizaremos.

En el Capítulo II se da a conocer los métodos y técnicas de investigación estudiados y aplicados. Se procede a realizar tabulaciones y representaciones gráficas de las diferentes mediciones realizadas en el lugar para el análisis e interpretación de resultados que muestra cada uno de los meses.

Y por último en el Capítulo III, se plantea el desarrollo de la propuesta, es decir, el diseño y dimensionamiento del sistema de captación solar-eólico en base a los datos obtenidos en el anterior capítulo y equipos utilizados en la generación eléctrica. Con la ejecución de las pruebas realizadas a cada uno de los equipos, se establece las conclusiones y recomendaciones finales respecto al desarrollo del proyecto. El trabajo concluye con la instalación y la adecuación de los abrevaderos.

CAPITULO I

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Antecedentes.

Según **BARRAGAN ESCADON Antonio (edición 2012)**. En el Ecuador el primer parque eólico, se inauguró en octubre del 2007 en la isla San Cristóbal del Archipiélago de Galápagos, con una potencia instalada de 2,4 MW. Y se espera que en 2010 esté en operación un segundo parque eólico ubicado en otra de las islas del Archipiélago de Galápagos, proyecto Baltra – Santa Cruz, con una potencia instalada de 3,2 MW. Dada la relevancia medioambiental del Archipiélago de Galápagos, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador, se ha establecido como meta satisfacer toda la demanda eléctrica con energías renovables. Las expectativas de potencia instalada en generación eólica para el 2015 como muestra la tabla 1.1 que perfila el MEER, se encuentran entre los 40 y 50MW.

Es de indicar que en el 2009, se comenzó a desarrollar un mapa eólico (tech4cdm 2009), como primer paso para tener una herramienta apropiada para determinar una aproximación del real potencial eólico en el país.

Tabla 1.1: Objetivo de energías renovables en 2015, (MEER).

EXPECTATIVAS 2015	
Islas Galápagos	Cero combustibles fósiles (electricidad)
Energía eólica:	40-50 MW
Solar térmica:	50.000 sistemas residenciales

Solar FV-gran escala:	2-3 MW
Geotérmico	Desarrollo mínimo: 2 proyectos
Biogás (rellenos sanitarios)	3-4 MW

Fuente: http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_La_Energia_Eolica_en_Ecuador_fa0ef98a.pdf.

Autor: Postulante.

Según **LEÓN REINOSO Edwin; TIGSE ANCHATIPÁN Wilson (2013 pag.161)**. En Ecuador el presente proyecto de investigación tiene como propósito, diseñar e instalar un sistema de captación de radiación solar para suplir de energía a un emplazamiento de vivienda ubicada en Laguna de Rasococha, provincia del Carchi, garantizando el servicio continuo de energía eléctrica, para cubrir las necesidades domésticas y de iluminación de los beneficiados. La investigación y factibilidad del proyecto se basan tanto en la geografía del lugar así como en el impacto ambiental que éste pueda causar, debido a que la zona donde está ubicada la vivienda es la Reserva Ecológica “El Ángel”, por ello el beneficio de usar energías alternativas para la generación de electricidad, ya que favorecen a la conservación del ecosistema. El sistema híbrido cuenta con una torre de 9m de altura, un aerogenerador de 1000W, un controlador de 10A, un inversor de 1500 a 3000W, 4 baterías de 80Ah y 2 paneles solares de 100W, que interactúan en su estructura y funcionamiento, para producir 1600W, los mismos que cumplen con el objetivo planteado en el proyecto.

1.1.2 Energías renovables en el Ecuador

En cuanto a producción de electricidad según el CONELEC se resumen como se puede observar en la tabla 1.2.

Tabla 1.2: Capacidad efectiva en generación (balance nacional de energía eléctrica del CONELEC)

INFORMACIÓN ESTADÍSTICA SEPTIEMBRE 2013			
Capacidad efectiva en generación		MW	%
Energía	Hidráulica	2,236.62	44.06%

Renovable	Solar	1.08	0.02%
	Eólica	19.56	0.39%
	Turbo vapor	93.40	1.84%
Total Energía Renovable		2,350.66	46.30%
No Renovable	MCI	1,297.95	25.57%
	Turbo gas	973.90	19.18%
	Turbo vapor	454.24	8.95%
Total Energía No Renovable		2,726.09	53.70%
Total Capacidad Instalada		5,076.75	100.00%

Fuente: <http://www.conelec.gob.ec/contenido.php?cd=10261>

Autor: Postulante.

1.1.3 Las distintas fuentes de energías renovables

Según **MENDEZ NUÑIZ Javier María, RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Luis Manuel (edición 2012)**. El sol es la fuente de energía de la tierra. Se recibe en forma de radiación que retiene la atmosfera y permite que la tierra se mantenga a una temperatura más o menos constante posibilitando que haya vida. El bienestar y la solidaridad entre las generaciones presentes y futuras sólo se lograrán impulsando el desarrollo sostenible en todos los ámbitos.

Dentro del marco de Las Energías Renovables se pueden destacar las que tienen mayor desarrollo tecnológico como son:

- Hidráulica.
- Geotérmica.
- Mareomotriz.
- Biomasa.
- Biocarburantes.
- Solar (Térmica, Fotovoltaica)
- Eólica

1.2 Energía solar

Según: **SCHALLENBERG Julieta (edición 2008)**; El Sol, de forma directa o indirecta, es el origen de todas las energías renovables, exceptuando la energía mareomotriz y la geotérmica. La energía del Sol se desplaza a través del espacio en forma de radiación electromagnética, llegando una parte de esta energía a la atmósfera.

De esta energía que llega a la atmósfera, una parte es absorbida por la atmósfera y por el suelo, y otra parte es reflejada directamente al espacio desde el suelo. Es por esto por lo que menos de la mitad de la radiación solar llega efectivamente a la superficie terrestre, siendo esta parte la que podemos utilizar con fines energéticos en nuestro planeta.

La radiación solar llega a nuestro planeta de tres formas distintas:

Radiación directa: es la radiación que nos llega directamente del Sol; sin haber incidido con nada por el camino y, por tanto, sin haberse desviado ni cambiado de dirección. Esta radiación es la que produce las sombras. Es el tipo de radiación predominante en un día soleado.

Radiación difusa: es la radiación que nos llega después de haber incidido con cualquier elemento de la atmósfera (polvo, nubes, contaminantes, etc.), por lo que ha cambiado de dirección. Es el tipo de radiación predominante en un día nublado.

Radiación reflejada o albedo: es la radiación reflejada por la superficie terrestre; cobra importancia en las zonas con nieve, con agua (como cerca del mar o de una presa) o cualquier otra zona donde la reflexión sea importante.

La radiación global: es la suma de la radiación directa y la radiación difusa.

1.2.1 Descripción del recurso solar en el Ecuador

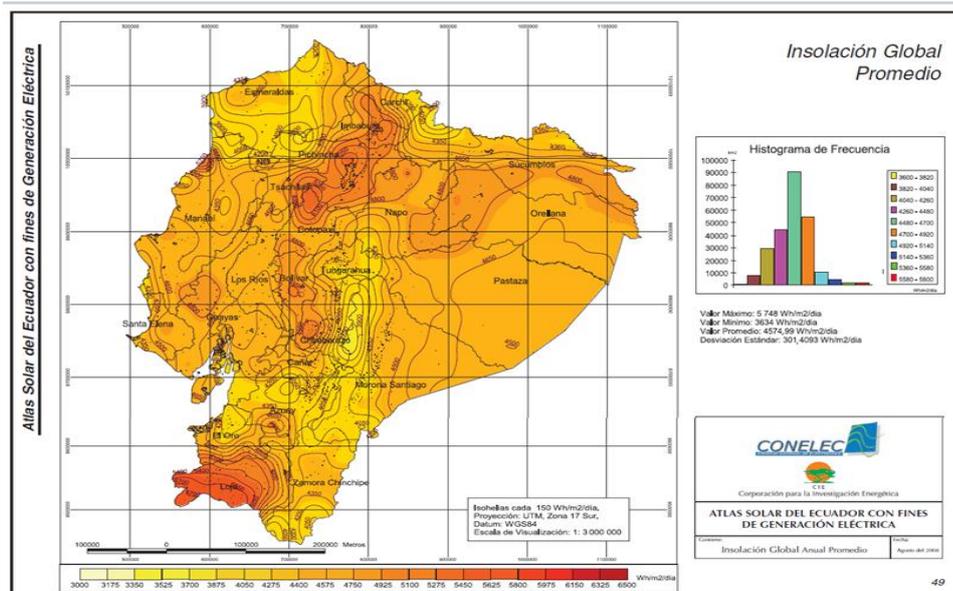
Según: **IZQUIERDO T. Fernando (edición 2008)**. El Ecuador es un país con características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas que le confieren un elevado potencial de energías renovables y

limpias, las cuales no pueden quedar al margen del Inventario de los Recursos Energéticos para Producción Eléctrica. El diseño de políticas, estrategias y medidas para incentivar el mayor uso de estas energías limpias que promuevan el desarrollo especialmente en zonas rurales, se fundamenta en su cuantificación, disponibilidad y distribución estacional en el territorio.

En ese sentido, la necesidad de contar con un documento técnico que cumpla con esta exigencia a fin de impulsar el uso masivo de la energía solar como fuente energética es lo que ha motivado al Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, a presentar el “Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica” como se muestra en la figura 1.1, el cual ha sido elaborado por la Corporación para la Investigación Energética, CIE. La cuantificación del potencial solar disponible y con posibilidades de generación eléctrica, en base a mapas mensuales de insolación directa, global y difusa y sus correspondientes isohelias, con el fin de ubicar proyectos locales más específicos que permitan utilizar esta tecnología para obtener calor y electricidad para diversas aplicaciones como fabricar colectores térmicos y módulos fotovoltaicos.

Con la presentación del Atlas, se aspira que ésta contribución, se sume al crecimiento y desarrollo económico y social del País.

FIGURA 1.1: ATLAS de Insolación Global Anual Prom. CIE, Agosto del 2008.



Fuente: CONELEC
Autor: Postulante.

1.2.2 Energía solar fotovoltaica.

Según: **SCHALLENBERG Julieta, PIERNAVIEJA Gonzalo, HERNÁNDEZ Carlos (edición 2008)**; La energía solar se puede transformar directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas. Este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores; de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica.

Un panel fotovoltaico, está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Las células fotovoltaicas se conectan en serie, en paralelo o en serie-paralelo, en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos.

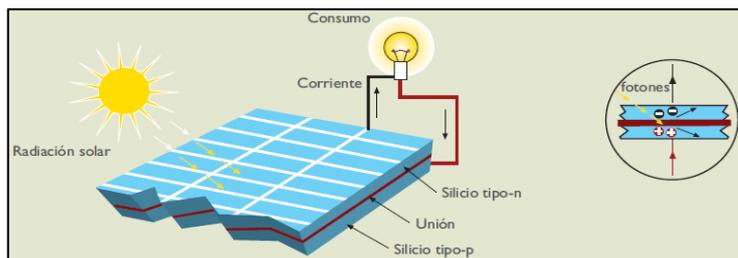
Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por:

- Su simplicidad y fácil instalación.
- Ser modulares.
- la vida útil de los módulos fotovoltaicos es superior a 30 años).
- No requerir apenas mantenimiento.
- Tener una elevada fiabilidad.
- No producir ningún tipo de contaminación ambiental.
- Tener un funcionamiento totalmente silencioso.

1.2.3 El efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico como se ve en la figura 1.2, así es como se genera una corriente eléctrica.

FIGURA 1.2: Esquema del efecto FV



Fuente: http://www.energiasrenovables hoy.net/2011_09_01_archive.html

Autor: Postulante.

1.2.4 Tipos de células fotovoltaicas

Según **MORO VALLINA Miguel (versión 2010)**; existen diferentes células fotovoltaicas como son:

Silicio monocristalino: caracterizado por una disposición ordenada y periódica, de forma que solo tiene una orientación cristalina, donde todos los átomos están dispuestos simétricamente. Presenta un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.

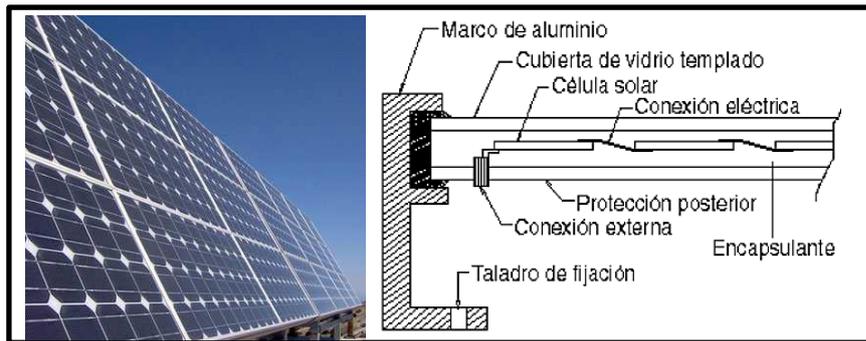
Silicio policristalino: silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.

Silicio amorfo: compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor de 1 μm . Presentan un color marrón y gris oscuro. Esta tecnología permite disponer de células de muy delgado espesor y fabricación más simple y barata, aunque con eficiencia del 6-8%.

1.2.5 Componentes de paneles fotovoltaicos

Los módulos o paneles solares fotovoltaicos están conformados por un grupo de celdas solares interconectadas entre sí y protegidas contra la intemperie, impactos y corrosión. En la figura 1.3 se muestra el aspecto físico de un grupo de paneles solares y sus partes principales.

FIGURA 1.3: Paneles solares y sus principales componentes



Fuente: <http://sanviatordigital.iespana.es/enkateriak/imagenes/PanelesSolares.jpg>.

Autor: Postulante.

Los principales elementos que lo conforman son los siguientes:

Encapsulante: Material que protege las celdas dentro del panel, debe presentar un índice elevado de transmisión de la radiación y baja degradación por efecto de los rayos solares.

Cubierta exterior de vidrio templado: Permite que el panel resista condiciones climatológicas adversas y maximiza la transmisión luminosa, debe soportar cambios bruscos de temperatura.

Cubierta posterior: Constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre las células, haciendo que vuelva a incidir otra vez sobre éstas.

Marco de metal: Se construye generalmente de aluminio lo que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto. En él se encuentran mecanismos que permiten el montaje del panel sobre la estructura de soporte.

Caja de terminales: Incorpora los bornes para la conexión del módulo. En el cual se encuentra en la mayoría de veces con conectores MC4.

Diodo de protección: Impide daños por sombras parciales en la superficie del panel.

1.2.6 Características Eléctricas de un Módulo Fotovoltaico

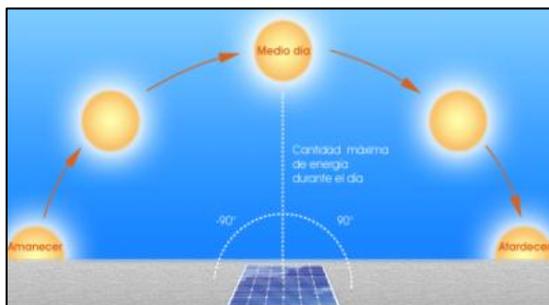
Potencia de Pico (Wp): potencia suministrada por el módulo en condiciones estándar STC (Radiación solar = 1000 W/m²; Temperatura = 25 °C; A.M. = 1,5).

Corriente nominal (A): corriente suministrada por el módulo en el punto de trabajo, que se obtiene al cortocircuitar los terminales del panel hacia una carga.

Tensión nominal (V): tensión de trabajo del módulo, que se obtiene de dejar los terminales del panel en circuito abierto (I=0).

A la hora de diseñar este tipo de instalaciones solares, es muy importante decidir la orientación de los paneles ya que interesará que los paneles capturen la mayor cantidad de radiación solar posible, como se muestra en la figura 1.4. Esta orientación puede ser impuesta por el emplazamiento donde vamos a instalar los paneles, como es el caso de tejados con una cierta orientación, o libre si la ubicación lo permite, como extensiones de terreno llanas.

FIGURA 1.4: Factor geométrico de una instalación física de un panel



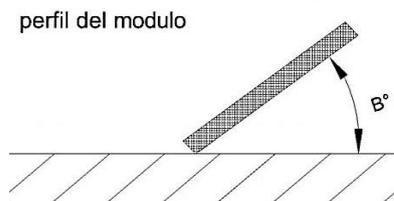
Fuente: http://econotecnia.com/tutorial/2-geometria_instalacion.html

Autor: Postulante.

1.2.7 Inclinación de los paneles.

Otro punto importante para el diseño de estas instalaciones fotovoltaicas, es la inclinación que deben tener los módulos para la captación de la mayor cantidad de radiación solar. La inclinación de los módulos solares se define mediante el ángulo de inclinación β , que es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal como se muestra en la figura 1.5. Su valor varía entre 15° y 20° para módulos verticales u horizontales.

FIGURA 1.5: Angulo de inclinación de un modulo



Fuente: (FERNANDEZ SALGADO José 2010)

Autor: Postulante.

1.2.8 Cálculo del generador fotovoltaico.

Cálculo de la energía requerida del sistema o demanda energética. Para el cálculo de la estimación del consumo diario de energía se debe hacer previamente una tabla que contenga como mínimo los siguientes datos: nombre, cantidad y potencia unitaria de los equipos, número de horas promedio diarias de utilización y energía promedio diaria resultante en Wh, necesaria para la estimación de energía total del sistema. La estimación de carga se hará para DC y AC.

$$\frac{\text{Energía Wh}}{\text{dia}} = W * N * h \quad \text{Ecu. 1.1}$$

En las cargas de DC se detallan los equipos que suelen utilizar voltaje continuo y se calculará la energía total sumando el consumo de energía diaria de cada equipo como se muestra en la Tabla 1.3

Tabla 1.3: Demanda energética cargas DC

equipo DC	Voltaje	potencia	Cantidad	horas de uso N	energía Wh/d
equipo 1	V	w	N	H	w*N*h
total DC					

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>.

Autor: Postulante.

En las cargas de AC, se debe realizar el mismo procedimiento que en la estimación de carga de DC (subtotal), agregando un porcentaje de energía adicional para tomar en cuenta el rendimiento del inversor (% consumo del

Inversor), como se muestra en la Tabla 1.4, para lo cual se utilizara la siguiente ecuación:

$$\text{Total} = \text{subtotal} + (\text{subtotal} * \% \text{ consumo del Inversor}) \quad \text{Ecu. 1.2}$$

Tabla 1.4: Demanda energética cargas AC.

Equipo AC	Voltaje	Potencia	Cantidad	horas de uso N	Energía Wh/d
equipo 1	V	w	N	H	w*N*h
total AC					

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>.

Autor: Postulante.

La demanda total del sistema se obtendrá con la suma de las demandas de energía de AC y de DC.

$$ET = E_{Total DC} + E_{Total AC} \quad \text{Ecu. 1.3}$$

Dónde:

ET = Demanda de energía total del sistema (Vatios)

$E_{Total DC}$ = Demanda de energía total de DC. (Vatios)

$E_{Total AC}$ = Demanda de energía total de AC. (Vatios)

1.2.8.1 Estimación de pérdidas.

Para el cálculo de las pérdidas se debe tomar el valor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica definido como:

$$R_G = (1 - K_b - K_c - K_v) * (1 - \frac{K_a * D_A}{P_d}) \quad \text{Ecu. 1.4}$$

Dónde:

K_b = Coeficiente de pérdidas debidas al rendimiento del acumulador:

0,05 en sistemas que no se producen descargas intensas.

0,1 en sistemas con descargas profundas.

K_c = Coeficiente de pérdidas en el inversor:

0,005 para inversores de salida sinodal pura, en condiciones óptimas.

0,1 para condiciones de trabajo lejos de las óptimas.

K_v = Coeficiente de pérdidas varias (transmisión, efecto Joule, etc.):

Este parámetro que se toma como referencia es $0,05 < K_v < 0,15$.

K_a = Coeficiente de auto descarga diaria de las baterías, los valores típicos son:

0,002 para baterías de baja auto descarga (Ni-Cd).

0,005 para baterías estacionarias de plomo ácido (las más usuales).

0,012 para baterías de alta auto descarga (SLI).

D_a = Días de autonomía de la instalación:

3 – 5 días como valores de referencia.

P_d = Profundidad de descarga diaria de la batería:

No deberá exceder el 80% de la capacidad nominal del acumulador.

1.2.8.2 Dimensionamiento de Paneles Solares.

Un concepto importante necesario para realizar el dimensionamiento de la cantidad de paneles necesarios en la instalación es el número de horas pico solares, HPS, que se refiere al número de horas diarias de luz solar equivalentes referidas a una irradiación constante $I=1KWh/m^2$, a la cual se mide siempre la potencia de los paneles.

La irradiación $H (KWh/m^2)$, es igual al producto de la irradiación de referencia, I , y las horas pico solares, HPS . Como $I=1KWh/m^2$, se tiene entonces que los valores numéricos de la irradiación y las horas pico solares son iguales.

$$H \left(\frac{KWh}{m^2} \right) = I \left(\frac{KWh}{m^2} \right) * HPS(h) \quad \text{Ecu. 1.5}$$

La cantidad de energía producida por un panel a lo largo de todo el día, es equivalente a la energía que se produciría en las horas de pico solar si el panel opera a su potencia máxima o nominal (Wp).

Dicha potencia es el principal parámetro que describe el funcionamiento del panel y la especificación más importante en el dimensionamiento del generador FV.

Para el cálculo de la potencia de los paneles y el número de estos, a utilizarse, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

El lugar donde va a ser instalado para el cálculo de la radiación solar promedio mensual, tomando desde bases de datos, que den valores confiables o midiendo los datos con un equipo de medida adecuado.

La radiación G_D se escogerá como el valor medio mensual durante el peor mes.

La potencia total del generador PG se calcula, tomando en cuenta la demanda de energía total del sistema ET , la radiación G_D antes mencionada y el rendimiento global de la instalación RG .

$$P_G = \frac{E_T}{R_G * G_D} (\text{Vatios}) \quad \text{Ecu. 1.6}$$

El número de paneles del generador se calcula con la potencia nominal PN del panel a ser utilizado y la potencia del generador PG . Como normalmente el resultado de número de paneles va a ser un número decimal, se recomienda la opción por exceso, es decir se debe aproximar al entero superior, excepto si el decimal se aproxima mucho al entero inferior, en cuyo caso se coloca el valor del entero; por ejemplo: si se obtuvo 1.5, entonces se debe poner 2 paneles, y si se obtuvo 1.1, entonces se debe poner 1 panel.

$$N_P = \frac{P_G}{P_N} \quad \text{Ecu. 1.7}$$

1.2.9 Instrumento para medir la radiación solar

El piranómetro.- conocido como solarímetro y actinómetro, permite medir la irradiación solar global (directa y difusa) incidente sobre una superficie de la

Tierra. Está diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar (W/m^2). Posee una pequeña plancha de metal negro en su interior, con una termocupla unida a ella. Esta plancha negra se calienta al sol y con la termocupla, el aumento de temperatura se puede medir. La salida de la termocupla es medida para la radiación instantánea total en un momento dado, como muestra la figura 1.6.

FIGURA 1.6: Modelos de pirómetro (Solar Power Meter SP- 216)

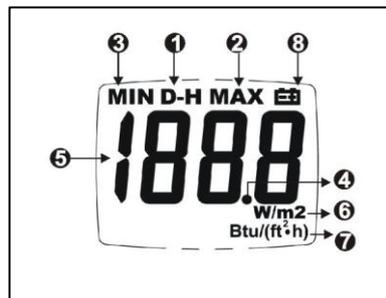


Fuente: <http://ambientweather.wikispaces.com/sp216>

Autor: Postulante.

Características:

FIGURA 1.7: La disposición de la pantalla.

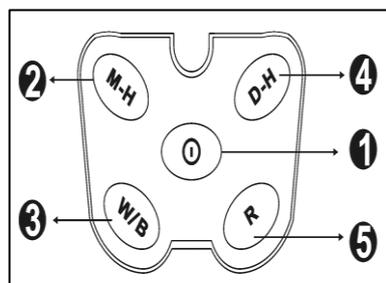


1. Retención de datos
2. Max. Valor
3. Min. Valor
4. El punto decimal
5. Valor numérico
6. W / m2 unidades de medida
7. BTU (ft2 * h) las unidades de medida
8. Indicador de batería bajo.

Fuente: <http://ambientweather.wikispaces.com/sp216>

Autor: Postulante.

FIGURA 1.8: La disposición de los botones



1. Botón de alimentación
2. Max. y el botón Min
3. W / m2 / BTU (* h ft2) botón del interruptor
4. Los datos Tecla mantener
5. Rango Automático.

Fuente: <http://ambientweather.wikispaces.com/sp216>

Autor: Postulante.

1.3 Energía eólica

Según: **SCHALLENBERG Julieta C. (edición 2008)**. El Sol calienta de forma desigual las diferentes zonas del planeta, provocando el movimiento del aire que rodea la Tierra y dando lugar al viento. El viento es, por tanto, energía en movimiento.

La energía del viento depende de su velocidad y, en menor medida, de su densidad (disminuye con la altitud), rápidamente con la altura. Cuanto más accidentada sea la superficie del terreno, más frenará al viento. Sopla con menos velocidad en las depresiones terrestres y con mayor velocidad sobre las colinas, aunque en grandes valles rodeados de montañas aparece el denominado efecto túnel, que puede proporcionar buenas velocidades de viento.

Según: **ALBORNOZ Esteban, (versión 2012)**; La energía eólica es una de las fuentes de energía con mayor crecimiento de implantación en el mundo. Su utilización a finales del siglo XX para la generación de energía eléctrica limpia, la ha conducido rápidamente a ser una fracción importante de la generación eléctrica en muchos países.

En consecuencia la energía eólica no es más que energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores.

1.3.1 Descripción del recurso eólico en el Ecuador

Según: **ALBORNOZ Esteban (edición 2012)**; “La modelización del recurso eólico con resolución de 200 m sobre el territorio del Ecuador ha permitido identificar la distribución de este recurso sobre el territorio. En lo que a la circulación general terrestre respecta, los vientos dominantes sobre el país son los alisios, provenientes del Este y que por tanto alcanzan el país tras atravesar todo el continente. Esto hace que el viento horizontal a gran escala sea más bien débil en todo el territorio continental”. De manera general se ha podido determinar el

rango de velocidad por ende la potencia instalable en cada una de las zonas cómo podemos observar en la tabla 1.5. En términos generales, la orografía del Ecuador divide el territorio en cuatro zonas climáticas bien definidas, que confieren unas características particulares. De Este a Oeste, estas zonas son:

La Zona de la Sierra, donde la Cordillera de los Andes comprime los vientos, una de las orografías que muestra esta zona como se puede apreciar en la figura 1.9, resultando en una aceleración de los mismos en diferentes sitios.

La Zona de la Costa, donde interaccionan los vientos alisios del Este con dos circulaciones locales: la brisa que se establece por el contraste de temperaturas entre el continente y el océano.

La Zona Oriental o Amazónica, en que la frondosa vegetación selvática influye de forma decisiva en la disminución de la velocidad de los vientos alisios en los niveles más cercanos al suelo.

Islas Galápagos, su distribución de viento: son islas, volcánicas y bajo la influencia de los alisios. Por el hecho de ser islas, reciben un viento global menos perturbado.

FIGURA 1.9: Zona 3 (Chimborazo, Tungurahua, Pastaza, Cotopaxi); Velocidad Media Anual del Viento a 80 m de Altura sobre el Suelo.

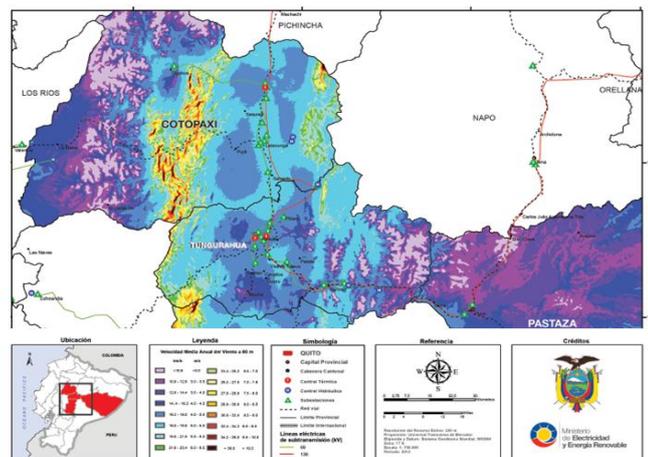


Tabla 1.5: Potencial eólico estimado en la provincia de Cotopaxi

POTENCIAL BRUTO									
PROVINCIA	POTENCIAL INSTALABLE					INTEGRACIÓN ACUMULADA			
	RANGO VELOCIDAD [m/s]	ÁREA [km ²]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	FACTOR DE CAPACIDAD	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]	VIENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]
Cotopaxi 	7,0 - 7,5	2,51	7,54	0,20	12,95	> 7	5,99	17,98	30,87
	7,5 - 8,0	1,84	5,52	0,25	11,85	> 7,5	3,48	10,44	22,41
	8,0 - 8,5	0,80	2,40	0,30	6,18	> 8	1,64	4,92	12,67
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57

Fuente: Ministerio de electricidad y energía renovable.

Autor: Postulante.

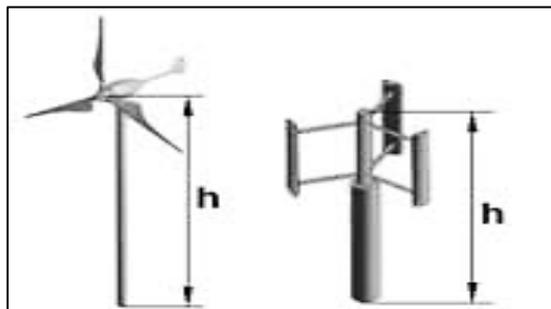
1.3.2 Aerogenerador

Un aerogenerador es un generador eléctrico que es movido por unas turbinas accionadas por el viento, es decir que la energía cinética del aire en movimiento proporciona energía mecánica a un rotor (hélice) que, a través de un sistema de transmisión mecánico, hace girar el rotor de un generador, convirtiéndola en energía eléctrica. Un aerogenerador contiene varios elementos que lo conforman como se describen en la fig1.11.

1.3.2.1 Funcionamiento

Es muy simple: el viento incide sobre las aspas del aerogenerador y lo hace girar, este movimiento de rotación se transmite al generador a través de un sistema multiplicador de velocidad. Actualmente, los aerogeneradores se diseñan con su eje horizontal, diseño más usual, pero también existen los de eje vertical como se puede ver en la figura 1.10.

FIGURA 1.10: Aerogeneradores de eje horizontal y de eje vertical.

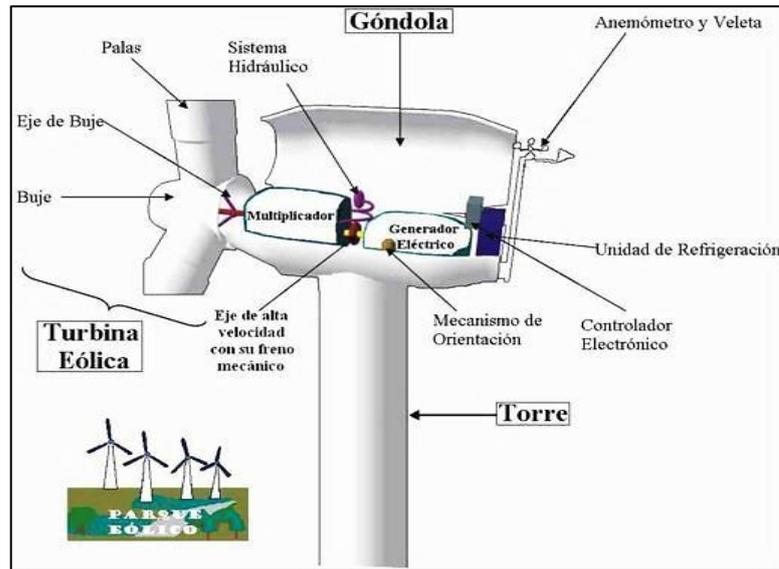


fuentes:<http://www.endesa.cl/rse/Libro%20ERNC%20versi%C3%B3n%20de%20impresión.pdf>

Autor: Postulante.

1.3.2.2 Partes

FIGURA 1.11: Grandes Aerogeneradores y sus partes.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos61/sistema-hibridofotovoltaico/sistema-hibrido-eolico-fotovoltaico2.shtml#ixzz3H5LaQAem>

Autor: Postulante.

El rotor

Es el elemento que transforma la energía del viento en energía mecánica. A su vez, el rotor se compone de tres partes fundamentales: **las palas**, **el eje** (que transmite el movimiento giratorio de las palas al aerogenerador) y **el buje** (que fija las palas al eje).

Las palas son los elementos más importantes, pues son las que reciben la fuerza del viento y se mueven gracias a su diseño aerodinámico.

Multiplicador

Es un elemento conectado al rotor que multiplica la velocidad de rotación del eje para alcanzar el elevado número de revoluciones que necesitan los dinamos y los alternadores.

Dentro de los multiplicadores se distinguen dos tipos:

Multiplicadores de poleas dentadas. Se utilizan para rotores de baja potencia.

Multiplicadores de engranaje. En este tipo de multiplicadores los engranajes están protegidos en cajas blindadas para evitar su desajuste y desengrasado.

Aunque la mayoría de los aerogeneradores tienen multiplicador, existen algunos rotores que no lo necesitan.

Generador

La función del generador es transformar la energía mecánica en energía eléctrica. En función de la potencia del aerogenerador se utilizan **dinamos** (son generadores de corriente continua y se usan en aerogeneradores de pequeña potencia, que almacenan la energía eléctrica en baterías) o **alternadores** (son generadores de corriente alterna).

Góndola

La góndola es la estructura en la que se resguardan los elementos básicos de transformación de energía, es decir: eje del rotor, multiplicador, generador y sistemas auxiliares.

El buje:

Existe una tendencia generalizada hacia las máquinas tripala, que representan más del 90 % de los aerogeneradores instalados. Como consecuencia colateral, los bujes son mayoritariamente fijos, reservando la opción de bujes basculantes para los aerogeneradores bipala y monopala, donde resulta obligada su utilización.

El eje de baja velocidad:

Conecta el buje del rotor al multiplicador. El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos. En el caso del aerogenerador citado anteriormente suele ser de entre 20 y 30 r.p.m.

El eje de alta velocidad

Su rango de giro es elevado, lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico. Está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina. En el citado aerogenerador de referencia el rango de giro es de 1500 r.p.m.

La unidad de refrigeración

Los generadores necesitan refrigeración durante su funcionamiento. En la mayoría de las turbinas, la refrigeración se lleva a cabo mediante encapsulamiento del generador en un conducto, utilizando un gran ventilador para la refrigeración por aire. Además contiene una unidad refrigerante por aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador.

El mecanismo de orientación

El mecanismo de orientación de un aerogenerador se utiliza para girar el rotor de la turbina contra el viento. Casi todos los aerogeneradores de eje horizontal emplean orientación forzada, es decir, utilizan un mecanismo que mantiene la turbina orientada contra el viento mediante motores eléctricos y multiplicadores.

Casi todos los fabricantes de rotor a barlovento prefieren frenar el mecanismo de orientación cuando no está siendo utilizado.

El mecanismo de orientación se activa por un controlador electrónico que vigila la posición de la veleta de la turbina varias veces por segundo cuando la turbina está girando.

Torre

La torre es el elemento de sujeción y el que sitúa el rotor y los mecanismos que lo acompañan a la altura idónea. Está construida sobre una base de hormigón armado (cimentación) y fijado a ésta con pernos.

La torre tiene forma tubular y debe ser suficientemente resistente para aguantar todo el peso y los esfuerzos del viento, la nieve, etc.

1.3.3 Cálculo del aerogenerador

La energía eólica disponible en una determinada zona es función de la velocidad (V), del área (A) barrida por las palas del molino y de la densidad (ρ) del aire. De esta forma, y aplicando los principios de la física (mecánica) clásica, se obtiene la expresión teórica de la potencia disponible:

$$P_v = \frac{1}{2} A \rho v^3 \quad \text{Ecu. 1.8}$$

Si ρ es la densidad del aire de la corriente uniforme, la energía por unidad de volumen de esta masa es:

$$e = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad \text{Ecu. 1.9}$$

El flujo volumétrico Q a través de una superficie de control estacionaria de sección frontal es:

$$Q = Av \quad \text{Ecu. 1.10}$$

El flujo de energía (flujo de aire que atraviesa la superficie que cubre un aerogenerador) o potencia eólica (potencia disponible en el aire) de la corriente a través de A , como se puede ver en la figura 1.12.

$$P = eQ = \frac{1}{2} A \rho v^3 \quad \text{Ecu. 1.11}$$

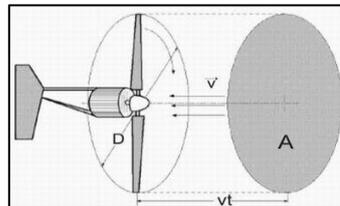
P = Potencia disponible en el aire.

A = Superficie que cubre el aerogenerador (área de barrido).

v = Velocidad del viento.

ρ = Densidad del aire.

FIGURA 1.12: Área de barrido por las aspas del rotor



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos61/sistema-hibrido-eolico-fotovoltaico/sistema-hibrido-eolico-fotovoltaico2.shtml>

Autor: Postulante.

Una turbina eólica nunca va a ser capaz de extraer toda esta energía, por lo que es interesante disponer de un factor que nos indique la eficiencia de una determinada máquina. Ese factor es el coeficiente de potencia C_p , que determina el rendimiento aerodinámico del rotor. Es decir:

$$C_p = \frac{\text{Energía captada}}{\frac{\rho A v^3}{2}} \quad \text{Ecu. 1.12}$$

En forma teórica se ha obtenido el máximo valor que puede obtener este coeficiente que se denomina "límite de Betz" y su valor representativo es del orden de 0,5926.

Calculo de velocidad total del viento:

$$V = V_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^n \quad \text{Ecu. 1.13}$$

Dónde:

V = Velocidad Total del Viento.

v_0 = Velocidad Inicial.

h = Altura final de la torre.

h_0 = Altura inicial.

n = Rugosidad

La rugosidad se obtiene de la siguiente manera:

Si ($hr \leq 0,03$)

$$n = 1.699823015 \ln(hr) / \ln(150) \quad \text{Ecu. 1.14}$$

Si ($hr > 0,03$)

$$n = 3.912489289 \ln(hr) / \ln(3.3333333) \quad \text{Ecu. 1.15}$$

Dónde:

hr = es la clase de rugosidad que depende de la longitud de rugosidad medida en metros, es decir, la altura sobre el nivel del suelo donde la velocidad del viento es teóricamente cero. Como se muestran a continuación en la siguiente tabla 1.6.

Tabla 1.6: Clases y de longitudes de rugosidad

Clase de rugosidad	Longitud de rugosidad z_0 (m)	Usos del suelo
0	0.0002	Superficie del agua en calma.
0.5	0.0024	Terreno abierto con superficie lisa: pistas de hormigón en los aeropuertos, césped cortado, etc.
1	0.03	Área agrícola abierta sin cercados ni setos y con edificios muy dispersos.
1.5	0.055	Terreno agrícola con algunas casas y

		cercados de hasta 8 m de altura separados por más de 1 km.
2	0.1	Terreno agrícola con algunas casas y cercados de hasta 8 m de altura separados por aproximadamente 500 m.
2.5	0.2	Terreno agrícola con varios árboles, arbustos y plantas, o cercados de hasta 8 m de altura separados por 250 m.
3	0.4	Ciudades, villas, terreno agrícola con muchos cercados o muy altos, bosques.
3.5	0.6	Grandes ciudades con edificios altos con bosques altos.
4	1.6	Ciudades muy grandes con edificios altos y rascacielos.

Fuente: Módulo III de Energía Eólica de la Maestría de Energías Alternativas realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Autor: Postulante.

Área de barrido del rotor, se consigue así:

$$A = \pi * \frac{D^2}{4} \quad \text{Ecu. 1.16}$$

Dónde:

A = Área de barrido del rotor.

π = 3.1416.

D = Diámetro del rotor.

Luego se debe calcular la potencia en función del área de barrido.

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho V^3 \quad \text{Ecu. 1.17}$$

Se debe calcular la intensidad de turbulencia.

$$I_V = \frac{\sigma}{V} \quad \text{Ecu. 1.18}$$

Dónde:

I_V = Intensidad de Turbulencia.

σ = Desviación Estándar.

V = Velocidad del viento.

La potencia del viento mediante la ecuación 6, anteriormente estudiada, la potencia eléctrica es:

$$P_e = n * P \quad \text{Ecu. 1.19}$$

Dónde:

P_e = Potencia eléctrica.

n = Factor de eficiencia total de conversión.

P = Potencia de viento.

Para calcular el número de revoluciones por minuto de una eólica se obtiene a partir de la siguiente ecuación.

$$n = (60 \cdot \lambda \cdot v) / (\pi \cdot D) \quad \text{Ecu. 1.20}$$

Dónde:

n : es el número de revoluciones por minuto [r.p.m.]

λ : se llama velocidad específica del rotor eólico y depende de la anchura y del ángulo de calado de las palas. Puede tener un valor nominal comprendido entre aprox. 1 y 14. En la eólica que se suele montar, este factor será de 8.

v : es la velocidad del viento en metros por segundo [m/s].

d : es el diámetro de la eólica en metros [m]

Finalmente se calcula la producción eléctrica anual.

$$A = \frac{P}{A} * A * (eficiencia) * (8640 \text{ h/a}) * \left(\frac{1kW}{1000W} \right) \quad \text{Ecu. 1.21}$$

1.3.4 Instrumento utilizado para medir la velocidad del viento

Anemómetros totalizadores

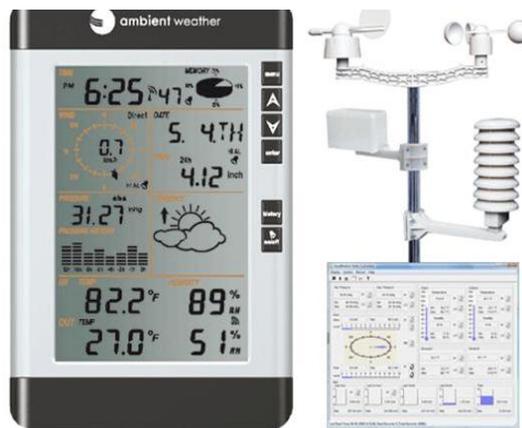
Una manera efectiva de determinar los valores promedios globales del comportamiento del viento es por medio de la instalación de anemómetros totalizadores. Estos elementos son anemómetros de cazoletas con medidor de revoluciones que al ser accionados por el viento miden el recorrido equivalente que ha pasado a través del instrumento. El instrumento que mide la velocidad del viento de manera directa en aplicaciones eólicas es normalmente el anemómetro, siendo el más común el anemómetro de cazoletas.

1.3.4.1 Anemómetro (weatherwise WS-2080)

Descripción de estación meteorológica:

La estación de monitoreo del clima Weatherwise es un instrumento profesional con pantalla táctil, diseñado para el uso diario fácil y práctico. Funciona perfectamente para cualquier ambiente de hogar, oficina, campo abierto, obra en progreso, etc. El monitor interior muestra la información importante del clima en tiempo real gracias a los monitores inalámbricos externos que incluye soportes de montaje como se muestra en la figura 1.13. El grupo de sensores se pueden colocar en su jardín o en el techo para una óptima lectura meteorológica.

FIGURA 1.13: Estación meteorológico Ambient Weather WS-2080 Wireless.



Fuente: <http://site.ambientweatherstore.com/Manuals/ws2080.pdf>

Autor: Postulante.

EL sistema está formado de:

- ✓ Estación Base
- ✓ Sensor Thermo-Hygro y transmisor
- ✓ Sensor de lluvia (auto vaciante)
- ✓ Sensor de velocidad del viento.
- ✓ Sensor de dirección del viento.
- ✓ Mástil meteorológico-w / soportes de montaje.
- ✓ PC Software w / Cable USB.
- ✓ Manual de instrucciones.

1.4 Sistemas híbridos

Dentro de la energía renovable, se encuentran una amplia variedad de combinaciones de los diferentes sistemas utilizados, a continuación se muestran algunos de ellos y que están operando ya en la actualidad, ejemplo: Sistema híbrido diesel-eólico, Sistema híbrido eólico-fotovoltaico, Sistema híbrido eólico-fotovoltaico-hidráulico. Los sistemas basados en generadores fotovoltaicos y eólicos con almacenamiento por medio de baterías y conectados a la red son una muy buena inversión.

Para dimensionar un sistema híbrido es necesario identificar todas las combinaciones posibles que ofrecen un determinado nivel de satisfacción o fiabilidad. De todas las opciones la óptima se obtiene al valorar el costo económico de cada una de las posibilidades para un mismo nivel de fiabilidad.

1.4.1 Sistema híbrido eólico-fotovoltaico

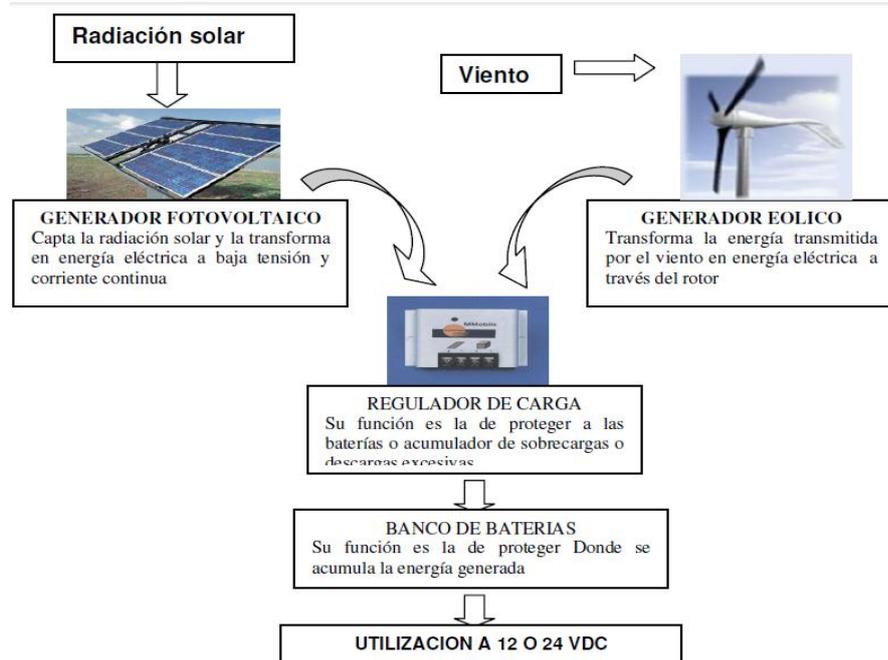
Se contempla esta posibilidad, cuando en el lugar de la instalación hay presencia de viento y sol. Estas condiciones no se dan en todas partes, por lo que es necesario conocer con detalle el potencial eólico y solar antes de decidir por esta opción.

Los sistemas híbridos optimizan las mejores condiciones del viento y el sol complementándose entre sí. Los días fríos y de viento, normalmente nublados, apenas permiten aprovechar la luz solar, mientras que son ideales para los aerogeneradores. Por su parte los días de anticiclón suelen provocar cielos despejados con poco viento, y por lo tanto más adecuado para los paneles fotovoltaicos.

1.4.1.1 Esquema de la instalación sistema híbrido

Uno de los sistemas de generación más comunes que se pueden encontrar está formado por un aerogenerador y panel fotovoltaico como se ve en la figura 1.14, que a través de un regulador de carga, se encarga de suministrar la energía producida a las baterías, con esa energía para posteriormente utilizarlo en voltaje continuo o transformarlo mediante un inversor en voltaje alterno.

FIGURA 1.14: Esquema de un sistema híbrido eólico-solar



Fuente: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/438/Tesis_t646ec.pdf?sequence=1

Autor: Postulante.

1.4.2 Componentes de un sistema híbrido

1.4.2.1 Controlador de carga

Según **FERNANDEZ SALGADO José María (primera edición 2010)**. Es el dispositivo encargado de proteger las baterías frente a sobrecargas o sobredescargas profundas. Su función es comparar valores deseados por la carga con uno de referencia y efectúa los cambios necesarios para compensar, cumple con un rol pasivo cuando el nivel voltaje es baja y no pueden cargar las baterías, cuando aumenta el voltaje de los paneles superan al banco de baterías entonces el control de carga tiene un rol activo.

Los reguladores actuales introducen micro controladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

1.4.2.1.1 Dimensionamiento del Controlador.

Se debe calcular el valor de la Corriente del controlador I_R , para lo cual se requiere la corriente de cortocircuito de cada panel y el número de paneles N .

$$I_R = I_{SC} * N [A] \quad \text{Ecu. 1.22}$$

$$I_R = 1,25 \frac{P_N * N}{V} [A] \quad \text{Ecu. 1.23}$$

Dónde:

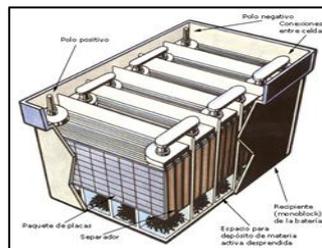
I_{SC} = corriente de cortocircuito (Amperios)

v = voltaje nominal del sistema fotovoltaico (voltios)

1.4.2.2 Baterías

Se denomina batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad, como se ve en la figura. Cada celda consta de un electrodo positivo, o ánodo y un electrodo negativo, o cátodo y electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos.

FIGURA 1.15: Baterías del tipo plomo acido



Fuente: <http://www.regenbat.com/medidas-regenbat-regeneracion-baterias.php>

Autor: Postulante.

1.4.2.2.1 Dimensionamiento del acumulador

Según **MORO VALLINA Miguel (primera edición 2010)** los tipos de baterías más utilizados son las de plomo- acido, relativamente baratas y capaces de cargarse con corrientes eléctricas de muy diversa intensidad.

Sus capacidades pueden ser muy variables, dependiendo de la magnitud de instalación y las necesidades de consumo; existen baterías capaces de almacenar entre 0,1 y 100 Kwh. Suelen elegirse la capacidad nominal de la batería que proporcione entre tres y ocho veces la energía consumida por la carga durante 1 día o ciclo de utilización.

Para una instalación aislada debemos conocer el consumo diario y debemos establecer la autonomía deberá tener la instalación, es decir, cuantos días podrá funcionar en ausencia total de generación eléctrica, también debemos tener en cuenta la profundidad de descarga máxima (*PdD*) a la que se someterá la batería. A partir de todos estos datos emplearemos las siguientes ecuaciones:

$$n_B = 100\% - K_b \quad \text{Ecu. 1.24}$$

$$Q_M = \frac{E_T}{n_B} \left[\frac{Wh}{dia} \right] \quad \text{Ecu. 1.25}$$

$$C_{DA} = \frac{Q_M}{V} \left[\frac{Ah}{dia} \right] \quad \text{Ecu. 1.26}$$

$$C_{TB} = \frac{C_{DA} * D_A}{PdD} [Ah] \quad \text{Ecu. 1.27}$$

$$N_B = \frac{C_{TB}}{CB_{USAR}} \quad \text{Ecu. 1.28}$$

Dónde:

K_b = Coeficiente de pérdidas debidas al rendimiento del acumulador.

n_B = rendimiento de la batería.

Q_M = energía diaria de acumulación requerida. $\left[\frac{Wh}{dia} \right]$

C_{DA} = capacidad diaria de acumulación. $\left[\frac{Ah}{dia} \right]$

C_{TB} = la capacidad total de la batería. [Ah]

N_B = número de baterías.

1.4.2.3 Inversores

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Los inversores se utilizan en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para

computadoras, hasta aplicaciones industriales para controlar alta potencia. Los inversores también se utilizan para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc., en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.

Según **FERNANDEZ SALGADO José María (primera edición 2010)**. Un inversor simple consta de un oscilador que controla a un transistor, el cual se utiliza para interrumpir la corriente entrante y generar una onda rectangular. Esta onda rectangular alimenta a un transformador que suaviza su forma, haciéndola parecer un poco más una onda sinodal y produciendo el voltaje de salida necesario.

1.4.2.3.1 Dimensionamiento del Inversor.

La potencia nominal del inversor $P_{inversor}$ debe ser igual a la potencia P_{TAC} de la carga instalada en AC más un 25%.

$$P_{inversor} = 1,25 * P_{TAC}[Watt] \quad \text{Ecu. 1.29}$$

1.4.2.4 Dimensionamiento de los Conductores.

La longitud de los conductores entre los componentes del sistema debe realizarse lo más corta posible para minimizar las caídas de voltaje. Debe cumplir los valores de la Tabla 1.7.

Tabla 1.7: Caídas de tensión de los conductores entre componentes.

COMPONENTES	% DE CAÍDA
Generador – Controlador	< 3%
Baterías – Controlador	< 1%
Controlador – Cargas	< 5%

Fuente: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2252/1/CD-2992.pdf>.

Autor: Postulante.

Para calcular el calibre del conductor, sea en mm^2 o AWG, se utiliza la fórmula de caída de voltaje:

$$\Delta V = R * L * I \quad \text{Ecu. 1.30}$$

Dónde:

ΔV = Caída de voltaje entre los extremos de los conductores.

R = Resistencia del conductor en $[\Omega / m]$.

L = Longitud entre componentes en $[m]$.

I = Corriente $[A]$.

Se selecciona el calibre del conductor en base a la corriente que circula por él.

$$I_{inversor} = \frac{P_{carga AC}}{V_{Bateria}} \quad \text{Ecu. 1.31}$$

$$I_{carga AC} = \frac{P_{carga AC}}{V_{AC}} \quad \text{Ecu. 1.32}$$

Dónde:

$P_{carga AC}$ = potencia de carga en AC (vatios)

$V_{Bateria}$ = voltaje nominal de la batería. (Voltios)

V_{AC} = voltaje de la carga en AC. (Voltios)

1.4.2.4.1 Conductores AWG normalizados.

Un conductor puede estar formado por uno o varios hilos, siendo unifilar o multifilar, cableado o tranzado. Cuando el conductor en cableado puede ser normal, flexible o extra flexible, de acuerdo al grado de flexibilidad que se le da al número de hilos delgados que lo componen (en medida que aumenta el número aumenta la propiedad).

Los conductores de un solo hilo se denominan sólidos y se utilizan hasta en n° 10 AWG en instalaciones residenciales, comerciales o de oficinas. Para calibres mayores se emplean cableados, para facilitar el manejo en el proceso de instalación. De acuerdo a la corriente de circulación que requiere se selecciona el calibre del conductor como se ve según la siguiente tabla 1.8 y 1.9.

Tabla 1.8: Tabla de valores según Electrocables.

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AWG			
Calibre	T-TW(60°C)	THW-THWN-TTV(75°C)	V-MI(90°C)
14	15A	15A	25A
12	20A	20A	25A
10	30A	30A	40A
8	40A	45A	50A
6	55A	65A	70A
4	70A	85A	90A
0	125A	150A	155A
0	145A	170A	185A
0	165A	200A	210A
0	195A	230A	235A

Fuente: <http://autodesarrolloelectricidadpractica.blogspot.com/2011/05/continuacion.html>

Autor: Postulante.

Tabla 1.9: Valores normalizados cables A.W.G

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Kg. Por Km.	Resistencia(O/Km.)
000	10,4	85,3		0,197
00	9,226	67,43		0,252
0	8,252	53,48		0,317
1	7,348	42,41	375	1,4
2	6,544	33,63	295	1,5
3	5,827	26,67	237	1,63
4	5,189	21,15	188	0,8
5	4,621	16,77	149	1,01
6	4,115	13,3	118	1,27
7	3,665	10,55	94	1,7
8	3,264	8,36	74	2,03
9	2,906	6,63	58,9	2,56
10	2,588	5,26	46,8	3,23
11	2,305	4,17	32,1	4,07
12	2,053	3,31	29,4	5,13
13	1,828	2,63	23,3	6,49
14	1,628	2,08	18,5	8,17

Fuente: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/tabla.htm>

Autor: Postulante.

1.4.3 Aplicaciones del sistema híbrido

1.4.4 Sistemas centralizados conectados a la red

Los sistemas fotovoltaicos y eólicos conectados a la red son una alternativa prometedora en el futuro de las energías renovables. En estos sistemas, la energía obtenida no se almacena sino que se provee directamente a la red eléctrica comercial. Esto implica por una parte que el banco de baterías ya no es necesario y, por otra, que se necesita de un equipo especial para adaptar la energía producida por los paneles y los aerogeneradores a la energía de la red. Se instalan en zonas que disponen de red eléctrica y su función es producir electricidad para venderla a la compañía eléctrica.

1.4.5 Sistemas centralizados aislados de la red

Se emplean en lugares con acceso complicado a la red eléctrica y en los que resulta más fácil y económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea de enganche a la red eléctrica general. Estos sistemas los podemos encontrar, por ejemplo, en:

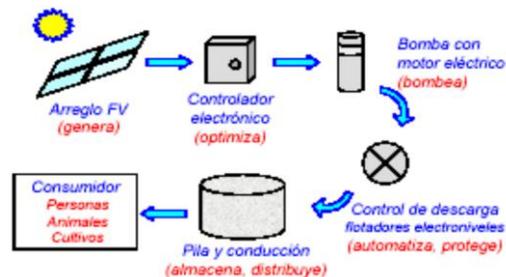
- Zonas rurales aisladas.
- Áreas de países en vías de desarrollo sin conexión a red.
- Iluminación de áreas aisladas y carreteras.
- Sistemas de comunicación (repetidores de señal, boyas, balizas de señalización, SOS en carreteras y autopistas).
- Sistemas de bombeo de agua.
- Suministro eléctrico en yates.
- Cercos eléctricos para ganadería o seguridad.

1.4.5.1 Sistema de bombeo de agua con energía fotovoltaico

Según **ROCHÍN GARCÉS Jaime, ORTIZ GURROLA Simón y ELLIS SALDAÑA Abraham**) “ENERGÍA SOLAR PARA BOMBEO DE AGUA” Los sistemas solares de bombeo pueden satisfacer un amplio rango de necesidades que

van desde 1,000 litros diarios para abreviar pequeños ganados o para consumo humano, hasta 50,000 litros diarios para abreviar ganados más grandes e irrigar pequeñas parcelas, un ejemplo muestra en la figura 1.16. Su costo inicial es alto comparado con sistemas de bombeo a base de motores de combustión.

FIGURA 1.16: Componentes y operación de un sistema fotovoltaico de bombeo.



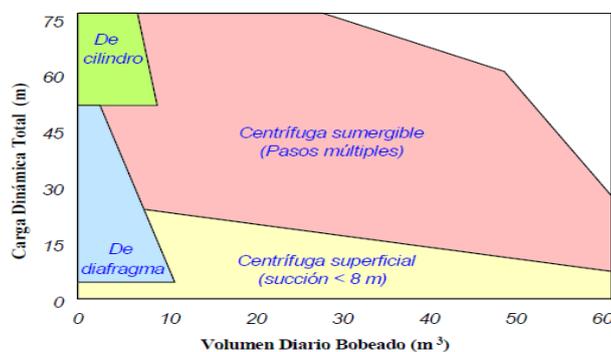
Fuente: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rochin-SolarBombeo.pdf>

Autor: Postulante.

1.4.5.1.1 Selección de la bomba

Cada fabricante ofrece varios modelos de bombas y cada una tiene un rango óptimo de operación. El proceso de selección de la bomba se complica debido a la gran variedad de marcas disponibles. La Figura 1.17 indica a grandes rasgos el tipo de bomba que se recomienda según la carga dinámica total del sistema de bombeo y el volumen de agua que se requiere. En cada caso particular, es necesario consultar las recomendaciones de los fabricantes.

FIGURA 1.17: Altura dinámica total y el volumen diario requerido según tipo de bomba recomendado.



Fuente: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Rochin-SolarBombeo.pdf>

Autor: Postulante.

Un **sistema FV de bombeo** es similar a los sistemas convencionales excepto por la fuente de potencia. Su operación no es compleja, como se muestra en la Figura. Los componentes principales que lo constituyen son: un arreglo de módulos FV, una unidad de control o controlador electrónico, un motor acoplado a una bomba y un tanque de almacenamiento.

Las necesidades de agua para consumo humano y de animales requieren del uso de un **tanque de almacenamiento**. Se recomienda almacenar el agua para tres días de reserva. Almacenar agua en tanques es mucho más económico que almacenar energía en baterías. Después de algunos años de uso, las baterías necesitan reemplazarse, mientras que la vida útil de un tanque de almacenamiento bien construido es de varias décadas. En general no se recomienda utilizar baterías en los sistemas solares de bombeo.

1.4.5.1.2 Bomba hidráulica

La bomba es una máquina que absorbe energía mecánica que puede provenir de un motor eléctrico, térmico, etc., y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica la cual permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

El proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas:

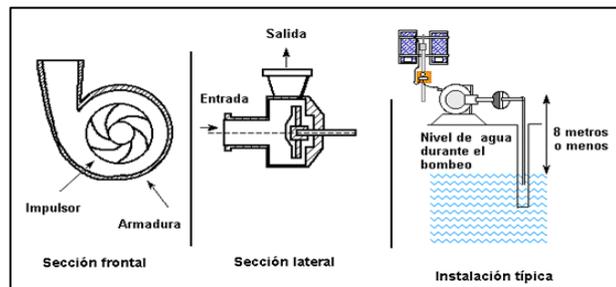
Aspiración.- Al comunicarse la energía mecánica a la bomba, esta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba como el depósito de fluido se encuentra sometido a presión atmosférica, entonces se encuentra una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso hidráulico hacia la entrada.

Descarga.- al entrar fluido en la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y asegura por la forma constructiva de rotación que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra el espacio disponible, consiguiendo así la descarga.

1.4.5.1.3 Bombas centrífugas

Una bomba centrífuga es un dispositivo constituido por un conjunto de paletas rotatorias perfectamente encajadas dentro de una cubierta metálica (voluta), de manera que son capaces de impulsar al líquido que esté contenido dentro de la cubierta, gracias a la fuerza centrífuga que se genera cuando giran las paletas del rodete.

FIGURA 1.18: Esquema de una bomba centrífuga superficial



Fuente: Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía FV.

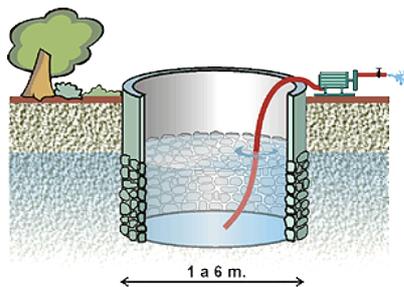
Autor: Postulante.

1.4.5.1.4 Captación del agua subterránea

El agua subterránea se capta principalmente a través de pozos verticales, que son los más difundidos a nivel mundial y a través de pozos horizontales como galerías filtrantes y zanjas de drenaje.

Un pozo, es una obra compleja, que se proyecta y se construye para obtener agua subterránea de un acuífero, con el objetivo de satisfacer una demanda determinada.

FIGURA 1.19: Captación del agua subterránea.



Fuente: <http://www.cebra.com.uy/pres/adjuntos/2012/11/Manual-de-agua-subterranea-bajo.pdf>

Autor: Postulante.

Aguas subterráneas.- Es el agua que se aloja y circula en el subsuelo, conformando los acuíferos. La fuente de aporte principal es el agua de lluvia, mediante el proceso de infiltración.

Otras fuentes de alimentación localizada pueden ser los ríos, arroyos, lagos y lagunas. El agua subterránea se sitúa por debajo del nivel freático y está saturando completamente los poros y/o fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de vertientes o manantiales.

Clasificación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas pueden dividirse en varias clases atendiendo a distintos factores: origen, condiciones de yacimientos, propiedades hidráulicas, composición química, etc. Atendiendo a las condiciones de yacimiento, se distinguen cuatro tipos principales de aguas subterráneas.

Aguas suspendidas.- son los subterráneos que yacen a escasa profundidad bajo la superficie de la tierra, en la zona de aeración. Se hallan por encima de las freáticas, allí donde se verifica la infiltración de las precipitaciones atmosféricas, siendo, además limitada su extensión.

Aguas freáticas.- son sumamente difundidas. Son aguas del primer horizonte acuífero que descansa sobre la primera capa impermeable más o menos continua. Pueden acumularse tanto en las rocas sueltas porosas como en las rocas duras agrietadas, la zona de alimentación coincide con la de su disfunción.

Aguas confinadas.- se diferencian de las anteriores solo por el hecho de hallarse confinadas entre dos capas impermeables continuas. Son difundidas en regiones de topografía accidentada.

Aguas artesianas.- se originan bajo condiciones estructurales favorables. La mayoría de las veces se encuentran en los pliegues sinclinales y monoclinales de las capas de rocas.

1.4.6 Ventajas y desventajas de los sistemas híbridos

Ventajas

- La generación eólica no produce gases ni residuos.
- Cada Kwh de electricidad generada por el viento evita que se contamine 1Kg de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera.
- Es inagotable mientras exista el sol y la atmósfera, continuará existiendo el viento.
- La instalación es rápida no mayor a 3 meses.
- No destruye la naturaleza y el suelo para la agricultura.

Desventajas

- Produce contaminación acústica, se están construyendo nuevos diseños para evitar.
- Produce la muerte de aves debido a la rotación de las aspas.
- Según el sector de ubicación es importante poner un complemento para períodos de poco viento.
- Requiere de planicies y cima de montaña.
- Puede atraer humanos a lugares que no antes no tenían su presencia afectando a la biodiversidad.

1.5 Datos generales de la parroquia "TOACASO"

Cotopaxi, es una de las 24 provincias de la República del Ecuador, localizada en la región sierra del país, al centro-norte del país. Tiene como capital a la ciudad de Latacunga, y está integrada por siete cantones, once parroquias urbanas y 38 parroquias rurales de entre ellos tenemos la parroquia Toacaso.

Clima

Existen climas muy diversos desde el templado hasta el gélido en las cumbres de los Ilinizas. Predomina el frío, especialmente en los páramos de la parroquia. Se

ubica entre los 3.000 (Cuicuno Chico y riveras del Río Pumacunchi y 4.800 msnm (inicio de la parte seca y hielo de lo Ilinizas). La temperatura media en la zona es de 9 a 18°C, aunque existen temperaturas extremas en ciertas mañanas de los meses de noviembre, diciembre, febrero y agosto que llegó a menos 5°C en el año 2.005.

Población

La población actual de Toacaso es de aproximadamente 8.000 habitantes, el último censo arrojó una cifra de 7.591 pobladores sin incluir los populosos barrios de Chilla Buena Esperanza, Pintze Chico, Pintze Grande, Quinte Buena Esperanza, Quinte San Antonio, San Ignacio, una mayor parte de Wintza, San Bartolo y San Carlos. El índice de la población indígena es del orden del 35 %.

Organización sociopolítica

El núcleo organizativo es el ayllu conformado por padres, hijos, abuelos, bisabuelos, respetando el árbol genealógico. La autoridad formal es el Cabildo que comprende el Presidente, el Vicepresidente, el Secretario, el Tesorero, el Síndico y los vocales designados por la Asamblea General.

Economía

El pueblo Toacasense tiene una economía definida de producción agrícola y pecuaria para el auto-consumo y también para el mercado provincial y nacional. Otras actividades económicas están vinculadas a la artesanía y a la educación.

En la agricultura, los productos más importantes son: maíz, papas, cebada, cebolla, mellocos y los no tradicionales como las hortalizas se ha generalizado. Para el mercado provincial y nacional tienen la crianza de ovinos, porcinos, y bovinos.

El trabajo comunitario se lo realiza mediante mingas que además reproducen el espíritu comunitario y solidario del pueblo. En las últimas décadas se ha dado impulso a la producción orgánica, con varios proyectos desarrollados en las diferentes comunidades y por iniciativa propia de los agricultores convencidos, se ha logrado establecer varias unidades de producción orgánica, pequeñas fincas integrales, la producción ha permitido abastecer su dieta diaria.

1.5.1 Ubicación geográfica parroquia Toacaso

El territorio de Toacaso se encuentra ubicado en la parte Noroccidente del cantón Latacunga, en las faldas de los Ilinizas.

Los límites de la parroquia Toacaso son:

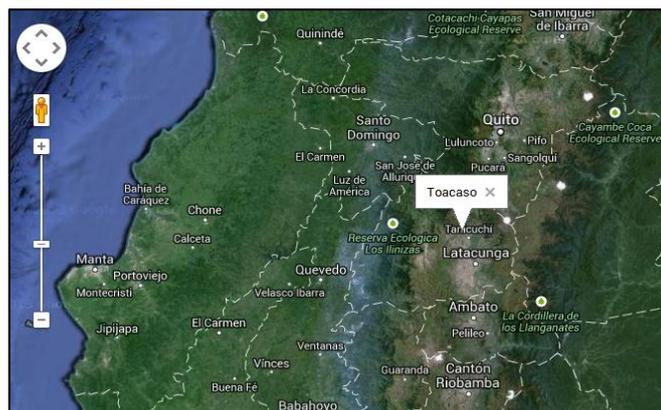
NORTE: Faldas del Iliniza Norte, desde el nacimiento del río Zarapullo y parte de la parroquia Pastocalle.

SUR: La parroquia Canchagua (Cantón Saquisilí) y parroquia Guaytacama (Cantón Latacunga).

ESTE: Parroquia Tanicuchí.

OESTE: El cantón Sigchos.

FIGURA 1.20: Ubicación geográfica de la parroquia Toacaso.



Fuente: http://www.geografiainfo.es/nombres_geograficos/name.php?uni=1382154

Autor: Postulante.

1.5.2 Sistema de Posicionamiento Global. (GPS satelital)

Google Sunearthtools es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital, que proporcionan posiciones en tres dimensiones, velocidad y tiempo, las 24 horas del día, en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas.

Este programa informático, proporcionó información sobre la posición en donde se encuentra el lugar de estudio, es decir facilitó los datos sobre la longitud, latitud y altura del lugar como se ve en la tabla 1.10.

FIGURA 1.21: Toma de datos con GPS satelital (longitud, altitud, altura)



Fuente: <http://www.sunearthtools.com/dp/tools/conversion.php?lang=es>

Autor: Postulante.

Tabla 1.10: Datos de GPS obtenidos en la villa totoras

UBICACIÓN	Ecuador, Cotopaxi, vía Sigchos
LATITUD	0,7463357 S
LONGITUD	78,7479454 W
ALTURA	3448 msnm

Fuente: <http://www.sunearthtools.com/dp/tools/conversion.php?lang=es>

Autor: Postulante.

CAPÍTULO II

2.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.2 Diseño de la investigación

2.2.1 Metodología

La investigación a realizarse estará orientada a un enfoque cualitativo y cuantitativo, por lo que se realizará una evaluación de la cantidad de vientos que circula, radiación solar existente dentro de la comunidad, con el propósito generar electricidad, poner en funcionamiento la bomba eléctrica y poder extraer agua subterránea para satisfacer la demanda.

2.2.2 Métodos de investigación

Método Analítico- Sintético

Esto permitirá comenzar con la observación de la estación meteorológica de la comunidad en este caso será la inspección de los datos adquiridos con los equipos, para evaluar los datos máximos y mínimos existentes en cada mes, luego se pasara a la descripción, representación y explicación de los niveles que pueden tener cada uno de los aspectos antes mencionados.

Método Hipotético – Deductivo

Permitirá conocer el proceso de manera general, para diseñar un sistema de generación híbrida que pueda satisfacer la demanda de acuerdo a los resultados obtenidos, métodos y técnicas expuestas.

2.2.3 Técnicas

Observación: Con esta técnica podemos ver el comportamiento de la naturaleza que se encuentra a nuestro alrededor que permitirá conocer de forma directa el lugar de la comunidad, la población involucrada en la investigación y las actividades que realizan diariamente.

Medición: La investigación se realizará con los instrumentos de medición meteorológicos para el desarrollo de la misma, esto nos permitirá tener un diagnóstico verdadero de dónde empezar el proceso del diseño e implementación, para poder partir de una serie de valores que indican el grado de radiación solar, velocidad y dirección del viento conocimiento previo, dichos valores nos ayudara en el dimensionamiento del sistema, lo que creamos conveniente implementar como parte del proceso para realización del proyecto. Además se utilizara el multímetro y voltímetro para determinar lo calculado.

2.2.4 Nivel de investigación

El nivel de investigación a la cual llega en la presente investigación es el experimental puesto que fue necesario conocer comportamiento de las energías renovables como los niveles de vientos y radiación solar de manera empírico de allí el requerimientos necesarios de tomar con exactitud los datos meteorológicos que tiene la zona para la generación energética en la villa totoras, de modo que el sistema hibrido pueda contribuir con la necesidad de extraer agua subterránea y abastecer los abrevaderos existentes.

2.2.5 Población y muestra

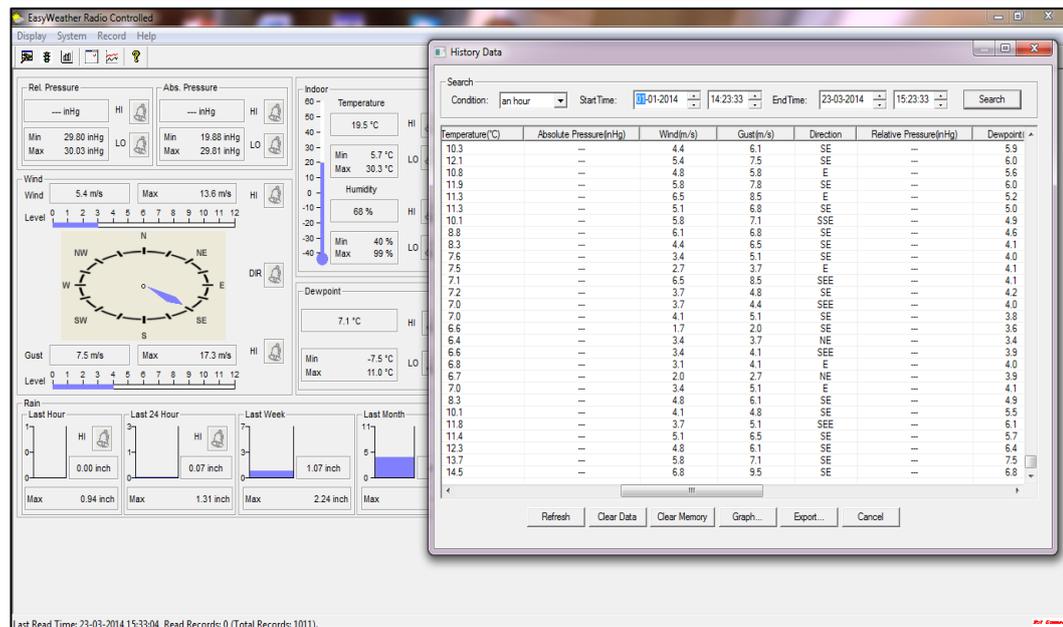
Por tratarse de un proyecto especial la población en este caso constituye es el beneficiario, dueño de la villa Totoras y las personas que laboran en la misma, quienes utilizarán este recurso en la comunidad de Wintza, mientras que no existe muestra debido a que el universo es muy reducido.

2.3 Instrumentos de recolección de datos.

2.3.1 Estación Meteorológica ANEMÓMETRO (Ambient Weather WS-2080).

Con la finalidad de realizar investigación experimental-tecnológica, se instaló la Estación Meteorológica en la comuna Wintza, para obtener las mediciones exactas y precisas, programadas para guardar en la memoria del sistema cada 15 minutos durante un mes, realizando una serie de mediciones planificadas y vigiladas como se puede ver en resumen en la figura 2.1.

FIGURA 2.1: Software de control del sistema de la estación meteorológica.



Fuente: Guangzhou HY Energy Technology Co., Ltd.

Realizado por: Wilson Tocte.

Para luego descargarle al PC mediante el software de la estación, pudiendo exportarse esta información a formato EXCEL, lo cual fue fundamental para analizar y discutir sobre el valor promedio de la velocidad del viento, la dirección predominante, lo cual ayudara a dimensionar un aerogenerador como una alternativa al mejor funcionamiento del sistema híbrido de generación eléctrica, como se verá a continuación en el desarrollo de este capítulo.

Al recolectar toda la información necesaria para nuestro proyecto se procedió al vaciado de datos y se realizó la elaboración de cuadros estadísticos y gráficos pertenecientes a cada uno de los meses como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1: Tabulación de datos de velocidad de viento y dirección del viento

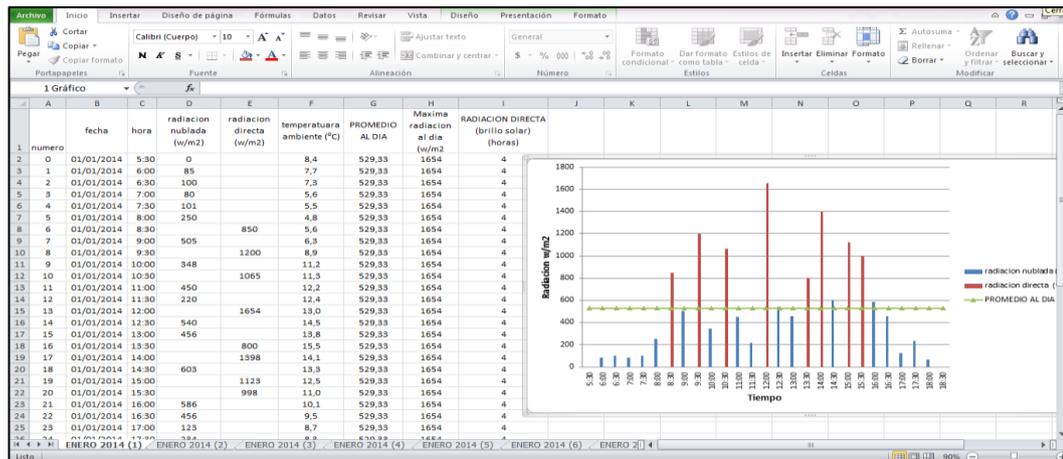
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
N°	Fecha y Hora	Intervalo	%Humedad int	Temperatura int	Humedad ext	Temperatura ext	Presion Abs	Velocidad del viento (m/s)	Rafaga de vientos	Dirección	Presion relat	Punto de rocío	Temperatura v	horas de presi	hora de presi
1	16/09/2013 0:29	30	66	13.8	98	6.6	---	7.8	8.8	S	---	6.3	-2.1	0.00	0.00
2	16/09/2013 0:59	30	66	13.6	98	6.5	---	8.5	9.2	SE	---	6.2	-2.8	0.00	0.00
3	16/09/2013 1:29	30	66	13.3	98	6.4	---	7.5	8.2	SE	---	6.1	-2.1	0.00	0.00
4	16/09/2013 1:59	30	66	13.1	98	6.3	---	7.1	8.2	SE	---	6.0	-1.8	0.00	0.00
5	16/09/2013 2:29	30	66	13.0	98	6.3	---	6.8	7.8	SE	---	6.0	-2.5	0.00	0.00
6	16/09/2013 2:59	30	66	12.8	97	6.4	---	6.1	7.8	SE	---	6.0	-1.7	0.00	0.00
7	16/09/2013 3:29	30	66	12.6	95	6.5	---	6.5	7.5	SE	---	5.8	-1.9	0.00	0.00
8	16/09/2013 3:59	30	67	12.5	98	6.2	---	5.1	6.5	SSE	---	5.9	-0.8	0.00	0.00
9	16/09/2013 4:29	30	67	12.3	98	6.2	---	5.8	7.8	SE	---	5.9	-1.6	0.00	0.00
10	16/09/2013 4:59	30	67	12.3	93	6.7	---	5.1	6.5	SE	---	5.7	-0.1	0.00	0.00
11	16/09/2013 5:29	30	67	12.2	88	7.1	---	7.1	7.8	SE	---	5.3	-0.7	0.00	0.00
12	16/09/2013 5:59	30	69	11.9	96	6.4	---	8.8	8.8	SE	---	5.8	-2.3	0.00	0.00
13	16/09/2013 6:29	30	69	11.9	91	7.0	---	7.1	7.8	SE	---	5.6	-0.9	0.00	0.00
14	16/09/2013 6:59	30	68	11.7	91	7.3	---	8.8	9.2	SE	---	5.9	-2.0	0.00	0.00
15	16/09/2013 7:29	30	68	11.5	88	7.8	---	7.8	8.5	SE	---	5.9	-0.5	0.00	0.00
16	16/09/2013 7:59	30	68	11.3	85	8.9	---	8.8	9.2	SEE	---	6.5	0.2	0.00	0.00
17	16/09/2013 8:29	30	68	11.2	83	8.9	---	8.8	10.2	SE	---	6.2	1.0	0.00	0.00
18	16/09/2013 8:59	30	72	11.4	79	9.5	---	9.8	10.5	SE	---	6.1	1.8	0.00	0.00
19	16/09/2013 9:29	30	68	11.8	69	11.7	---	9.2	10.2	SE	---	6.2	3.8	0.00	0.00
20	16/09/2013 9:59	30	69	11.7	72	11.3	---	10.2	11.2	SE	---	6.5	2.7	0.00	0.00
21	16/09/2013 10:29	30	69	11.5	68	12.2	---	10.9	11.9	SSE	---	6.5	3.6	0.00	0.00
22	16/09/2013 10:59	30	69	11.5	64	13.0	---	9.8	9.2	SE	---	6.4	5.8	0.00	0.00
23	16/09/2013 11:29	30	70	11.6	63	13.5	---	10.8	11.2	SE	---	6.6	5.9	0.00	0.00
24	16/09/2013 11:59	30	70	11.8	58	14.7	---	9.8	10.5	SE	---	6.5	8.1	0.00	0.00

Realizado por: Wilson Tocte.

2.3.2 Estación meteorológica PIRANÓMETRO (Solar Power Meter SP-216)

Con la finalidad de realizar investigación científica-tecnológica, se instaló la Estación Meteorológica piranómetro en la comuna Wintza, para obtener las mediciones exactas y precisas en el lugar, tomadas para guardar en la memoria del computador cada 30 minutos, realizando una serie de mediciones planificadas y vigiladas donde se registró la fecha y hora al momento de tomar cada uno de los datos. Unas veces adquiridas los datos realizamos proyecciones mediante curvas de regresión, es decir pudimos ejecutar tabulaciones de una cierta cantidad de datos de radiación existentes como radiación directa, nublada, difusa, temperatura y las horas a plena luz solar, como se puede observar a continuación en la figura 2.2 que muestra lo mencionado.

FIGURA 2.2: Registro de datos en Microsoft Excel



Realizado por: Wilson Tocte.

2.4 Estudio solar en la zona

Análisis de los resultados de la medición, los siguientes datos representan la radiación solar registrados en la comunidad Wintza (Villa Totoras), como se muestra en la tabla 2.2.

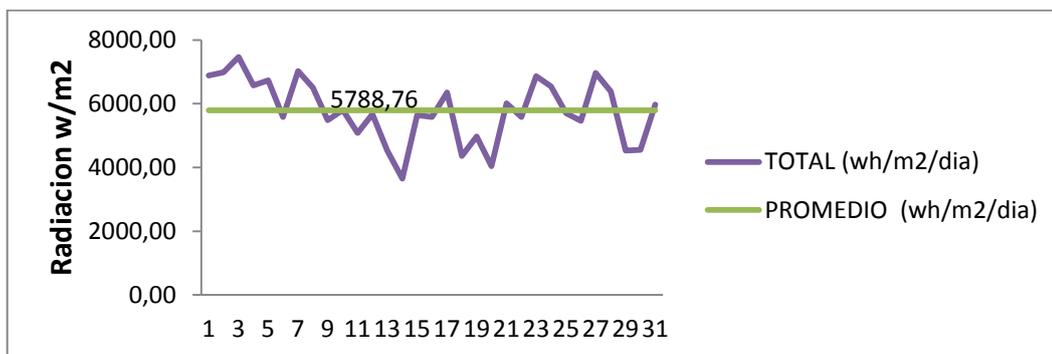
Tabla 2.2: Datos del mes de Enero del 2014

Fecha	Radiación directa (horas)	temperatura ambiente (°C)	Promedio (wh/m2/día)
01/01/2014	4,5	9,8	6881,33
02/01/2014	4,5	9,8	6983,41
03/01/2014	6	13,1	7466,81
04/01/2014	3	10,4	6574,63
05/01/2014	4,5	9,7	6730,63
06/01/2014	2,5	9,1	5584,7
07/01/2014	4	8,5	7023,37
08/01/2014	4,5	8,3	6500,96
09/01/2014	5	8,6	5481,19
10/01/2014	5	8,5	5801,37
11/01/2014	5,5	9,3	5076,26
12/01/2014	7	10	5666,61
13/01/2014	3	9,3	4526,41
14/01/2014	4,5	8,7	3651,56
15/01/2014	5	10,3	5644,89
16/01/2014	6	10,2	5583,74

17/01/2014	5,5	10,4	6357
18/01/2014	4	9,6	4361,74
19/01/2014	4,5	9,3	4968,41
20/01/2014	2,5	8,5	4037,7
22/01/2014	6	9,4	5577,48
23/01/2014	6,6	9,6	6863,04
24/01/2014	4,5	10,1	6539
25/01/2014	3,5	9,5	5701,22
26/01/2014	3,5	9	5457,11
27/01/2014	4	10,6	6963,19
28/01/2014	5	9,6	6385,89
29/01/2014	3	10,8	4524,96
30/01/2014	3,5	9,3	4550,48
31/01/2014	4,5	10,5	5974,22
promedio	4,52	9,66 ⁰ C	5788,76

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.3: Promedio durante el mes de Enero.



Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis e interpretación

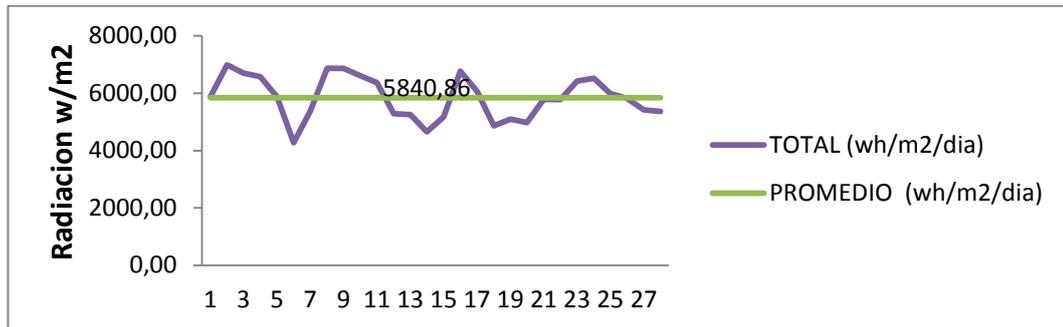
La siguiente tabla N° 2.2 muestran los valores tomados en uno de los días que representan, al promedios de radiación directa de 4,52 horas al mes, al promedio de temperatura en 9,66 en grados centígrados ; mientras que la figura N° 2.3 representan a un promedio total al mes de 5788,76 (Wh/m²/día) de radiación.

Tabla 2.3: Datos obtenidos durante el mes de Febrero del 2014.

fecha	Radiación directa (horas)	temperatura ambiente (°C)	Promedio (Wh/m2/día)
01/02/2014	4,5	9,8	5871,19
02/02/2014	4,5	9,8	6983,41
03/02/2014	6	13,1	6695,96
04/02/2014	3	10,4	6574,63
05/02/2014	4,5	9,7	5866,85
06/02/2014	2,5	9,1	4271,7
07/02/2014	4	8,5	5387,78
08/02/2014	4,5	8,3	6859,67
09/02/2014	5	8,6	6857,26
10/02/2014	5	8,5	6609,3
11/02/2014	5,5	9,3	6366,63
12/02/2014	7	10	5280,41
13/02/2014	3	9,3	5246,22
14/02/2014	4,5	8,7	4651,59
15/02/2014	5	10,3	5174,48
16/02/2014	6	10,2	6762,21
17/02/2014	5,5	10,4	6059,93
18/02/2014	4	9,6	4864,55
19/02/2014	4,5	9,3	5098,41
20/02/2014	2,5	8,5	4976,98
21/02/2014	5	9,7	5782,35
22/02/2014	6	9,4	5777,87
23/02/2014	6,6	9,6	6418,15
24/02/2014	4,5	10,1	6520,13
25/02/2014	3,5	9,5	5983,37
26/02/2014	3,5	9	5818,22
27/02/2014	4	10,6	5420,04
28/02/2014	5	9,6	5364,67
Promedio	4,61	9,6	5840,86

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2. 12: Promedio durante el mes de Febrero



Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis e interpretación

La siguiente tabla N° 2.3 muestran los valores tomadas en uno de los días que representan, al promedios de radiación directa de 4,61 horas al mes, a un promedio de temperatura en 9,60 en grados centígrados ; mientras que la figura N° 2.12 representan a un promedio total al mes de 5840,86 (Wh/m2/día) de radiación.

Para los estudios solares una vez obtenido los datos reales con equipos meteorológicos durante el mes de enero y febrero hemos comparado con los datos reales existentes en el sitio con los datos publicados en el atlas solar del ecuador con fines de generación eléctrica del concejo nacional de electricidad (CONELEC), estos valores se asemejan como se muestra en la siguiente tabla 2.4.

Tabla 2.4: Insolación global anual promedio (CONELEC) para la zona de Cotopaxi.

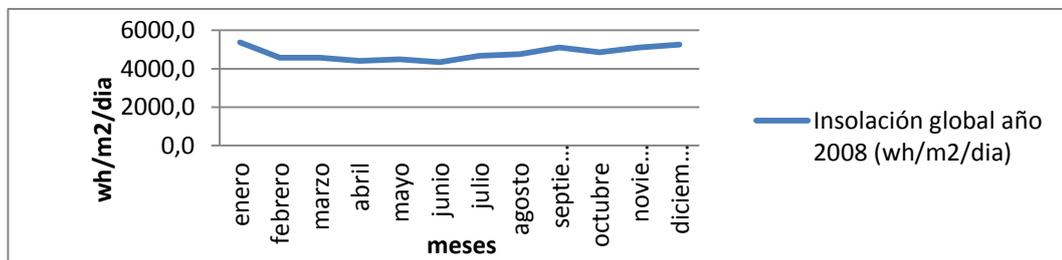
Insolación global (Wh/m ² /día)	
Enero	5369,15
Febrero	4575,00
Marzo	4575,00
Abril	4400,00
Mayo	4487,50
Junio	4337,50

Julio	4670,00
Agosto	4750,00
Septiembre	5100,00
Octubre	4850,00
Noviembre	5100,00
Diciembre	5255,00

Fuente: Concejo Nacional de Electricidad (CONELEC) 2008

Realizado por: Wilson Tocte.

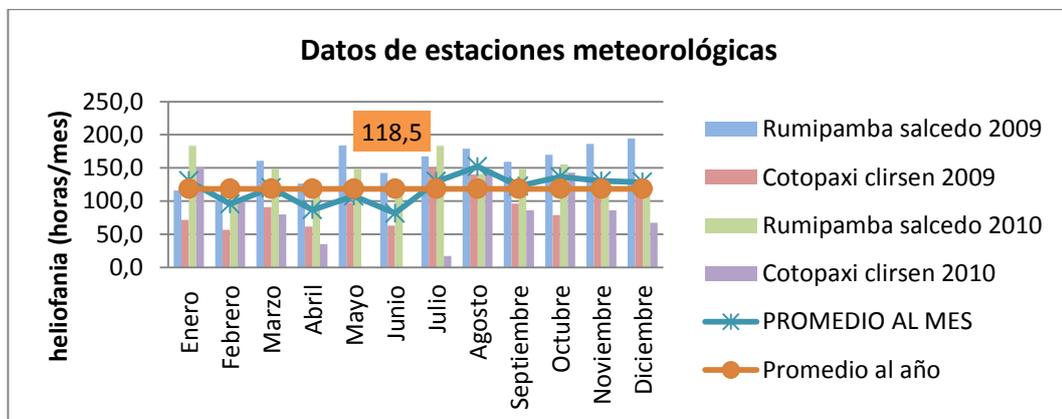
FIGURA 2.4: Insolación global



Realizado por: Wilson Tocte.

Como otra fuente hemos tomado datos publicados del INAMHI, en las estaciones meteorológicas más cercanas en la provincia de Cotopaxi como son Rumipamba Salcedo, Cotopaxi Clirsen, correspondientes al año 2009 y 2010 que publican los datos de heliofania mensual y anual requerido para el análisis, los datos de las mediciones de los anuarios se pueden ver en el anexo D (1/1).

FIGURA 2.5: Promedio de heliofania de estaciones en Cotopaxi (2009; 2010).



Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis e interpretación

En la figura 2.5, se puede observar los promedios mensuales y anuales de horas de brillo solar en las estaciones meteorológicas de Cotopaxi dando como resultado que en cada uno de los meses varían de entre 81 a 152 horas de pleno luz solar al mes, como promedio al año tendríamos 118,5 horas, se puede deducir que el número de horas a plena luz solar es bajo, estando en concordancia con la nubosidad que es en cambio elevada.

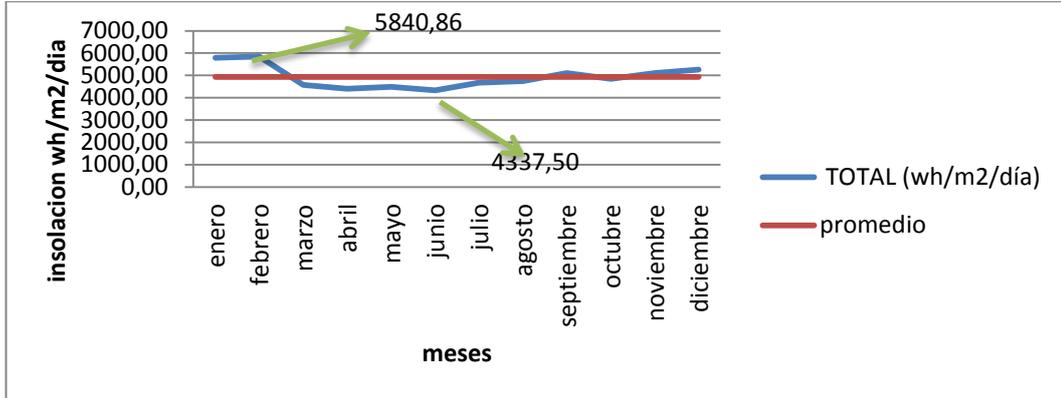
2.4.1 Promedio de radiación solar al año

Tabla 2.5: Promedio global de datos meteorológicos del año 2014.

Mes	Heliofania (brillo solar)	temperatura ambiente (°C)	promedio (Wh/m2/día)	Promedio (KWh/m2/mes)
enero	140,00	9,80	5788,76	179,45
febrero	100,90	9,70	5840,86	163,54
marzo	79,60	9,30	4575,00	141,83
abril	35,50	9,40	4400,00	132,00
mayo	130,50	9,00	4487,50	139,11
junio	121,50	7,90	4337,50	130,13
julio	137,00	8,00	4670,00	144,77
agosto	147,60	8,20	4750,00	147,25
septiembre	86,30	8,20	5100,00	153,00
octubre	142,70	7,80	4850,00	150,35
noviembre	86,10	8,00	5100,00	153,00
diciembre	67,20	8,90	5255,00	162,91
promedio	106,20	8,70	4929,55	149,78
Promedio anual (KWh/m2/año)				1797,33

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.6: Insolación total del año 2014 en la comuna Wintza.



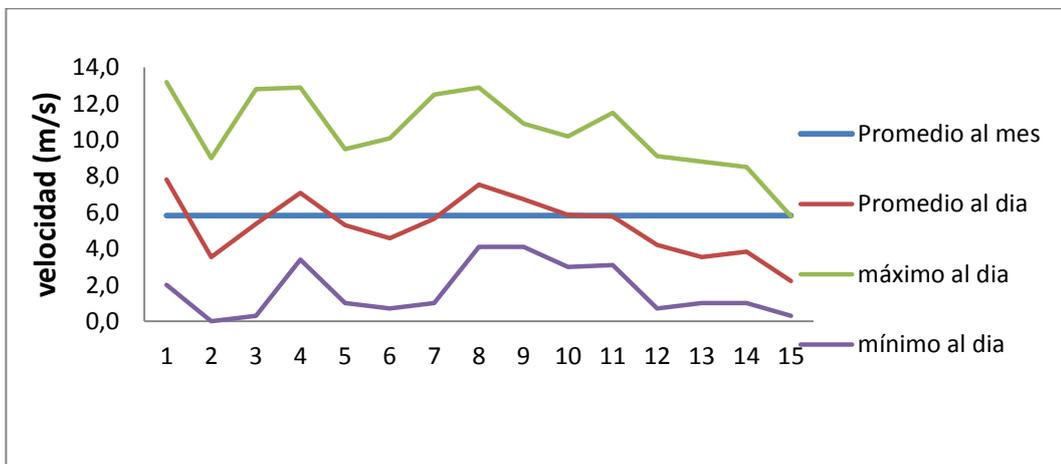
Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis e interpretación

En la tabla N° 2.5 representa un total de valores promedios correspondientes a cada uno de los meses donde tenemos; promedio de temperatura de 8,7 grados centígrados, horas de brillos solar de 106,2, mientras que en el figura 2.6 se puede observar que la insolación más alta es de 5840,86 (Wh/m2/día) que corresponde al mes de Febrero, el más bajo es de 4337 (Wh/m2/día) que corresponde al mes de Junio, dando como promedio al mes de 4929,55 Wh/m2/día de radiación solar existente en la zona.

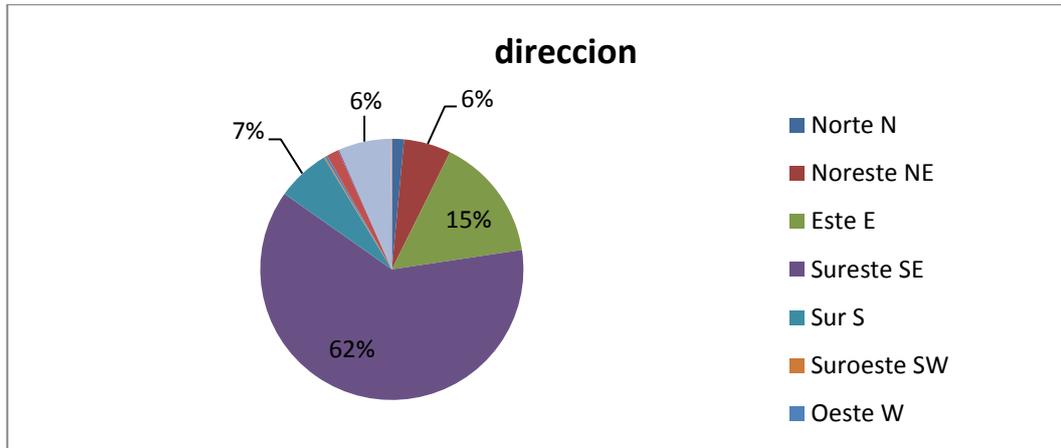
2.5 Estudio eólico en la zona

FIGURA 2.7: Velocidad de viento mes de SEPTIEMBRE del 2013



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.8: Dirección del viento

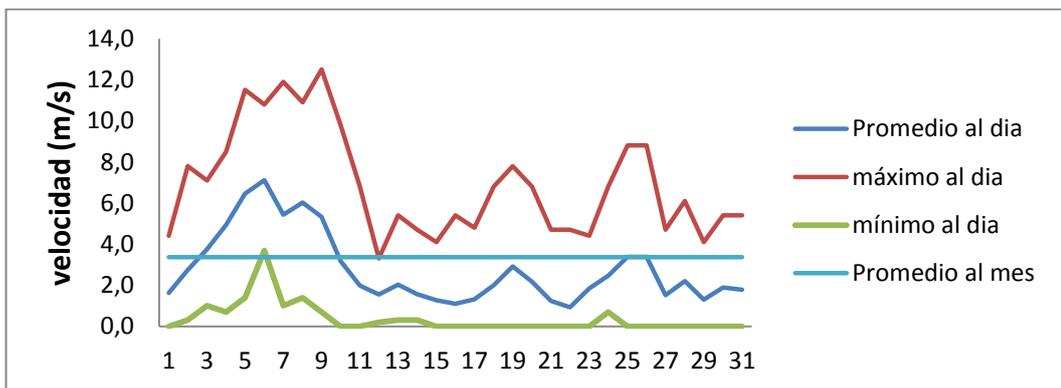


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

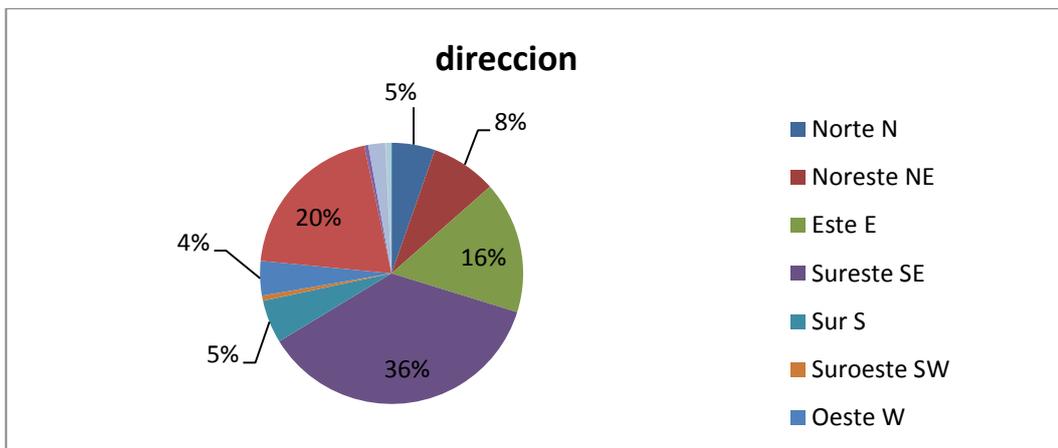
La siguiente figura N° 2.7 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio de 5,8 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Septiembre; mientras que la figura N° 2.8 representa la dirección predominante de viento que es de sureste (SE) en un porcentaje de 62%.

FIGURA 2.9: Velocidad de viento mes de OCTUBRE del 2013.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.10: Dirección del viento

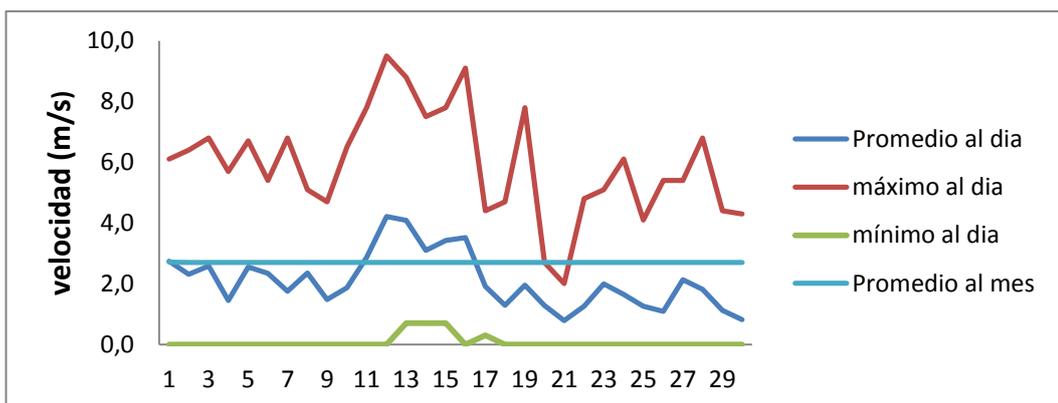


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

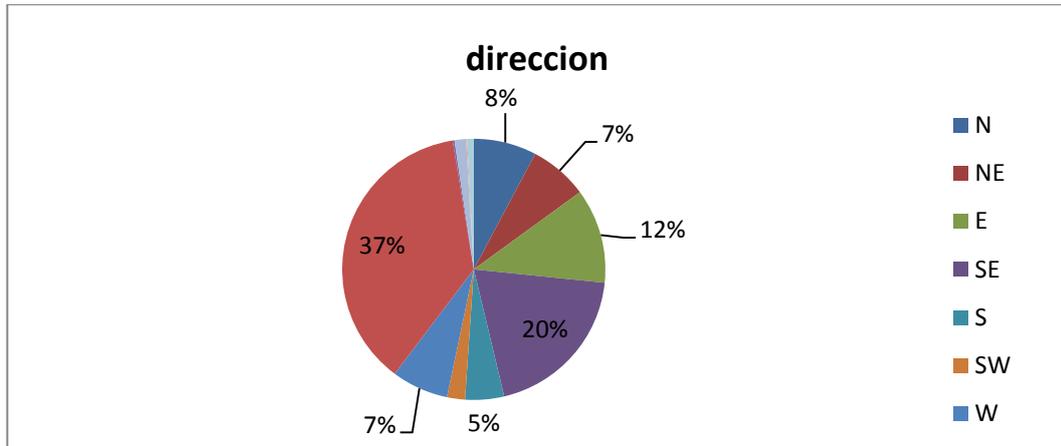
La siguiente figura N° 2.9 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,4 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Octubre; mientras que la figura N° 2.10 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 36%.

FIGURA 2.11: Velocidad de viento mes de NOVIEMBRE del 2013.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.12: Dirección del viento

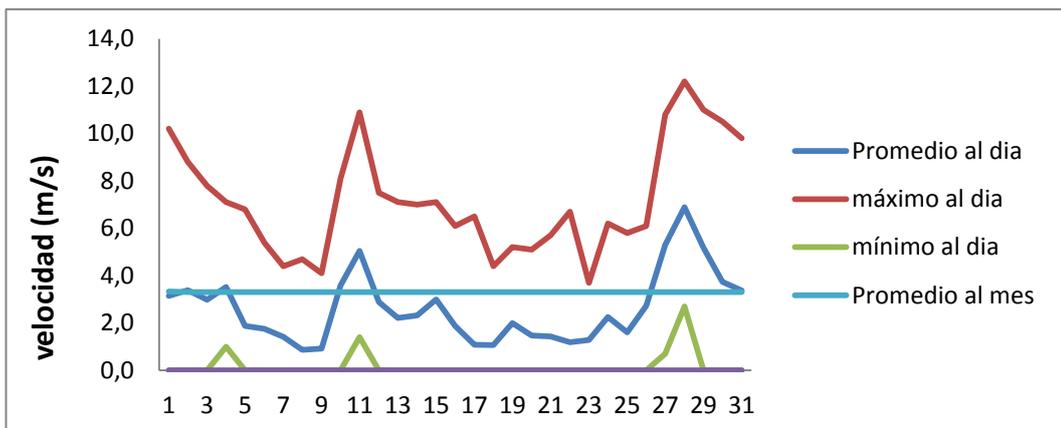


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

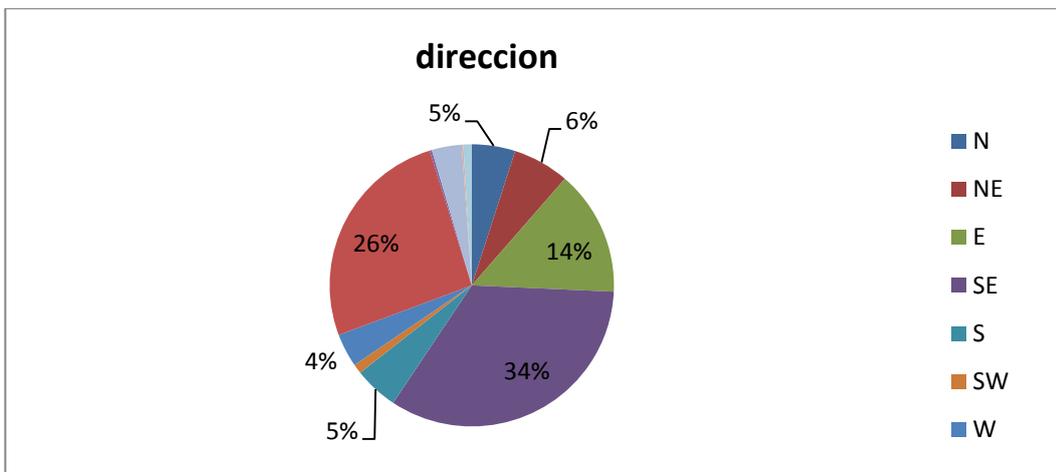
La siguiente figura N° 2.11 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 2,7 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Noviembre; mientras que la figura N° 2.12 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de noreste (NE) en un porcentaje de 37%.

FIGURA 2.13: Velocidad de viento mes de DICIEMBRE del 2013.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.14: Dirección del viento

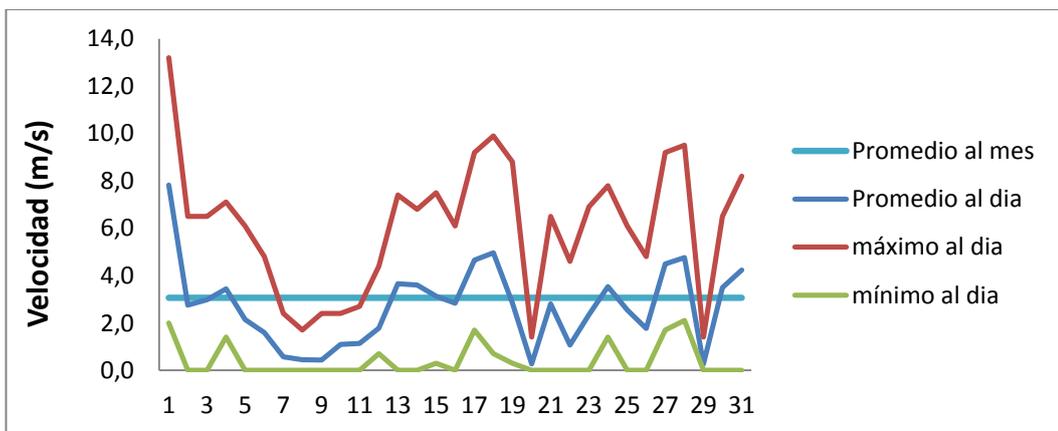


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

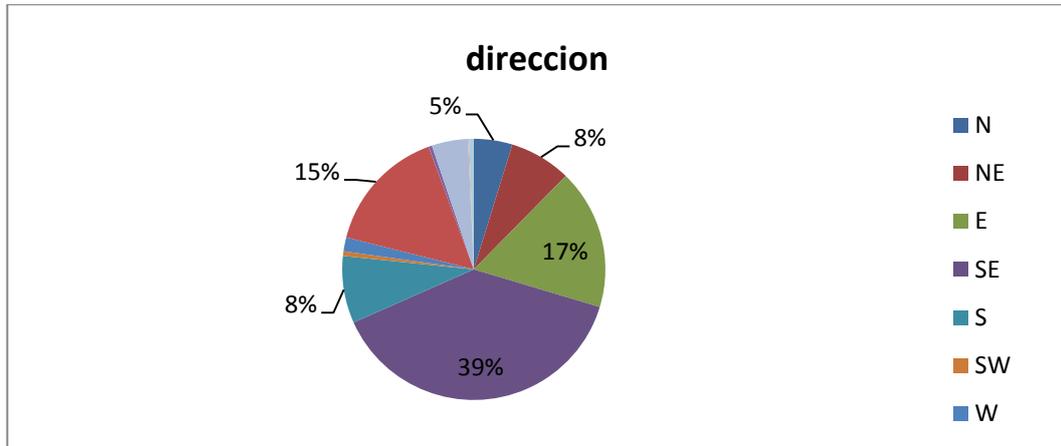
La siguiente figura N°2.13 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,4 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Diciembre; mientras que la figura N° 2.14 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 34%.

FIGURA 2.15: Velocidad de viento mes de ENERO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.16: Dirección del viento

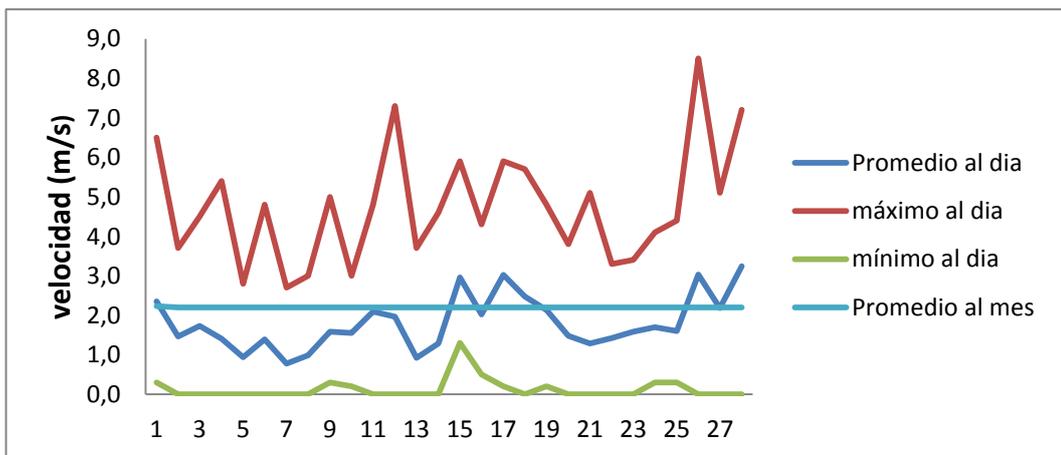


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

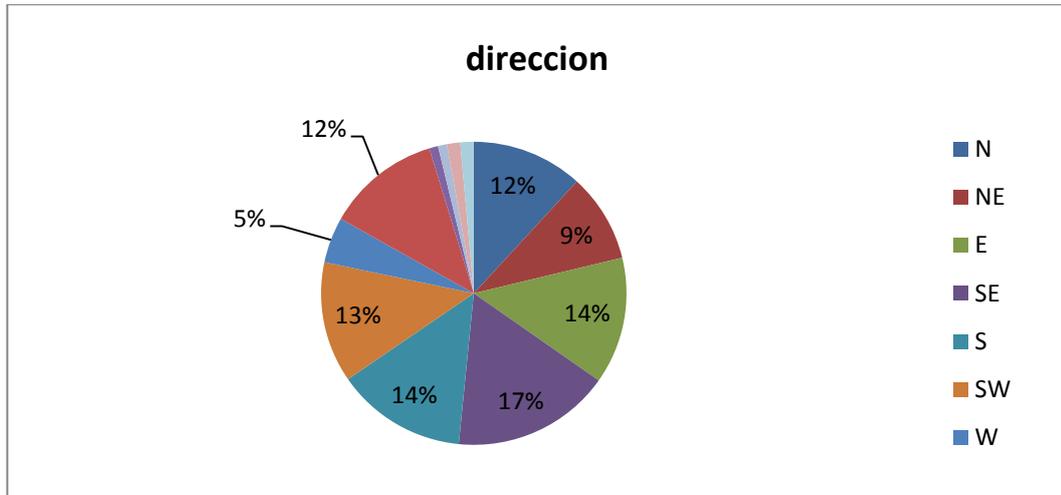
La siguiente figura N° 2.15 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,1 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Enero; mientras que la figura N° 2.16 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 39%.

FIGURA 2.17: Velocidad de viento mes de FEBRERO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.18: Dirección del viento.

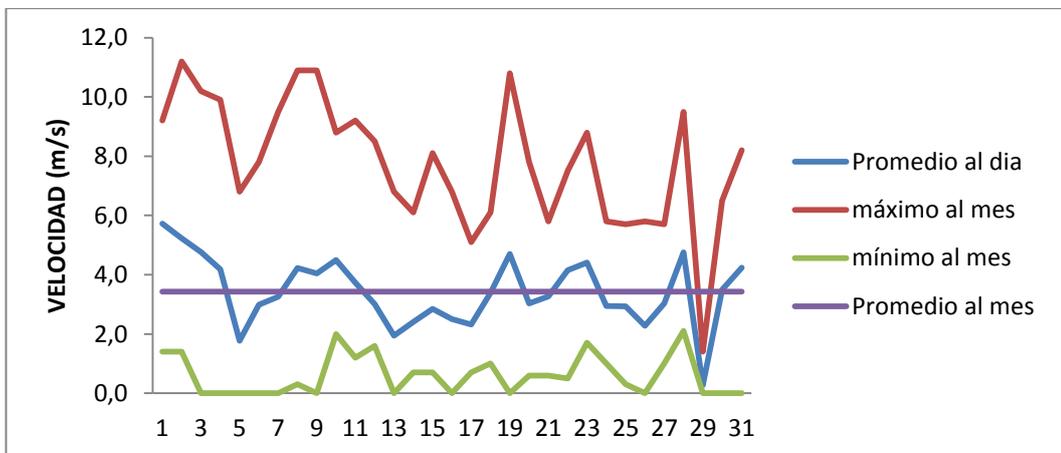


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

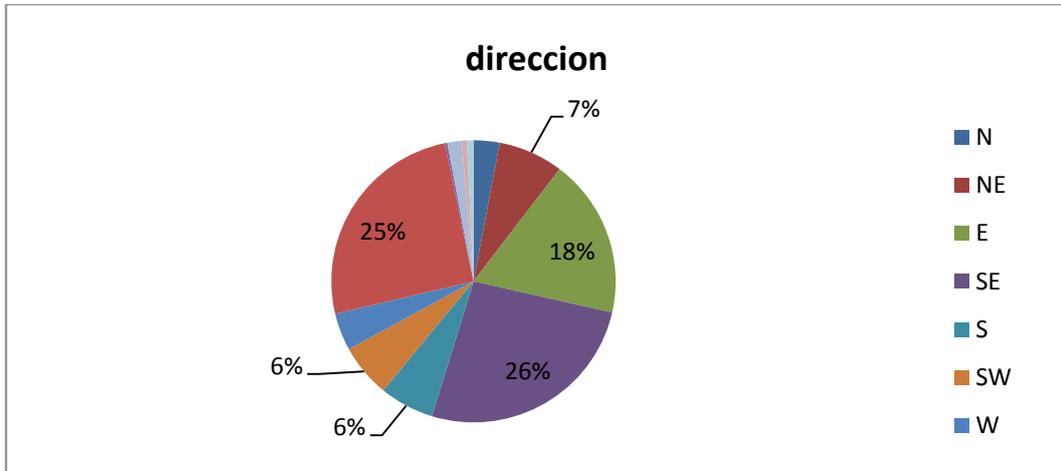
La siguiente figura N° 2.17 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 2,2 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Febrero; mientras que la figura N° 2.18 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 17%.

FIGURA 2.19: Velocidad de viento mes de MARZO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.20: Dirección del viento.

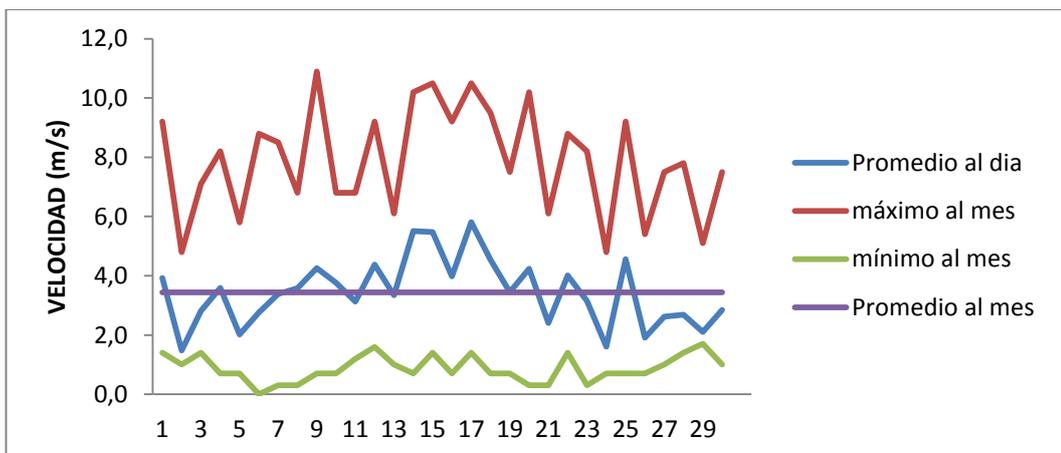


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

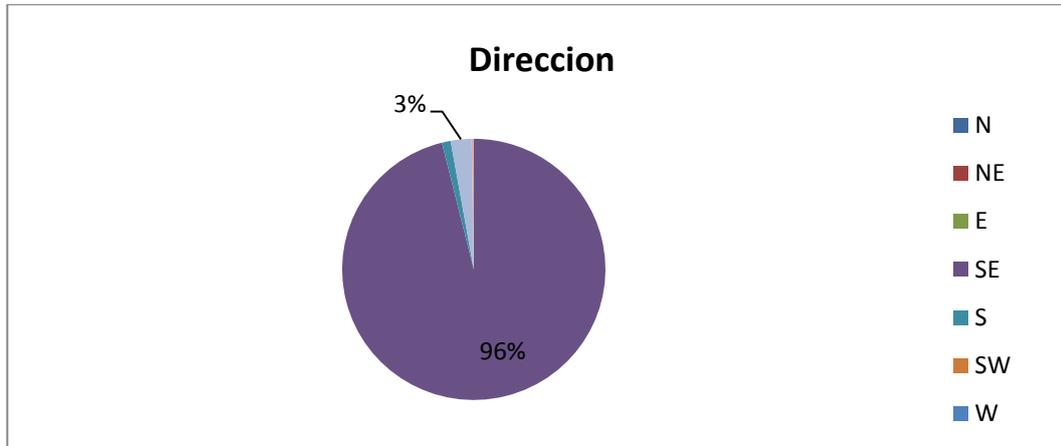
La siguiente figura N° 2.19 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 2,8 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Marzo; mientras que la figura N° 2.20 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 26%.

FIGURA 2.21: Velocidad de viento mes de ABRIL del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.22: Dirección del viento.

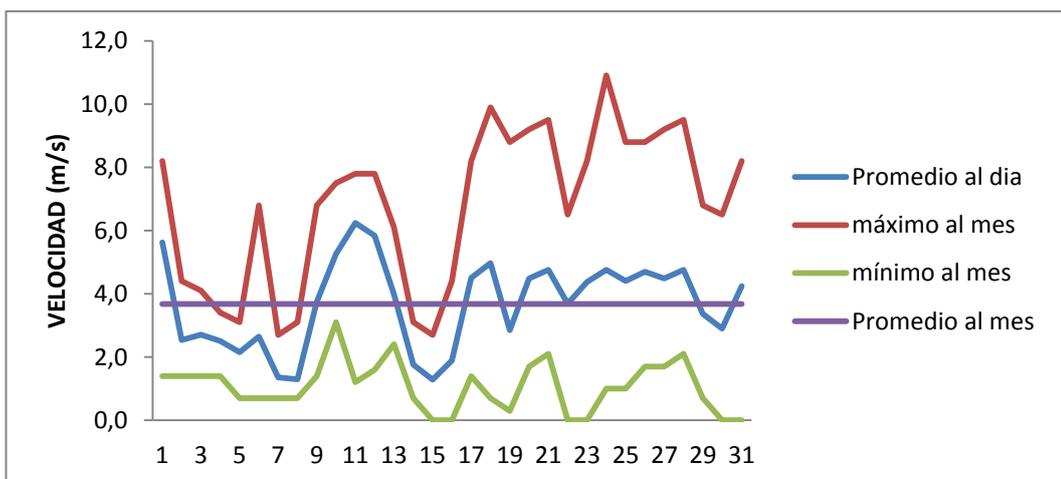


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

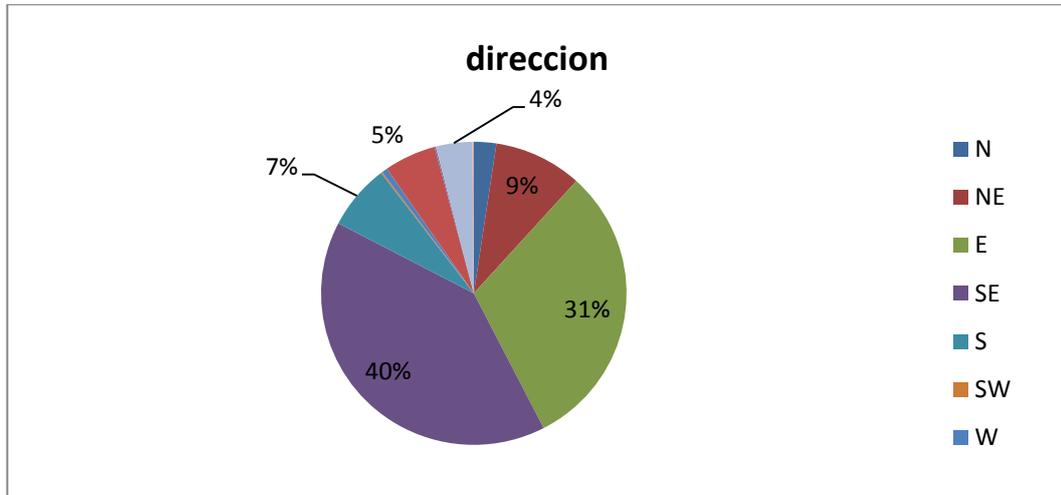
La siguiente figura N° 2.21 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,4 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Abril; mientras que la figura N° 2.22 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 96%.

FIGURA 2.23: Velocidad de viento mes de MAYO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.24: Dirección del viento.

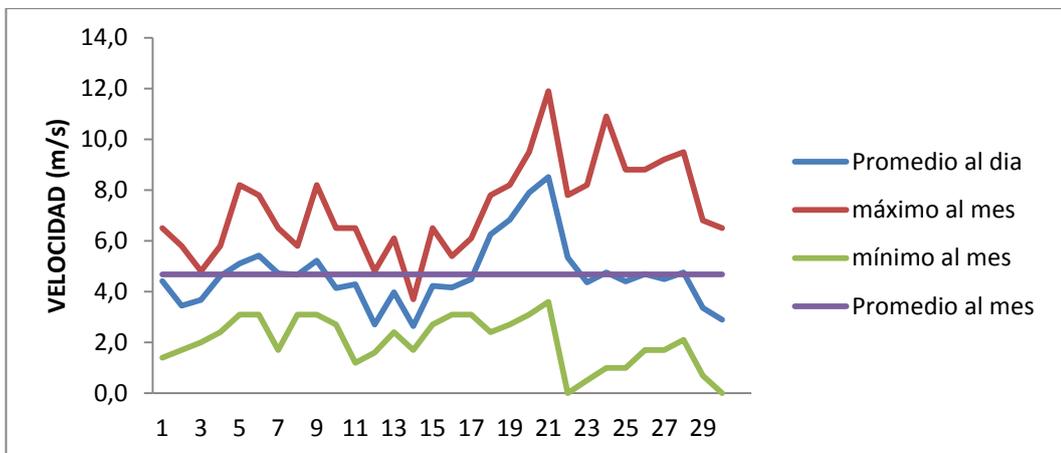


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

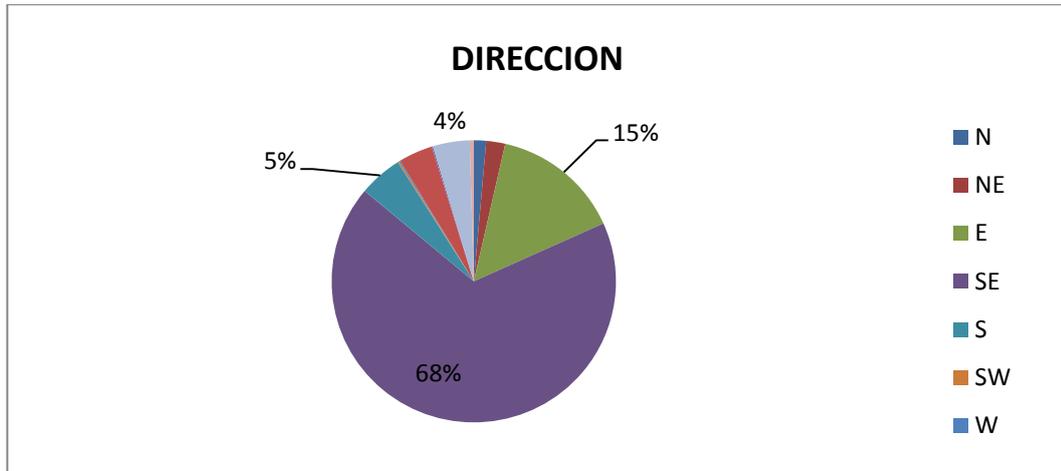
La siguiente figura N° 2.23 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,7 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Mayo; mientras que la figura N° 2.24 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 40%.

FIGURA 2.25: Velocidad de viento mes de JUNIO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte

FIGURA 2.26: Dirección del viento.

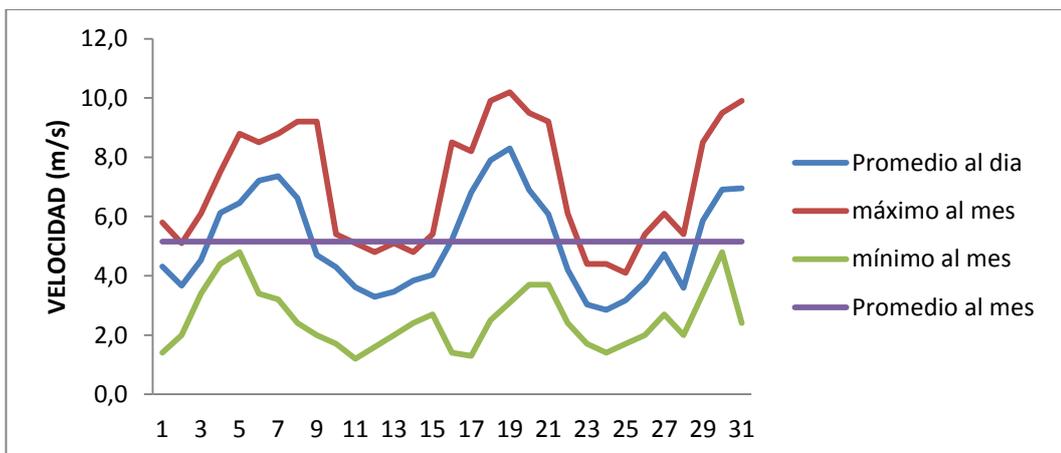


Realizado por: Wilson Tocte

Análisis

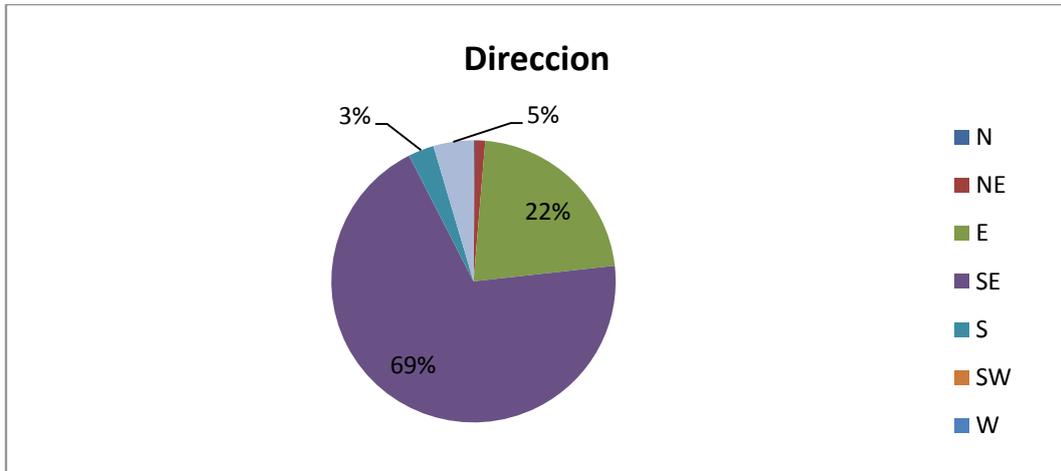
La siguiente figura N° 2.25 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 4,7 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Junio; mientras que la figura N° 2.26 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 68%.

FIGURA 2.27: Velocidad de viento mes de JULIO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.28: Dirección del viento.

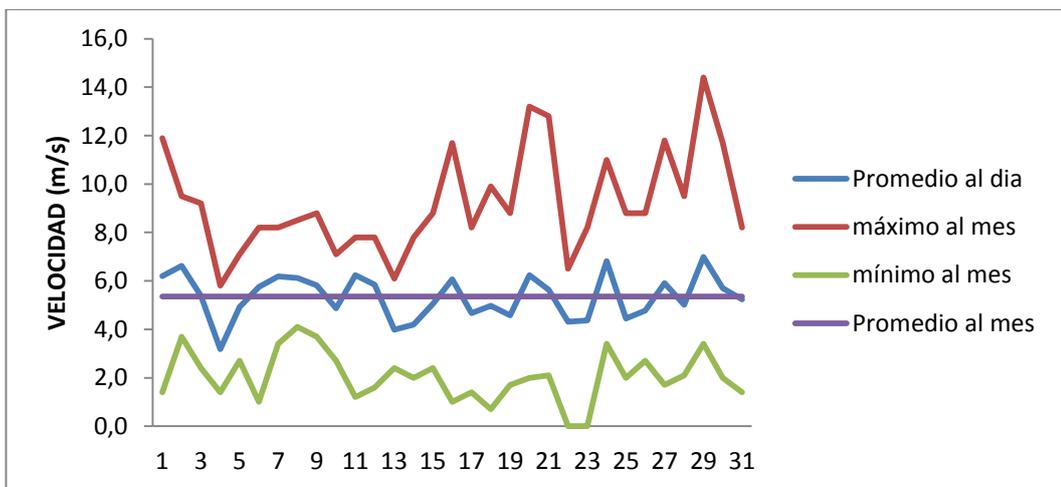


Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

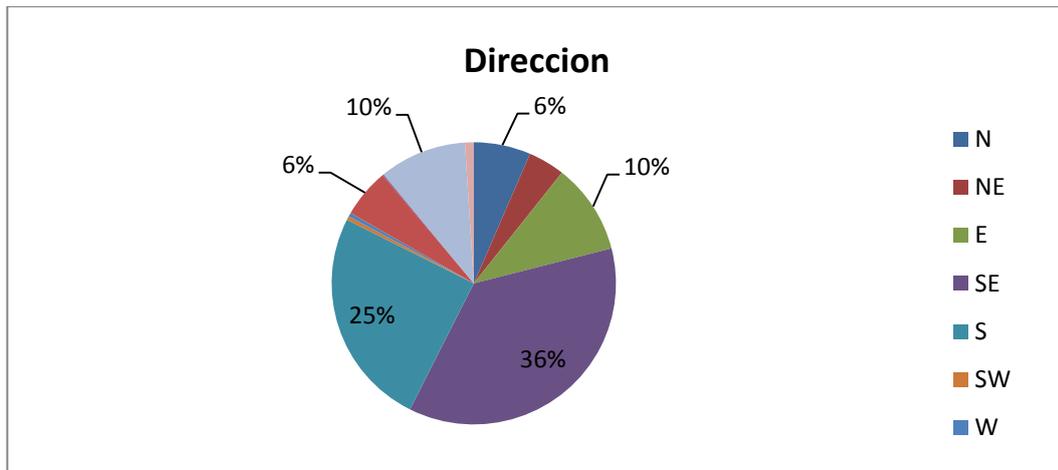
La siguiente figura N° 2.27 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 3,4 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Julio; mientras que la figura N° 2.28 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la dirección predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 69%.

FIGURA 2.29: Velocidad de viento mes de AGOSTO del 2014.



Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.30: Dirección del viento.



Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis

La siguiente figura N° 2.29 muestran los valores promedios tomadas en cada uno de los días que representan, los valores mínimos, máximos y promedios que se tiene al día, dando como resultado un promedio mensual de 5,4 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Agosto; mientras que la figura N° 2.30 representa las diferentes direcciones de viento durante el mes, dando como resultado que la predominante es de sureste (SE) en un porcentaje de 36%.

2.5.1 Promedio anual de velocidad de viento.

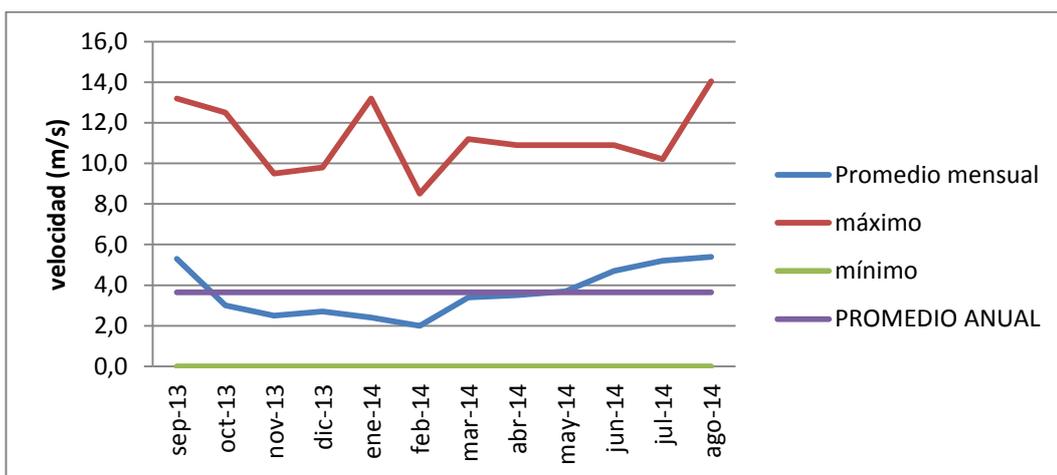
Tabla 2.6: Promedio anual de velocidad de viento.

Mes	Dirección	Promedio (m/s)	Máximo	Mínimo
sep-13	SE	5,3	13,2	0,0
oct-13	SE	3,0	12,5	0,0
nov-13	NW	2,5	9,5	0,0
dic-13	SE	2,7	9,8	0,0
ene-14	SE	2,4	13,2	0,0
feb-14	SE	2,0	8,5	0,0
mar-14	SE	3,4	11,2	0,0
abr-14	SE	3,5	10,9	0,0

may-14	SE	3,7	10,9	0,0
jun-14	SE	4,7	10,9	0,0
jul-14	SE	5,2	10,2	0,0
ago-14	SE	5,4	14,0	0,0
Promedio		3,7		

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 2.31: Promedio anual de velocidad de viento



Realizado por: Wilson Tocte.

Análisis e interpretación de resultados

La tabla N° 2 .6 representa los datos promedios en cada uno de los meses, como dirección de viento predominante Noreste (NW) en el mes de Noviembre y el Sureste (SE) en el resto de los meses; mientras que la figura N° 2,31 muestran los valores promedio general tomadas en cada uno de los meses que representan los valores mínimos y máximos, dando como resultado un promedio anual de 3,7 m/s de velocidad de viento en la dirección predominante que esta entre Sureste y Noreste.

2.6 Estimación del consumo de agua en la Villa Totoras

De acuerdo al problema del tema de investigación se realiza un estimado de agua que requieren los animales que existen en el lugar, entonces se tomó muestras durante el mes de Julio donde se puede apreciar los siguientes valores.

Tabla 2.7: Promedio actual de consumo de agua mes de julio 2014.

cantidad	animales	consumo diario c/u	promedio litros/día	promedio litros/mes	promedio litros/año
10	ovinos	2,5	25	750	9000
8	porcinos	6	48	1440	17280
20	aves	1	20	600	7200
12	ganado vacuno	40	480	14400	172800
8	ganado lechero	60	480	14400	172800
total			1053	31590	379080

Realizado por: Wilson Tocte.

En conclusión la demanda actual del agua en la Villa Totoras perteneciente a la comuna Wintza como se muestra en la tabla 2.7, es de un aproximado de 1053 litros/día para los abrevaderos. Por lo general las bombas centrifugas existentes en nuestro país varían de acuerdo a su potencia y caudal de succión, para nuestro caso se usara una bomba de un hp que succionara un caudal máximo aproximado de 35 litros/minuto.

2.7 Hipótesis

Se ha citado dos hipótesis:

- ✓ La hipótesis Aceptada (H_1): ¿La implementación de un sistema de generación eléctrica hibrida mejorará la extracción de agua subterránea?
- ✓ La hipótesis Nula (H_0): ¿La implementación de un sistema de generación eléctrica hibrida no mejorará la extracción de agua subterránea?

La hipótesis (H_1) se verifica con la validación de los objetivos propuestos.

- a) Sí se cumple el objetivo general debido a las bondades que presenta la zona en velocidad de viento en 3,7m/s y radiación solar en 4929,55Wh/m²/día en promedios al año, son aptos para la generación de electricidad por ende podemos extraer agua subterránea.
- b) Sí se cumple los objetivos específicos porque podemos diseñar, calcular dimensionar y obtener una excelente puesta en marcha la implementación.

Regla de decisión: entonces la H_1 sí se verifica, por lo tanto se decide realizar la propuesta “Diseño e implementación de un sistema de generación eléctrico hibrido, mediante el uso de energías solar-eólica, para la extracción de agua subterránea para el abrevadero de la Villa Totoras”.

CAPITULO III

3.1 PROPUESTA

3.1.1 Desarrollo de la propuesta

Tema: “Diseño e implementación de un sistema de generación eléctrico híbrido, mediante el uso de energías solar-eólica, para la extracción de agua subterránea para el abrevadero de la villa totoras, comuna Wintza, cantón Latacunga, año 2014”

3.1.2 Datos Informativos.

VILLA TOTORAS EN LA COMUNA WINTZA.

País: Ecuador

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Toacaso

3.1.3 Justificación

En calidad de estudiante de electromecánica a sido mi interés estudiar las energías alternativas y aplicarlos en propuestas reales como estas, la implementación es factible económicamente por cuanto los usuarios cuentan con el presupuesto que requiere, los habitantes de la zona como el investigador y el tutor estamos en la capacidad de diseñar e implementar estos proyectos sustentables en cuanto a la generación de electricidad se abarque.

El principal problema que se ha encontrado en la villa Totoras de la parroquia Toacaso es la falta de aprovechamiento de fuente de agua subterránea debido al difícil acceso que se tiene para extraerla, lo cual repercute en la utilización del agua. Esta situación se presenta porque no se posee un sistema de generación de energía eléctrica que pueda abastecer y poner en funcionamiento una bomba eléctrica que succione el agua de manera rápida y pueda satisfacer a los abrevaderos de mejor manera.

Por tal razón, se propone el “diseñar e implementar un sistema de generación eléctrico híbrido, mediante el uso de energías solar-eólica, para la extracción de agua subterránea para el abrevadero de la villa Totoras, comuna Wintza, cantón Latacunga, año 2014”, donde se analizará una nueva tecnología científica en la cual se utilizará energías renovables.

Con éste diseño se realizará una serie de procesos de cálculo, para tener los elementos o componentes que el sistema necesita para su respectiva instalación y así optimizar de mejor manera la generación eléctrica, realizando un balance adecuado entre cada uno de los cálculos y procesos de aplicación, desde un punto de vista técnico y económico.

En tal sentido se pretende desarrollar nuevas maneras de aprovechar las energías renovables en la generación de electricidad a su vez usar el recurso hídrico para el crecimiento y producción de animales de corral mejorando su calidad de vida y por ende el crecimiento económico, social, productivo de la comunidad, parroquia, provincia y el país.

3.1.4 Objetivos

3.1.4.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema híbrido de generación eléctrica utilizando energías alternativas (solar y eólico) para la extracción de agua subterránea que alimente los abrevaderos ubicado en la villa Totoras, comuna Wintza, parroquia Toacaso, cantón Latacunga, año 2014.

3.1.4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Analizar y procesar los datos obtenidos con el anemómetro, piranómetro, para demostrar los recursos existentes en el lugar, la aplicación de cálculos, para determinar el requerimiento energético y la respectiva adquisición de los componentes del sistema.
- ✓ Diseñar el sistema híbrido de captación solar-eólico poniendo en práctica la teoría y cálculos aprendidos, para obtener una excelente puesta en marcha del proyecto.
- ✓ Implementar el sistema híbrido con los equipos adecuados de acuerdo a los requerimientos calculados, procurando un óptimo y correcto funcionamiento.

3.2 Análisis de factibilidad

Factibilidad técnica

La propuesta proyectada sobre el diseño de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico para generar energía eléctrica es factible desde un punto de vista técnico ya los paneles fotovoltaicos, aerogenerador, los elementos que conforman el sistema son equipos tecnológicos que existen en el mercado local, además tiene acceso viable para la zona.

Factibilidad operativa

Desde el punto de vista operativo es factible la propuesta debido a que el área geográfica en la cual se encuentra la villa totoras proporciona el recurso eólico - solar aceptables ya que estos son determinantes de un proyecto factible, respaldados con la teoría consultada, y que el nivel promedio de la velocidad del viento es $6,54 \text{ m/s}$ y de la radiación solar es $4,92 \text{ KWh/m}^2/\text{día}$, los mismo que mediante un análisis se estableció como valores aceptables, lo cual permitirá implementar un sistema híbrido para la generación de electricidad y cubrir las necesidades energéticas requeridas por la bomba, con el afán de aprovechar los recursos naturales que nos brinda el lugar de estudio.

Factibilidad económica

La propuesta planteada tiene una inversión de \$ 4.775,95 del costo económico de proyecto en todo su estudio e implementación.

Los beneficios a tener serán los siguientes:

- Se tiene un promedio de consumo de potencia instalada de 2791, 8 Wh/día, ó 83,754 Kwh/mes, con esto calculamos el valor de ahorro de energía.

$$\frac{83,754Kwh}{mes} = \frac{10,33\text{¢}}{1Kwh} = 865,17\text{¢/mes}$$

Luego multiplicando por el número de meses que tiene el año estaría ahorrando \$100,83 al año.

- Además se tiene una producción de pastos en un 25% más del actual lo que se estaría ahorrando 720 \$ anuales en la compra de los mismos.
- El ahorro en el costo del transporte del agua hacia la villa en 720 \$ anual que comúnmente se paga para llevar el agua hacia el lugar.
- El ahorro del costo del agua aproximadamente en 60\$ anuales que por lo general se paga por mantenimiento del sistema.
- Incremento de ganancias en producción de animales en un 25% aproximadamente lo que dará un valor de 700\$ anuales estimados como se detalla en el anexo J (1/1).

Teniendo como beneficio total de \$ 2300,83 al año.

De acuerdo al análisis de la relación costo beneficio se tiene que el punto de equilibrio de recuperación estimado es en un plazo de 2 años para recuperar la inversión del proyecto. A partir de este plazo podemos tener ganancias netas en beneficios mencionados.

3.3 Diseño y dimensionamiento del sistema de captación de energía solar.

3.3.1 Cálculo de la Energía Requerida del Sistema o Demanda Energética.

De acuerdo al planteamiento del problema, se tiene equipos de cargas de AC como es la bomba de agua y las luminarias, donde se agrega un porcentaje de

energía adicional tomando en cuenta el rendimiento del inversor (% consumo del Inversor), como se puede ver en la tabla 3.1 el valor total de la potencia eléctrica que se consume cada uno de los equipos es de 2791,80 vatios/hora al día.

Tabla 3.1: Demanda energética diaria en la villa totoras.

DEMANDA DE ENERGÍA DIARIA EN LA VILLA TOTTORAS						
Equipos AC	(Voltios) (V)	Potencia (W)	Cantidad (N)	Potencia Total	Utilización (h)	Energía (Wh/día)
Bomba	110	746	1	746	3	2238
Focos	110	50	2	100	3	300
Subtotal				846		2538
Consumo del inversor		10% del subtotal		84,60		253,80
TOTAL				930,60		2791,80

Elaborado por: Wilson Tocte.

3.3.2 Estimación de pérdidas.

Para ello se debe considera los datos señalados en el Capítulo I en la sección 1.2.9.1 Estimación de pérdidas. Del sistema fotovoltaico, que se muestran en la tabla 3.2 para realizar el cálculo.

Tabla 3.1: Coeficiente de pérdidas del sistema

Coeficiente de pérdidas (rendimiento del acumulador)	k_b	0,05
Coeficiente de pérdidas en el inversor	K_c	0,005
Coeficiente de pérdidas (Transmisión, efecto Joule, etc.)	K_v	0,05
Coeficiente de autodescarga diaria de las baterías	K_a	0,05
Días de autonomía de la instalación	D_a	2
Profundidad de descarga diaria de la batería	P_d	80%

Elaborado por: Wilson Tocte.

3.3.3 Rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Mediante la ecuación 1.4 se obtuvo el valor de rendimiento global

$$R_G = (1 - K_b - K_c - K_v) * \left(1 - \frac{K_a * D_A}{P_d}\right)$$
$$R_G = (1 - 0,05 - 0,005 - 0,05) * \left(1 - \frac{0,05 * 2}{0,8}\right)$$
$$R_G = 78,31 \%$$

3.3.4 Dimensionamiento de los paneles.

Tabla 3.2: Datos para dimensionamiento de paneles.

Radiación del Lugar	G_D	4,929 kwh/m ² /día
Demanda de energía total del sistema	E_T	2791,8
Rendimiento global	R_G	78,31%

Elaborado por: Wilson Tocte.

Aplicando la ecuación 1.6 se consiguió:

$$P_G = \frac{E_T}{R_G * G_d} [w]$$
$$P_G = \frac{2791,8}{0,78 * 4,929} [w]$$
$$P_G = 726,27[w]$$

Empleando la ecuación 1.7, el número de paneles será:

$$N_P = \frac{P_G}{P_N}$$

Donde P_N es la potencia del panel que vamos a usar en nuestro caso será de 100w.

$$N_P = \frac{726,27[W]}{100[W]} = 7,26$$

Como el resultado de número de paneles fue un número decimal, se considera la aproximación como se estipulo en el Capítulo I en la sección 1.2.9.1 dimensionamiento de paneles solares, entonces el número de paneles será:

$$N_P = 7$$

Se deberá utilizar 7 paneles de 100 W cada uno.

3.3.5 Dimensionamiento del Sistema de Acumulación.

Para el dimensionamiento del sistema de baterías, se calculó con los siguientes pasos:

Se calculó El rendimiento de la batería con la ecuación 1.24.

$$\begin{aligned}n_B &= 100\% - K_b \\n_B &= 100\% - 05\% \\n_B &= 95\%\end{aligned}$$

Energía diaria de acumulación requerida Q_M se aplicó la ecuación 1.25:

$$\begin{aligned}Q_M &= \frac{E_T}{n_B} \left[\frac{Wh}{dia} \right] \\Q_M &= \frac{2791,8}{95\%} \left[\frac{Wh}{dia} \right] \\Q_M &= 2938,73 \left[\frac{Wh}{dia} \right]\end{aligned}$$

Capacidad diaria de acumulación C_{DA} se obtuvo mediante la ecuación 1.26:

$$\begin{aligned}C_{DA} &= \frac{Q_M}{V} \left[\frac{Ah}{dia} \right] \\C_{DA} &= \frac{2938,73}{12} \left[\frac{Ah}{dia} \right] \\C_{DA} &= 244,89 \left[\frac{Ah}{dia} \right]\end{aligned}$$

El valor de la profundidad de descarga PdD , se indica en el Capítulo I en la sección 1.2.9.1 Estimación de perdidas, lo cual nos establece el dato adecuado para aplicarlo.

$$PDH = 80\%$$

La capacidad total de la batería C_{TB} , se consiguió usando la ecuación 1.27, durante la investigación se analizó las variaciones de clima en el lugar del proyecto y determino un día de autonomía:

$$\begin{aligned}C_{TB} &= \frac{C_{DA} * D_A}{PdD} [Ah] \\C_{TB} &= \frac{244,89 * 1}{0.80} [Ah] \\C_{TB} &= 306,11 [Ah]\end{aligned}$$

Aplicando la ecuación 1.28, se obtiene el número de baterías: donde se asume Capacidad de la batería que se va a utilizar es de 105 Ah.

$$N_B = \frac{C_{TB}}{CB_{USAR}}$$

$$N_B = \frac{306,11 \text{ Ah}}{105 \text{ Ah}}$$

$$N_B = 2,91$$

Se deberá usar 3 baterías, de 105Ah cada una. Para un día (24 horas) de autonomía.

3.3.6 Dimensionamiento del Inversor.

Se utilizará la ecuación 1.29 y la potencia total en AC ya calculada en la tabla 3.10.

$$P_{inversor} = 1,25 * P_{TAC} [W]$$

$$P_{inversor} = 1,25 * 930,6 [W]$$

$$P_{inversor} = 1163,25 [W]$$

Entonces se utilizará un inversor de 1200W como mínimo

3.3.7 Dimensionamiento del Regulador (controlador).

Para dimensionar el regulador (controlador) se utilizará la ecuación 1.22:

$$I_R = 1,25 \frac{P_N * N}{V} [A]$$

$$I_R = 1,25 \frac{100 * 4}{24} [A]$$

$$I_R = 20,83 [A]$$

$$I_R = I_{SC} * N [A]$$

$$I_R = 5,75 * 4 [A]$$

$$I_R = 23,00 [A]$$

Entonces se utilizará un regulador de 30 A.

3.3.8 Dimensionamiento de los Conductores.

Para el dimensionamiento de los conductores se requiere las distancias entre cada uno de los componentes, para lo cual se considerará las distancias mostradas en la Tabla: 1.8 capacidad de corriente de conductores AWG. En el capítulo I.

La corriente del regulador, se usará en las conexiones: Panel - panel, panel – regulador.

$$I_R = 23,00[A]$$

Entonces se debe utilizar un calibre AWG número 10 proyectando a una caída de tensión

La conexión batería – inversor, se considerará la corriente requerida por $I_{inversor}$, mediante la ecuación 1.31.

$$I_{inversor} = \frac{P_{carga AC}}{V_{Bateria}}$$

$$I_{inversor} = \frac{930,6}{12}$$

$$I_{inversor} = 77,55A$$

Entonces se debe utilizar un calibre AWG número 4 proyectando a una caída de tensión

La conexión inversor – breaker de carga AC, se considerará la corriente requerida por la carga AC, aplicando la ecuación 1.32.

$$I_{carga AC} = \frac{P_{carga AC}}{V_{AC}}$$

$$I_{carga AC} = \frac{746}{110}$$

$$I_{carga AC} = 6,78 A$$

- Para el cálculo de la caída de tensión y calibre de conductor Panel – Panel, se considera un cable 10 AWG (6 mm²).
- Para el cálculo de caída de tensión y calibre de conductor Panel – Regulador, se considera un cable 10 AWG (6 mm²).
- Para el cálculo de caída de tensión y calibre de conductor regulador – batería, se debe considerar un cable 10 AWG (6 mm²).
- Para el cálculo de caída de tensión y calibre de conductor batería – inversor, se considera un cable 4 AWG (21 mm²).
- Para el cálculo de caída de tensión y calibre de conductor inversor – breaker carga AC, se considera un cable 12 AWG (3,3mm²).

Para calcular la caída tensión de voltaje en los conductores se utilizarán la ecuación 1.30, como se vio en el Capítulo I en la sección 1.4.2.4. Dimensionamiento de conductores, el porcentaje de caída de voltaje se calculara como se muestra a continuación.

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_N} * 100$$

Además se debe considerar que las caídas de tensión no sobrepasen los límites establecidos en la tabla 1.7. Para lo cual las caídas de voltaje que se tiene entre los equipos instalados serán las siguientes:

Tabla 3.3: Caídas de tensión en conductores.

	Distancia m	Número Conductores	AWG	R Ω /m	Corriente A	Voltaje V	ΔV %
Panel - Panel	2	2	10	0,00327	26,04	12	1,41
Panel - Controlador	3	2	10	0,00327	26,04	12	1,77
Controlador - Batería	1	2	10	0,00327	26,04	12	0,57
Batería - Inversor	0,8	2	4	0,0008	77	12	0,45
Inversor - Carga AC	1,2	2	12	0,00513	4,48	110	0,05

Elaborado por: Wilson Tocte.

3.4 Diseño y dimensionamiento del sistema de captación de energía eólica.

3.4.1 Promedio de Velocidad Total del Viento para la altura final a instalarse.

La velocidad total del viento para los respectivos cálculos se obtuvo mediante el promedio de la velocidad del viento que se consiguió con el procesamiento de datos mediante la estación meteorológica profesional de pantalla táctil, teniendo

en cuenta la altura inicial que se colocó la estación meteorológica fue de 9 metros para la respectiva medición, la altura final que se pretende poner el aerogenerador es de 14 metros, de acuerdo a la rugosidad del terreno que se tiene en esa zona.

Mediante la ecuación (1.15) se obtuvo el valor de la rugosidad. Con la ayuda de la tabla 1.6: clases y de longitudes de rugosidad, se fijó que $hr = 0,04$, interpolando la longitud de rugosidad entre las clases 1 y 1,5 (0,03 – 0,055) en función de las características del paisaje en la zona de emplazamiento.

Tenemos que ($hr > 0,03$); entonces:

$$n = 3,912489289 + (hr)/\ln(3,3333333)$$

$$n = 3,912489289 + \ln(0,0425)/\ln(3,3333333)$$

$$n = 3,912489289 + (-2,6231)$$

$$n = 1,2893$$

Aplicando la ecuación (1.13) se calcula el promedio de la velocidad total del viento, considerando los valores que se ve en la tabla 3.4 para el siguiente cálculo:

Tabla 3.4: Datos para el cálculo del promedio.

Velocidad inicial	v_0	3,70 m/s
Altura inicial	h_0	9 m
Altura final de la torre	h	14 m
Rugosidad	n	1,2893

Elaborado por: Wilson Tocte.

$$v = v_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^n$$

$$v = 3,70 \frac{m}{s} \left(\frac{14}{9} \right)^{1,2893}$$

$$v = 6,54 \frac{m}{s}$$

Entonces se establece que a una altura de 14 metros de altura desde el suelo tendremos una velocidad promedio del viento en 6,54m/s.

3.4.2 Dimensionamiento del aerogenerador

Para lo cual se debe seguir los siguientes pasos:

Se calcula el área de barrido del rotor A, con la ecuación 1.16:

$$A = \pi * \frac{D^2}{4}$$
$$A = \pi * \frac{(1,17m)^2}{4}$$
$$A = 1,07m^2$$

Luego se calcula la potencia en función del área de barrido con la ecuación 1.17.

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho V^3$$
$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} * 0,8254 \frac{Kg}{m^3} * (6,54m)^3$$
$$\frac{P}{A} = 115,44 \frac{W}{m^2}$$

Se debe calcular la intensidad de turbulencia con la ecuación 1.18.

$$I_v = \frac{\sigma}{V}$$
$$I_v = \frac{1,85 \frac{m}{s}}{6,54 \frac{m}{s}}$$
$$I_v = 0,2828$$

La potencia disponible del viento se calcula mediante la ecuación 1.11, anteriormente estudiada en el capítulo I:

Reemplazando tenemos a (6,54 m/s)

$$P = \frac{1}{2} * 0,8254 \frac{Kg}{m^3} * 1,07m^2 \left(6,54 \frac{m}{s}\right)^3$$
$$P = 123,52 W$$

La potencia eléctrica se calcula a través de la ecuación 1.19, como se muestra a continuación:

$$P_e = n * P$$

De acuerdo a la curva característica de los fabricantes de aerogeneradores la eficiencia será: n= 95%

$$P_e = 0,95 * 123,52 W$$
$$P_e = 117,344 W$$

Para calcular el número de revoluciones por minuto de una eólica se obtiene a partir de la ecuación 1.20, donde a una velocidad promedio es:

Reemplazando tenemos a (6,54 m/s)

$$n = \left(\frac{60 * \lambda * v}{\pi * d} \right)$$

$$n = \left(\frac{60 * 8m/s * 6,54m/s}{\pi * 1,17m} \right)$$

$$n = 854,05 \text{ r.p.m}$$

Finalmente se calcula la producción anual con la aplicación de la ecuación 1.21, como se puede apreciar a continuación:

$$A = \frac{P}{A} * A * (Eficiencia) * (8650 \text{ h/a}) * \left(\frac{1KW}{1000W} \right)$$

$$A = 115,44 \frac{W}{m^2} * 1,07m^2 * 0,50 * (8650 \text{ h/a}) * \left(\frac{1KW}{1000W} \right)$$

$$A = 534,22 \frac{1KWh}{a}$$

$$A = 44,31 \frac{1KWh}{m}$$

$$A = 1,48 \frac{1KWh}{d}$$

La producción anual de energía que se le divide para los 12 meses del año para conocer cuánto produce la turbina en un mes y este resultado se le divide para los 30 días que generalmente tiene un mes y sabremos que el aerogenerador aportara con 1,48 KWh/día.

3.4.3 Análisis de los cálculos del sistema.

A continuación se detalla un breve cálculo sobre el análisis realizado. Se multiplicó la potencia del panel a utilizar que en este caso es de 100W, con el nivel promedio de radiación solar del lugar de estudio 4,92kWh/m²/día. Energía diaria del panel = 492 Wh/día.

Luego se multiplico la energía diaria del panel 492 Wh/día. Por cuatro paneles que se va a poner en el sistema, lo cual como resultado da que los cuatro paneles de 100W, van a generar 1968Wh/día.

Mientras en el aerogenerador de 400W, se tomó el dato de la velocidad total del viento 6,54 m/s, lo cual el aerogenerador generara aproximadamente 148 Wh/día.

Analizando se sabe que sumando la potencia que generan los paneles y el aerogenerador nos da 2.116Wh/día que compensara la demanda energética requerida en villa totoras.

NOTA: Los cálculos presentados anteriormente fueron realizados con los niveles más bajos de radiación solar y velocidad del viento, con la finalidad de saber si el sistema propuesto funcionara bajo los parámetros del rendimiento requerido de los equipos en días de escasas, teniendo en cuenta que los paneles funcionaran todo el día y que el aerogenerador estará en funcionamiento tanto en el día como la noche. Teniendo presente que los datos en ciertos meses van hacer altos, lo que hará que el sistema tenga un correcto funcionamiento cumpliendo así con las expectativas trazadas.

3.4.4 Diseño del diagrama unifilar del sistema hibrido

Una vez conocido los parámetros del rendimiento requerido, especificaciones técnicas y las características de cada uno de los equipos se realizó el diseño del sistema hibrido mediante un diagrama unifilar como se muestra en el plano del anexo K, donde figuran la conexión eléctrica de los generadores solar-eólico conectados entre sí mediante conductores diferenciados (positivo-negativo), breakers switchs, controladores de carga y fusibles de protección señalan como está conectado el sistema.

El diseño detallado para la implementación de cada uno de los componentes ya estudiados del sistema hibrido en base a los requerimientos técnicos y la ubicación de los mismos, se realizó los respectivos planos tomando en cuenta la disponibilidad del espacio que se tiene en el lugar como se puede apreciar en los planos de los anexos (L; M; N).

3.4.5 Listado de Equipos y sus características técnicas del sistema híbrido.

3.4.5.1 Turbina de Viento ALEKO FDH400-12/CC.

Aerogenerador FDH400, adopta materiales de alta calidad de aleación de aluminio y accesorios de acero inoxidable, que es un peso ligero. Tiene una alta fiabilidad lo que puede ser aplicable a diferentes condiciones de trabajo, tales como el clima severo, con una temperatura ambiente de -30 a 60°C, humedad alta, ambientes con arena y sal corrosiva. Los aerogeneradores operan mediante la captura de la energía cinética del aire en movimiento el viento. Ellos convierten en movimiento de rotación para girar un alternador que produce energía eléctrica. La energía eléctrica debe ser regulada a un voltaje para cargar las baterías del sistema, y por lo tanto tiene un sistema para evitar la sobrecarga de las baterías y vuelva a cargar cuando cae el voltaje de la batería.

El FDH400 cumple todos estos objetivos mediante la incorporación de un alternador trifásico sin escobillas de imán permanente y la electrónica con microprocesador controlado para optimizar su capacidad de producción de energía. El microprocesador ajusta continuamente la carga del alternador para mantener las cuchillas funcionando a su ángulo óptimo de ataque. El resultado es:

- La producción de alta potencia
- Alta eficiencia de la hoja
- Ruido cuchilla inferior.

3.4.5.1.1 Especificaciones técnicas del aerogenerador

Tabla 3.5: Especificaciones técnicas del aerogenerador

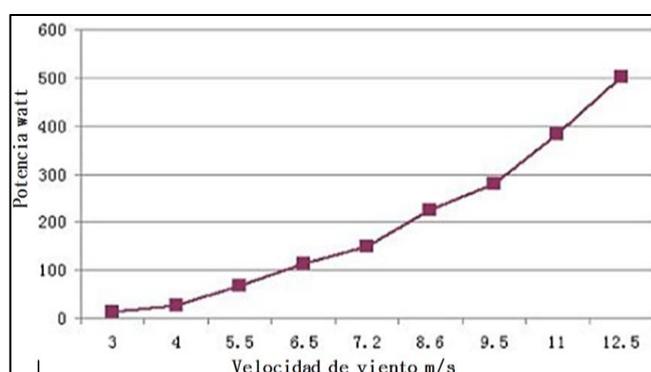
ALEKO FDH400	Turbina de Viento
Diámetro del rotor.	1.17m
Puesta en marcha.	3,8m/s
Velocidad del viento	12m/s
Potencia nominal	400W
Tensión nominal	DC 12v

Numero de aspas	3
Velocidad máxima del viento.	25m/s
Certificados	CE,ISO90001, ETL
Regulación Punto de ajuste	14,1 voltios
Rango de ajuste del regulador	13,6v a 17,0v (aproximadamente)
Tamaño recomendado del fusible	40 amperios (golpe lento)

Realizado por: Wilson Tocte.

Curva de poder de la turbina de viento FDH100.

FIGURA 3.1: Curva de poder potencia vs velocidad



Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.5.2 Modulo Solar RENOXY RNG-100D

RENOGY es capaz de proporcionar un suministro continuo de electricidad mientras se acampara en seco o en cualquier otra situación en la que la electricidad convencional no está disponible. Un panel solar de alta calidad que cuenta con las células solares de silicio de alta eficiencia que son fabricados en los Estados Unidos. Estas células solares producen electricidad de corriente continua cuando es iluminado por la luz del sol.

FIGURA 3.2: Panel solar RENOXY RNG-100D



Realizado por: Wilson Tocte.

El positivo (+) y negativos (-) salidas de un panel solar se alimentan a través de una caja de conexiones a prueba de agua. El cable adecuado longitud está conectado a la caja de conexiones para otras conexiones. Los paneles solares suministran con estos kits se proporcionan con aproximadamente 2 pies. Cada uno de los cables positivos y negativos que están pre-conectados a la caja de conexiones. Los extremos libres de los cables se terminan con un tipo de apareamiento especial de conectores MC4 para facilitar la ampliación de estos cables para otras conexiones. MC4 son conectores macho y hembra. Este tipo de sistema de conector es fácil de instalar y utiliza un tipo de clips de seguridad de bloqueo para evitar ser desconexión. Además, los contactos de acoplamiento están sellados contra la entrada de polvo y agua.

3.4.5.2.1 Especificaciones técnicas del módulo solar

Tabla 3.6: Especificaciones técnicas del módulo solar.

Número de Modelo	RNG-Mono 100D	
De potencia máxima (Pmax)	(W):	100
Producción Tolerancia	(%)	± 3
Tensión de máxima potencia (Vmp)	(V):	18
Corriente de máxima potencia (Imp)	(A):	5,56
Voltaje de circuito abierto (Voc)	(V):	21,24
Corriente de cortocircuito (Isc)	(A):	6,11
Tensión máxima del sistema	(VDC):	600
Tipo de célula solar	Mono	
Cantidad de células solares	36 de (125 x 125mm)	
Clase frontal	3,2 mm de vidrio templado	
Datos técnicos del AII en las condiciones de ensayo estándar		
STC: irradiación 1000W / m2, temperatura del módulo 25 ° C, AM = 1,5		
Estructura de aleación de aluminio anodizado		
Garantía de rendimiento: 90% de salida de 25 años.		

Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.5.3 Controlador Solar PROSTAR (30A)

FIGURA 3.3: Controlador solar PROSTAR



Editado por: Wilson Tocte.

El controlador solar ProStar de Morningstar es el líder mundial en controladores solares de mediano rango, ya sea para aplicaciones profesionales como para el consumidor en general.

Características:

- Versiones disponibles: 15 o 30 amperios 12 / 24 o 48 voltios
- Vida útil de 15 años (estimado).
- Carga de baterías mediante PWM (sin derivación)
- Selección del tipo de batería: gel, sellada o con líquido
- Controles y medidas muy precisas
- Puente para eliminar el ruido de telecomunicaciones
- Paralelo para hasta 30 Amperios
- Compensación de temperatura
- Tropicalización: revestimiento de protección, fijadores de acero inoxidable y disipador de calor de aluminio anodizado
- No es necesario conmutación ni medición en la pierna aterrada
- Componentes de estado sólido, 100%
- Caídas de tensión muy pequeñas
- Desconexión por baja tensión con compensación de corriente.
- Indicación de status y fallas de batería a través de LED
- Capaz de soportar sobrecargas hasta del 25%.
- Terminales remotos con sensores de tensión de batería.

3.4.5.3.1 Características técnicas del Controlador ProStar (30A)

Tabla 3.7: Puntos de ajuste de las baterías (a 25°C)

	Gel	Sellada	Con líquido
LVD	11,4	11,4	11,4
Reconexión LVD	12,6	12,6	12,6
Regulación PWM	14	14,15	14,4
Flotación	13,7	13,7	13,7
Ecuilibración	N/D	14,35	14,9
Desconexión por alta tensión (solar)	15,2	15,2	15,2
Desconexión por alta tensión (carga)	15,3	15,3	15,3

Realizado por: Wilson Tocte.

Tabla 3.8: Especificaciones eléctricas del Controlador ProStar (30A)

	12v	24v	48v
Compensación de temperatura (mV/°C)	- 30mV	- 60mV -	120mV
Precisión	40mV	60mV	80mV
Mínima temperatura de operación	8V	8V	15V
Autoconsumo	22mA	25mA	28mA
Coeficiente de corriente LVD	20mV	40mV	80mV
Algoritmo de carga	PWM, tensión constante		
Temperatura de operación	- 40°C a + 60°C		

Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.5.4 Especificaciones del Inversor whistler (1600W/3200W).

FIGURA 3.4: Inversor WHISTLER PRO (1600W)



Realizado por: Wilson Tocte.

El inversor esté Whistler tiene la capacidad de proporcionar una salida de potencia (exceso de corriente) igual a aproximadamente dos veces su capacidad nominal

potencia para un período muy breve, que está diseñado para operar equipos y aparatos con puesta en marcha potencia nominal de carga no superiores a su propio máximo.

Características:

1. Tres Salidas de 110v CA
2. Operación Remota Jack El inversor está diseñado para ser operado desde una ubicación remota a través de un interruptor WHISTLER Control Remoto (P / N Pro-RS01) que se conecta a esta toma. Este accesorio opcional está disponible a través de su distribuidor o WHISTLER WHISTLER.
3. USB Puerto de alimentación Este puerto está siempre en independiente del inversor de encendido / apagado.
4. Encendido / apagado Enciende la unidad de encendido / apagado.
5. Medidor de potencia digital
6. Encendido / apagado Luz indicadora El LED se ilumina en verde cuando el inversor se alimenta en condiciones normales. Esta luz se volverá rojo y el inversor se apagará automáticamente (excepto alarma de baja tensión) cuando se presenta alguno de los siguientes problemas:
 - Protección contra cortocircuitos. El inversor se apagará hasta que se elimina el corto.
 - Alarma de baja tensión. Una alarma sonará cuando el voltaje de la batería se descarga a 10,5 +/- 0.5volts DC. Esto es una indicación de que la batería necesita ser recargada.
 - Protección de sobre voltaje. El inversor convertirlo auto apagado cuando el en puesto excede 15,5 +/- 0,5 voltios de corriente continua.
 - protección de bajo voltaje. El inversor convertirlo auto apagado cuando la entrada es inferior a 10,0 +/- 0.5volts DC.
 - Protección de sobre carga. El inversor convertirlo auto apagado cuando el empate continua o el sorteo incremento del equipo conducido excede la potencia máxima para el inversor.

- Protección térmica. El inversor se apagará automáticamente cuando la temperatura interna supera los parámetros que está en diseño de seguridad Ventiladores

7. Terminales de entrada de alimentación (Observe la polaridad correcta)

Nota: En caso de apagado automático o alarma audible continua, gire el inversor OFF (ON) hasta que la fuente del problema relacionado ha sido determinado y resuelto.

Tabla 3.9: Especificaciones técnicas del inversor Pro-1600W

ESPECIFICACIONES	
Máxima potencia continua	1600 Watts
Capacidad (potencia máxima)	3200 Watts
Sin carga Consumo de corriente	<1.0A
La forma de onda	sinusoidal modificada
Rango operativo de voltaje	11-15 + 0,5 voltios de CC
AC receptable	Tres salidas de conexión
USB	0,5 Volt 500mA Max
Dimensiones aproximadas	8.9 "L x 7.4" W x 3.54 "H
Peso aproximado	5.4 libras

Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.5.5 Especificaciones de la batería (30H102L)

Baterías Ecuador garantiza un mayor rendimiento y una larga duración, fabricando un producto de excelente calidad que cumple con los más altos estándares internacionales. Lo que motivo al investigador a utilizar en el proyecto, a continuación se detallan las características técnicas de la batería que cumple con los requerimientos que el sistema necesita:

Tabla 3.10: Especificaciones técnicas batería (30H102L).

BATERÍA	30H HEAVY DUTY
MODELO	30H102L
Polos	I/B

Número de Placas	17
Capacidad C20 (Ah)	105
Descarga Rápida 0°C	850
Descarga Rápida 26°C	1020
Capacidad de Reserva	190
Caja Tipo	30H
Largo (mm)	338
Ancho (mm)	162
Alto (mm)	214

I= TIPO AMERICANO B= CAJA BAJA

Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.6 Pruebas de funcionamiento de los generadores (eólico-solar).

Las pruebas de funcionamiento del aerogenerador fue necesario simular el movimiento de las aspas mediante un taladro manual que hace las veces de un movimiento del viento, para lo cual se utilizó un multímetro para medir la voltaje de salida y lámparas alógenas de 12v (50w) para comprobar su generación eléctrica como se indica en el anexo F (1/1).

Las pruebas de funcionamiento de los módulos fotovoltaicos se las realizó antes de efectuar la instalación como se puede apreciar en el anexo F (1/1). Para lo cual fue necesario exponer los módulos a plena luz solar, para verificar su generación eléctrica se usó un multímetro lo cual se mide el voltaje a la salida para contrastar los datos de placa.

3.4.7 Instalación del Sistema solar

Para la implementación del sistema se diseñó los planos donde van a ser ubicados todos los elementos de acuerdo al espacio establecido para lo cual se tuvo que tomar las siguientes prioridades:

Bases para los anclajes de paneles solares

Se fundió una base de concreto de 3m x 3m con un espesor de 15cm, de tipo losa en la parte superior de la casa de máquinas, para la sujeción, adecuación y apoyo

de los módulos fotovoltaicos, además esto constituye una manera de asegurar los paneles expuestos a expropiación ajena, como se indica en el plano del anexo L

Adecuación del cableado eléctrico.

se realizó un diagrama unifilar para instalar las mangueras por donde se va a instalar los cables eléctricos, además consta de caja térmica con interruptores que serán utilizados para realización de un mantenimiento o como medida de seguridad por cualquier eventualidad que se presente, como se indica en el anexo 3.20 diagrama de fuerza.

Instalación de los paneles fotovoltaicos.

Para la instalación de los paneles solares se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se construyó unas bases metálicas para sujetar los paneles solares como se puede apreciar en el anexo (L), teniendo en cuenta una inclinación de 15 grados para captar los rayos solares y evacuación del agua en caso de lluvia, como se indica en la figura 3.6.
2. Ajustes y limpieza en la parte superior de la estructura, en la cual se instalaron los paneles.
3. Dimensionamiento del cableado para las conexiones eléctrica entre los paneles y el controlador. Para lo cual se usó conectores MC4 como se indica en la figura 3.6.

FIGURA 3.5: Conexión eléctrica de los paneles



Realizado por: Wilson Tocte.

4. Se realizó una conexión en paralelo como se indica en el anexo (K) de los paneles solares y comprobación de continuidad de los mismos, las celdas

se exponen a la radiación solar, y se midió el voltaje nominal, esto quiere decir que el modulo fotovoltaico funciona correctamente.

5. Aseguramiento y colocación adecuada del módulo fotovoltaico, de acuerdo a la dirección del sol como se aprecia en la figura 3.7.

FIGURA 3.6: Aseguramiento de los módulos



Realizado por: Wilson Tocte.

6. Finalmente modulo fotovoltaico terminado listo para su funcionamiento.

3.4.8 Instalación del sistema eólico.

Para la implementación del aerogenerador se realizó el siguiente proceso:

1. Se diseñó los planos del sistema eólico como se puede ver en el anexo (M) de acuerdo al espacio, características y la necesidad del aerogenerador.
2. Se realizó la excavación del suelo de 1,80m de profundidad, con un ancho de 1metro x 1metro para poder acomodar al poste de hormigón como se muestra en el anexo H (1/2)
3. Reconocimiento y verificación de cada uno de los elementos necesarios para armar la torre y montar el aerogenerador.
4. Cableado por el interior de los tubos de la torre y puesta de cauchos para evitar la fricción en las uniones de los tubos.
5. Conexiones de los conductores de la salidas del aerogenerador a los conductores que van a las baterías y el conductor que va a tierra.
6. Montaje de las aspas en el plato de acuerdo con los números marcados, apriete de las tuercas para su aseguramiento.
7. Anclaje del tubo en el poste de hormigón con abrazaderas en tres puntos. Como se muestra en el anexo H (1/1).

8. El levantamiento de la torre, para lo cual fue necesario la utilización del carro grúa como se muestra en la siguiente figura 3.8.

FIGURA 3.7: Levantamiento del poste de hormigón.



Realizado por: Wilson Tocte.

9. Después del levantamiento de la torre se procedió:

A la conexión hacia la tierra mediante el cable verde y el conector abrazadera con la varilla coperwell de 1,80 metros, como se puede ver en el anexo H (1/2)
A la conexión de los cables en la caja de breaker principal, aseguramiento de pernos en las borneras de unión y verificación de voltaje en el sistema.

3.4.9 Instalación del Banco de Baterías.

Unas veces instaladas el sistema de generación solar-eólico se procede a la conexión de las baterías con el siguiente procedimiento:

- 1) Ubicación y adecuación de las baterías con conectores de cobre que van en los bornes de la batería como se puede ver en el anexo I (1/1).
- 2) Empalmes y aislamiento en los cables para la respectiva conexión paralelo de las baterías, como se puede apreciar en el diagrama unifilar.
- 3) Instalación de los cables con sus respectivos empalmes y conectores de cobre en los polos de las baterías
- 4) Finalmente banco de baterías listo para su correcto funcionamiento, con conexión a las entradas de las baterías y su salida al inversor, como se puede apreciar en el plano del anexo (N).

Instalación de protecciones del sistema.

Adicionalmente se instaló en la protección del aerogenerador a las baterías un fusible de 20A como medidas de prevención ante elevación de corriente, de acuerdo a la recomendación al fabricante se lo hace en la entrada de las baterías para su protección ante cualquier eventualidad.

Conexiones a Tierra.

Como medida de seguridad se coloca a tierra de una Varilla coperwell, 5/8 x 1,80 metros la misma que fue enterrada como se puede observar en el plano del anexo (M). La cual permitirá desviar las descargas atmosféricas a la tierra, y así no causar daños a los equipos instalados.

3.4.10 Prueba de generación eléctrica instalada.

Las pruebas de funcionamiento del sistema se las realizó durante el transcurso de toda la instalación como se pudo apreciar anteriormente y al finalizar se ejecutó las pruebas finales en el día y en la noche mediante una bomba centrífuga de agua de 558,75W y 1 lámpara de 35W, con un monitoreo permanente para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación.

Con el multímetro se midió y se comprobó las corrientes y voltajes de entrada y de salida ya calculados anteriormente como se indica en la tabla 3.13, dichos datos si cubren las necesidades requeridas por la demanda eléctrica que requiere la bomba en el tiempo necesario para extraer el agua subterránea.

Tabla 3.11: Valores obtenidos en generación.

Voltaje de entrada	12v
Corriente de generación del módulo FV	21,16A
Corriente de generación del aerogenerador	10.25
Voltaje de salida	110v
Corriente de consumo al máximo	16, 19A
Corriente de consumo mínimo	5,39A
Carga instalada	1186,9 vatios

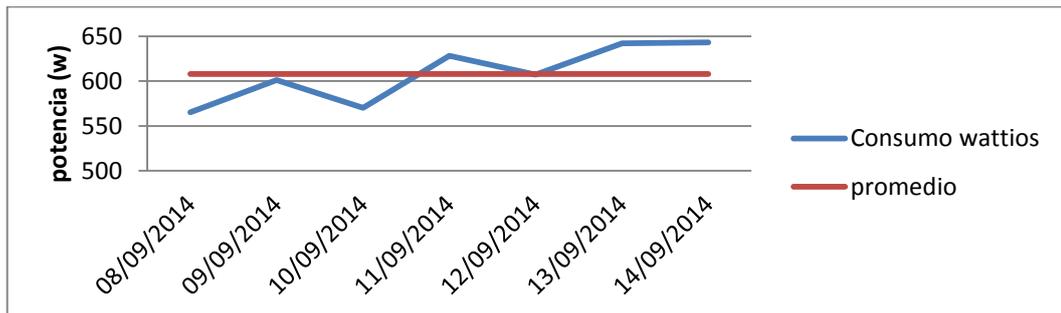
Realizado por: Wilson Tocte.

Tabla 3.12: Datos de valores de consumo por día.

Valor	Fecha	horas	Bomba (w)	Bombillo (w)	Consumo total (W)
1	08/09/2014	13h00/16h00	498	70	565
2	09/09/2014	14h00/17h50	530	71	601
3	10/09/2014	13h00/16h25	500	70	570
4	11/09/2014	12h00/16h00	556	72	628
5	12/09/2014	12h30/16h10	534	73	607
6	13/09/2014	13h30/17h00	567	75	642
7	14/09/2014	12h00/16h00	568	75	643
Total	7 días	24h54min	3753	506	4256

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 3.8: Consumo de potencia vs días.



Realizado por: Wilson Tocte.

Pruebas de extracción de agua subterránea.

Para comprobar la efectividad de extracción del agua se tuvo que realizar las mediciones del caudal de descarga en los diferentes días en lo cual se obtuvieron los siguientes datos como se muestra en la tabla 3.13.

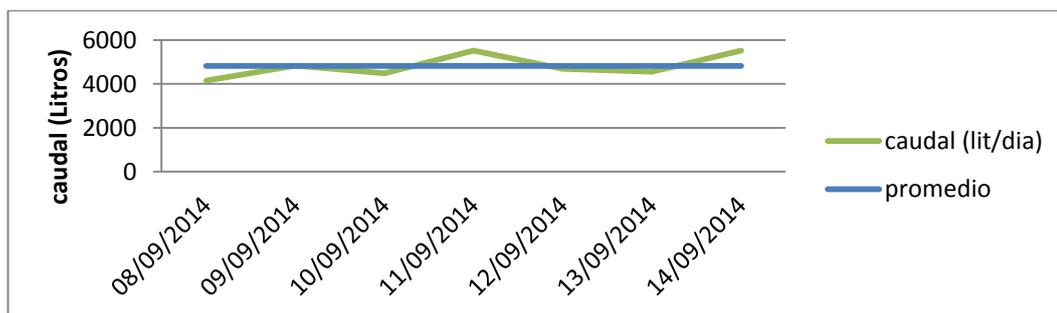
Tabla 3.13: Caudal promedio por días

fecha	horas	caudal (lit./min)	caudal (lit./hora)	caudal (lit./día)
08/09/2014	13h00/16h00	23	1380	4140
09/09/2014	14h00/17h50	23	1380	4830

10/09/2014	13h00/16h25	23	1380	4485
11/09/2014	12h00/16h00	23	1380	5520
12/09/2014	12h30/16h10	23	1380	4692
13/09/2014	13h30/17h00	23	1380	4554
14/09/2014	12h00/16h00	23	1380	5520
			Promedio	4820,14

Realizado por: Wilson Tocte.

FIGURA 3.9: Promedio del caudal extraído al día.



Realizado por: Wilson Tocte.

3.4.11 Costo Económico del Proyecto.

Tabla 3.14: Costo económico del sistema híbrido.

Costos de equipos del sistema híbrido.			
Cant.	Descripción	P. unitario	P.subtotal
1	Aerogenerador ALEKO FHD400W	800,00	800,00
1	Panel fotovoltaico de 12V RENOGY 100 Watt.	300,00	1200,00
1	Controladores ProEstar (30 A)	150,00	150,00
2	Batería Ecuador 30H102L(105 Ah)	150,00	300,00
1	Inversor WHISTLER PRO (1600W)	200,00	200,00
1	Poste de hormigón armado 12m	260,00	260,00
1	(anemómetro) Ambient Weather WS-2080	220,00	220,00
1	(Piranómetro) Ambient Weather TM-206 Solar	182,50	182,50
Costos de componentes para la instalación			
1	flexo metro STANLEY 3m	3,50	3,50
1	Multímetro digital de gancho TRUPER	30,35	30,35

1	Destornillador estrella STANLEY	3,35	3,35
1	Destornillador plano STANLEY	2,55	2,55
1	Corta fríos	3,60	3,60
1	Pinzas	6,80	6,80
2	Taype	0,95	1,90
1	Bornera 12p H15A 12mm	1,50	1,50
1	Interruptor	3,35	3,35
200m	CABLE #10	40,00	80,00
1	Bomba centrifuga de agua PEDROLLO 1HP	240,00	240,00
1	Válvula compuerta 1" PEGLER	16,00	16,00
2	Tuvo PVC1" 6m	12,00	24,00
2	Adaptador Flex 1"	0,50	1,00
1	Codo PVC 1"	0,50	0,50
1	Válvula check 1"	3,50	3,50
100m	Manguera ¾	60,00	60,00
5 días	Mano de obra con tres personas	15,00	150,00
1	Grúa para el izaje del poste	70,00	70,00
Costos indirectos			
90 días	Transporte	3,00	270,00
90 días	Refrigerios	1,75	157,50
1	Cámara digital	110,00	110,00
200h	Internet	0,60	120,00
1	Flash memory GENIUS 2G	15,00	15,00
4	CDS	0,75	3,00
5	Lápices y borradores	0,40	2,00
6	Esferos	0,30	1,80
4	Carpetas	0,50	2,00
500	hojas de papel bon	0,05	25,00
4	Impresiones	10,00	40,00
Costo Total			\$ 4.775,95

Realizado por: Wilson Tocte.

3.5 CONCLUSIONES

- En base al análisis realizado y los cálculos de radiación solar más la velocidad de viento, se concluye que el recurso solar que se tiene en la zona es de 4929,55 (Wh/m²/día) y el recurso eólico es de 6,54 m/s a una altura de 14 metros sobre el nivel del suelo, los mismos que son aptos para la realización del diseño e implementación que cubren el requerimiento energético en la villa totoras que es de 2791,8 (Wh/día) diariamente.
- En base a los cálculos realizados en la propuesta se requiere cuatro paneles fotovoltaicos de 100vatios, un aerogenerador de 400vatios, tres baterías, un controlador de carga de 30Amperios y un inversor de 1600 vatios, mismos que interactuando entre si generan un promedio de 2700 vatios de potencia al día.
- La efectividad de succión y descarga del agua subterránea tomando en cuenta las perdidas, se tuvo como promedio de 23 litros/ minuto, de tal manera que se cubre la demanda del caudal (1053 litros/día) necesario para mantener llenos los abrevaderos existentes en la villa totoras.
- El generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o de una etapa de transformación térmica supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser una energía limpia inagotable, en especial la energía eólica puede ser aplicada en lugares inaccesibles para las redes de distribución convencional como son los sectores rurales de nuestra hermosa provincia de Cotopaxi, ayudando así al desarrollo de los pueblos y comunidades, para fortalecer el progreso del país.

3.6 RECOMENDACIONES

- Se debe recolectar la mayor cantidad de datos de radiación solar y velocidad del viento en zonas específicas donde se va a aprovechar estos recursos ya que estos valores cambian de acuerdo a la ubicación geográfica, clases y longitudes de rugosidad.
- Procurar manejar con cuidado los paneles fotovoltaicos en su instalación ya que está cubierto por vidrio templado, además se debe tomar en cuenta su posición e inclinación al momento de realizar las bases que lo sujetan.
- Para un mejor aprovechamiento en la captación de radiación solar con paneles fotovoltaicos es necesario realizar una estructura con mecanismo que puedan seguir el sol logrando que el sol incide perpendicularmente hacia la superficie para así tener eficiencia en rendimiento energético.
- Para la implementación del aerogenerador es necesario realizar el armado de las partes en lugares donde no este expuesto a viento para evitar accidentes con las hélices ya que podrían girar al momento del armado, además de acuerdo a la altura se debe realizar el izaje con apoyo de carro grúa.
- De acuerdo a los datos del viento y en vista del tamaño del aerogenerador es directamente proporcional a la energía que produce, se puede instalar más aerogeneradores para producir mayor cantidad de electricidad.
- Para la extracción del agua subterránea es necesario tomar en cuenta la altura de succión, por el problema más común a la hora de bombear agua para llevarla desde donde está hasta donde la necesita. Si hay una brecha de aire alrededor del impulsor, la bomba probablemente no será capaz de generar un flujo que pueda vencer la gravedad para lo cual se debe cebar la bomba ya que no funcionaría si no se lo hace.
- Se recomienda automatizar el sistema de control en el encendido y apagado de la bomba en base a las horas de utilización de la misma, ya que con eso aprovechamos de mejor manera la utilización del agua.
- Es necesario realizar mantenimiento preventivo de los generadores de acuerdo a la necesidad siguiendo el procedimiento descrito en cada uno de los manuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía consultada:

- GONZALES VELASCO Jaime; “*Energías Renovables*”. Editorial Reverté, S.A; Barcelona; 2009; ISBN: 978-84-291-7912-5; Pag. 300, 301, 350.
- JARA TIRAPEGUI Wilfredo; “*Introducción a las Energías Renovables No Convencionales*”, Primera Edición ENDESA; Santiago de Chile; Agosto 2006. Pág. 20, 21 y 22.
- MORO VALLINA Miguel; “*Instalaciones solares fotovoltaicas*” tipos de células fotovoltaicas. Primera edición; Ediciones paraninfo S.A; Madrid España 2010. ISBN: 987-84-9732-776-3; Pag. 34, 35.
- SCHALLENBERG Julieta, PIERNAVIEJA Gonzalo, HERNÁNDEZ Carlos. “*Energías renovables y eficiencia energética*”. Primera edición; Instituto Tecnológico de Canarias; abril 2008. Pág. 64, 68, 82 y 85.
- MENDEZ NUÑEZ Javier María, RODRIGUEZ RODRIGUEZ Luis Manuel. “*Energía eólica*”. Segunda edición; Madrid España; Marzo 2013. Pág. 25, 35, y 85.
- JUANA SANDOVAL José María, GARCÍA ADOLFO francisco, FERNÁNDEZ GONZALES Jesús, SANTOS GARCÍA florentino, PÉREZ GARCÍA miguel, CRESPO MARTÍNEZ Antoño. “*Energías renovables para el desarrollo*”. Primera edición; Madrid España 2009. Pág.40, 41, 62, 68 y 70.
- FERNÁNDEZ SALGADO José María. “*Compendio De Energía Solar: Fotovoltaica, Térmica Y Termoeléctrica*”. Primera edición; Madrid España 2010. Pág.276, 278, 297,306 y 329
- HERRERA BARROSO Vanessa Catalina 2011 “*Sistema hibrido fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el departamento de turismo del ilustre municipio de baños*”. Ambato Ecuador: Tesis, 2011
- ESCUDERO LÓPEZ José María. “*Manual de Energía Eólica*”. Segunda edición ediciones MANDÍ-PRENSA; Madrid México 2011. ISBN: 987-84-8476-363-5 Pág. 146, 156 y 158

Páginas electrónicas:

- Introducción a las energías renovables en [línea] disponible en la web: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9403/3/3.1.Energ%C3%ADas%20renovables.pdf>
- Origen del viento en [línea] disponible en la web: <http://maldonado.eltiempo.es/el-origen-del-viento>.
- Diferentes fuentes renovables en [línea] disponible en la web: <http://fuentesrenovables.blogspot.com/2008/11/clulasfotovoltaiicas.html>
- Concepto de anemómetro en [línea] disponible en la web: <http://www.cabaleri.com/estacion-meteorologica/estacion-meteorologica-usb-ws-2080.html>
- Instrumento para medir la radiación solar en línea [línea] disponible en la web: <http://ambientweather.wikispaces.com/sp216>
- Instrumento para medir la energía eólica en [línea] disponible en la web: <http://site.ambientweatherstore.com/Manuals/ws2080.pdf>
- Equipos de energías renovables del ecuador en [línea] disponible en la web: <http://www.proviento.com.ec/index.html>
- Partes de un aerogenerador en [línea] disponible en la web: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32733/1/sanchezdionisionorberto.pdf>
- Sistema híbrido eólico fotovoltaico en [línea] disponible en la web: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia18/HTML/articulo03.htm>
- Atlas Solar del Ecuador en [línea] disponible en la web: http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- Atlas eólico del Ecuador en [línea] disponible en la web: <http://www.energia.gob.ec/ministerio-de-electricidad-y-energia-renovable-presento-el-primer-atlas-eolico-del-ecuador>
- Manual técnico para instalaciones domiciliarias en [línea] disponible en la web: http://energiaverde.pe/wp.content/uploads/2010/06/Manual_ES_Fotovoltaica.pdf.

ANEXOS

Anexo A	Tema: Especificaciones Técnicas Estación Meteorológica ANEMÓMETRO	1/1
----------------	--	------------

Modelo Ambient Weather WS-2080.

Datos exteriores (Anemómetro).

Distancia de transmisión en campo abierto.	300 pies (100 metros máximos).
Frecuencia	915MHz (Norteamérica).
Intervalo de medición	48 segundos.
TEMPERATURA	
Rango	-40°F a 149°F (-40°C a 65°C).
Exactitud	±2°F.
Resolución	±1°F.
HUMEDAD	
Al aire libre	10% a 99%.
Exactitud	±4%.
PRESIÓN BAROMÉTRICA	
	8.85 a 32.50 inHg.
Exactitud	±0.08 inHg (dentro del rango de 27.13 a 32.50 inHg).
Resolución	0.01 inHg.
DESPLIEGUE DE VOLUMEN DE LLUVIA	
	0 a 394 in.
Exactitud	±10%.
Resolución	0.01 in.
VELOCIDAD DE VIENTO	
	0 a 112 mph (0-160km/h).
Exactitud	±2.2 mph o 10%.
Resolución	0.1 mph.
DIRECCIÓN DEL VIENTO	
	0 a 360°.
Exactitud	22.5° (16 puntos del compás).
Resolución	22.5° (16 puntos del compás).

Fuente: Manual de instrucciones del sistema de estación meteorológica profesional de pantalla táctil, modelo última versión W/ Precisión de sensores meteorológicos.

Anexo B	Tema: Especificaciones Técnicas de Estación meteorológica PIRANÓMETRO	1/1
Modelo (Solar Power Meter SP- 216)		
ESPECIFICACIONES:		
Duración de la batería:	aprox. 100 hr	
Tipo de pila:	9V	
Precisión:	± 10 W / m ² [± 3 BTU / (m ² * h)] o ± 5%, lo que sea mayor en la luz del sol; temperatura adicional: ± 0.38W / m ² / ° C [± 0.12 BTU / (m ² * h) / grado C] de 25 °	
Temperatura de funcionamiento:	5 ° C a 40 ° C	
Temperatura de almacenamiento:	-10 ° C a 60 ° C	
Pantalla:	Pantalla LCD grande de 3.5 dígitos "	
Tiempo de muestreo:	Aprox. 0,25 segundos	
Resolución:	0,1 W / m ² , 0.1 BTU / (m ² * h)	
Rango:	1999W / m ² , 634 BTU / (m ² * h)	
Dimensiones y peso:	5 (L) x 2 (W) x 1.5 (H) en, aprox. 0,3 libras	
EMC:	Este instrumento es de CEM y ha sido sometido a las pruebas de compatibilidad de acuerdo con EN61326 (1997) + A1 (1998) + A2 (2001).	
<p>Fuente: Manual de instrucciones del sistema de estación meteorológica profesional de pantalla táctil, modelo última versión W/ Precisión de sensores meteorológicos.</p>		

Anexo C	Tema: Instalación y toma de datos con estaciones meteorológicas	1/1
---------	--	------------

Montaje y acoplamiento del anemómetro.



Programación y funcionamiento



toma de datos de radiación solar en la zona con piranómetro.



Descarga de información al computador.



Anexo D**Tema:** valores de heliofania en la estación meteorológica de COTOPAXI-CLIRSEN.**1/1****Valores mensuales y anual de heliofania en el 2009**

M120														COTOPAXI-CLIRSEN				INAMHI			
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación				
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media	Mensual	Suma			Máxima en 24hrs	día						
		Máxima día	Mínima día	Máxima	Mínima	Mensual															
ENERO	71.5																				
FEBRERO	56.7																				
MARZO	90.7			14.1	5.1	8.6	100	2	81	5	97	7.7	10.6	202.4	20.0	14	27				
ABRIL	61.6			13.2	4.8	8.3	100	2	81	7	97	7.7	10.6	168.4	27.7	17	22				
MAYO	97.6			13.9	4.6	8.5	100	6	75	12	97	8.2	11.0	154.2	19.7	3	22				
JUNIO	63.0			14.1	4.1	7.9						8.1	10.9	64.9	8.6	10	14				
JULIO	150.2			13.8	3.7	8.2						8.3	11.2	104.6	18.5	2	18				
AGOSTO	139.9			15.3	4.0	8.9						7.6	10.6	136.6	25.0	15	15				
SEPTIEMBRE	96.1			15.9	4.2	9.0						7.8	10.7	36.9	12.6	21	6				
OCTUBRE	78.7				4.5	8.2						8.4	11.2	23.4	5.9	6	8				
NOVIEMBRE	121.2				4.6	8.4						8.5	11.4	28.7	12.4	16	5				
DICIEMBRE	125.4					9.2	100	2	92	3	98	7.8	10.7	81.2	12.5	17	12				
VALOR ANUAL	1152.6					8.5						8.1	11.0	1197.9	30.2						

Valores mensuales y anual de heliofania en el 2010

M120														COTOPAXI-CLIRSEN				INAMHI			
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación				
		ABSOLUTAS		M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media	Mensual	Suma			Máxima en 24hrs	día						
		Máxima día	Mínima día	Máxima	Mínima	Mensual															
ENERO	151.0			15.2	4.6	9.4						9.2	11.9	41.8	17.2	25	9				
FEBRERO	100.9		4.1	1	15.0	5.2	9.7	100	1	92	11	98	9.5	12.0	129.4	19.4	9	16			
MARZO	79.6	17.5	1	14.8	4.6	9.3	100	1	83	13	98	8.9	11.6	117.9	19.1	10	20				
ABRIL	35.2		2.5	10	14.9	4.5	9.4	100	1	76	10	98	9.1	11.7	164.7	20.5	3	20			
MAYO	0.0			13.9	4.7	9.0						8.6	11.3	160.0							
JUNIO	0.0			11.8	3.8	7.9	100	1	88	18	97	7.5	10.5	62.4	13.3	18	12				
JULIO	17.2			12.1	3.7	7.9						7.5	10.5	126.4	17.6	1	17				
AGOSTO	147.6			13.4	3.1	8.0	100	2	92	3	97	7.7	10.7	34.7	12.6	2	6				
SEPTIEMBRE	86.3			14.0	3.2	8.2	100	3	74	9	96	7.6	10.7	50.6	10.4	1	10				
OCTUBRE	142.7			14.2	3.4	8.2	100	8	90	11	97	7.7	10.8	59.6	14.0	27	10				
NOVIEMBRE	86.1			13.5	4.0	7.8	100	4	92	24	98	7.5	10.6	184.3	32.3	13	18				
DICIEMBRE	67.2		3.4	16	12.1	4.4	8.0	100	1	89	20	97	7.6	10.6	172.7	27.0	11	20			
VALOR ANUAL	913.8			13.7	4.1	8.6						8.2	11.1	1304.5							

Anexo E		Tema: Promedio de datos de velocidad de viento y dirección registrados en la comunidad de Wintza.					1/1	
Promedio de datos del mes de Septiembre del 2013								
Numero de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	1/09/2013	1,6	4,4	2,0	S	5,8	13,2	
2	2/09/2013	2,7	7,8	0,0	SSE	5,8	13,2	
3	3/09/2013	3,8	7,1	0,3	SE	5,8	13,2	
4	4/09/2013	4,9	8,5	3,4	SE	5,8	13,2	
5	5/09/2013	6,5	11,5	1,0	SE	5,8	13,2	
6	6/09/2013	7,1	10,8	0,7	SE	5,8	13,2	
7	7/09/2013	5,4	11,9	1,0	SE	5,8	13,2	
8	8/09/2013	6,0	10,9	4,1	SE	5,8	13,2	
9	9/09/2013	5,3	12,5	4,1	SE	5,8	13,2	
10	10/09/2013	3,2	9,8	3,0	SE	5,8	13,2	
11	11/09/2013	2,0	6,8	3,1	SE	5,8	13,2	
12	12/09/2013	1,5	3,3	0,7	SE	5,8	13,2	
13	13/09/2013	2,0	5,4	1,0	SE	5,8	13,2	
14	14/09/2013	1,6	4,7	1,0	SE	5,8	13,2	
15	15/09/2013	1,3	4,1	0,3	SE	5,8	13,2	
16	16/09/2013	7,8	13,2	2,0	S	5,8	13,2	
17	17/09/2013	3,5	9,0	0,0	SSE	5,8	13,2	
18	18/09/2013	5,4	12,8	0,3	SE	5,8	13,2	
19	19/09/2013	7,1	12,9	3,4	SE	5,8	13,2	
20	20/09/2013	5,3	9,5	1,0	SE	5,8	13,2	
21	21/09/2013	4,6	10,1	0,7	SE	5,8	13,2	
22	22/09/2013	5,7	12,5	1,0	SE	5,8	13,2	
23	23/09/2013	7,5	12,9	4,1	SE	5,8	13,2	
24	24/09/2013	6,7	10,9	4,1	SE	5,8	13,2	
25	25/09/2013	5,9	10,2	3,0	SE	5,8	13,2	
26	26/09/2013	5,8	11,5	3,1	SE	5,8	13,2	
27	27/09/2013	4,2	9,1	0,7	SE	5,8	13,2	
28	28/09/2013	3,5	8,8	1,0	SE	5,8	13,2	
29	29/09/2013	3,8	8,5	1,0	SE	5,8	13,2	
30	30/09/2013	2,2	5,8	0,3	SE	5,8	13,2	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Octubre del 2013					1/2	
Numero de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/10/2013	1,6	4,4	0,0	NW	3,4	12,5	
2	02/10/2013	2,7	7,8	0,3	SE	3,4	12,5	
3	03/10/2013	3,8	7,1	1,0	SE	3,4	12,5	
4	04/10/2013	4,9	8,5	0,7	SE	3,4	12,5	
5	05/10/2013	6,5	11,5	1,4	SE	3,4	12,5	
6	06/10/2013	7,1	10,8	3,7	SE	3,4	12,5	
7	07/10/2013	5,4	11,9	1,0	SE	3,4	12,5	
8	08/10/2013	6,0	10,9	1,4	SE	3,4	12,5	
9	09/10/2013	5,3	12,5	0,7	SE	3,4	12,5	
10	10/10/2013	3,2	9,8	0,0	SSE	3,4	12,5	
11	11/10/2013	2,0	6,8	0,0	SE	3,4	12,5	
12	12/10/2013	1,5	3,3	0,2	NEE	3,4	12,5	
13	13/10/2013	2,0	5,4	0,3	NW	3,4	12,5	
14	14/10/2013	1,6	4,7	0,3	NW	3,4	12,5	
15	15/10/2013	1,3	4,1	0,0	NW	3,4	12,5	
16	16/10/2013	1,1	5,4	0,0	NW	3,4	12,5	
17	17/10/2013	1,3	4,8	0,0	NNE	3,4	12,5	
18	18/10/2013	2,0	6,8	0,0	NNW	3,4	12,5	
19	19/10/2013	2,9	7,8	0,0	SE	3,4	12,5	
20	20/10/2013	2,2	6,8	0,0	SSE	3,4	12,5	
21	21/10/2013	1,2	4,7	0,0	NW	3,4	12,5	
22	22/10/2013	0,9	4,7	0,0	NW	3,4	12,5	
23	23/10/2013	1,8	4,4	0,0	SE	3,4	12,5	
24	24/10/2013	2,5	6,8	0,7	SSE	3,4	12,5	
25	25/10/2013	3,4	8,8	0,0	SE	3,4	12,5	
26	26/10/2013	3,4	8,8	0,0	SE	3,4	12,5	
27	27/10/2013	1,5	4,7	0,0	NW	3,4	12,5	
28	28/10/2013	2,2	6,1	0,0	SE	3,4	12,5	
29	29/10/2013	1,3	4,1	0,0	NNW	3,4	12,5	
30	30/10/2013	1,9	5,4	0,0	NNW	3,4	12,5	
31	31/10/2013	1,8	5,4	0,0	NW	3,4	12,5	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Noviembre del 2013					1/3	
Número de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/11/2014	2,7	6,1	0,0	NW	2,7	9,5	
2	02/11/2014	2,3	6,4	0,0	NW	2,7	9,5	
3	03/11/2014	2,6	6,8	0,0	NNW	2,7	9,5	
4	04/11/2014	1,4	5,7	0,0	NNW	2,7	9,5	
5	05/11/2014	2,6	6,7	0,0	NNW	2,7	9,5	
6	06/11/2014	2,3	5,4	0,0	NW	2,7	9,5	
7	07/11/2014	1,7	6,8	0,0	NW	2,7	9,5	
8	08/11/2014	2,3	5,1	0,0	NW	2,7	9,5	
9	09/11/2014	1,5	4,7	0,0	NW	2,7	9,5	
10	10/11/2014	1,9	6,5	0,0	SE	2,7	9,5	
11	11/11/2014	2,9	7,8	0,0	SE	2,7	9,5	
12	12/11/2014	4,2	9,5	0,0	SE	2,7	9,5	
13	13/11/2014	4,1	8,8	0,7	SE	2,7	9,5	
14	14/11/2014	3,1	7,5	0,7	S	2,7	9,5	
15	15/11/2014	3,4	7,8	0,7	SEE	2,7	9,5	
16	16/11/2014	3,5	9,1	0,0	SE	2,7	9,5	
17	17/11/2014	1,9	4,4	0,3	NW	2,7	9,5	
18	18/11/2014	1,3	4,7	0,0	NW	2,7	9,5	
19	19/11/2014	2,0	7,8	0,0	NWW	2,7	9,5	
20	20/11/2014	1,3	2,7	0,0	NW	2,7	9,5	
21	21/11/2014	0,8	2,0	0,0	NWW	2,7	9,5	
22	22/11/2014	1,3	4,8	0,0	NW	2,7	9,5	
23	23/11/2014	2,0	5,1	0,0	NW	2,7	9,5	
24	24/11/2014	1,6	6,1	0,0	NWW	2,7	9,5	
25	25/11/2014	1,3	4,1	0,0	SE	2,7	9,5	
26	26/11/2014	1,1	5,4	0,0	NE	2,7	9,5	
27	27/11/2014	2,1	5,4	0,0	NNW	2,7	9,5	
28	28/11/2014	1,8	6,8	0,0	SE	2,7	9,5	
29	29/11/2014	1,1	4,4	0,0	NW	2,7	9,5	
30	30/11/2014	0,8	4,3	0,0	NW	2,7	9,5	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Diciembre del 2013					1/4
Número de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes
1	01/12/2013	3,1	10,2	0,0	SSE	3,3	12,2
2	02/12/2013	3,4	8,8	0,0	SE	3,3	12,2
3	03/12/2013	3,0	7,8	0,0	SE	3,3	12,2
4	04/12/2013	3,5	7,1	1,0	SE	3,3	12,2
5	05/12/2013	1,9	6,8	0,0	SE	3,3	12,2
6	06/12/2013	1,8	5,4	0,0	SW	3,3	12,2
7	07/12/2013	1,4	4,4	0,0	NW	3,3	12,2
8	08/12/2013	0,9	4,7	0,0	NW	3,3	12,2
9	09/12/2013	0,9	4,1	0,0	NW	3,3	12,2
10	10/12/2013	3,6	8,1	0,0	SE	3,3	12,2
11	11/12/2013	5,0	10,9	1,4	SEE	3,3	12,2
12	12/12/2013	2,9	7,5	0,0	SEE	3,3	12,2
13	13/12/2013	2,2	7,1	0,0	SEE	3,3	12,2
14	14/12/2013	2,3	7,0	0,0	SEE	3,3	12,2
15	15/12/2013	3,0	7,1	0,0	SE	3,3	12,2
16	16/12/2013	1,9	6,1	0,0	SE	3,3	12,2
17	17/12/2013	1,1	6,5	0,0	SEE	3,3	12,2
18	18/12/2013	1,1	4,4	0,0	NWW	3,3	12,2
19	19/12/2013	2,0	5,2	0,0	NW	3,3	12,2
20	20/12/2013	1,5	5,1	0,0	NW	3,3	12,2
21	21/12/2013	1,4	5,7	0,0	NW	3,3	12,2
22	22/12/2013	1,2	6,7	0,0	SSE	3,3	12,2
23	23/12/2013	1,3	3,7	0,0	NNW	3,3	12,2
24	24/12/2013	2,3	6,2	0,0	NW	3,3	12,2
25	25/12/2013	1,6	5,8	0,0	SE	3,3	12,2
26	26/12/2013	2,7	6,1	0,0	SE	3,3	12,2
27	27/12/2013	5,3	10,8	0,7	SE	3,3	12,2
28	28/12/2013	6,9	12,2	2,7	SSE	3,3	12,2
29	29/12/2013	5,2	11,0	0,0	SE	3,3	12,2
30	30/12/2013	3,7	10,5	0,0	SE	3,3	12,2
31	31/12/2013	3,4	9,8	0,0	SE	3,3	12,2

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Enero del 2014					1/5	
Numer o de datos	Fecha	Promedi o al día	máxim o al día	mínim o al día	direcció n	Promedi o al mes	máxim o al mes	
1	01/01/2014	7,8	13,2	2,0	S	3,1	13,2	
2	02/01/2014	2,8	6,5	0,0	SE	3,1	13,2	
3	03/01/2014	3,0	6,5	0,0	SE	3,1	13,2	
4	04/01/2014	3,4	7,1	1,4	SE	3,1	13,2	
5	05/01/2014	2,1	6,1	0,0	SE	3,1	13,2	
6	06/01/2014	1,6	4,8	0,0	SE	3,1	13,2	
7	07/01/2014	0,6	2,4	0,0	NW	3,1	13,2	
8	08/01/2014	0,5	1,7	0,0	NW	3,1	13,2	
9	09/01/2014	0,4	2,4	0,0	NW	3,1	13,2	
10	10/01/2014	1,1	2,4	0,0	NW	3,1	13,2	
11	11/01/2014	1,1	2,7	0,0	NW	3,1	13,2	
12	12/01/2014	1,8	4,4	0,7	SE	3,1	13,2	
13	13/01/2014	3,7	7,4	0,0	SE	3,1	13,2	
14	14/01/2014	3,6	6,8	0,0	SE	3,1	13,2	
15	15/01/2014	3,1	7,5	0,3	SE	3,1	13,2	
16	16/01/2014	2,8	6,1	0,0	SE	3,1	13,2	
17	17/01/2014	4,7	9,2	1,7	SE	3,1	13,2	
18	18/01/2014	5,0	9,9	0,7	SE	3,1	13,2	
19	19/01/2014	2,8	8,8	0,3	SE	3,1	13,2	
20	20/01/2014	0,3	1,4	0,0	NW	3,1	13,2	
21	21/01/2014	2,8	6,5	0,0	SE	3,1	13,2	
22	22/01/2014	1,1	4,6	0,0	NW	3,1	13,2	
23	23/01/2014	2,3	6,9	0,0	SEE	3,1	13,2	
24	24/01/2014	3,5	7,8	1,4	SEE	3,1	13,2	
25	25/01/2014	2,6	6,1	0,0	SE	3,1	13,2	
26	26/01/2014	1,8	4,8	0,0	SE	3,1	13,2	
27	27/01/2014	4,5	9,2	1,7	SE	3,1	13,2	
28	28/01/2014	4,8	9,5	2,1	SE	3,1	13,2	
29	29/01/2014	0,3	1,4	0,0	NW	3,1	13,2	
30	30/01/2014	3,5	6,5	0,0	SE	3,1	13,2	
31	31/01/2014	4,2	8,2	0,0	SE	3,1	13,2	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Febrero del 2014					1/6	
Numero de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/02/2014	2,4	6,5	0,3	SE	2,2	8,5	
2	02/02/2014	1,5	3,7	0,0	SE	2,2	8,5	
3	03/02/2014	1,7	4,5	0,0	SEE	2,2	8,5	
4	04/02/2014	1,4	5,4	0,0	SEE	2,2	8,5	
5	05/02/2014	0,9	2,8	0,0	SE	2,2	8,5	
6	06/02/2014	1,4	4,8	0,0	SE	2,2	8,5	
7	07/02/2014	0,8	2,7	0,0	NW	2,2	8,5	
8	08/02/2014	1,0	3,0	0,0	NW	2,2	8,5	
9	09/02/2014	1,6	5,0	0,3	NW	2,2	8,5	
10	10/02/2014	1,6	3,0	0,2	SW	2,2	8,5	
11	11/02/2014	2,1	4,8	0,0	NW	2,2	8,5	
12	12/02/2014	2,0	7,3	0,0	SE	2,2	8,5	
13	13/02/2014	0,9	3,7	0,0	SE	2,2	8,5	
14	14/02/2014	1,3	4,6	0,0	SE	2,2	8,5	
15	15/02/2014	3,0	5,9	1,3	SE	2,2	8,5	
16	16/02/2014	2,0	4,3	0,5	SSE	2,2	8,5	
17	17/02/2014	3,0	5,9	0,2	N	2,2	8,5	
18	18/02/2014	2,5	5,7	0,0	NE	2,2	8,5	
19	19/02/2014	2,1	4,8	0,2	NE	2,2	8,5	
20	20/02/2014	1,5	3,8	0,0	NE	2,2	8,5	
21	21/02/2014	1,3	5,1	0,0	SW	2,2	8,5	
22	22/02/2014	1,4	3,3	0,0	SW	2,2	8,5	
23	23/02/2014	1,6	3,4	0,0	SSW	2,2	8,5	
24	24/02/2014	1,7	4,1	0,3	SW	2,2	8,5	
25	25/02/2014	1,6	4,4	0,3	SW	2,2	8,5	
26	26/02/2014	3,0	8,5	0,0	NE	2,2	8,5	
27	27/02/2014	2,2	5,1	0,0	NE	2,2	8,5	
28	28/02/2014	3,2	7,2	0,0	N	2,2	8,5	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Marzo del 2014.					1/7	
Numero de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/03/2014	5,7	9,2	1,4	SE	3,4	0,0	
2	02/03/2014	5,2	11,2	1,4	SEE	3,4	11,2	
3	03/03/2014	4,8	10,2	0,0	E	3,4	11,2	
4	04/03/2014	4,2	9,9	0,0	NE	3,4	11,2	
5	05/03/2014	1,8	6,8	0,0	E	3,4	11,2	
6	06/03/2014	3,0	7,8	0,0	NE	3,4	11,2	
7	07/03/2014	3,3	9,5	0,0	E	3,4	11,2	
8	08/03/2014	4,2	10,9	0,3	E	3,4	11,2	
9	09/03/2014	4,0	10,9	0,0	SE	3,4	11,2	
10	10/03/2014	4,5	8,8	2,0	SE	3,4	11,2	
11	11/03/2014	3,7	9,2	1,2	SE	3,4	11,2	
12	12/03/2014	3,0	8,5	1,6	SE	3,4	11,2	
13	13/03/2014	1,9	6,8	0,0	E	3,4	11,2	
14	14/03/2014	2,4	6,1	0,7	NEE	3,4	11,2	
15	15/03/2014	2,8	8,1	0,7	E	3,4	11,2	
16	16/03/2014	2,5	6,8	0,0	E	3,4	11,2	
17	17/03/2014	2,3	5,1	0,7	S	3,4	11,2	
18	18/03/2014	3,4	6,1	1,0	SE	3,4	11,2	
19	19/03/2014	4,7	10,8	0,0	SSE	3,4	11,2	
20	20/03/2014	3,0	7,8	0,6	SSE	3,4	11,2	
21	21/03/2014	3,3	5,8	0,6	SE	3,4	11,2	
22	22/03/2014	4,1	7,5	0,5	NE	3,4	11,2	
23	23/03/2014	4,4	8,8	1,7	E	3,4	11,2	
24	24/03/2014	2,9	5,8	1,0	S	3,4	11,2	
25	25/03/2014	2,9	5,7	0,3	SE	3,4	11,2	
26	26/03/2014	2,3	5,8	0,0	SEE	3,4	11,2	
27	27/03/2014	3,0	5,7	1,0	SSE	3,4	11,2	
28	28/03/2014	4,8	9,5	2,1	SE	3,4	11,2	
29	29/03/2014	0,3	1,4	0,0	SE	3,4	11,2	
30	30/03/2014	3,5	6,5	0,0	E	3,4	11,2	
31	31/03/2014	4,2	8,2	0,0	SE	3,4	11,2	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Abril del 2014					1/8	
Numero de datos	Fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/04/2014	3,9	9,2	1,4	SE	3,4	10,9	
2	02/04/2014	1,5	4,8	1	SE	3,4	10,9	
3	03/04/2014	2,8	7,1	1,4	SE	3,4	10,9	
4	04/04/2014	3,6	8,2	0,7	SE	3,4	10,9	
5	05/04/2014	2	5,8	0,7	SE	3,4	10,9	
6	06/04/2014	2,8	8,8	0	SE	3,4	10,9	
7	07/04/2014	3,4	8,5	0,3	SE	3,4	10,9	
8	08/04/2014	3,6	6,8	0,3	SE	3,4	10,9	
9	09/04/2014	4,3	10,9	0,7	SE	3,4	10,9	
10	10/04/2014	3,8	6,8	0,7	SE	3,4	10,9	
11	11/04/2014	3,1	6,8	1,2	SE	3,4	10,9	
12	12/04/2014	4,4	9,2	1,6	SE	3,4	10,9	
13	13/04/2014	3,3	6,1	1	SE	3,4	10,9	
14	14/04/2014	5,5	10,2	0,7	SE	3,4	10,9	
15	15/04/2014	5,5	10,5	1,4	SE	3,4	10,9	
16	16/04/2014	4	9,2	0,7	SE	3,4	10,9	
17	17/04/2014	5,8	10,5	1,4	SE	3,4	10,9	
18	18/04/2014	4,5	9,5	0,7	SE	3,4	10,9	
19	19/04/2014	3,5	7,5	0,7	SE	3,4	10,9	
20	20/04/2014	4,2	10,2	0,3	SE	3,4	10,9	
21	21/04/2014	2,4	6,1	0,3	SE	3,4	10,9	
22	22/04/2014	4	8,8	1,4	SE	3,4	10,9	
23	23/04/2014	3,1	8,2	0,3	SE	3,4	10,9	
24	24/04/2014	1,6	4,8	0,7	SE	3,4	10,9	
25	25/04/2014	4,6	9,2	0,7	SE	3,4	10,9	
26	26/04/2014	1,9	5,4	0,7	SE	3,4	10,9	
27	27/04/2014	2,6	7,5	1	SE	3,4	10,9	
28	28/04/2014	2,7	7,8	1,4	SE	3,4	10,9	
29	29/04/2014	2,1	5,1	1,7	SE	3,4	10,9	
30	30/04/2014	2,8	7,5	1	SE	3,4	10,9	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Mayo del 2014					1/9	
Numero de datos	fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/05/2014	5,6	8,2	1,4	E	3,7	10,9	
2	02/05/2014	2,5	4,4	1,4	E	3,7	10,9	
3	03/05/2014	2,7	4,1	1,4	SE	3,7	10,9	
4	04/05/2014	2,5	3,4	1,4	SE	3,7	10,9	
5	05/05/2014	2,2	3,1	0,7	SE	3,7	10,9	
6	06/05/2014	2,6	6,8	0,7	S	3,7	10,9	
7	07/05/2014	1,4	2,7	0,7	SE	3,7	10,9	
8	08/05/2014	1,3	3,1	0,7	SE	3,7	10,9	
9	09/05/2014	3,7	6,8	1,4	SE	3,7	10,9	
10	10/05/2014	5,3	7,5	3,1	SE	3,7	10,9	
11	11/05/2014	6,2	7,8	1,2	S	3,7	10,9	
12	12/05/2014	5,8	7,8	1,6	SE	3,7	10,9	
13	13/05/2014	4,0	6,1	2,4	SE	3,7	10,9	
14	14/05/2014	1,8	3,1	0,7	SE	3,7	10,9	
15	15/05/2014	1,3	2,7	0,0	SE	3,7	10,9	
16	16/05/2014	1,9	4,4	0,0	SE	3,7	10,9	
17	17/05/2014	4,5	8,2	1,4	SE	3,7	10,9	
18	18/05/2014	5,0	9,9	0,7	S	3,7	10,9	
19	19/05/2014	2,8	8,8	0,3	SE	3,7	10,9	
20	20/05/2014	4,5	9,2	1,7	SE	3,7	10,9	
21	21/05/2014	4,8	9,5	2,1	SE	3,7	10,9	
22	22/05/2014	3,7	6,5	0,0	S	3,7	10,9	
23	23/05/2014	4,4	8,2	0,0	SE	3,7	10,9	
24	24/05/2014	4,8	10,9	1,0	SE	3,7	10,9	
25	25/05/2014	4,4	8,8	1,0	SE	3,7	10,9	
26	26/05/2014	4,7	8,8	1,7	SE	3,7	10,9	
27	27/05/2014	4,5	9,2	1,7	S	3,7	10,9	
28	28/05/2014	4,8	9,5	2,1	SE	3,7	10,9	
29	29/05/2014	3,4	6,8	0,7	SE	3,7	10,9	
30	30/05/2014	2,9	6,5	0,0	SE	3,7	10,9	
31	31/05/2014	4,2	8,2	0,0	E	3,7	10,9	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Junio del 2014					1/10	
Numero de datos	fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/06/2014	4,4	6,5	1,4	SE	4,7	11,9	
2	02/06/2014	3,4	5,8	1,7	SE	4,7	11,9	
3	03/06/2014	3,7	4,8	2,0	SE	4,7	11,9	
4	04/06/2014	4,6	5,8	2,4	SE	4,7	11,9	
5	05/06/2014	5,1	8,2	3,1	E	4,7	11,9	
6	06/06/2014	5,4	7,8	3,1	SEE	4,7	11,9	
7	07/06/2014	4,7	6,5	1,7	S	4,7	11,9	
8	08/06/2014	4,7	5,8	3,1	SE	4,7	11,9	
9	09/06/2014	5,2	8,2	3,1	SE	4,7	11,9	
10	10/06/2014	4,1	6,5	2,7	SE	4,7	11,9	
11	11/06/2014	4,3	6,5	1,2	SE	4,7	11,9	
12	12/06/2014	2,7	4,8	1,6	SE	4,7	11,9	
13	13/06/2014	4,0	6,1	2,4	SE	4,7	11,9	
14	14/06/2014	2,6	3,7	1,7	SE	4,7	11,9	
15	15/06/2014	4,2	6,5	2,7	SE	4,7	11,9	
16	16/06/2014	4,2	5,4	3,1	SE	4,7	11,9	
17	17/06/2014	4,5	6,1	3,1	SEE	4,7	11,9	
18	18/06/2014	6,2	7,8	2,4	SEE	4,7	11,9	
19	19/06/2014	6,8	8,2	2,7	SE	4,7	11,9	
20	20/06/2014	7,9	9,5	3,1	SE	4,7	11,9	
21	21/06/2014	8,5	11,9	3,6	SE	4,7	11,9	
22	22/06/2014	5,3	7,8	0,0	SE	4,7	11,9	
23	23/06/2014	4,4	8,2	0,5	SE	4,7	11,9	
24	24/06/2014	4,8	10,9	1,0	SE	4,7	11,9	
25	25/06/2014	4,4	8,8	1,0	SE	4,7	11,9	
26	26/06/2014	4,7	8,8	1,7	E	4,7	11,9	
27	27/06/2014	4,5	9,2	1,7	SE	4,7	11,9	
28	28/06/2014	4,8	9,5	2,1	SEE	4,7	11,9	
29	29/06/2014	3,4	6,8	0,7	SE	4,7	11,9	
30	30/06/2014	2,9	6,5	0,0	SSE	4,7	11,9	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Julio del 2014					1/11	
Numero de datos	fecha	Promedio al día	máximo al día	mínimo al día	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/07/2014	4,3	5,8	1,4	SEE	5,2	10,2	
2	02/07/2014	3,7	5,1	2,0	E	5,2	10,2	
3	03/07/2014	4,5	6,1	3,4	SEE	5,2	10,2	
4	04/07/2014	6,1	7,5	4,4	E	5,2	10,2	
5	05/07/2014	6,5	8,8	4,8	E	5,2	10,2	
6	06/07/2014	7,2	8,5	3,4	SE	5,2	10,2	
7	07/07/2014	7,4	8,8	3,2	E	5,2	10,2	
8	08/07/2014	6,6	9,2	2,4	SE	5,2	10,2	
9	09/07/2014	4,7	9,2	2,0	SE	5,2	10,2	
10	10/07/2014	4,3	5,4	1,7	SE	5,2	10,2	
11	11/07/2014	3,6	5,1	1,2	SSE	5,2	10,2	
12	12/07/2014	3,3	4,8	1,6	SE	5,2	10,2	
13	13/07/2014	3,5	5,1	2,0	SE	5,2	10,2	
14	14/07/2014	3,8	4,8	2,4	SE	5,2	10,2	
15	15/07/2014	4,0	5,4	2,7	SE	5,2	10,2	
16	16/07/2014	5,2	8,5	1,4	SEE	5,2	10,2	
17	17/07/2014	6,8	8,2	1,3	SE	5,2	10,2	
18	18/07/2014	7,9	9,9	2,5	SE	5,2	10,2	
19	19/07/2014	8,3	10,2	3,1	E	5,2	10,2	
20	20/07/2014	6,9	9,5	3,7	E	5,2	10,2	
21	21/07/2014	6,1	9,2	3,7	NEE	5,2	10,2	
22	22/07/2014	4,2	6,1	2,4	E	5,2	10,2	
23	23/07/2014	3,0	4,4	1,7	SE	5,2	10,2	
24	24/07/2014	2,8	4,4	1,4	E	5,2	10,2	
25	25/07/2014	3,2	4,1	1,7	E	5,2	10,2	
26	26/07/2014	3,8	5,4	2,0	E	5,2	10,2	
27	27/07/2014	4,7	6,1	2,7	SEE	5,2	10,2	
28	28/07/2014	3,6	5,4	2,0	E	5,2	10,2	
29	29/07/2014	5,9	8,5	3,4	E	5,2	10,2	
30	30/07/2014	6,9	9,5	4,8	SE	5,2	10,2	
31	31/07/2014	7,0	9,9	2,4	SE	5,2	10,2	

Anexo E		Tema: Promedio de datos del mes de Agosto del 2014					1/12	
Numero de datos	fecha	Promedio al día	máximo al mes	mínimo al mes	dirección	Promedio al mes	máximo al mes	
1	01/08/2014	6,2	11,9	1,4	S	9,2	14,4	
2	02/08/2014	6,6	9,5	3,7	S	9,2	14,4	
3	03/08/2014	5,4	9,2	2,4	S	9,2	14,4	
4	04/08/2014	3,2	5,8	1,4	SSE	9,2	14,4	
5	05/08/2014	4,9	7,1	2,7	SE	9,2	14,4	
6	06/08/2014	5,7	8,2	1,0	SE	9,2	14,4	
7	07/08/2014	6,2	8,2	3,4	SE	9,2	14,4	
8	08/08/2014	6,1	8,5	4,1	SE	9,2	14,4	
9	09/08/2014	5,8	8,8	3,7	SE	9,2	14,4	
10	10/08/2014	4,9	7,1	2,7	SSE	9,2	14,4	
11	11/08/2014	6,2	7,8	1,2	SSE	9,2	14,4	
12	12/08/2014	5,8	7,8	1,6	SE	9,2	14,4	
13	13/08/2014	4,0	6,1	2,4	SSE	9,2	14,4	
14	14/08/2014	4,2	7,8	2,0	S	9,2	14,4	
15	15/08/2014	5,0	8,8	2,4	S	9,2	14,4	
16	16/08/2014	6,1	11,7	1,0	S	9,2	14,4	
17	17/08/2014	4,7	8,2	1,4	SE	9,2	14,4	
18	18/08/2014	5,0	9,9	0,7	SE	9,2	14,4	
19	19/08/2014	4,6	8,8	1,7	SE	9,2	14,4	
20	20/08/2014	6,2	13,2	2,0	SE	9,2	14,4	
21	21/08/2014	5,6	12,8	2,1	SE	9,2	14,4	
22	22/08/2014	4,3	6,5	0,0	SE	9,2	14,4	
23	23/08/2014	4,4	8,2	0,0	SE	9,2	14,4	
24	24/08/2014	6,8	11,0	3,4	SE	9,2	14,4	
25	25/08/2014	4,5	8,8	2,0	SE	9,2	14,4	
26	26/08/2014	4,8	8,8	2,7	SE	9,2	14,4	
27	27/08/2014	5,9	11,8	1,7	SE	9,2	14,4	
28	28/08/2014	5,0	9,5	2,1	S	9,2	14,4	
29	29/08/2014	7,0	14,4	3,4	S	9,2	14,4	
30	30/08/2014	5,7	11,7	2,0	SSE	9,2	14,4	
31	31/08/2014	5,2	8,2	1,4	S	9,2	14,4	

Pruebas del aerogenerador con bombillos de 12v.



Pruebas del aerogenerador con batería de 12v.



Pruebas de funcionamiento del panel solar.



Preparación y colocación de bases que sujetan los módulos



Adecuación del cableado eléctrico.



Comprobación de voltajes de salida.



Preparación y excavación del suelo.



Montaje y ajuste del aerogenerador en el tubo



Acoplamiento del tubo en el poste de hormigón



Izaje del poste con el aerogenerador ensamblado



Puesta a tierra



Comprobación de voltajes de salida.



Adecuación y colocación de borneras



Conexión eléctrica en paralelo y conexión al inversor.



Comprobación de voltaje y funcionamiento



producción año 2015										
Detalles	Cant.	Ingreso unitario	Ingreso total	egresos		ganancias		beneficio		
				balanceados y sales	asistencia técnica	detalle	total al año	tiempo	neto al mes	anual
OVEJAS	7	100	700	15	5	por peso	90	6 meses	2,5	50
CHANCHO	2	50	100	15	7	por peso	900	6 meses	25	150
AVES	8	1,5	12	200	8	por peso	300	3 meses	8,33333333	50
TERNEROS	5	150	750	70	10	por peso	3000	al año	83,33333333	180
LECHERAS	2	500	1000	200	20	leche	1200	al año	30	270
									total (25%)	\$ 700,00

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/1
----------------	--	------------

Aerogenerador ALEKO FDH400



Realizado por: Wilson Tocte.

Este manual contiene toda la información necesaria para la correcta instalación y mantenimiento de su aerogenerador. Para asegurar su correcto funcionamiento, evitar roturas y peligros, se recomienda que lea atentamente este manual antes de proceder a realizar la instalación.

Mensajes de seguridad

Los mensajes de seguridad se indican en el presente manual precedidos del símbolo de aviso:



ADVERTENCIA.



ATENCION, PRECAUCION.

Mensajes indicados con la palabra “IMPORTANTE” pueden suponer un mal uso de la máquina y causar daños en la misma.

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/2
----------------	--	------------

Uno - partes de la turbina

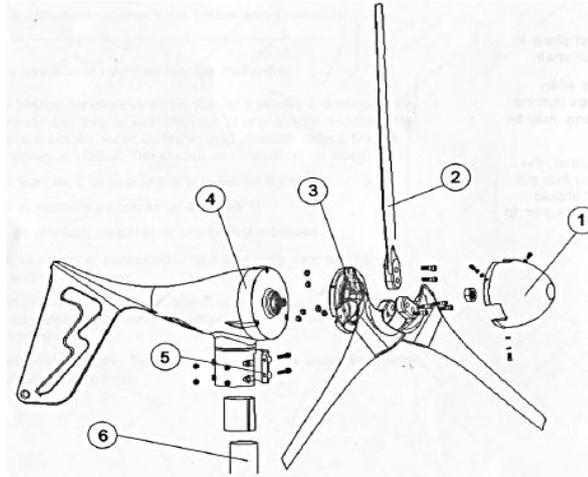


Fig. 1 Detalle del aerogenerador.

ítem	Descripción	cantidad
1	cono frontal	1
2	Cuchillas	3
3	cubo de aspas	1
4	Góndola Cuerpo de mariposas	1
5	cuerpo del sujetador	1
6	Torre	1

Dos - el montaje de la turbina

Su turbina eólica se entrega parcialmente montada. El montaje requiere el montaje de las palas en el buje cuchilla, asegurar que el cubo al cuerpo de la turbina y la instalación del cono de nariz en el cubo de aspas. La llave hexagonal será necesaria para el apriete de pernos.

Especificaciones de torque:

Cuchilla de pernos de cubo, M6 x 22, Tornillo de cabeza, 7.45 Lb-pie (10 Nm)

Eje de tuerca del rotor, M16, tuerca Jam, 48 Ib-pie (65 N-m).

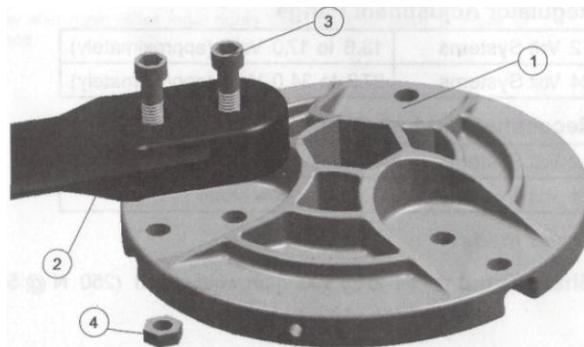
Guiñada Pernos de fijación, M5 x 35 mm, Tornillo de cabeza, 4,5 Ib-pie (6 Nm).

Pase un perno a través de la hoja y el tornillo en la tuerca de seguridad.

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/3
----------------	--	------------

No apriete completamente el tornillo todavía. Instale el segundo perno y tuerca de seguridad y apriete los dos tornillos de 7.45 pies - libras (10 Nm). Instale las dos hojas restantes siguiendo el mismo procedimiento.

Si la turbina eólica es para ser instalado en una torre "inclinable", montar el conjunto de cuchilla / concentrador a la turbina ahora. Inicie la tuerca del buje M16 en las roscas del eje y "gitar" el cubo por completo en el eje de la turbina alternador. Apriete completamente el cubo a 48 ft-lbs (65 Nm) mediante la inserción de una llave hexagonal en el eje de la turbina alternador y girando el eje al girar las palas.



- 1- lámina para palas
- 2- palas
- 3- perno M6 cabeza hexagonal
- 4- contratuerca

Fig. 2 Detalle fijación de las palas.



No intente montar la turbina mientras cuchillas están girando.

Tres -Torres

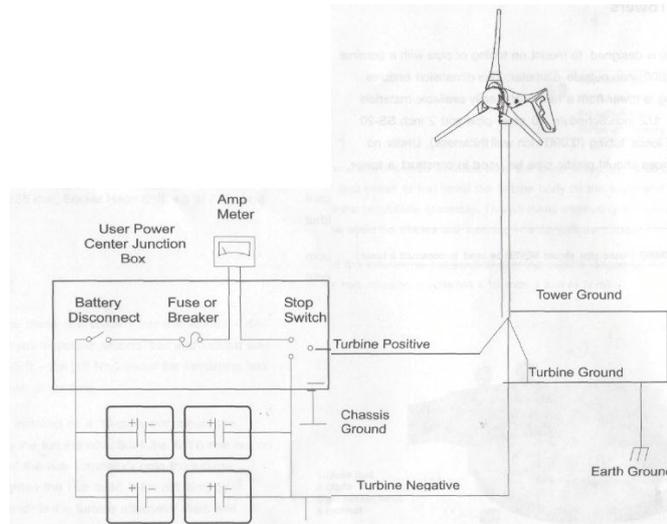
El FDH400 está diseñado para montar en la tubería o tubo con una 1.875- 1.900 pulgadas de diámetro exterior nominal. Esta dimensión permite la construcción de una torre de una gama de materiales fácilmente disponibles incluyendo 1 1/2 pulgadas Lista de tubos de acero 40 y SS-20 tubería de reja galvanizada 2 pulgadas (espesor de pared de 0,090 pulgadas).



Bajo ninguna circunstancia se debe utilizar tubería de plástico para la construcción de una torre.

Cuatro - Opciones de cableado

El método recomendado para conectar la turbina a su banco de baterías es conectar la turbina directamente a su propio conjunto de bornes de la batería. Esto permitirá a la turbina para operar de forma independiente. Regulador interno del aerogenerador supervisará la batería y mantener la carga según sea necesario.



Figs. 3 representan las instalaciones de turbinas individuales típicas.



Conecte los alambres de la turbina directamente a banco de baterías a su propio conjunto de bornes de la batería.

4.1 Tamaño del cable

Todos los sistemas eléctricos pierden energía debido a la resistencia en los conductores.

Grandes cables tienen menos resistencia, pero pueden ser considerablemente más costosos. Pérdidas de resistencia también se incrementan con el aumento de la corriente, por lo tanto, si el suyo es un sitio de fuerte viento, puede valer la pena ir con un alambre de mayor tamaño para aprovechar el mayor potencial de producción de energía de su sitio. Por el contrario, en emplazamientos de vientos bajos puede no ser rentable para aumentar el tamaño del cable ya que la producción de energía será baja. Recomendamos estos como los tamaños mínimos de alambre; para un rendimiento óptimo utilice los cables más grandes

que son prácticas y asequibles. Local, estatal, y los códigos eléctricos nacionales tienen precedencia sobre estas recomendaciones y se deben seguir para garantizar la seguridad de su sistema.



Cables más pequeños reducirán la tensión en que la turbina eólica entra regulación y detiene la carga.

12 Volt Systems, AWG / Metric Wire Size mm²

Number of Turbines:	0- 30 ft (0-9 m)	30 ft- 60 ft (9-18 m)	60ft- 90 ft (18 -27m)	90ft-150 ft (27 - 46m)	150ft-190 ft (46 - 58m)	190ft-250ft (58 - 76 m)	250ft-310ft (76 - 95m)	310ft-390ft (95 -119m)	390ft-500ft (119-152m)
1	8/10 mm ²	6/16 mm ²	4/25 mm ²	2/35 mm ²	1/50 mm ²	0/50 mm ²	00/70 mm ²	000/90 mm ²	000/90 mm ²
2	6/16 mm ²	4/25 mm ²	1/50 mm ²	00/70 mm ²	000/90 mm ²	0000/120mm ²	***	***	***
3	4/25 mm ²	2/35 mm ²	0/50 mm ²	000/90 mm ²	0000/120mm ²	***	***	***	***

*** if your system requires this length of wire, consider using parallel wires.

24 Volt Systems, AWG / Metric Wire Size mm²

Number of Turbines:	0- 30 ft (0-9m)	30 ft- 60 ft (9-18 m)	60ft- 90 ft (18 -27m)	90ft-150 ft (27 - 46m)	150ft-190ft (46 - 58m)	190ft-250ft (58 - 76 m)	250ft-310ft (76 - 95m)	310ft-390ft (95 -119m)	390ft-500ft (119-152m)
1	14/2.5 mm ²	12/4 mm ²	10/6 mm ²	8/10 mm ²	6/16 mm ²	4/90 mm ²	4/90 mm ²	000/90 mm ²	000/90 mm ²
2	12/4 mm ²	8/10 mm ²	6/16 mm ²	4/25 mm ²	4/25 mm ²	2/35 mm ²	2/35 mm ²	1/50 mm ²	0/50 mm ²
3	10/6 mm ²	8/10 mm ²	6/16 mm ²	4/25 mm ²	2/35 mm ²	2/35 mm ²	1/50 mm ²	0/50 mm ²	00/70 mm ²

Fig. 4 Para sistemas de 12 y 24volt, AWG / Métricas Tamaño del cable mm².

4-2 Torre de puesta a tierra

Base de la torre a pesar de que el sistema puede estar conectado a tierra en el panel de banco de baterías o servicio mediante el cable de tierra de guiñada. Conexión a tierra de la torre en su base puede prevenir choques a personas que tocan la torre debido a rayos o fallas eléctricas.

En las secciones siguientes se proporcionan como una guía para la puesta a tierra adecuada de la torre y no deben ser considerados completamente integrales. Se le anima a hacer referencia al Código Eléctrico Nacional (NEC) y de construcción y zonificación reglamentos locales para los requisitos completos. Secciones pertinentes del Código Eléctrico Nacional se hace referencia. Torre de puesta a tierra se puede lograr de varias maneras; el método más común es un electrodo de acero revestido de cobre (s) accionada en el suelo.

4-2-1 Electrodo accionado en el suelo

Los electrodos deben tener un mínimo de 8 pies (2,5 m) de longitud y libre de recubrimientos no conductores tales como pintura. Electrodo huecos de tubería o conducto no debe ser menor que el tamaño comercial 3/4 (designado métrico

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/6
----------------	--	------------

21) y deben ser galvanizados o de otra manera protegida contra la corrosión. Electrodo de varilla sólida deben ser de al menos 5/8 de pulgada (16 mm) de diámetro. Varillas de acero inoxidable de menos de 8.5 pulgadas de diámetro, varillas no ferrosos o su diámetro equivalente de menos de media pulgada se "enumeran" por una organización que tiene jurisdicción en la zona.

El conductor de tierra puede ser enterrado directamente o contenido en el conducto; en cualquier caso, es importante que no tiene curvas cerradas para mantener su baja inductancia.

La figura adjunta muestra una técnica típica torre de puesta a tierra y las siguientes secciones del NEC se alistan para referencia.

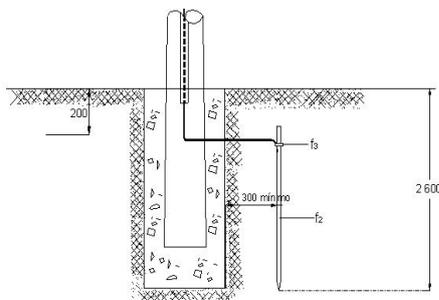


Fig. 5 Instalaciones a tierra.

Las siguientes son pautas generales para la instalación de la turbina de viento.

Debido a que cada instalación de aerogeneradores es única, antes de intentar la instalación final los siguientes pasos básicos deben ser completados:

- Completamente revisar el Manual del propietario de la turbina eólica.
- Seleccione torre y el sitio e instalar la torre.
- Determine el tamaño del cable.
- Diseño del sistema incluyendo las baterías, interruptores, disyuntores - diagrama de cableado empate.
- Obtener los componentes requeridos.
- Ensamble de la turbina

Una vez completados estos pasos, el montaje final es bastante simple y consiste principalmente en hacer buenas conexiones eléctricas de acuerdo con el diagrama de cableado y montaje de la turbina de viento en la torre.

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/7
<p>5-1 Conexiones de cable para la turbina de viento</p> <p> ADVERTENCIA: No conecte los cables de las baterías hasta que se hayan completado todas las conexiones eléctricas.</p> <p>Conecte el cable va desde la turbina de viento para cables a ejecutarse abajo de la torre usando "perno split" o conectores de soldadura. Siga las buenas prácticas y el uso de un código de color rojo para cable - positivo de la batería, verde para el negativo de la batería, y el negro para la conexión a tierra. Los cables deben ser de un tamaño basado en la turbina a distancia banco de baterías, conexiones aisladas con tubo termo retráctil o cinta aislante de buena calidad. Dejar suficiente bucle de servicio en los cables para acomodar la retirada de la turbina de la torre.</p> <p>Siga el diagrama de cableado del sistema y pasar los cables para desconectar el interruptor, fusible o disyuntor y el amperímetro. Si se utiliza un interruptor de parada (muy recomendable) Interruptor de giro en OFF hasta que se hayan completado todas las conexiones.</p> <p>5-2 Montaje en Torre</p> <p>Los cables están conectados a la turbina eólica, la ruta de los cables hacia abajo la torre y deslice la orientación de la turbina a través de la torre de la parte superior. Después de guiñada está completamente bajado sobre la parte superior de la torre, levante la guiñada aproximadamente 1/8 de pulgada (3 mm) a 1/4 de pulgada (6 mm) de modo que el único contacto entre la torre de guiñada y la parte superior es a través de la almohadilla de aislamiento de goma. Esto reducirá ruido y la vibración de transmisión a la torre. Una vez que la guiñada se coloca en la torre, asegurar los tornillos de fijación de orientación utilizando la llave hexagonal de 5/32 pulgadas suministrado, torsión a 5 ft- Libras (6,8 Nm).</p>		

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/8
<p>5.3 Conexiones finales</p> <p>Antes de hacer las conexiones finales de las baterías, hacen disyuntor seguro y el interruptor de parada está en la posición OFF. Conecte los cables a la batería; rojo al terminal positivo de la batería y el verde al terminal negativo de la batería.</p> <p> ADVERTENCIA: Si se invierten las conexiones de la batería, la electrónica de FDH400 serán dañados. La polaridad de los cables de FDH400 puede comprobarse mediante la conexión de un voltímetro a los cables y haciendo girar el rotor con la mano.</p> <p>Conexiones de la batería completa y encender los interruptores y el interruptor de parada. Al cambiar la alimentación por primera vez, la turbina eólica LED verde se encenderá para indicar que el controlador interno está funcionando correctamente. Si hay viento disponible y empieza FDH400 la carga de las baterías, LED verde sigue siendo la luz. Para cualquier advertencia, voluntad luces del LED rojo.</p> <p>La instalación se ha completado.</p> <p>Seis - FDH400 Operación</p> <p>6-1 Resumen Operacional</p> <p>Los aerogeneradores operan mediante la captura de la energía cinética del aire en movimiento: el viento. Ellos convierten en movimiento de rotación para girar un alternador que produce energía eléctrica. La energía eléctrica debe ser regulada a un voltaje para cargar las baterías del sistema, y no debe ser un sistema para evitar la sobrecarga de las baterías y vuelva a cargar como cae el voltaje de la batería. Un medio para proteger el aerogenerador contra daños viento extremo También se debe proporcionar. El FDH400 cumple todos estos objetivos mediante la incorporación de un alternador trifásico sin escobillas de imán permanente y la electrónica con microprocesador controlado para optimizar su capacidad de producción de energía. El microprocesador ajusta continuamente la</p>		

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/9
<p>carga del alternador para mantener las cuchillas funcionando a su ángulo óptimo de ataque. El resultado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La producción de alta potencia; • alta eficiencia de la hoja; y • Ruido cuchilla inferior. <p>6.2 Modos de funcionamiento</p> <p>Carga: Con el aerogenerador conectado a las baterías con la tensión por debajo del punto de consigna de regulación de voltaje, las cuchillas girarán en respuesta al viento. Con un viento disponible, las palas continuará a girar hasta que el voltaje de la batería coincide con el punto de ajuste de la regulación. Tenga en cuenta que la turbina eólica requiere una tensión mínima banco de baterías (aproximadamente 10.5 voltios en un sistema de 12 voltios) o el controlador se tienen como si existe una condición de circuito abierto. Cuando la carga de las baterías, el LED verde FDH400 será luz.</p> <p>Regulación: Como FDH400 produce energía y el voltaje de la batería se eleva a la tensión de punto de ajuste de la regulación, la turbina eólica voy a entrar en la "regulación". En ese momento se deja de producir potencia y el número de revoluciones hoja bajará drásticamente (casi parar). El aerogenerador se mantendrá en la regulación hasta que el voltaje de la batería cae ligeramente por debajo del punto de consigna de regulación - esto se refiere a menudo como el punto de corte en la tensión. Cuando se alcanza la tensión de corte en, las cuchillas se reanudarán girar en respuesta al viento disponible.</p> <p>Modo de bloqueo: el modo de bloqueo está marcado por una dramática reducción en la velocidad de la turbina a aproximadamente 500 -700 rpm. El aerogenerador entrará modo de parada cuando se detecta una velocidad del viento de 35 mph (15,6 km / s), y permanecerá en el puesto de modo hasta que la velocidad cae a 32 mph (14 m / s). Si se detecta una velocidad del viento de 50 mph (22 m / s), la turbina se apagará por completo durante 5 minutos.</p>		

Anexo O	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del aerogenerador.	1/10
<p>Siete – Mantenimiento</p> <p>A pesar de su aerogenerador ha sido diseñado para funcionar durante largos períodos con salida requiere ningún tipo de mantenimiento, la fiabilidad y el rendimiento será mayor si usted inspeccionar periódicamente su sistema.</p> <p> PRECAUCIÓN: Nunca se acerque a la turbina durante el funcionamiento.</p> <p>Después de un mes y posteriormente cada seis meses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revise las cuchillas para chips o mellas. Cambie las cuchillas si están dañadas. No haga funcionar la turbina con álabes astillados o desequilibradas. Esto puede causar un severo desgaste, daños, y un posible fracaso. No instale cuchillas individuales. Las palas están equilibrados como conjuntos. • Revise los pernos de las cuchillas y la tuerca del cubo de estanqueidad. • Compruebe si hay grietas ojiva y un ajuste adecuado. • Lavar cualquier suciedad o residuos acumulada de las cuchillas. • Revise todas las conexiones eléctricas para asegurarse el apriete. • Comprobar su persistencia secular de agua de la batería y añadir agua destilada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. • Se aconseja la sustitución de las cuchillas y los cojinetes cada cinco años para un rendimiento óptimo. <p>Ocho - Resolución de problemas</p> <p>PRUEBAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Intento de girar rápidamente el eje del rotor con los dedos mientras que conectar y desconectar los cables rojo y verde (turbina no debe estar conectado a las baterías). Una segunda persona puede ser útil para realizar esta prueba. 2) Con los cables rojo y verde conectados el uno al otro, el eje debe ser más difícil de girar. Vuelva a colocar la tuerca del buje del rotor en el eje del rotor. Con los cables desconectados guiñadas que debe girar libremente. Rotar el eje rápidamente hace diferencia más fácil detectar. 		

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/1
----------------	--	------------

Modulo 100Watt RNG-100D



Realizado por: Wilson Tocte.

Mensaje de seguridad.



PELIGRO



ATENCIÓN, PRECAUCIÓN.

La no observancia de los mensajes de seguridad acompañados del término “PELIGRO” puede derivar en una situación de peligro inminente o potencial. Es imprescindible para un funcionamiento seguro del módulo leer detenidamente y cumplir todas las indicaciones de seguridad recogidas en el presente manual.

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/2
----------------	--	------------

INSTALACIÓN



PRECAUCIÓN: Desembale el módulo en un entorno adecuado y con las herramientas apropiadas. Los módulos deben mantenerse protegidos del agua y de la humedad.

Advertencia

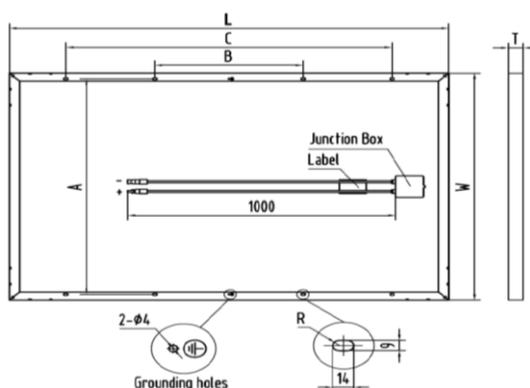
- (1) No utilice espejos ni ningún tipo de lupa para concentrar la luz solar en el módulo de manera artificial.
- (2) No toque los conectores con las manos descubiertas. Utilice herramientas aislantes al realizar trabajos de electricidad.
- (3) Aunque la superficie de cristal de los módulos es bastante duradera y capaz de soportar presión, el cristal podría romperse (el módulo dejaría de funcionar adecuadamente), si se cayera o si se golpeará con alguna herramienta o con algún otro objeto contundente.
- (4) Bajo determinadas condiciones, el módulo podría producir una corriente eléctrica o una tensión superior a las medidas obtenidas en circunstancias normales. Por consiguiente, los valores de I_{sc} y de V_{oc} señalados en este módulo deberían multiplicarse por 1,25 a la hora de determinar la tensión nominal de los componentes, la tensión nominal del conductor, las dimensiones de los fusibles y el tamaño de los controles conectados a la salida fotovoltaica.
- (5) Las labores de instalación del conjunto fotovoltaico deben llevarse a cabo siempre bajo algún tipo de cubierta de protección contra la luz solar. Las labores de instalación y mantenimiento de los módulos solo pueden ser realizados por personal debidamente cualificado.
- (6) Se debe realizar una inspección visual antes de la instalación para asegurarse de que no existe ningún defecto en el empaquetado, en la caja de conexiones o en la superficie del módulo.
- (7) El usuario debe diseñar y seleccionar un soporte metálico para la instalación que sea adecuado para soportar el peso de los módulos fotovoltaicos. Se deberán elegir dichos soportes según el lugar destinado para la instalación.

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/3
----------------	--	------------

Instalación mecánica

Sistema de montaje

Ajuste los tornillos a través de los orificios de montaje según se indica en el siguiente esquema para sujetar el módulo. Si se utilizan todos los orificios de montaje, se puede soportar una carga de hasta 5.400 Pa.



Sitúe los módulos sobre el marco y apriete los tornillos, una vez colocadas las arandelas inferiores. No cubra los orificios de drenaje con otros elementos al instalar los módulos. Ponga la caja de conexiones en la parte superior del módulo para facilitar la correcta ubicación de los orificios de ventilación.

- No sujete la caja de conexiones ni los cables durante el proceso de instalación.
- En caso de instalar el módulo en un tejado, dicho tejado debe haberse transformado en resistente al fuego previamente. No utilice los módulos cerca de elementos o lugares que emanen gases inflamables.
- Si la instalación se realiza en un tejado, el conjunto fotovoltaico deberá cumplir todos los requisitos establecidos por la normativa IEC 61730-2.
- El margen de temperatura ambiente de la ubicación no debe superar $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$.
- No conecte ni desconecte los módulos bajo carga.
- Si los módulos se instalan en el techo, el montaje de todo el sistema se debe instalar a unos 20 cm del techo. La altura de separación recomendada es de 20 cm. La pendiente de instalación de la serie de PV debe ser de más de 5 pulg./pie (127 mm/305 mm) cuando los módulos se instalan en el techo.

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/4
----------------	--	------------

Fijación

Para la fijación de los módulos, pueden utilizarse las abrazaderas según se muestra en el esquema que aparece a continuación. Las abrazaderas deben ser lo suficientemente fuertes para sujetar los módulos (se recomienda el uso de acero inoxidable) y su estructura no debe cubrir las células.

Se recomienda a los usuarios que utilicen un método de instalación como el que se muestra en estas imágenes. Método de instalación con abrazaderas en la parte corta del marco según se muestra a continuación:

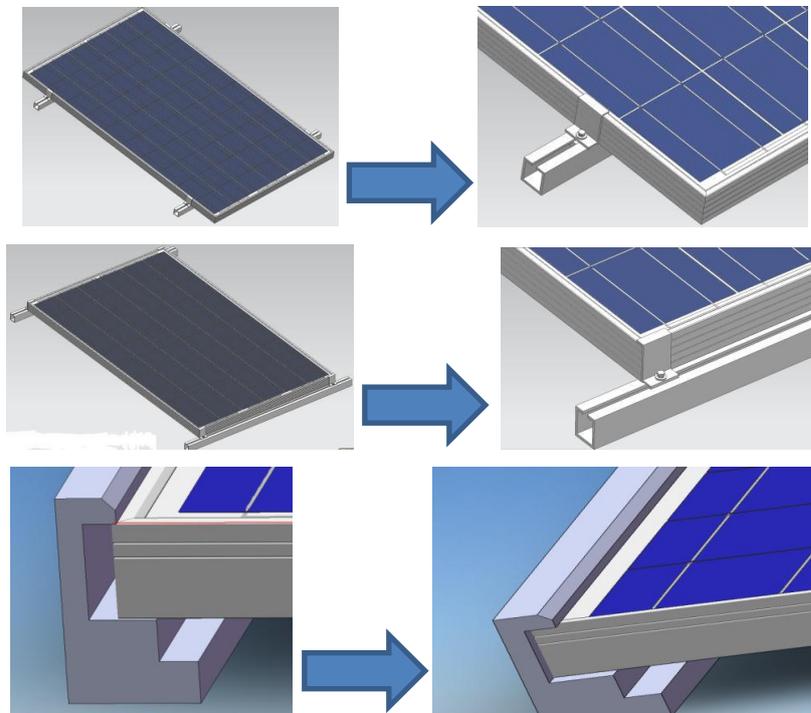


Ilustración de la instalación del sistema de inserción

Todas las formas de montaje anteriores son adecuadas para montaje en el techo. Y el módulo se considera en cumplimiento con UL 1703 solamente cuando el módulo se monta de la forma especificada por las instrucciones de montaje anteriores.



PRECAUCIÓN: Los módulos incluyen orificios de montaje, orificios de drenaje y orificios de toma de tierra que han superado las pruebas de seguridad. Los instaladores no deben taladrar ni bloquear orificios de drenaje al azar.

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/5
----------------	--	------------

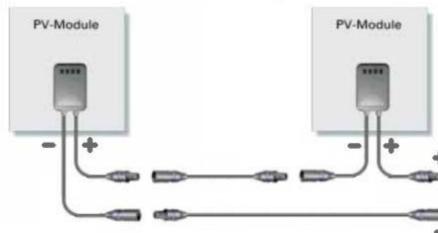
Instalación eléctrica

Instalación general

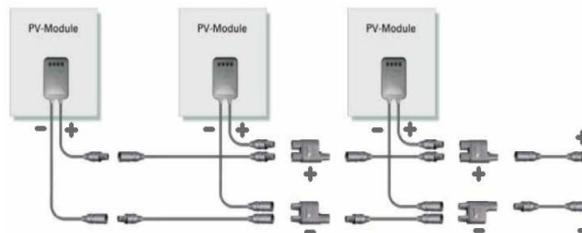
(1) Toma de tierra: Por razones de seguridad, todos los marcos de los módulos deben estar preparados para toma de tierra. No se recomienda el uso de módulos con diferentes configuraciones (toma de tierra, cableado) en el mismo sistema. Las zonas de conexión entre los materiales del marco y la toma de tierra no deben ocasionar corrosión galvánica.

(2) Cuando los módulos de un sistema fotovoltaico están conectados normalmente en serie o en paralelo, recomendamos métodos sencillos de conexión en serie o en paralelo según se muestra a continuación:

Conexión de módulos en serie:



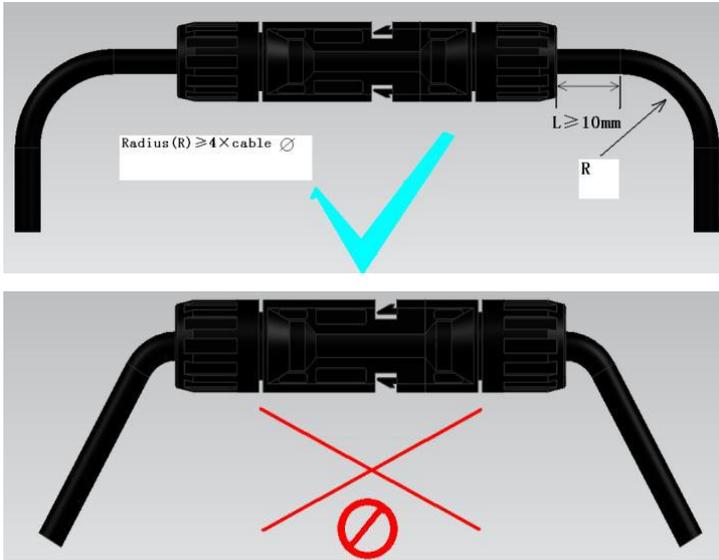
Conexión de módulos en paralelo:



(3) Para conexiones de campo, use como mínimo alambres de cobre 12 AWG (Alambre E300485 PV) aislados para un mínimo de 90° C. Se sugiere el uso de conectores tipo hembra Tyco 0-1394462-4(-), conectores tipo macho 6-1394461-2(+) o conectores MC4.

(4) El cable no se debe doblar ni aplastar en la salida directa de la junta roscada del cable, incluidos el conector y la caja. Debe mantenerse un radio mínimo de curvatura de $R \geq 5 \times \text{diámetro del cable}$. El cable se debe canalizar de tal manera que no exista esfuerzo de tracción en el conductor ni en las conexiones. Consulte las siguientes imágenes:

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/6
----------------	--	------------



(5) El número máximo de módulos conectados en serie depende del diseño del sistema, del tipo de inversor utilizado y de las condiciones ambientales. En relación con el voltaje del sistema (1.000 V) de la normativa IEC, En condiciones normales, es probable que un módulo PV experimente condiciones que producen más corriente/tensión que las informadas en STC. En consecuencia, I_{sc} y V_{oc} se deben multiplicar por 1,25.

 **ATENCIÓN:** Los conectores tienen una temperatura superior límite de 90 °C y 100 °C.

Mantenimiento y cuidados

Se deben llevar a cabo las siguientes inspecciones de los módulos:

(1) Revise de manera regular la instalación mecánica del módulo. Compruebe la correcta fijación del equipo de sujeción, además de que no existan señales de corrosión u otros daños. Revise que los tornillos y tuercas no se hayan aflojado, especialmente en las zonas expuestas a vientos fuertes o en caso de sacudidas violentas. Asegúrese de que las sujeciones estén bien ajustadas y fíjelas inmediatamente en los lugares donde se observe algún tipo de anomalía. Si las condiciones lo permiten, los elementos metálicos que sujetan o fijan los módulos, como tornillos y tuercas, deben protegerse contra la corrosión.

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/7
<p>Se debe realizar una primera inspección 12 meses después de la instalación. Posteriormente, deben llevarse a cabo inspecciones cada 5 años.</p> <p>(2) Revise de manera regular el cableado eléctrico de los módulos para comprobar la fiabilidad de los componentes del equipo y del sistema de toma de tierra. Compruebe periódicamente que la resistencia de conexión a tierra sigue alcanzando los niveles requeridos. En caso de que las conexiones no estén bien sujetas, fíjelas mediante soldadura. Después de una tormenta eléctrica o antes de la temporada de tormentas, compruebe que la caja de convergencia y los sistemas de protección contra rayos funcionan de manera apropiada. En caso contrario, sustitúyalos si fuera necesario.</p> <p>(3) Verifique que los cables, conectores y juntas no presentan fugas. En caso de existir, procure subsanarlas cuanto antes para evitar corrientes de fuga ocasionadas por lluvia o nieve. Siempre que se revise el cableado, el personal debe utilizar equipamiento aislante (herramientas, guantes, etc.) y debe evitar tocar las partes expuestas de los conectores o las juntas con las manos desnudas. Compruebe que no haya piezas sueltas de los conectores y fíjelas si fuera necesario para garantizar un contacto óptimo. Limpie el polvo del equipo periódicamente.</p> <p>(4) Si observa que el módulo necesita reparación, deberá cubrir la superficie con tela u otro material. Existe riesgo de alto voltaje si recibe luz solar directa.</p> <p> PRECAUCIÓN: Si observa la existencia de conectores sueltos, póngase en contacto con profesionales que puedan llevar a cabo el mantenimiento y los cuidados necesarios.</p> <p>Limpieza del módulo</p> <p>El exceso de suciedad y polvo acumulados en la superficie de cristal del módulo puede reducir su rendimiento. Se recomienda realizar limpiezas periódicas de los módulos FV, especialmente en las épocas en las que no ofrezcan el rendimiento esperado.</p>		

Anexo P	Tema: Manual de instalación, operación y mantenimiento del módulo fotovoltaico.	1/8
<p>Compruebe que la superficie de cristal del módulo no tenga fisuras ni daños antes de su limpieza. Si observa la existencia de grietas, absténgase de limpiarlo. Debe ponerse en contacto con el instalador o las personas encargadas de su mantenimiento. No use joyas ni reloj mientras realiza las tareas de limpieza. Use un paño limpio para eliminar el polvo o la suciedad de la superficie. En caso de existir suciedad difícil de eliminar, primero se puede emplear agua limpia para humedecerla y después una gamuza para secar el agua con cuidado. No utilice herramientas pesadas ni productos corrosivos para la limpieza, ya que podría rayar la superficie del módulo y disminuir la eficacia de la transmisión de la luz. La limpieza debe realizarse en un momento del día sin luz solar o antes del anochecer. Se debe evitar llevar a cabo la limpieza a plena luz del día. La utilización de agua fría para limpiar un módulo FV calentado por la luz solar puede ocasionar grietas en la cubierta de cristal de dicho módulo.</p> <p> PELIGRO: Un único módulo puede generar más de 30 V CC cuando su parte frontal se encuentra expuesta directamente a la luz solar. Si los módulos están conectados en serie, el voltaje total es igual a la suma de los voltajes parciales de cada módulo. Si los módulos están conectados en paralelo, la corriente total es igual a la suma de las corrientes parciales de cada módulo. Por tanto, debe evitarse el contacto directo después de instalar un gran número de módulos en serie o en paralelo, para prevenir descargas eléctricas.</p>		