



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS

**Proyecto de Investigación y Desarrollo en Opción al
Grado Académico de Magister En Gestión de Energías**

Título:

**“ EVALUAR POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR PARA LA
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN
ALTERNATIVA MEDIANTE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA
OXIGENACION EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS
EN LA FINCA SAN NICOLÁS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTON LATACUNGA EN EL AÑO 2016”**

Autor: Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

Tutor: M g.C. Edwin Moreano Martínez

LATACUNGA – ECUADOR

NOVIEMBRE – 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Gallardo Molina Cristian Fabián, con el título del proyecto de investigación y desarrollo: **“POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ALTERNATIVA MEDIANTE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA OXIGENACION EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI CANTON LATACUNGA EN EL AÑO 2016” Análisis de prefactibilidad para su inclusión**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa del proyecto de investigación.

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

Latacunga Noviembre 2016.

Para constancia firman:

.....
Msc. Ángel León
PRESIDENTE

.....
PhD. Héctor Laurencio
MIEMBRO

.....
PhD. Enrique Torres
MIEMBRO

.....
PhD. Secundino Marrero
OPONENTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, Septiembre del 2016

En mi calidad de Director de proyecto de investigación y desarrollo presentada por el Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es **“POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ALTERNATIVA MEDIANTE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA OXIGENACION EN LA CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE TRUCHAS EN LA FINCA SAN NICOLÁS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI CANTON LATACUNGA EN EL AÑO 2016” Análisis de prefactibilidad para su inclusión”**.

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

Ing. Msc Edwin Moreano Martínez.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTORÍA

Yo, Gallardo Molina Cristian Fabián, portador del número de cédula 0502847692, declaro que el presente Proyecto de Investigación de Grado, es fruto de mi esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente

Cristian Fabián Gallardo Molina
C.I. 0502847692

AGRADECIMIENTO

A Dios por enseñarme el camino de la sabiduría y la felicidad junto a mis seres queridos, por darme la oportunidad de obtener el sustento para mi familia y por estar presente en los momentos más difíciles.

A los docentes de Posgrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quién con su profesionalismo y don de gente me encaminó para cumplir los objetivos propuestos en esta maestría.

A mi tutor, Msc. Edwin Moreano, por sus sabios consejos y apoyo incondicional.

Cristian Fabián

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación está dedicado a la memoria de todos los ingenieros electromecánicos del país, que aportamos con proyectos de innovación y tecnología hacia el agro donde se ve con éxito como la electromecánica es un pilar importante para el desarrollo de la pequeña y gran industria del Ecuador.

A mi padres Martha y Melchor quienes nunca me han dejado de apoyar en mis estudios a mis hermanos Adrián, Elena en especial a mi esposa Mayra Salome y mi hija María Fernanda que han sido muestra de sacrificio y valor para seguir adelante en mi vida profesional.

A los ingenieros electromecánicos que están en la gracia de nuestro señor que siempre soñaron con ser forjadores de una patria nueva mediante la electromecánica en nuestra nación.

Cristian Fabián

RESUMEN

En la presente investigación se evalúa el potencial de energía solar con fines de generación eléctrica en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga parroquia Juan Montalvo Barrio Juan Pablo Segundo, Finca San Nicolás, ubicado en la parte Nor Oriente de la ciudad de Latacunga a 14 Km a una altura de 3280 m.s.n.m de coordenadas, basándose en el Atlas Solar del Ecuador emitido por el CONELEC, el mapa de irradiación solar global, emitido por el INAMHI, la base de datos de la NASA, la base de datos de la UML y la estación meteorológica de la UTC, se evalúa el consumo energético en la Finca San Nicolás mediante un analizador de la energía y de la calidad eléctrica instalado en el sistema de oxigenación del área de piscicultura por el lapso de una semana, se comprueba el consumo realizando un inventario de cargas, en especial de los oxigenadores del sistema. Se realiza una revisión bibliográfica para establecer una metodología adecuada que permita diseñar un sistema solar fotovoltaico conectado a los Oxigenadores (SFCO) en función del área útil de generación. Se analiza la factibilidad técnica y económica de incorporar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica tipo SFCR, al sistema energético de la Finca, en cumplimiento con la regulación 004/11 del CONELEC, la Ley de Régimen del sector Eléctrico y la Constitución. Finalmente se propone el diseño de un sistema de generación por energía solar fotovoltaica, como fuente alternativa de energía eléctrica, que mejor se adapte a las instalaciones del sistema de oxigenación para truchas de la Finca.

Descriptores: Potencial de energía solar, generación de energía fotovoltaica, consumo energético.

ABSTRACT

In this research the potential of solar energy for the purpose of electricity generation in the province of Cotopaxi Latacunga Canton parish Juan Montalvo Barrio Juan Pablo Segundo, Finca San Nicolás, located in the North part East of the city of Latacunga to 14 km to evaluate a height of 3280 meters of coordinates, based on the Solar Atlas of Ecuador issued by CONELEC, the Map of Global Solar Radiation, issued by the INAMHI, Database NASA Database UML and Station Meteorological of UTC-. Energy consumption in the Finca San Nicolás is evaluated by an analyzer of energy and power quality installed in the oxygenation system area fish farming for a period of one week, consumption is checked making an inventory of loads, especially oxygenators system. A literature review is made to establish an appropriate methodology to design a solar photovoltaic system connected to the (SFCR) network based on the useful area of generation. the technical and economic feasibility of incorporating a system of solar photovoltaic power generation SFCR type, the energy system of the Villa, in compliance with regulation 004/11 CONELEC, the Law on the Electricity Sector Regime and the Constitution is analyzed. Finally the design of a system of solar photovoltaic power generation as an alternative source of electrical energy which best suits facilities oxygenation system for the farm trout is proposed.

Key words: Solar energy potential, photovoltaic solar energy, energy.

Firma del Aval _____

Tabla de contenido

PORTADA	i
AVAL DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AUTORÍA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
TABLA DE CONTENIDOS.....	ix
SITUACION PROBLEMICA.....	1
JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	2
OBJETIVO Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
CAMPO DE ACCION Y OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACION...	4
SISTEMA DE TAREAS SEÑALANDO LOS METODOS.....	5
NIVEL DE INVESTIGACION.....	6
CAPÍTULO 1	8
MARCO CONTEXTUAL Y TEORICO	8
1.1. Caracterización detallada del objeto.....	8
1.2. Fundamentación Teórica	9
1.3. Fundamentación Legal.....	15
1.4. Definición de Términos Básicos.....	17
1.5. Bases Teóricas Prácticas de la Investigación desarrolladas en Ecuador ...	19
CAPÍTULO 2	22
METODOLOGÍA.....	22
2.1. Diseño de la investigación.....	23
2.2. Modalidad de Campo.....	23
2.3. Modalidad Bibliográfica Documental	23
2.4. Modalidad Proyecto Factible.....	23
2.5. Forma de Investigación	24
2.6. Tipo de investigación.....	24

2.7. Metodología de la Investigación.....	24
2.8. Población	24
2.9. Operacionalización de variables	25
2.10. Instrumentos de la investigación	26
2.10.1 Piranómetro	26
2.10.2 Actinógrafo.....	27
2.10.3 Heliógrafo.....	27
2.10. 4 Sensor de Oxigeno.....	28
2.10.5 Fluke 430 Rs.....	29
2.10.6 Estación meteorológica.....	29
2.10.7 Multímetro y pinza Amperimétrica	30
2.11. Métodos y técnicas	30
2.12. Procedimiento.....	32
2.12.1. Delimitación del campo de estudio	32
2.12.2. Ubicación geográfica de la Finca San Nicolás	34
CAPÍTULO 3	35
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
3.1.- Fuentes de energía renovables en la zona	35
3.2. Evaluación del recurso solar de la zona.....	36
3.3.- Registro de mediciones de la radiación solar.....	39
3.4. Descripción del sistema eléctrico de la Finca San Nicolás.....	39
3.5.- Comportamiento del consumo de energía (Potencia en kWh).....	40
3.6.- Comportamiento del factor de potencia	42
3.7.- Determinación de la carga de la Finca	43
3.8.- Análisis de la irradiación global promedio HT	43
3.9.- Evaluación de la heliofania de la zona	47
3.9.1.- Análisis de la heliofania	45
3.10.- Determinación de las horas pico solares HPS.....	45
3.11. Determinación de la irradiación solar sobre superficie inclinada HI.....	45
3.12.- Determinación del área útil para generación.....	46
3.13.- Determinación del consumo energético de la Finca San Nicolás.....	47
3.14.- Impacto ambiental.....	48

CAPÍTULO 4	49
LA PROPUESTA.....	49
4.1. Título	49
4.2. Justificación.....	49
4.3. Objetivos.....	50
Objetivo General.....	50
4.4. Estructura de la propuesta.....	50
4.5. Desarrollo de la propuesta	50
4.5.1. Alternativa No 1.- Sistema Fotovoltaico Conectado a los Oxigenadores ..	50
4.6 Determinación de la carga instalada.....	50
4.7 Energía consumida.....	50
4.8. Selección de los módulos FV y el inversor.....	51
4.9. Dimensionamiento de las baterías.....	52
4.10. Dimensionamiento del numero de paneles.....	53
4.11. Dimensionamiento del regulador de la carga.....	54
4.12. Dimensionamiento del inversor.....	55
4.13. Cálculo del arreglo de los paneles FV.....	55
4.14. Determinación de números de los inversores.....	57
4.15. Dimensionamiento del área para los paneles FV.....	57
4.16. Cálculo de inclinación, sombras y distancia entre paneles.....	59
4.17. Diagrama de distribución de los paneles FV.....	62
4.18. Diagramas de conexión de los módulos FV.....	63
4.19. Diagrama de instalación de anclaje de los módulos FV.....	63
4.20. Selección de los conductores.....	64
4.21. Cálculo de protecciones.....	64
4.22. Análisis y evaluación económica.....	67
4.23. Coste de implementación.....	68
4.24. Coste unitario de energía.....	68
4.25. Determinación de área útil para generación.....	69
4.26. Determinación de la capacidad del área.....	69
4.27. Selección de los módulos FV	70
4.28. Ángulo de inclinación.....	70
4.29. Entre filas.....	70

4.30. Medidor de energía bidireccional.....	71
4.31. Resultados obtenidos del sistema implementado.....	72
4.30.1. Voltaje de los paneles solares.....	73
4.30.2. Valores del consumo de sistema.....	74
4.30.3. Valores obtenidos por el inversor C.A.....	75
4.30.4. Pruebas con la sonda de oxigenación día soleado.....	76
4.30.5. Pruebas con sonda YSI PRO 20 día nublado.....	77
4.30.6. Pruebas con sonda YSI PRO 20 día nublado.....	78
CONCLUSIONES GENERALES	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	85

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.1. Descomposicion de la radiación solar.....	11
Figura 1.2 Sistema fotovoltaico aislado de la red.....	12
Figura 1.3. Sistema fotovoltaico conectado a la red.....	13
Figura 1.4. Principio de una celda fotovoltaica	14
Figura 1.5. Eclosión de ovas mediante energías alternativas	20
Figura 2.1. Piranómetro	27
Figura 2.2. Antinógrafo.	27
Figura 2.3. Heliografo de campbell Stokes	28
Figura 2.4. Sensor de Oxigeno YSI Pro 20	28
Figura 2.5. Analizador de redes Fluke 435 Rs	29
Figura 2.6. Componentes de la estación meteorológica UTC	30
Figura 2.7. Metodología para el diseño de un SFCO.	392

Figura 2.8. Ubicación geografica de la parroquia Juan Montalvo	33
Figura 2.9. Ubicación geografica de la finca (Foto frontal).....	34
Figura 2.10. Ubicación geografica en el mapa de la provincia	34
Figura 3.1 Aero generador Cuchitinge	35
Figura 3.2 Mini Central Hidroelectrica Illuchi.....	35
Figura 3.3. Insolación mensual global en Wh*m ² *día.....	37
Figura 3.4. Irradiación solar global de la Finca San Nicolas.....	38
Figura 3.5. Horas de sol estandar para Cotopaxi,Latacunga y Quito	39
Figura 3.6. Registro de mediciones promedio de radiación solar global.....	39
Figura 3.7. Diagrama de vectores correspondientes mediante el Fluke 435	40
Figura 3.8. Comportamiento del consumo de energía con el Fluke 435	41
Figura 3.9. Curva de carga durante un día mediante el analizador Fluke 435	41
Figura 3.10. Factor de potencia con el analizador de redes Fluke 435.....	42
Figura 3.11. Heliofanía diaria.....	44
Figura 3.12. Áreas de ubicación para los paneles.....	46
Figura 3.13. Oxigenadores de agua de 5ppm a 12 ppm de 30 W.....	47
Figura 4.1. Banco de baterias Ritar RA 6-200 Ah.....	52
Figura 4.2. Paneles policristalinos de 250 W	53
Figura 4.3. Regulador de carga solar CML20	54
Figura 4.4. Inversor Phoenix 24V/800W.....	55
Figuar 4.5. Arreglo de los paneles F V	56
Figura 4.6. Dimensiones y área para instalación de los paneles en la finca	58
Figura 4.7. Dimensiones y área para instalación de los paneles en la finca	58
Figura 4.8.Paneles fotovoltaicos y sus dimensiones	58
Figura 4.9. Paneles fotovoltaico separacion que existe entre cada uno	58
Figuar 4.10. Trayectoria del sol.....	59
Figura 4.11. Orientacion de la estructura fija para maximizar la captación.....	60

Figuar 4.12. Distancia entre paneles.....	60
Figura 4.13. Distancia entre aristas inferiores	62
Figura 4.14. Distancia entre paneles.....	62
Figura 4.15. Distribución del panel FV en la Finca	63
Figura 4.16. Conexión del panel FV	63
Figuar 4.17. Estructura para el modulo fotovoltaico.....	64
Figura 4.18. Cables tipo PV ZZ-F (AS)	64
Figura 4.19. Área util de la finca	70
Figura 4.20. Orientación de la estructura para la captacion solar	70
Figura 4.21. Distancia maxima entre paneles	71
Figuar 4.22. Voltajes obtenidos por los paneles solares en CC.....	73
Figura 4.23. Valores de consumo del sistema durante 24 horas al día	74
Figuar 4.24. Voltajes obtenidos por el inversor en C.A	75
Figura 4.25. Porcentaje de oxigeno disuelto en el agua en el día soleado.....	76
Figura 4.26. Porcentaje de oxigeno disuelto en el agua en el día nublado.....	77
Figura 4.27. Porcentaje de oxigeno disuelto en el agua en el día lluvioso.....	78

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.1 Precios preferentes energía renovable.....	17
Tabla 2.1. Operacionalización variable independiente.....	25
Tabla 2.2. Operacionalización variable dependiente.....	26
Tabla 2.3. Instrumentos de medida utilizados en la tesis	26
Tabla 2.4. Clima de la parroquia Juan Montalvo	33
Tabla 3.1. Características ambientales de la zona	36
Tabla 3.2. Irradiación solar de Cotopaxi, Latacunga y Quito.....	37
Tabla 3.3 Datos de la NASA Surface Meteorology.....	38
Tabla 3.4. Carga en el área de piscicultura de 6 a 18 horas.....	43

Tabla 3.5. Carga en el área de piscicultura de 18 a 6 horas.....	43
Tabla 3.6. Irradiación global promedio en Kw*h*m ² *día	43
Tabla 3.7. Irradiación solar global de superficie inclinada.....	46
Tabla 3.8. Sectores y áreas aprovechables para generación de energía FV	47
Tabla 4.1. Presupuesto de material utilizado.....	68
Tabla 4.2. Desglose de costos anuales.....	68
Tabla 4.3. Sectores y áreas aprovechables para la generacion de energía FV	69
Tabla 4.4. Número de paneles para el área util en la finca.....	71
Tabla 4.5.- Valores de voltajes de los paneles solares implementados en el S	73
Tabla 4.6.- Valores de consumo del sistema durante las 24 horas del día	74
Tabla 4.7.- Valores de voltajes obtenidos por el inversor en C.A.....	75
Tabla 4.8.- Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxigeno día soleado.....	76
Tabla 4.9.- Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxigeno día nublado.....	77
Tabla 4.10.- Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxigeno día lluvioso.....	78

Situación Problemática

El IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, publicó en mayo del 2011, un informe especial sobre fuentes de energía renovable y mitigación del cambio climático en el cual indica que la mayor parte de la energía que se genera en el mundo (85,1 %) sigue sustentándose en fuentes denominadas no renovables como los llamados combustibles fósiles: petróleo y sus derivados (34,6 %), carbón (28,4 %) y gas natural (22,1 %), recursos naturales que requieren un largo periodo de tiempo, hasta siglos, para regenerarse de forma natural.

En este informe se determina que este tipo de energía es responsable del 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero que afectan a la capa de ozono y aceleran el calentamiento global.

La Finca San Nicolás es una pequeña empresa dedicada al agro, ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, constituye una de las primeros centros de producción de agricultura, ganadería y pesca orgánicos es decir sin químicos ni pesticidas que afecten la alimentación del ser humano, hablar de productos San Nicolás es hablar de varias áreas destinadas a la producción de huevos de campo, leche carne, hortalizas y truchas, bajo un criterio de conservación y protección hacia el medio ambiente encaminadas al cambio de la matriz productiva del Ecuador.

La finca al estar alejado de la ciudad tiene un sistema energético de distribución ineficiente, es decir la calidad de suministro de electricidad malo, que se necesita para el área de la piscicultura lo cual no es constante, para poder alimentar al sistema de oxigenación, siendo esto un problema que ocasiona daños a los equipos del sistema de oxigenación por no cumplir con los voltajes establecidos para su correcto funcionamiento.

Evaluando las fuentes de energía solar que se pueden aprovechar en la Parroquia Juan Montalvo del Cantón Latacunga, así como el consumo energético de la Finca, se podrá diseñar un sistema que incorpore al menos una fuente de energía alternativa al sistema energético de la Finca.

La presente investigación se lo realizará durante los periodos 2016 - 2017, en la Finca "San Nicolás" ubicado en la Parroquia Juan Montalvo, del Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, en el área de piscicultura, para la determinación del potencial de fuentes de

energía renovables aprovechables en el lugar y diseñar un plan para su incorporación al sistema energético actual ya que por la distancia a la cual se encuentra la red de suministro energético no presenta los voltajes adecuados y existe varias desconexiones

Justificación de la Investigación

El crecimiento de la población mundial y la búsqueda de mejores estándares de vida, muestran un crecimiento en la demanda de energía eléctrica para sostener a la sociedad moderna, la cual se incrementa exponencialmente. Como medida para neutralizar este exceso de demanda, se ha optado por la explotación de fuentes de energía alternativas y renovables, para la generación de energía eléctrica y de esta manera disminuir la dependencia de los combustibles fósiles por ende la contaminación del medio ambiente.

El gobierno a través de sus ministerios está implementando nuevas políticas para el cambio de la Matriz Energética Nacional hacia el 2020 mediante estrategias, proyectos y acciones tendientes a desarrollar y aplicar planes de energía renovable y el uso eficiente de la misma, en todo el país.

La ventajosa localización geográfica del Ecuador, permite que el recurso solar sea abundante y con condiciones muy favorables de radiación, tanto para aplicaciones de energía solar fotovoltaica como para energía solar térmica, esto se debe a que el ángulo de incidencia de la luz solar es perpendicular a su superficie durante todo el año, situación que no ocurre en otros sitios del planeta, en donde el ángulo de incidencia de la luz solar, varía acorde a las estaciones del año.

Evaluando el potencial de energía solar existente en la Parroquia Juan Montalvo Latacunga, se podrá diseñar un plan para incorporar una fuente de energía renovable al sistema energético actual de la Finca “San Nicolás, minimizando la dependencia de una única fuente de energía alterna, prescindiendo de una central de generación térmica de combustible fósil, contribuyendo con la búsqueda de nuevas formas de energía que reemplacen a las contaminantes, sin deteriorar el ambiente.

El estudio de las energías limpias se viene dando e implementando ya en varios países, se requiere para ello de recursos, que costeen los gastos de implementación, pero debemos tomar en cuenta que a largo plazo una inversión de este tipo puede representar un sistema eficiente, de la misma manera podemos contribuir con el medio ambiente ya que con éstas energías la contaminación es mínima.

El artículo 5, literal k de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico menciona, “Fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, las universidades y las instituciones privadas”.

El artículo 63, de la LRSE “El Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas. El CONELEC asignará con prioridad fondos del FERUM a proyectos de electrificación rural a base de recursos energéticos no convencionales tales como energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras de similares características” por ello es factible la ejecución del presente proyecto”.

La energía solar fotovoltaica en el Ecuador tiene distintas barreras y tal vez la más grande es su alta inversión que ha impedido la investigación, el desarrollo y su implementación, a pesar de ser una tecnología poco conocida en el país, a nivel mundial ha tenido un gran crecimiento debido a esto se puede tener en cuenta a la energía solar fotovoltaica como una de las mejores opciones a ser aplicadas y que puede jugar un papel preponderante en la mejora del suministro energético en el país.

Por razones tanto económicas (agotamiento del recurso hidrocarburífero) como ecológicas (alteración de la atmósfera y el suelo), es imperativo el desarrollo de nuevas alternativas energéticas que sean menos agresivas contra el ambiente.

Por todo ello, es conveniente apostar por las Energías Renovables No Convencionales, un recurso limpio, inagotable, de fácil instalación y que se adapta perfectamente al ámbito rural y urbano.

Objeto y problema de la investigación

Objeto de estudio de la investigación

Sistema de oxigenación del agua en estanques para la crianza y reproducción de truchas en la finca San Nicolás.

Formulación del problema de la investigación

En concordancia con los párrafos mencionados anteriormente, el investigador plantea la formulación del problema en base a la siguiente.

Mejorar los niveles de oxigenación en el agua para la crianza y reproducción de truchas en estanques.

Campo de acción y objetivo general de la investigación

Campo de acción de la investigación

Generación a través de energía solar fotovoltaica para el área de piscicultura en un sistema de oxigenación del agua para crianza y reproducción de truchas en la Finca San Nicolás.

Objetivo General de la Investigación

Evaluar el potencial energético en la zona para la incorporación de un sistema de generación eléctrica, como fuente alternativa hacia la oxigenación artificial del agua, en estanques para la crianza y reproducción de truchas en la finca San Nicolás.

Hipótesis de investigación y desarrollo de la investigación

Hipótesis de la investigación

Evaluando el potencial energético solar existente en la parroquia Juan Montalvo, en función al abastecimiento energético de la Finca, como una fuente alternativa y autónoma del sistema eléctrico para mantener parámetros de oxigenación adecuados en la crianza y reproducción de truchas.

Desarrollo de la investigación

La finca San Nicolás al contar con un sistema autónomo de energía fotovoltaica permite incrementar la eficiencia y la estabilidad de la energía suministrada por el sistema de generación de electricidad para los oxigenadores lo cual garantiza un normal desempeño en la crianza y reproducción de truchas al tener un sistema eficiente.

Objetivos específicos

1. Considerar el marco teórico relacionado con la generación de energía a través de fuentes alternativas.
2. Valorar el potencial de energía solar de la Juan Montalvo del Cantón Latacunga.
3. Determinar el consumo energético de los oxigenadores aplicados a la piscicultura.
4. Analizar la factibilidad de incorporar un sistema de generación limpia como fuente de energía alternativa al sistema energético de la Finca para la oxigenación.

Sistema de tareas señalando los métodos, procedimientos y técnicas que concretan las acciones en cada tarea

La indagación de los aspectos más relevantes de la problemática se realizó a través de la modalidad Bibliográfica Documental.

- La evaluación de la calidad del sistema eléctrico de la Finca San Nicolás del área de piscicultura se desarrolló con el analizador de redes Fluke 430 hacia el sistema de oxigenación el cual tiene una de muestreo de hasta 15.000 muestras por mes para la grabación de la forma de onda lo cual permitirá determinar la incidencia en el suministro de energía de la empresa eléctrica Cotopaxi.
- El estudio de la situación actual se llevó a cabo de acuerdo a la modalidad de campo, ya que esta investigación es un estudio sistemático de procedimientos ejecutados en la Finca San Nicolás área de piscicultura.
- El análisis de tecnologías se realizó a través de investigaciones pertinentes sobre equipos destinados al estudio y comportamiento de la energía solar, eólica y materiales a proveedores de la empresa en el mercado nacional, considerando los aspectos: técnicos, operativos, económicos y sobre todo funcional.

Paradigmas o enfoques epistemológicos que asume la investigación

Este proyecto de investigación aplicado a la piscicultura mediante energías alternativas tiene un enfoque cualitativo, ya que consiste en mejorar la calidad de suministro de energía por la empresa eléctrica Cotopaxi mediante un sistema independiente de

generación de electricidad utilizando al sol como recurso energético para poder suplir esta necesidad del sistema de oxigenación de la piscícola.

Nivel de investigación

Teniendo en cuenta las acciones claves del objetivo general y los objetivos específicos, se puede decir que esta investigación alcanza hasta el nivel comprensivo propositivo y de implementación en vista de que la propuesta de esta investigación es la implementación de un sistema independiente de generación de electricidad para dotar de energía eléctrica continua y con parámetros estables hacia el sistema de oxigenación del área de piscicultura.

Alcance de la investigación

La presente investigación se centra en realizar un estudio del potencial energético existente en el lugar, para luego realizar la implementación del mismo el cual servirá para dotar de un suministro energético continuo y confiable, ya que dicho estudio se analizara con la utilización de equipos que permitan obtener datos que luego serán tabulados para proceder a la selección e implantación del sistema fotovoltaico o eólico.

Considerando que un sistema de oxigenación artificial debe tener un voltaje continuo y adecuado para poder entrar en funcionamiento ya que son bombas sumergibles que necesitan un voltaje de 120 voltios.

Descripción de la estructura de los capítulos del proyecto de investigación

La presente investigación tiene como finalidad evaluar el potencial de energía solar de la Parroquia Juan Montalvo Latacunga, el consumo energético de la Finca San Nicolás y establecer un sistema de generación eléctrica fotovoltaica como fuente de energía alternativa independiente para el área de piscicultura. Está estructurada en cinco capítulos distribuidos de la siguiente manera.

Se plantea el problema con su contextualización, análisis crítico, pronosis, control de la pronosis, delimitación temporal y espacial, formulación del problema, justificación y significación, interés, utilidad teórica, práctica y metodológica, novedad científica, factibilidad, relevancia social. Se formulan los objetivos generales y específicos y el enfoque de la investigación.

CAPÍTULO 1, se establece el marco teórico, los antecedentes, la conceptualización, el marco legal y reglamentario vigente, necesarios para la fundamentación legal del proyecto y algunos proyectos aplicados a la piscicultura en el país.

CAPÍTULO 2, se establece la metodología, el diseño, la modalidad, forma, tipo y nivel de investigación, la población y muestra, los métodos y técnicas a ser empleadas, la hipótesis, la operacionalización de las variables, el procedimiento de la investigación y se plantea una metodología para el diseño de un SFCR.

CAPÍTULO 3, se evalúa el potencial energético de la parroquia Juan Montalvo, las posibles fuentes de energía aprovechables en la zona con fines de generación eléctrica para la Finca San Nicolás, utilizando mapas solares, eólicos, bases de datos emitidos por instituciones dedicadas a esta área, se plantea alternativas de solución y se realiza un análisis de impacto ambiental.

CAPÍTULO 4, se plantea la mejor alternativa a la solución del problema analizando las propuestas de acuerdo a la regulación 004/11 del CONELEC, se justifica, plantea objetivos, se desarrolla y evalúa tanto técnica como económicamente la alternativa, se formulan las conclusiones y recomendaciones pertinentes basadas en los resultados de la investigación.

CAPÍTULO 1

MARCO CONTEXTUAL Y TEORICO

En este capítulo se establece el marco teórico, los antecedentes, la conceptualización, el marco legal y reglamentario vigente, necesarios para la fundamentación legal del proyecto.

1.1. Caracterización detallada del objeto

Por razones económicas, como es el agotamiento del recurso hidrocarburífero, así como ecológicas, la alteración de la atmósfera y el suelo, es imprescindible el desarrollo de nuevas fuentes de energía alternativas que sean menos agresivas contra el ambiente.

A nivel mundial las diferentes energías renovables no convencionales han tenido avances sustanciales en la tecnología para aprovechar los recursos cada vez de manera más eficiente. Europa, Estados Unidos, Canadá y los países de Asia oriental han invertido gran cantidad de recursos económicos y humanos para el desarrollo de las ERNC. La energía eólica, fotovoltaica y calórica son las que mayores progresos han logrado en los últimos años. En la primera década del siglo XXI, este tipo de energías ha tenido un aumento considerable en lo que ha capacidad instalada se refiere.

En el Ecuador se han conseguido algunos avances importantes en este tema como: la construcción del parque eólico Villonaco, en la provincia de Loja, con una capacidad de generación de 16.5 MW; la instalación de tres aerogeneradores en la isla San Cristóbal, con una capacidad de 2.4 MW; la instalación de la primera planta de energía solar fotovoltaica en el cantón Pimampiro de la provincia de Imbabura, con una capacidad de 1MW, la instalación del parque fotovoltaico en la isla Floreana entre otros de carácter aislado instaladas en las diferentes regiones rurales del país, hasta el 2015 está previsto que en el Ecuador se instalen 15 nuevos proyectos fotovoltaicos que bordean los 287 MW. MEER (2013)

La ubicación geográfica del Ecuador, lo convierte en un país privilegiado en lo que a recurso solar se refiere, esto se debe a que el ángulo de incidencia de la luz solar es perpendicular a su superficie durante todo el año, situación que no ocurre en otros sitios del planeta, en donde el ángulo de incidencia de la luz solar, varía acorde a las estaciones del año.

Sin embargo en nuestro país el tema de generación eléctrica fotovoltaica es nuevo, sobre todo el sistema solar fotovoltaico conectado a la red, hay escasa investigación en este campo, mayormente se han desarrollado proyectos orientados a la electrificación rural aislada, proyectos muy puntuales se han desarrollado como: Basantes Eduardo, Lechón Luis, “Análisis Técnico Económico para la Implementación de una Central Solar Fotovoltaica en la parroquia San Antonio de Pichincha”, Tesis EPN (2011). Roldán Pablo, “Evaluación de las energías renovables no convencionales factibles de desarrollarse en el Ecuador”. Tesis EPN (2009). Herrera Vanessa, “Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Departamento de Turismo del Ilustre Municipio de Baños de Agua Santa”, Tesis UTA (2011). Bejarano Néstor, “Diseño de un sistema de generación eléctrico solar para la iluminación externa del modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo”, Tesis ESPOCH (2011). Loaiza Juan, Manitio Dany, “Aplicación de la energía solar en una casa rural”, Tesis EPN, (2006), entre otras.

1.2. Fundamentación Teórica

Entre los diferentes sistemas que utilizan fuentes de energía renovables, los basados en tecnología fotovoltaica son muy prometedores gracias a sus cualidades intrínsecas: tienen costes de funcionamiento muy reducidos porque el "combustible" es gratis y unas necesidades de mantenimiento limitadas, son fiables, no producen ruido y son fáciles de instalar. Además, la energía fotovoltaica en algunas aplicaciones aisladas es definitivamente mejor que otras fuentes energéticas, sobre todo allí donde la instalación de líneas eléctricas tradicionales resulta difícil y costosa. A nivel mundial, la energía fotovoltaica está aumentando enormemente gracias a la política de tarifas reguladas, un mecanismo para financiar el sector FV que subvenciona, por medio de incentivos concedidos por los gobiernos, la energía eléctrica producida por plantas conectadas a la red.

Energías Renovables. Castro Miguel (2011) define: “Se conoce como energía renovable a toda aquella energía que se la obtiene de fuentes naturales prácticamente inagotables. Se las denomina renovables ya que están en permanente renovación por medios naturales. La renovación de estas energías es posible ya que dependen de ciclos cerrados, los cuales

a su vez dependen de factores externos a la corteza terrestre, que es la capa terrestre donde se aprovechan las energías renovables”.

La energía solar o irradiación solar es el motor fundamental para el movimiento de grandes masas de agua y aire, así como el responsable directo de la vida. Las energías eólica, hidráulica, fotovoltaica, biomasa, térmica, etc. son energías que dependen de alguna manera de la energía proveniente del sol, WWF, Fundación Natura (2003).

Otro tipo de energía renovable es la geotérmica, este tipo de energía se la obtiene del calentamiento interno de la tierra. Es la energía que se emite desde el centro del planeta tierra hacia sus capas exteriores.

Los océanos son masas de agua gigantes que se encuentran en constante movimiento, el desplazamiento total de la masa de agua se mueve como un solo cuerpo de lado a lado, a este fenómeno se denomina marea. Las mareas son causadas por el acercamiento o distanciamiento de la luna con respecto a nuestro planeta Tierra. El aprovechamiento de la energía producida por las mareas se denomina energía mareomotriz.

Además de la energía mareomotriz, existen otros tipos de energías renovables que tienen origen en los mares y océanos. La energía undimotriz aprovecha el movimiento superficial del agua de los océanos, el movimiento de las olas; la energía maremotérmica que aprovecha la diferencia de temperaturas a diferentes profundidades del mar.

Energías no renovables. Buitrón y Burbano (2010) definen como las fuentes de energía que se encuentran de forma limitada en el planeta y que se pueden agotar o “su regeneración es muy lenta” para poder volver a ser utilizada. Dentro de este tipo se encuentran los combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo y sus derivados). Estas fuentes son las más comunes y las más utilizadas por el hombre como fuente principal de energía, las cuales impulsan incluso la economía de muchos países como el Ecuador, provocando muchos daños ambientales por su combustión y por los desechos creados a partir de sus derivados.

Energía solar o radiación solar. Castro y Colmenar (2011) mencionan “La radiación solar está formada por una mezcla de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias. Algunas de ellas, las de longitud de onda comprendida entre 0,4 y 0,7 μm , pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que se conoce como luz visible. Otras,

aunque no visibles, hacen notar sus efectos, al ceder a los cuerpos la energía que transportan”.

Hans (1994) en su libro Aplicaciones Prácticas Energía Solar explica: “La radiación que llega a la superficie terrestre no es constante, sino que varía de forma aleatoria debido a muy diversos efectos que provoca sobre ella la atmósfera terrestre. Una gran parte de la radiación es absorbida o dispersada en la atmosfera como consecuencia de su propia estructura y de los agentes variables que allí se encuentran, como la polución y la nubosidad”.

Hauliaquet Ch., Baratcabal D. y Batellier J (2005) concluyen “En la superficie terrestre se puede descomponer la radiación solar en tres tipos como muestra la Figura 1.1 y que depende muy directamente de la naturaleza del suelo.

a) Radiación solar directa.- Es aquella que se recibe del Sol sin haber sufrido ningún cambio de dirección por reflexión o difusión.

b) Radiación solar difusa.- Es la que se recibe del sol después de haber sufrido cambios de dirección al atravesar la atmosfera.

c) Radiación reflejada o de albedo.- Procede del suelo, debida a la reflexión de parte de la radiación incidente sobre él.



Figura 1.1.- Descomposición de la Radiación Solar (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

La radiación solar total sobre la superficie terrestre es la suma de estas tres componentes y se miden con diferentes instrumentos como lo describe la figura 1.1.

Generador fotovoltaico. Está formado por conjuntos de módulos fotovoltaicos, utilizados para transformar la energía solar disponible en energía eléctrica, conectados en arreglos en serie y/o paralelo, con la combinación adecuada para obtener la corriente y el voltaje necesarios para una determinada aplicación.

Generalmente los sistemas fotovoltaicos se emplean en aquellos lugares, donde no se tiene acceso la red eléctrica y resulta más económico instalarlos, que la extensión de la misma, pero también se podría tener sistemas dentro de la ciudad o interconectados a la red eléctrica.

Sistema Fotovoltaico Aislado de la Red. Son un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que son utilizados para transformar la energía solar disponible en energía eléctrica, por medio de una celda fotovoltaica, son autónomas y de poca potencia, destinadas a cubrir necesidades básicas de electrificación rural o de zonas aisladas, sistemas de bombeo, alumbrado público, señalización, telecomunicaciones, telemetría, espacial y satelital, entre otras. En la figura 1.2 se muestran sus componentes.



Figura 1.2- Sistema fotovoltaico aislado de la red (Carrasco, M, Lenuur, L.(2009)
Equipos aplicados al análisis y comportamiento de la radiación solar)

Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red. Son componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que se utilizan para transformar la energía solar disponible en energías eléctricas por medio de una celda fotovoltaica, conectadas directamente a la red, destinadas a atender la demanda propia y vender los excedentes al sistema interconectado.

La ventaja de realizar este tipo de instalación es que no poseen baterías ni reguladores, componiéndose únicamente de módulos fotovoltaicos y del inversor. Tienen la ventaja de que su producción se genera justamente cuando la demanda de electricidad aumenta, es decir durante el día, siendo muy importante los kilovatios generados de esa forma. Entre las principales aplicaciones están los huertos solares y los edificios fotovoltaicos. La figura 1.3 muestra sus componentes.

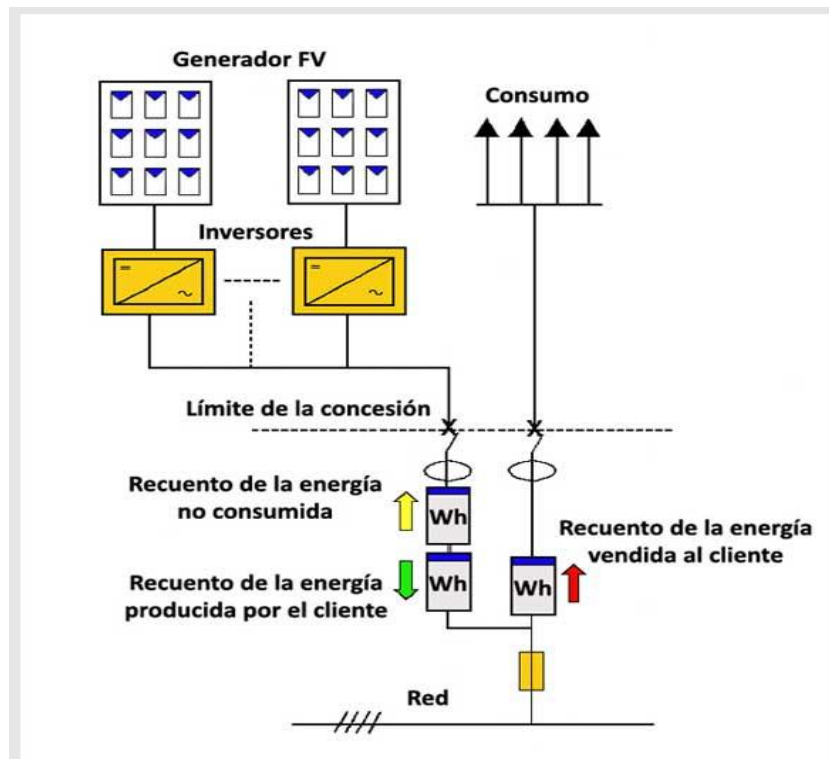


Figura 1.3. Sistema fotovoltaico conectado a la red (Celdas Fotovoltaicas. Edison, A, Balester, L.(2012) Estructuración de sistema solares en casas y edificios)

Son sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad, están contruidos con materiales fotoeléctricos compuestos de un ánodo y un cátodo recubierto de un material fotosensible. La luz que incide sobre el cátodo libera electrones que son atraídos hacia el ánodo, de carga positiva, originando un flujo de corriente proporcional a la intensidad de la radiación, que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente de silicio. En la figura 1.4 se grafica su principio de funcionamiento.

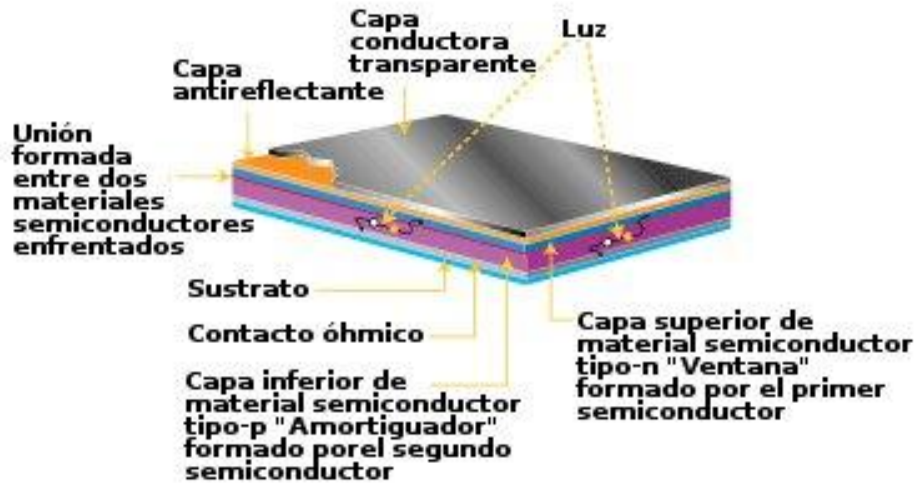


Figura 1.4 Principio de una celda fotovoltaica (Carrasco, M, Lenuur, L.(2009) Equipos aplicados al análisis y comportamiento de la radiación solar)

Inversor. Es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.

Contadores. El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red para su facturación, y otro para cuantificar el pequeño consumo del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar, así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer.

Consumo energético. OLADE (2011), define “Es el gasto total de energía para un proceso determinado. En el caso de los hogares, el consumo energético está integrado por el consumo de energía eléctrica y de gas, gasoil y biomasa, además del que se realiza con los medios de transporte particulares (automóviles, motocicletas, etc.), que se concreta en el consumo de productos derivados del petróleo. El concepto de consumo energético está inversamente relacionado con el concepto de eficiencia energética, puesto que en la medida en que aumenta el consumo de energía por servicio prestado es cada vez menor la eficiencia energética.

Consumo sostenible. WCED (1987) manifiesta: “El término, consumo sostenible, tiene su origen en el término, desarrollo sostenible. La definición más común de desarrollo sostenible es la utilizada por la Comisión Brundtland: Desarrollo sostenible es aquel desarrollo que cubre las necesidades presentes sin poner en riesgo la habilidad de próximas generaciones para cubrir sus propias necesidades”. Debemos considerar la necesidad de adoptar nuevos conceptos de riqueza y prosperidad, lo cual no sólo permitirá alcanzar mayores estándares de vida mediante el cambio de los estilos de vida, sino también nos hará menos dependientes de los recursos finitos de la Tierra y nos colocará en armonía con las capacidades de ésta, Cumbre de la Tierra (2000).

Cadena Energética. OLADE (2011) define: “Es la serie de etapas, actividades y eventos, por los que una fuente energética debe pasar desde su origen hasta su aprovechamiento, como producción, transporte, transformación, almacenamiento.

Matriz energética de un país. OLADE (2011) define: “Es el estudio del sector energético en que se cuantifica la oferta, demanda y transformación de cada una de las fuentes energéticas al interior del país, así como al inventario de recursos energéticos disponibles; considerando para estas variables su evolución histórica y proyección a futuro. El conocimiento y análisis de la matriz energética es un elemento básico para la planificación y aseguramiento del abastecimiento energético”.

Balance energético. OLADE (2011) define: “Contabilización de los flujos de energía en cada una de las etapas de la cadena energética y las relaciones de equilibrio entre la oferta y la demanda, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume; tomando como sistema de análisis el ámbito de un país o una región; y para un período determinado (generalmente un año).

Eficiencia energética. La eficiencia energética o ahorro de energía es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final. Esta práctica conlleva un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano.

1.3. Fundamentación Legal

En los últimos años, en el Ecuador se han dado varios cambios significativos a nivel legislativo y regulatorio, como fue en el 2008, la aprobación de la nueva Constitución,

que posee varios artículos que beneficia a la investigación, entre los más destacados tenemos:

Art. 15. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Art. 313. El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.

Art. 314. El Estado será responsable de la provisión de servicios públicos de agua potable y riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias y los demás que determine la ley.

Art. 413. El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

El instrumento con el cual el Gobierno Nacional articula las políticas públicas con la gestión y la inversión pública, denominado “Plan Nacional para el Buen Vivir”, cuenta con 12 estrategias y objetivos nacionales, de los cuales se puede destacar:

Estrategia. La producción, transferencia y consumo de energía debe orientarse radicalmente a ser ambientalmente sostenible a través del fomento de energías renovables y eficiencia energética.

Política 4.3. Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles.

También hay que destacar, la creación del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER, con lo cual se evidencia el interés del gobierno en las energías renovables.

Ley de Regulación del Sector Eléctrico (LRSE). Esta ley contiene normas relacionadas con la estructura del sector eléctrico y de su funcionamiento. En el capítulo IX se fomenta el desarrollo y uso de recursos energéticos no convencionales. Se establece este tipo de recurso energético como prioritario a la hora de asignar los recursos del Fondo de Electrificación Rural Urbano Marginal (FERUM) a proyectos de electrificación rural.

Regulación CONELEC No-004/1. Establece los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales. Tabla 1.1

Tabla 1.1. Precios Preferentes Energía Renovables en (¢USD/kWh) (CONELEC 2012 precios de la energía renovable no convencional No-004/1)

CENTRALES	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
EÓLICAS	9,13	10,04
FOTOVOLTAICAS	40,03	44,03
SOLAR TERMOELÉCTRICA	31,02	34,12
CORRIENTES MARINAS	44,77	49,25
BIOMASA Y BIOGÁS < 5 MW	11,05	12,16
BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW	9,60	10,56
GEOTÉRMICAS	13,21	14,53

1.4. Definición de Términos Básicos

Energía. Galeón (2009) define: “Es la capacidad que tiene un cuerpo en un determinado instante para realizar un trabajo”

Fuentes de energía primaria renovables. OLADE (2011) define: “Se consideran energías renovables a aquellos recursos no fósiles de períodos de formación relativamente cortos o continuos, es decir que bajo un régimen de explotación racional, su disponibilidad no disminuye con el tiempo.

La energía solar. Antonio Martínez, Justo Lobato (2004) definen: “Es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del Sol”.

Hora solar pico (H.S.P.). Se define como la cantidad de horas de sol con una intensidad de radiación de 1000 W/m², que incide sobre la superficie del módulo solar.

Watio pico (WP). Se define como la máxima potencia que puede recibir un panel o módulo fotovoltaico y coincide con una intensidad de radiación constante de 1000 W/m^2 a una temperatura de 25°C .

Consumo energético. OLADE (2011) define: “Es toda la energía que se entrega a los sectores de consumo, para su aprovechamiento como energía útil, como electricidad y calor. Se excluye de este concepto, las fuentes utilizadas como insumo o materia prima para producir otros productos energéticos ya que esto corresponde a la actividad transformación”.

Celda solar o celda fotovoltaica. Elemento que transforma la luz solar (fotones) en electricidad. Es el insumo fundamental de los módulos solares fotovoltaicos.

Módulo solar fotovoltaico. Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.

Orientación. Ángulo de orientación respecto al Sur Solar de la superficie de un panel. El Sur geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula.

Eficiencia. En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5 % y un 30 %.

Constante solar. Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie de 1m^2 por segundo, cuando ésta se halla en el tope de la atmósfera a la distancia media sol-tierra. Su valor es aproximadamente $1,36 \text{ kW/m}^2$.

Contador eléctrico. Instrumento que mide la energía producida (kWh) y enviada a la red. Puede ser propiedad del cliente o de la empresa suministradora. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

Sistema Aislado o Remoto. Sistema fotovoltaico autónomo, no conectado a red. Estos sistemas requieren baterías u otras formas de acumulación. Suelen utilizarse en lugares remotos o de difícil acceso.

Sistema Conectado a Red. Sistema fotovoltaico en el que actúa como una central generadora de electricidad, suministrando energía a la red.

Sistema Híbrido. Sistema fotovoltaico que incluye otras fuentes que generan electricidad, tales como generadores eólicos o grupos electrógenos.

Albedo. La proporción reflejada de la radiación solar incidente en la superficie de la tierra. Un alto albedo aumenta la radiación solar reflejada.

Azimet. Orientación del panel en plano horizontal norte 0 °, este = 90 °, sur = 180 ° y oeste = 270 °

Radiación solar. Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. La intensidad de la radiación solar depende de los siguientes factores: Altura solar (latitud, fecha, y hora del día), ubicación del panel (azimut e inclinación), condición atmosférica (humedad, nubosidad y polución) y altura sobre el nivel del mar. La intensidad de la radiación solar incidente (o global) es la suma de la radiación solar directa, difusa y reflejada.

Oxigenador. Es un elemento que proporciona oxígeno para los peces mediante la absorción del agua la misma que es turbinada y aireada para crear porcentajes de oxígeno de acuerdo a su velocidad.

1.5. Bases Teóricas Prácticas de la Investigación desarrolladas en Ecuador

A continuación se detalla tres proyectos de la aplicación de energías alternativas aplicadas a la piscicultura en la crianza de peces en el Ecuador.

➤ Urcusolar aplicación de un sistema de energía solar a la eclosión de ovas de truchas en Papallacta Ecuador a 3800 m.s.n.m

Hoy en día las empresas e industrias se están preocupando por incluir en sus procesos el uso de tecnologías que les permita ahorrar costos operativos de energía y al mismo tiempo contribuir al cuidado de la naturaleza y el ambiente, siendo la Energía Solar una opción real para lograr estos objetivos. Uno de los ejemplos de industria que ha demostrado este interés son las granjas de Producción Piscícola o de Peces.

Las granjas de Piscicultura requieren procesos controlados para lograr el crecimiento y desarrollo de los peces, uno de ellos es el Proceso de Incubación de Alevinos, durante el cual las ovas (huevos fertilizados), son posteriormente depositadas en incubadoras donde se convierten en larvas. Dependiendo de la especie se efectúa un proceso de determinación del Sexo. En el caso de la Tilapia o Mojarra, se inicia un ciclo de 30 días,

en el cual las larvas permanecen en unas determinadas condiciones, incluyendo una temperatura del agua entre 26°C y 30°C.

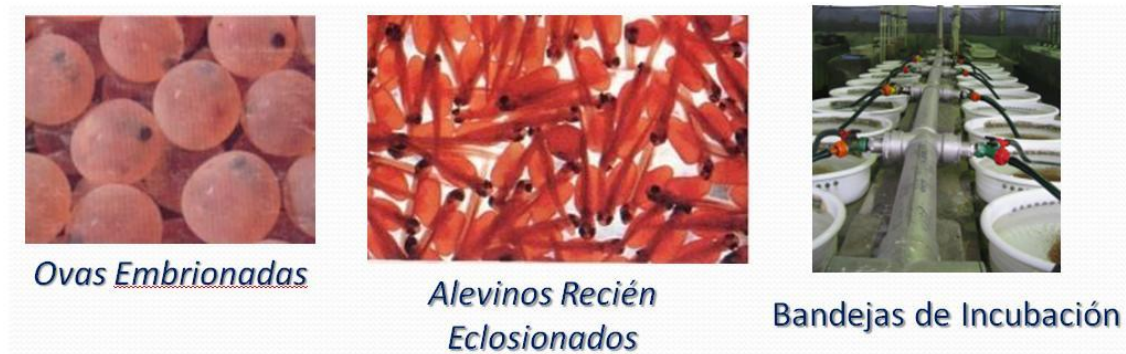


Figura 1.5 Eclosión de ovas mediante energías alternativas Acuicultura y piscicultura, M.(2011) Acondicionamiento de sistemas solares para piscicultura y el agro)

Para lograr elevar y mantener la temperatura del agua de proceso de incubación se han empleado métodos convencionales como calentadores de gas y uso de resistencias eléctricas sumergibles. Estos sistemas implican costos operativos fijos mensuales representativos y en el caso de gas un manejo dispendioso de cilindros cuando se trata de un gas propano. Urcosolar ha desarrollado un Sistema Solar Térmico para el Proceso de Incubación de Alevinos, con el objetivo de elevar y mantener la temperatura.

- Aprovechamiento de la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre, es decir, se cuenta con la fuente de energía en sitio y gratuita.
- Reducción de costos operativos mensuales.
- Sistema eficaz para elevar y mantener la temperatura del agua en el proceso de incubación.

Diferentes granjas Piscícolas ubicadas en Papallacta ya están aplicando estos sistema con excelentes resultados, aportando calidad a los productos, convirtiéndose además en un ejemplo de ahorro de dinero y de cuidado el medio ambiente y demostrando que el empleo de fuentes de energía limpia como la solar es una realidad que aporta beneficios a los empresarios, al planeta y a la humanidad.

- **Diseño, construcción y automatización de un sistema hidráulico para la producción de truchas para la quinta el pedregal en el cantón Salcedo, con aprovechamiento de energía alternativa, mediante un control distribuido**

En el sector de Yanayacu del cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi se incursiona en la crianza de truchas, por lo que se requiere avances tecnológicos que le permitan generar una producción rentable y eficiente. Con este objetivo se desarrolla el proyecto de: “diseño, construcción y automatización de un sistema hidráulico para la producción de truchas para la Quinta el Pedregal ubicada en el mencionado sector, con aprovechamiento de energía alternativa, mediante un control distribuido”, el cual permite el bombeo automatizado para recircular agua para las piscinas, de esta manera generando una buena oxigenación por medio de golpe de cascada en el agua, para su alimentación energética se incursionó en la generación de energía alternativa, por medio de una investigación previa en la zona.

➤ **Implementación de un sistema para el control y monitoreo de niveles de agua, temperatura y oxigenación de un proyecto piscícola en la crianza y reproducción de truchas mediante energía solar en la agrícola Santa Elena**

El presente trabajo investigativo está basado en la implementación de una infraestructura hídrica adecuada y sofisticada, cumpliendo con los más altos estándares fitosanitarios, de conservación y preservación del medio ambiente para la reutilización del agua, a través de procesos de reoxigenación, filtración, purificación para ser devuelta a la naturaleza en su estado natural, así como también el control y monitoreo de las variables de temperatura y oxigenación del líquido en el sistema, gracias a la ejecución de Hardware y software para la adquisición y visualización de datos en tiempo real, con una dotación de transductores y actuadores que estarán listos a entrar en funcionamiento, manteniendo las mejores condiciones de oxígeno disuelto en agua para el desarrollo adecuado e eficiente de la piscicultura en el Ecuador, vinculando así a las energías alternativas al desarrollo de la agroindustria en el país.

Fundamentación Legal

Actualmente en el Ecuador existen leyes y reglamentos que amparan el estudio de la calidad de la energía eléctrica, ya que ha adquirido mucha importancia en vista de que existe una interrelación entre calidad de la energía eléctrica, la eficiencia y la productividad en las empresas. Uno de los objetivos del Art. 5 (LRSE, 2013) es

proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social. Siendo uno de los objetivos fundamentales de la política nacional en materia de generación, por medio de este objetivo se justifica la realización de este proyecto de investigación. Según el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 (Senplades, 2013) se debe asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica en el Ecuador, en nuestro caso el desarrollo de un sistema fotovoltaico aplicado a la piscicultura mediante la oxigenación artificial para la crianza y reproducción de trucas en la provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Modalidad de la investigación

En este capítulo se establece la metodología, el diseño, la modalidad, tipo y nivel de investigación, la población y muestra, los métodos y técnicas que se utilizaron, la operacionalización de las variables y el procedimiento de la investigación.

2.1. Diseño de la investigación

En la presente investigación se evaluó el potencial de energía solar aprovechable en la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga, el consumo energético de la Finca San Nicolás, durante el periodo 2016 – 2017, y se estableció un sistema de generación eléctrica por energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de energía para el área de piscicultura.

Este trabajo se lo realizó bajo la modalidad de campo, de carácter exploratorio, con nivel descriptivo explicativo.

2.2. Modalidad de Campo

Se utilizó la investigación de campo ya que se realizaron medidas in situ para evaluar el potencial energético, comparar con los obtenidos de la revisión bibliográfica y establecer causas y efectos, de tal manera que se pueda llegar a plantear una alternativa de solución para utilizar fuentes de energía limpias con fines de generación eléctrica para el área de piscicultura.

2.3. Modalidad Bibliográfica Documental

Se utilizó la investigación bibliográfica para recopilar, organizar, valorar y sistematizar definiciones y teorías referentes al potencial solar fotovoltaico con fines de generación eléctrica mediante fuentes renovables.

2.4. Modalidad Proyecto Factible

Con la finalidad de darle solución al problema planteado, el investigador empleó el método de proyecto factible, considerando que este método comprende el diseño y el desarrollo de una propuesta de un modelo tecnológico viable mediante la utilización

de equipos para evaluar el potencial energético existente en la zona, e implementarlo para facilitar y suministrar energía eléctrica destinada a la piscicultura.

2.5. Forma de Investigación

En cuanto a forma de investigación, para el presente proyecto se consideró la investigación Aplicada, ya que se empieza desde una situación problemática de calidad de energía eléctrica suministrada por la empresa eléctrica y que requiere ser constante y cumplir con los voltajes deseados para la operación de los oxigenadores del área de piscicultura intervenida y mejorada tecnológicamente para ser un sistema de generación más eficiente.

2.6. Tipo de investigación

Esta investigación se relacionó con la modalidad de campo, tipo exploratoria y nivel descriptiva, debido a que para su elaboración fue necesaria la medición de las variables en el mismo lugar, la utilización de atlas y mapas con fines de generación eléctrica en el país, la recopilación de información de diversas fuentes bibliográficas para determinar el potencial energético de la Finca San Nicolás del Cantón Latacunga y se recreó diversos escenarios para caracterizar el potencial energético del lugar y proponer un sistema de generación limpia como fuente alternativa de energía eléctrica que se adapte a las instalaciones de un sistema de crianza y reproducción de truchas mediante la oxigenación artificial.

2.7. Metodología de la Investigación

La metodología Experimental es la aplicada en este proyecto de investigación, porque existe la variación de tensión desde 100 a 120 V de fase y la frecuencia entre 58,59,60,61 de red que dificultan el correcto funcionamiento de los oxigenadores del sistema de oxigenación del agua para el área de piscicultura en la Finca San Nicolás.

2.8. Población

Estas definiciones facilitan delimitar la población que para la presente investigación serán las fuentes solar y eólica existentes en la zona y la muestra será las que se puedan aprovechar en función del consumo energético del proyecto de piscicultura en este caso no se considera la población.

2.9. Operacionalización de variables

El investigador identifica y plantea las variables de investigación de la siguiente.

Variable Independiente

Dimensionamiento de los paneles solares.

Radiación incidente en la zona.

Angulo de inclinación de los paneles.

Variable Dependiente

Potencia eléctrica generada por los paneles solares.

Operacionalización de variables

A continuación se presenta la matriz de operacionalización de las variables independiente y dependiente, ver tablas 2.1 y 2.2 respectivamente.

Tabla 2.1: Operacionalización variable independiente

Variable Independiente	Dimensionamiento de los paneles solares Radiación incidente de la zona Ángulo de inclinación de los paneles				
	Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas
La variable independiente a la cual yo puedo modificar los parámetros de dimensionamiento de los paneles, su radiación en el lugar	Energía Solar	Dimensiones de los paneles	cm	Cálculos	Flexometro
		Radiación incidente de la zona	W*m ² *día	Cálculos	Estación meteorológica Piranómetro
		Ángulo de inclinación de los paneles	°	Cálculos	Graduador

Tabla 2.2: Operacionalización variable dependiente

Variable Dependiente	Potencia eléctrica generada por los paneles solares.				
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos

Cantidad total de energía presente en la zona por acción del sol, posible de ser aprovechada mediante el uso de la conversión de energía	Energía Solar	Radiación solar Heliofanía	w/m ² /día h/día	Cálculos	Atlas solar y/o Bases de datos
		Potencial energético	W	Cálculos	Ecuaciones
	Energía Eólica	Potencial energético	W	Cálculos	Mapa eólico

2.10. Instrumentos de la investigación

La recolección de la información fue por observación y trabajos de campo, se utilizó atlas y mapas solares, mediciones in situ y bases de datos que permitieron evaluar el potencial energético de las fuentes de energías renovables de la parroquia Juan Montalvo Barrio Juan Pablo Segundo Finca San Nicolás como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Instrumentos de medida utilizados en la tesis

Instrumento de Medida	Detalle de la Medición
Piranómetro	Radiación global, directa, difusa, reflejada
Pirheliómetro	Radiación solar directa e incidencia normal
Actinógrafo	Radiación global
Heliógrafo	Brillo solar
Solarímetro	Brillo solar
Fluke 435	Analizador de Energía
YSI PRO 20	Sensor de Oxígeno
Multímetro	Voltajes
Pinza Amperimétrica	Corriente

2.10.1 Piranómetro. Es un instrumento utilizado para medir la radiación solar directa y difusa, consiste de una serie de termocuplas, formadas por la unión de dos placas metálicas de diferente material y conductividad térmica, pintadas de color blanco y negro en un pequeño disco. El cambio de temperatura en estas placas produce un cambio de voltaje que es proporcional a la radiación. Para neutralizar los factores ambientales como la lluvia, el viento, polvo y polución, que pueden alterar la medición, posee una cúpula de vidrio óptico protector, como se observa en la figura 2.1.



Figura 2.1.- Piranómetro (Carrasco, M, Lenuur, L.(2009) Equipos aplicados al análisis y comportamiento de la radiación solar)

2.10.2 Actinógrafo. Es un instrumento utilizado para medir radiación global, funciona mediante un sensor termo mecánico, protegido por una cúpula en vidrio, está formado por un arreglo bimetálico de dos superficies, la una pintada de color negro para que absorba las ondas electromagnéticas de radiación solar y la otra de color blanco para que las refleje, y así generar una diferencia de temperatura, ésta provoca una curvatura en la placa de color negro que se amplifica por medio de palancas y se transmiten a un tambor movido por un mecanismo de reloj para describir una gráfica que registra los valores de radiación global. Figura 2.2.



Figura 2.2.- Actinógrafo (Carrasco, M, Lenuur, L.(2009) Equipos aplicados al análisis y comportamiento de la radiación solar)

2.10.3 Heliógrafo. Este instrumento registra las horas de sol efectivas en el día, insolación o brillo solar. Opera focalizando la radiación solar por medio de una esfera de vidrio, en una cinta con escalas de horas, que por la exposición a la radiación solar directa se quema formando líneas, como indica la Figura 2.3.



Figura 2.3.- Heliógrafo de Campbell-Stokes (Carrasco, M, Lenuur, L.(2009) Equipos aplicados al análisis y comportamiento de la radiación solar)

CONELEC (2009) Estudio de la energía solar, el desarrollo tecnológico y la medición de los valores de radiación solar sirven para el diseño de varias aplicaciones y usos, como son la generación eléctrica, generación térmica, biomasa, eólica, hidroeléctrica.

Entre las diferentes manifestaciones de la energía solar, la energía fotovoltaica aprovecha directamente la radiación solar para generar energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos. La energía fotovoltaica aprovecha la energía de los fotones de la radiación solar. El fotón al chocar con un metal libera electrones, los cuales generan corriente eléctrica. La cantidad de electrones liberados depende directamente de la frecuencia de onda de los mismos. A mayor frecuencia, mayor energía liberada, por tanto mayor cantidad de electrones. Si se cuenta con una gran cantidad de fotones se obtiene una cantidad de electrones suficientes para generar energía eléctrica de forma continua.

2.10. 4 Sensor de oxígeno



Figura .2.4.- Sensor de oxígeno YSI PRO 20

Este sensor está en la capacidad de medir el oxígeno que se encuentra disuelto en el agua en dos variables o dos magnitudes tanto en ppm (partes por mil de oxígeno disuelto), así como en % por litro, es uno de los instrumentos claves para determinar el estado de

oxígeno al que se encuentran los peces dentro del agua no existan inconvenientes por la falta del mismo.

2.10.5 Fluke 430 Rs

Para evaluar el consumo energético de la Finca “San Nicolás”, se utilizó un Analizador de la Energía y de la Calidad Eléctrica Fluke 430 rs, tipo industrial, de propiedad del departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, instalado por una semana, para detectar y registrar todos los detalles de las perturbaciones eléctricas, realizar análisis de tendencias y verificar la calidad del suministro eléctrico durante intervalos de tiempo.



Figura 2.5 Analizador de Redes Fluke 430 Rs

2.10.6 Estación meteorológica. Se instaló una estación meteorológica en la parte superior de la Finca San Nicolás la misma que está destinada a medir y registrar variables meteorológicas como: velocidad y dirección del viento temperatura, radiación solar y ultravioleta, humedad, presión barométrica, punto de rocío y precipitación. Fue instalada en Noviembre del 2015. La base de datos se utiliza tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos. Está compuesto por: 1) colector de lluvia, 2) cubierta resistente a la intemperie, 3) protector contra radiación, 4) sensores de temperatura y humedad, 5) radio spread spectrum, 6) sensor de radiación solar, 7) sensor de radiación ultravioleta, 8) consola receptor, 9) sensor de humectación de hoja, 10) sensor de humedad del suelo, 11) sonda de temperatura, 12) veleta de dirección del viento, 13) anemómetro, la figura 2.6 indica sus componentes.



Figura 2.6.- Componentes de la estación meteorológica UTC

2.10.7 Multímetro y Pinza Amperimetrica

Estos instrumentos han sido utilizados en la parte ya de potencia del sistema para poder determinar los voltajes de suministro de los paneles solares, así como también los voltajes del banco de baterías, inversor y la corriente que consume el sistema a plena carga con todo los oxigenadores en funcionamiento.

2.11. Métodos y técnicas

Existen algunos métodos, a parte del de medición in situ, que se han desarrollado para poder estimar valores de radiación solar en emplazamientos en los que no se disponen de medidas históricas, entre los más nombrados: utilizar datos de estaciones cercanas, válida únicamente si el terreno llano y la distancia entre estaciones es menor a 10 Km., interpolar valores a partir de medidas de la radiación solar en otras estaciones, aplicable cuando la red de estaciones de radiación solar tiene una densidad de entre 20 y 50 Km de distancia entre estaciones, modelos de interpolación que tienen en cuenta la topografía del terreno, precisan una densidad de estaciones de medida en el orden de los 100Km., modelos de tratamiento de imágenes satelital, estas imágenes son el resultado de la reflexión de los rayos solares en la superficie de la Tierra, por lo que ya han sufrido y llevan implícitas los posibles efectos de la topografía así como de los principales fenómenos atmosféricos que se producen cuando los rayos solares atraviesan la atmósfera.

Como fuente de información primaria se utilizó la observación y medición in situ, para determinar el entorno natural del lugar en busca de fuentes de energía alternativas, se efectuó trabajos de campo mediante mediciones obtenidas de la Estación Meteorológica de la Finca, instalada en la terraza desde diciembre del 2015. Para determinar el consumo

energético del edificio, se utilizó un analizador de calidad de energía eléctrica, con el cual se obtuvo la curva de carga.

Como fuente de información secundaria se utilizó el análisis documental, a través del Atlas Solar del CONELEC, el Mapa de Irradiación Solar del INHAMI, la Base de Datos de la NASA y la base de datos de la University of Massachusetts Lowell, para comprobar si el potencial energético solar y eólico del lugar concuerdan con el obtenido mediante medición. De igual manera para corroborar el consumo energético del edificio se realizó un inventario de los equipos instalados, en especial de las luminarias instaladas en cada piso del edificio.

El CONELEC emitió el “Atlas Solar del Ecuador” elaborado por la Corporación para la Investigación Energética CIE, en el cual se cuantifica el potencial solar disponible y con posibilidades de generación eléctrica, en base a mapas mensuales de insolación directa, global y difusa y sus correspondientes isomerías. Esto 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.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INHAMI, emitió el Mapa de Irradiación Solar Global, en base a mediciones de sus estaciones meteorológicas distribuidas en todo el país, con datos históricos de irradiación solar global en $\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{día}$.

La NASA pone al servicio de los cibernautas su Base de Datos de mediciones meteorológicas de radiación solar a nivel mundial, con datos de 22 años atrás, mediante el método de mapeo por satélite.

La UML (University of Massachusetts Lowell) dispone de una base de datos de radiación solar a nivel mundial, que pone al servicio de los usuarios a través de su página oficial, con datos desde hace 20 años atrás.

Metodología. Para el diseño del sistema de generación fotovoltaico para la Finca San Nicolás se plantea tres posibles escenarios: el primero es el diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a los Oxigenadores (SFCO

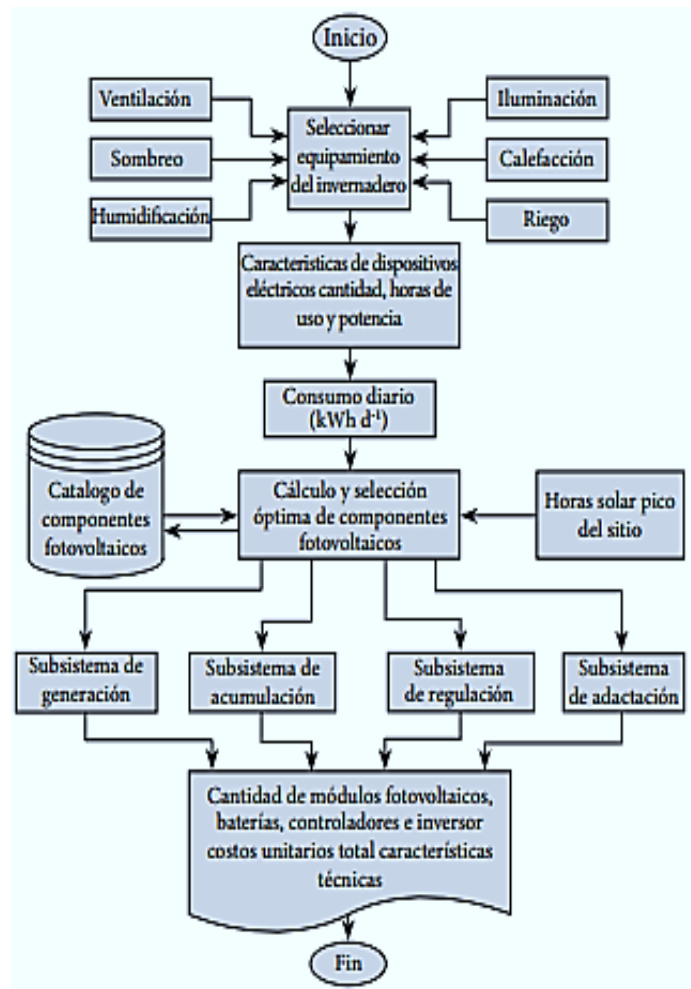


Figura 2.7.- Metodología para el diseño de un SFCO (Martínez, A, Trihuago, L.(2010) Metodos para desarrollar proyectos,obra civil)

Para el diseño del SFCO, la metodología es similar, con la diferencia que se necesita calcular los acumuladores de energía ya que se trata de un sistema de generación autónomo, el proceso inicia determinando la carga, luego se calculan los módulos, celdas, inversores, arreglos, acumuladores, emplazamiento, diagrama de distribución y conexión, se efectuará una evaluación técnica económica y se establecerá conclusiones.

2.12. Procedimiento

2.12.1.- Delimitación del campo de estudio. La parroquia rural de Juan Montalvo, pertenece al cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. Es una de sus 11 parroquias rurales. Se ubica al sur-oeste de Latacunga en las coordenadas 0 ° 46' 12'' S de latitud, y 68 ° 35' 47'' O de longitud (GAD de Latacunga 2011)



Figura 2.8.- Ubicación geográfica de la parroquia Juan Montalvo

Su extensión territorial es de 63 Km², se compone de 21 barrios y 3 comunidades ubicados en dos zonas agroecológicas: la parte alta y baja. Cuenta con una población de 6.359 personas con una tasa de evolución demográfica de 1,66. En cuanto a los servicios básicos, el 24 % de viviendas tiene acceso al servicio eléctrico y el 48 % se provee de agua para consumo humano de red pública. El clima varía según la zona baja o alta, tanto la temperatura como la precipitación y la velocidad del viento varían, en la tabla 2.3 se resume el clima. (GAD de Juan Montalvo 2010 ,2020)

Tabla 2.4.- Clima de la Parroquia Juan Montalvo Fuente: (Carlos Muños (2015)
Plan de Desarrollo territorial de Latacunga)

Variable Meteorológica	Zona baja	Zona alta
Temperatura media anual	13.3 °C	7.7 °C
Temperatura media mensual	12.4 a 13.8 °C	6 a 12 °C
Temperatura extrema	Máx: 27.5 °C Min: 6 °C	Máx: 18 °C Min: 7.5 °C
Velocidad promedio anual de viento	Máx: 6.5 m/s Min: 4.6 m/s en Octubre Min: 3.6 m/s en Julio	Máx: julio y agosto
Precipitación media	Máx lluvia: 450 a 700 mm. de febrero a mayo, octubre y noviembre Min secos: julio y agosto	Máx lluvia: 700 a 1500 mm. de febrero a abril Min secos: junio a septiembre
Nubosidad media anual	6/8 de cielo cubierto 7/8 más nublado entre febrero y mayo	

2.12.2.- Ubicación geográfica de la Finca San Nicolás. La Finca San Nicolás, está ubicado en la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, en las coordenadas 0 °46' 12'' S de latitud, y 68 ° 35' 47'' O de longitud, a una altitud de 3280 m.s.n.m (Figura 2.9 y 2,10), tiene una extensión de 5 hectáreas, actualmente está dedicada a la producción de productos orgánicos, para abastecer a los mercados de Latacunga y Salcedo y uno de los productos que ha sido acogido de mejor manera es la piscicultura en la crianza y reproducción de truchas para el consumo directo de pescado fresco, los mismos que son alimentados en base a lombrices que se generan en la Finca fruto de la descomposición de materia orgánica que produce la finca .



Figura 2.9.- Ubicación geográfica de la Finca San Nicolás.



Figura 2.10.- Ubicación geográfica en el mapa geográfico de la provincia.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se evaluará el potencial energético de la parroquia Juan Montalvo del cantón Latacunga, las fuente solar como una energía aprovechable en la zona con fines de generación eléctrica para la Finca San Nicolás Latacunga, se utilizará para esto mapas solares, eólicos y bases de datos emitidos por instituciones dedicadas a esta área y los datos que han sido tomados por los equipos que hemos utilizado en nuestra tesis.

3.1.- Fuentes de energía renovables en la zona

La parroquia rural Juan Montalvo está ubicada al sur del cantón Latacunga, el barrio, Juan Pablo Segundo, su hidrografía se compone principalmente por el río Illuchi, que nace de varias lagunas como la de Salayanbo y la de Yanacocha de los páramos al Nor Oriente, sirve para regadío, consumo humano y para la generación de energía hidroeléctrica a través de dos mini centrales en cascada la Illuchi I y II con una potencia instalada de 7,5MW, que funcionan desde el año 1950, la figura 3.1 indica un sistema eólico implantado en el sector de Cuchitinge y la figura 3.2 central Illuchi que son fuentes de energía en el Lugar.



Fig 3.1. Aerogenerador Cuchitinge



Fig 3.2 Mini Central Hidroeléctrica Illuchi

El suelo de la parroquia está distribuido en tres zonas: de vivienda urbana, de producción agropecuaria con usos intensos de pastizales, y un área agrícola. La mayor extensión de suelo se usa para pastizales y producción agrícola, no existen proyectos o estudios de aplicación de biomasa como fuente generadora de energía.

El clima varía dependiendo de la zona baja o alta, tanto la temperatura, como la precipitación media y la velocidad del viento varían, en la zona baja los descensos bruscos de temperatura son el origen de las heladas que provocan problemas a la agricultura, de la misma forma no existen registros de usos de energía eólica.

Las principales características ambientales, proporcionadas por el INHAMI, son descritas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1.- Características ambientales de la zona

Características ambientales	
Nubosidad promedio	Baja
Altitud	3280 m.s.n.m.
Humedad relativa	80%
Clima	Húmedo frío templado
Temperatura promedio anual	14 grados centígrados
Velocidad del viento	2.5 m/s 10m/s
Viento dominante	Sur Este
Pluviosidad	500 mm anuales

3.2. Evaluación del recurso solar de la zona

Para determinar el potencial energético solar, se tomó datos de insolación global mensual del Atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica, emitido por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC y la Corporación para la Investigación Energética CIE en el año 2008, que recopila información histórica de los puntos de concentración solar elevada en el Ecuador con fines de generación eléctrica en el país, ver Anexo A3.

La figura 3.3 indica la insolación global mensual, obteniéndose un promedio de 4335,42 Wh*m²*día.

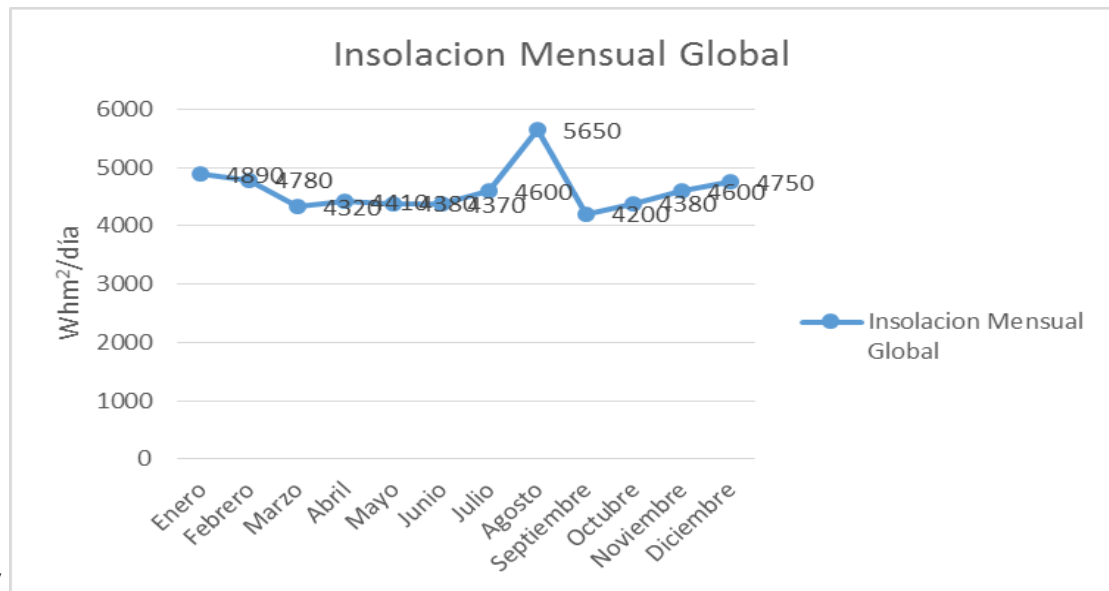


Figura 3.3.- Insolación mensual global en Wh*m²*día

Para asegurar que la insolación global promedio sea la correcta, se tomó datos del Mapa de Irradiación Solar Global emitido por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, que recopila datos históricos de irradiación solar global de los años 2007 a 2015, de acuerdo a la Tabla 3.4 la irradiación para la Finca San Nicolás está en el rango de 4 a 4.5 en kWh*m²*día, similar al obtenido con los datos del CONELEC como se muestra en la tabla 3.2 y en promedios de 4.68 kW*h*m² como el máximo.

Tabla 3.2.- Tabla de Irradiación Solar de Cotopaxi, Latacunga y Quito (CONELEC (2015) parámetros de irradiación y monitoreo solar)

UBICACIÓN	TABLA DE IRRADIACIÓN SOLAR MENSUAL Y PROMEDIA DURANTE 10 AÑOS (KWh/m ²)														
	LAT.	LONG.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
COTOPAXI	1 S	79 W	3,73	3,98	4,05	3,88	3,74	3,47	3,71	3,97	3,98	3,77	3,88	3,79	3,83
LATACUNGA	0,92 S	78,62 W	4,47	4,38	4,21	4,01	4,07	4,09	4,32	4,53	4,44	4,51	4,44	4,37	4,32
QUITO	0,22 S	78,48 W	4,48	4,6	4,68	4,35	4,55	4,28	5,22	5,1	5,11	4,68	4,39	4,69	4,68

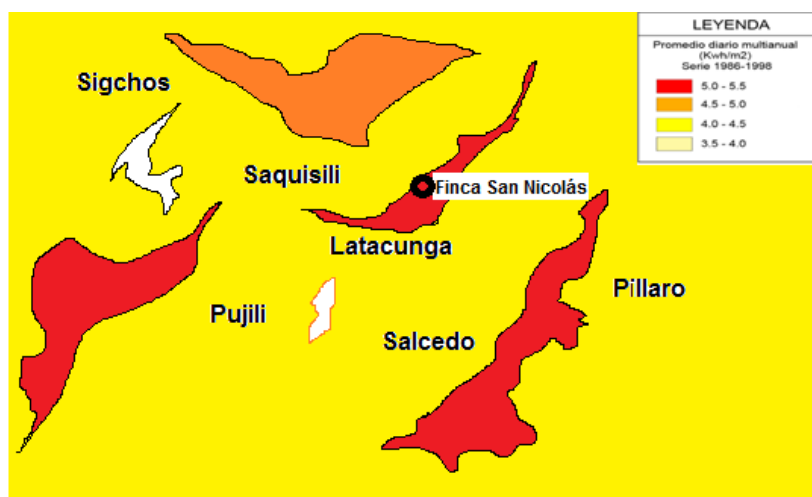


Figura 3.4.- Irradiación solar global de la Finca San Nicolás

Otro método son los datos de la NASA Surface Meteorology and Solar Energy (SSE), obtenidos mediante el ingreso de coordenadas geoespaciales ($0^{\circ}59'53''S$ de latitud y $78^{\circ}39'53''O$ de longitud) en su base de datos online, con el cual se obtiene la insolación incidente en una superficie horizontal ($kWh \cdot m^2 \cdot día$).

Tabla 3.3.- Datos de la NASA Surface Meteorology

Latitud	Longitud	Ene	Feb	Mrz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
0	-80	4,24	4,43	5,00	4,80	4,22	3,73	3,87	4,06	4,21	3,98	3,81	4,07	4,20
0	-79	3,96	4,09	4,35	4,17	3,91	3,80	4,03	4,05	3,88	3,86	3,74	3,69	3,96
0	-78	4,14	4,08	4,20	4,13	4,13	4,20	4,29	4,39	4,40	4,42	4,34	4,15	4,24
0	-77	3,94	3,68	3,50	3,63	3,58	3,38	3,40	3,63	4,09	4,29	4,11	3,93	3,76

En la tabla 3.3 se observa que la insolación incidente promedio sobre una superficie horizontal es de $3,96 kWh \cdot m^2 \cdot día$. Para este caso el promedio es relativamente inferior a los determinados por fuentes nacionales.

Existen otras fuentes nacionales como la base de datos emitida por la “Universidad Central de Ecuador” en su página oficial que dan mayor confiabilidad al potencial energético solar del lugar de estudio, ya que recopila información histórica de 17 y 20 años atrás. El gráfico 3.5, indica las horas de sol estándar para Latacunga, Cotopaxi y Quito siendo en Cotopaxi un promedio de $3,7 kWh \cdot m^2$, el de Latacunga de $4,37 kWh \cdot m^2$ y en Quito de $4,62 kWh \cdot m^2$.

Irradiación Solar

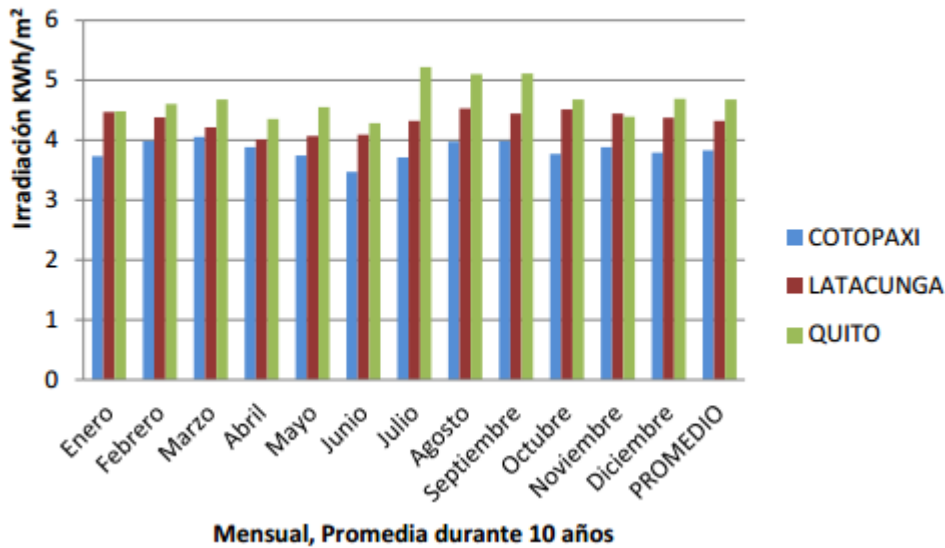


Figura 3.5.- Horas de Sol Estándar para Cotopaxi, Latacunga y Quito.

Fuente.- Base de datos de la Universidad Central del Ecuador

3.3.- Registro de mediciones de la radiación solar. Utilizando la base de datos de la Estación Meteorológica de la UTC, se procedió a tabular datos de radiación global promedio desde el mes de Noviembre hasta mayo del 2016, la figura 3.6 registra las mediciones mensuales promedio tabuladas.m²

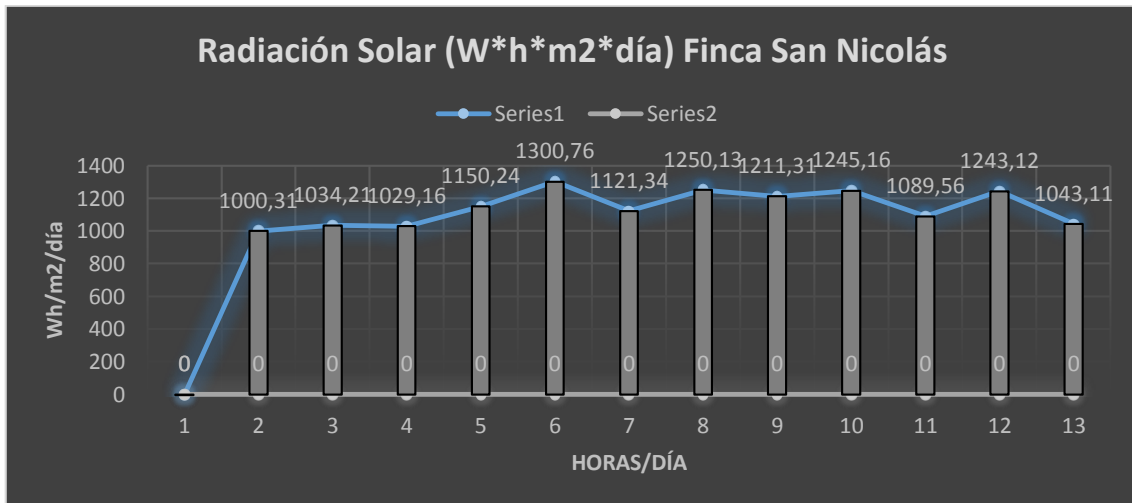


Figura 3.6.- Registro de mediciones promedio de radiación solar global.

3.4.- Descripción del sistema eléctrico de la Finca San Nicolás. El suministro de energía eléctrica de la Finca San Nicolás provee la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi, ELEPCO S.A. desde la subestación el Calvario siendo el suministro transportado

a una distancia de 25 Km por medio de una línea de media tensión de 220 V, un transformador de 15 KV el mismo que es usado en un 100 % por la comunidad y se ha visto afectado por el incremento de viviendas en el sector el cual no existe un suministro continuo por la saturación del mismo.

Las Fluctuaciones registra en la Finca en el área de piscicultura conocidas como caídas de tensión, interrupciones, han sido cambios rápidos de tensión y subidas de tensión. Las fluctuaciones (caídas) han ocasionado desviaciones rápidas con respecto a la tensión normal. La magnitud que se ha registrado está comprendida entre 113,2 V Y 118,5 V. La duración puede variar desde medio ciclo hasta unos segundos como se define en la siguiente figura 3.7 con el analizador que permite elegir tensión nominal o de referencia deslizante. Una tensión de referencia deslizante utiliza valores medidos filtrados con una constante de tiempo de 1 minuto. Durante una caída de tensión, ésta desciende; durante una subida de tensión, aumenta. En sistemas trifásicos, se inicia una caída cuando la tensión en una o más fases desciende por debajo del umbral de caída y finaliza cuando todas las fases son iguales.

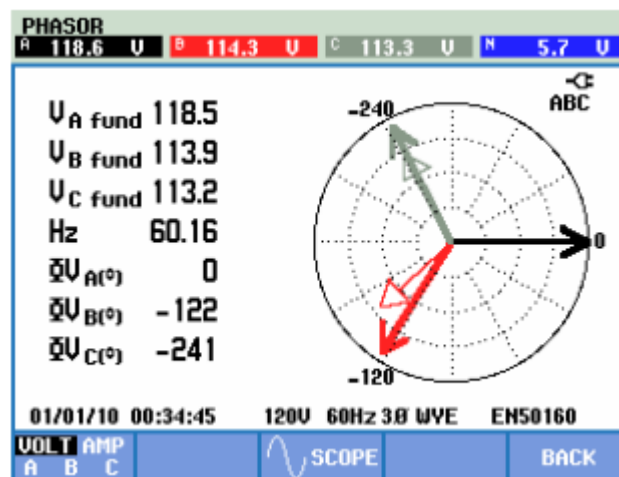


Figura 3.7 Diagrama de vectores correspondiente mediante el Fluke 435

3.5.- Comportamiento del consumo de energía (Potencia en kWh)

En la gráfica 3.8 se visualiza el comportamiento de la potencia durante los 6 meses, dándonos los siguientes resultados.

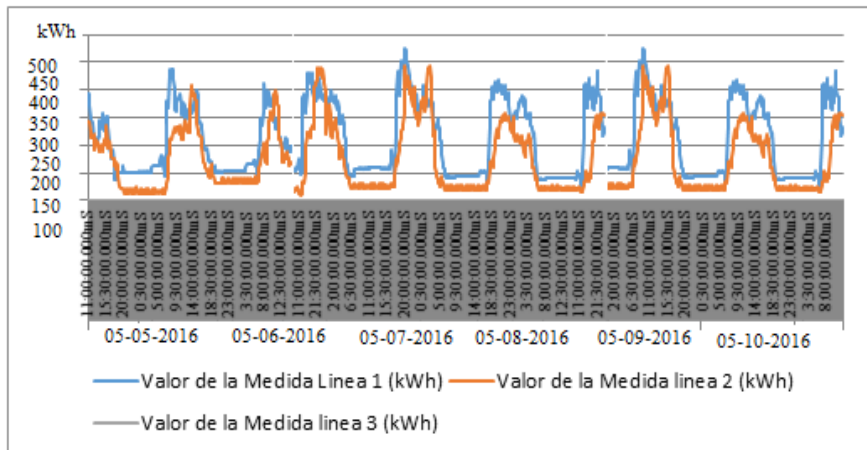


Figura 3.8 Comportamiento del consumo de energía en los 6 meses con el Fluke 435.

Como se puede observar en la gráfica 3.8 a cargas están conectadas solo a línea 1 y 2 del sistema, dándome un valor de potencia de cero en la línea 3, además es evidente observar que a partir del 05 de Mayo del 2016 hasta el día 05 de Octubre del presente a las 6H50 existe una potencia promedio de 459 W, en la línea 1, en la línea 2 de 437 W. y en la línea 3 448 W.

La curva de carga indica como la potencia se comporta en cada una de los meses los mismos que se han considerado en un lapso de 6 meses para poder visualizar los parámetros de como existen fluctuaciones en la red.

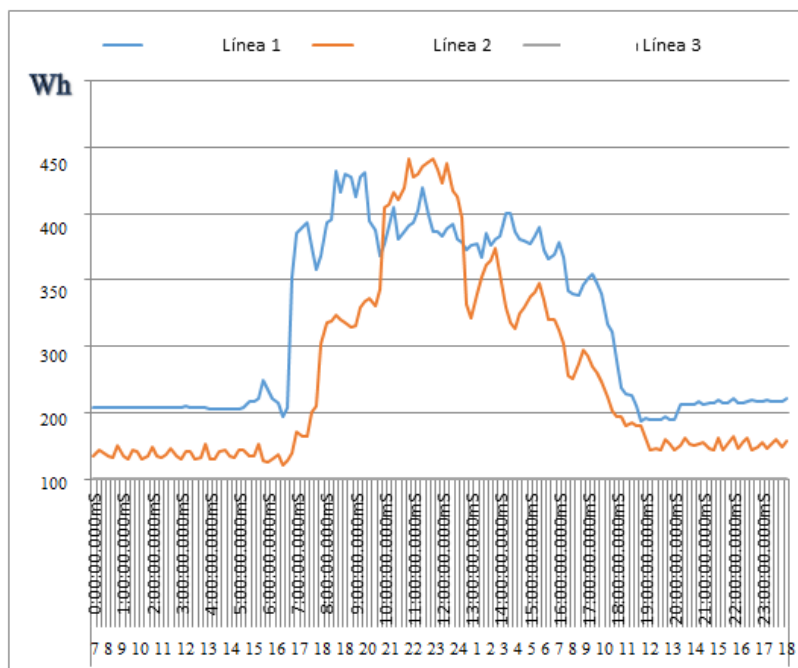


Figura 3.9 Curva de carga durante un día mediante el analizador Fluke 435

En esta curva de carga se puede observar claramente como a partir de los treinta minutos los cuales está programado el sistema durante las 24 horas del día, cuando están por entrar en operación los aireadores va incrementando la potencia de 330kW que es de 06 h: 00 hasta las 18 h: 00 en el día y 450 kW de 18 h: 00 ha 06 h: 00 es por eso que la gráfica tendrá dos comportamientos diferentes. .

3.6.- Comportamiento del factor de potencia.

En factor de potencia nos indica cómo se está comportando la potencia activa, reactiva y la aparente en cualquier sistema, el factor de potencia ideal en teoría es 1, pero en nuestro país las empresas distribuidoras sancionan económicamente a los usuarios, especialmente a los grandes clientes como lo es la Universidad técnica de Cotopaxi, si se baja de 0,92. Con los datos del analizador de redes en los seis meses fueron los siguientes como se muestra en la gráfica 3.10.

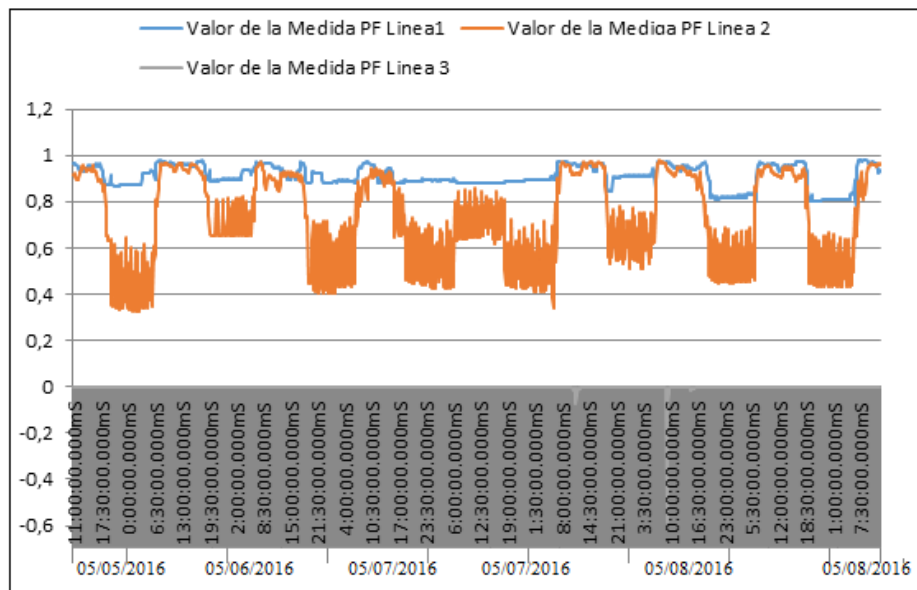


Figura 3.10 Factor de potencia con el analizador de redes Fluke 435

Como se puede observar en la figura 3.10 vemos que en la línea 1 el factor de potencia está entre los límites normales que pide la empresa eléctrica, en cambio en la línea 2 es alarmante lo que está sucediendo con el factor de potencia en la unidad académica ya que claramente se puede observar, mientras la unidad académica no cumple con las actividades es decir desde las 06h: 00 hasta las 18h: 00 y sábados y domingos el factor de potencia es aproximadamente de 0,5 por lo que existe un exceso de reactivos en estas horas, mientras que cuando la carga total de los oxigenadores entra a funcionar se encuentra en parámetros normales es decir 0,9.

3.7.- Determinación de la carga de la Finca

Para determinar la carga que consume el área de piscicultura en la finca San Nicolás se ha visto la necesidad de utilizar un analizador de redes para poder observar el comportamiento de la red en el lugar, el mismo que servirá para poder monitorear parámetros de demanda máxima y mínima, mediante el analizador Fluke modelo 345.

La demanda del área de piscicultura está dividida en dos periodos de consumo de 12 horas los mismos que detallamos en la siguiente tabla.

Tabla 3.4.- Carga en el área de piscicultura de 6 a 18 horas

Tipo de actuador	# de actuadores	Potencia en cada actuador (W)	Potencia Final (W)	Número de actuadores	Total de actuadores	Carga Total (W)
Oxigenador	5	30	30	5	10	300
aireadores	2	15	15	2	2	30
Total					12	330W

Tabla 3.5.- Carga en el área de piscicultura de 18 a 6 horas

Tipo de actuador	# de actuadores	Potencia en cada actuador (W)	Potencia Final (W)	Número de actuadores	Total de actuadores	Carga Total (W)
Oxigenador	5	30	30	5	10	300
Foco Iluminación pasillo	1	15	15	2	1	60
Foco Iluminación Piscina	1	15	15	2	1	60
aireadores	2	15	15	2	2	30
Total					12	450W

3.8.- Análisis de la irradiación global promedio HT

En la tabla 3.6 se resume la irradiación solar obtenida de diferentes fuentes y la irradiación promedio final del lugar de estudio.

Tabla 3.6.- Irradiación global promedio en kW*h*m²*día

CONELEC	INAMHI	UML	NASA	UTC	HT
4,34	4,0	4,5	4,37	3,96	4,35

Como se puede apreciar, la radiación global de la estación meteorológica de la UTC es la más baja, considerando que apenas se ha procesado 12 meses, será conveniente acumular más datos y en un futuro analizarlos nuevamente para comparar con datos históricos del CONELEC e INAMHI. De los métodos analizados y para los cálculos posteriores se trabajara con la radiación promedio de $4,45 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{día}$ orientado al nororiente.

3.9. Evaluación de la heliofanía de la zona

La **heliofanía**. Representa la cantidad del brillo del sol y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, que registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. La ocurrencia de nubosidad determina que la radiación recibida por el instrumento sea radiación solar difusa, interrumpiéndose el registro, si bien hay energía incidente disponible, la concentración o densidad de la misma no es suficiente para ser registrada.

Según datos emitidos por el INAMHI en los anuarios meteorológicos de los años 2006 al 2010, de la estación Rumipamba, la heliofanía promedio diaria en horas de cada mes se indica en la figura 3.11.

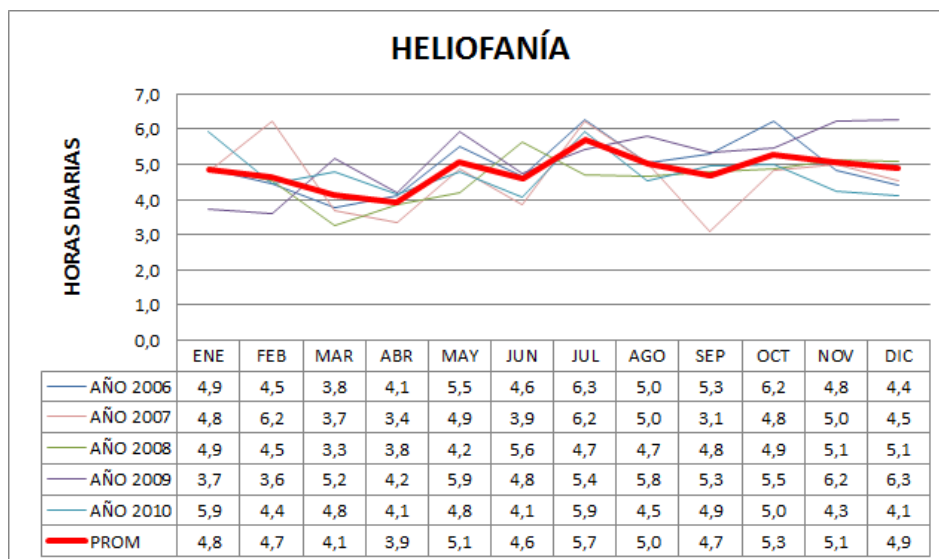


Figura 3.11.- Heliofanía diaria

Fuente: INAMHI Estación Meteorológica Rumipamba

3.9.1.- Análisis de la heliofanía

De acuerdo a los datos de la figura 3.11, la heliofanía promedio diaria en horas de la zona de estudio es de 4,8 horas.

3.10.- Determinación de las horas pico solares HPS

Para calcular el número de horas pico solares HPS que se refiere al número de horas diarias de luz solar equivalentes referidas a una irradiación constante $I=1k*Wh*m^2$ a la cual se mide siempre la potencia de los paneles, se calcula en función de la irradiación global promedio (HT) mediante la fórmula 3.1.

$$HPS[h] = \frac{HT[\frac{kWh}{m^2}]}{I[\frac{kW}{m^2}]} \quad Ec. 3.1$$

$$HPS[h] = \frac{4,35[\frac{kWh}{m^2}]}{1[\frac{kW}{m^2}]} = 4,35 \text{ h}$$

Considerando la heliofanía diaria promedio de 4,8 horas determinada mediante datos del INAMHI y la calculada 4,35 horas mediante las horas pico solares se puede aproximar a $HPS=4$ horas para próximos cálculos.

3.11.- Determinación de la irradiación solar sobre superficie inclinada HI

El cálculo de la irradiación total sobre superficie inclinada HI, según recomendaciones dadas por la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC, está dada por la fórmula 3.2.

$$HI = k * HT \quad Ec. 3.2$$

Donde HI es la media mensual diaria de irradiación global sobre superficie inclinada, k es un factor que depende de la latitud del lugar e inclinación de la superficie (entre 5 ° y 10 ° para evitar las acumulaciones de suciedades en la superficie de los módulos fotovoltaicos, en el Anexo A4 se indica los resultados) y HT es la media mensual diaria de irradiación global sobre superficie horizontal.

La tabla 3.7 muestra los resultados del cálculo, siendo el mes de junio el más desfavorable de recurso solar con un potencial de 3,772 kW*h*m²*mes.

Tabla 3.7.- Irradiación solar global de superficie inclinada

LATITUD	0 ° 40´ 41´´	LUGAR	
INCLINACIÓN	10 °	Finca San Nicolás	
MES	HT (kW*h*m ² *mes)	K	HI (kW*h*m ² *mes)
Enero	4,500	1,03	4,635
Febrero	4,315	1,02	4,401
Marzo	4,285	0,99	4,242
Abril	4,020	0,96	3,859
Mayo	4,190	0,93	3,897
Junio	4,100	0,92	3,772
Julio	4,425	0,93	4,115
Agosto	4,570	0,96	4,387
Septiembre	4,470	0,99	4,425
Octubre	4,575	1,02	4,667
Noviembre	4,510	1,04	4,690
Diciembre	4,475	1,04	4,654

3.12.- Determinación del área útil para generación

En el Anexo A5 se detalla sectores y áreas de construcción de la Finca San Nicolás y cuál es el área que será destinada a colocar los paneles solares que serán implementados para el suministro de energía eléctrica, para cada uno de los oxigenadores del sistema de crianza y reproducción de truchas como se ve en la figura 3.12.

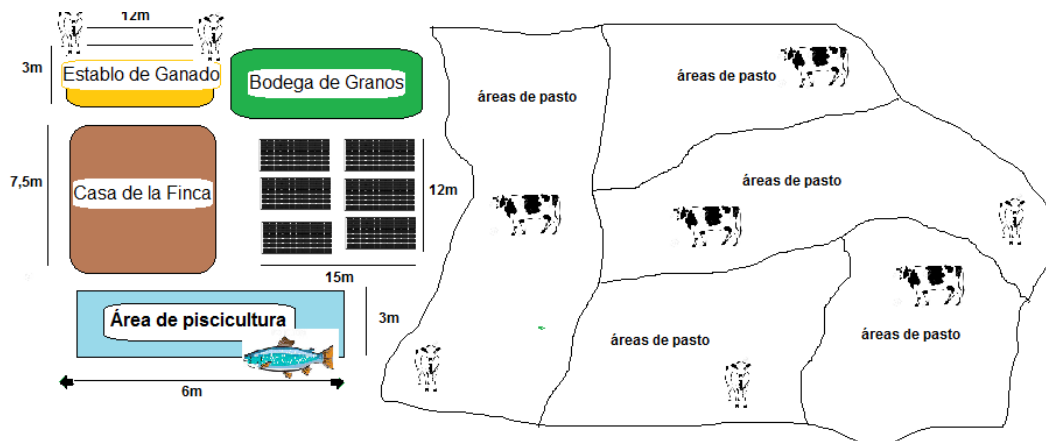


Figura 3.12.- Áreas de ubicación para los paneles.

En la tabla 3.8 se resume el total de área aprovechable para la generación de energía fotovoltaica.

Tabla 3.8.- Sectores y áreas aprovechables para generación de energía fotovoltaica

Lugar	Cantidad	Área	Área Total
Casa de Hacienda	2	180(m ²)	360 (m ²)
Bodega de granos	2	64 (m ²)	128(m ²)
Establo de Ganado Vacuno	1	70(m ²)	70(m ²)
Establo de Ganado Ovino	1	120(m ²)	120(m ²)
Sala de Ordeño	1	80(m ²)	80(m ²)
Bodega de Herramientas	1	20(m ²)	20(m ²)
Área Total			778(m²)

3.13.- Determinación del consumo energético de la Finca San Nicolás

Para conocer cuánta energía eléctrica se requiere para electrificar el edificio, se deben tener en cuenta las características eléctricas de los equipos a alimentar y el tiempo de empleo por parte del usuario del sistema. Para determinar la demanda actual de la finca, se recurrió a la utilización del analizador de calidad de energía eléctrica trifásica marca Fluke 435, de propiedad de la UTC estableciéndose un consumo máximo de 450Wh/día, un mínimo de 30Wh/día y un promedio de 21 kW, para efectos de cálculo se estableció como consumo energético pico de la Finca San Nicolás de 450W y de 500 W para el área en el cual se va a desarrollar la aplicación.

Para verificar el consumo energético de la Finca San Nicolás se realizó un inventario de equipos instalados, en el sistema de oxigenación de la piscicultura que es 10 oxigenadores de 30 W una electroválvula de 24 V, una bomba de 1 HP, para el funcionamiento de sistema de crianza de truchas en la finca San Nicolás.



Figura 3.13.- Oxigenador de agua de 5ppm a 12ppm de 30W

Se considera que los oxigenadores en la piscina se encuentre encendidos en un lapso de 12 horas separadas por espacios de tiempo de 30 minutos durante las 24 horas del día ya que los sistemas de oxigenación tiene que estar encendido contantemente para que no exista una disminución considerable en el oxígeno suministrado que necesitan las truchas para su crianza y reproducción.

En base de la tabla anterior se tiene que la carga instalada en la Finca es 450 W con un número de oxigenadores de diez que están colocados en la piscina, los mismos que consumen una potencia de 30W y una iluminación de 120 y unos dos aireadores de 15 W dándome un total de 450W que es al cual voy a dimensionar los paneles fotovoltaicos para una futura implementación del proyecto piscícola.

3.14. Impacto ambiental

Los sistemas fotovoltaicos que se han venido desarrollando a lo largo de los años no han causado daño alguno a cualquiera que sea el ecosistema, o donde sea implantado para generar energía eléctrica amigable al medio ambiente evitando la emisión de CO₂ al ambiente siendo un sistema que por actuar con la radiación solar no necesita de un agente externo para su desarrollo, el problema ambiental esta cuando los paneles cumplen con su vida útil y en Ecuador no existe aún un tratamiento o reciclaje que se los pueda dar.

CAPÍTULO 4

LA PROPUESTA

4.1. Título

Evaluar el potencial energético solar para la implementación de un sistema de generación alternativa mediante la energía fotovoltaica para la oxigenación en la crianza y reproducción de truchas en la finca san Nicolás en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga en el año 2016”

4.2. Justificación

El Ecuador al ser un país que se encuentra en la mitad del mundo es decir nuestra latitud es de 0° es muy beneficiario del recurso energético solar por la posición a la cual van instalados los sistemas de energía fotovoltaica y su eficiencia de los mismos por la forma en el cual recibimos los rayos del sol es decir en forma perpendicular durante los 375 días de año. La irradiación solar es prácticamente constante y de gran magnitud todo el tiempo. Si bien se pueden definir dos estaciones climatológicas en el año, esto no implica que el ángulo de incidencia de la irradiación solar varíe, como es el caso de los países ubicados al norte o al sur del globo terráqueo y que presentan cuatro estaciones climáticas. A lo largo de todo el año podemos encontrar días soleados indistintamente de la estación, la variación entre las dos estaciones está en las precipitaciones lluviosas. En verano los días soleados se presentan con gran cantidad de viento y en invierno los días soleados son seguidos por fuertes precipitaciones en horas de la tarde principalmente. Las diferencias radican en la cercanía al sol en cada época del año. En los meses de julio y agosto el planeta Tierra se encuentra en la posición más cercana al Sol dentro de su órbita (verano). En enero y febrero la Tierra se encuentra en el punto más distante al Sol dentro de su órbita (invierno).

Una vez evaluado el potencial energético en la zona, en este caso la solar en la parroquia Juan Montalvo se plantea la propuesta de diseñar un sistema de generación eléctrica por energía solar fotovoltaica, como fuente energía eléctrica, para la Finca San Nicolás área de piscicultura Latacunga, minimizando en su totalidad la utilización del sistema energético de la empresa eléctrica de Cotopaxi el mismo que no cuenta con los parámetros establecidos para el funcionamiento de los oxigenadores y al no tener un sistema continuo

y confiable de la red por su distancia y las situación climática del lugar, que ha ocasionado daños en los elementos del proyecto piscícola en este caso como son los oxigenadores.

4.3. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de generación eléctrica por energía solar fotovoltaica, como fuente alternativa de energía eléctrica, para la Finca San Nicolás en la crianza y reproducción de truchas.

4.4. Estructura de la propuesta

La propuesta está estructurada en la siguiente alternativa:

Alternativa para dimensionar un sistema de generación fotovoltaico para energizar los oxigenadores del área piscícola.

4.5. Desarrollo de la propuesta

4.5.1. Sistema Fotovoltaico Conectado a los Oxigenadores (SFCO) para cubrir la carga mínima instalada en el proyecto

Para el diseño del SFCO se requiere seguir los pasos del diagrama de flujo que se muestra en la figura 2.6.

4.6.- Determinación de la carga instalada. En el capítulo anterior se determinó el consumo energético de la finca que es de 450W pico.

4.7.- Energía consumida. La energía que está consumiendo el sistema de oxigenación es de 450 W con los elementos de oxigenación del sistema.

Para el análisis se consideró un tiempo de 12 horas ya los sistemas de oxigenación para peces es constante en un lapso de 30 minutos activos y 30 minutos pasivos el mismo que es considerado en las 24 horas de un día, ya que los peces necesitan una continua oxigenación, y no exista una falta de oxigenación.

La energía consumida diariamente se calcula aplicando la ecuación 1, con los datos de la potencia total y el tiempo considerado, siendo esta de:

$$E_C = P_T * 12h \quad \text{Ec. 4.1}$$

Sistema de Oxigenación en *kW.h*

$$E_C = 0,45 \text{ kW} * 12h = 5,4 \text{ kW.h}$$

$$E_C = 5,4 \text{ kW.h}$$

4.8.- Selección de los módulos FV y el inversor. Una vez obtenida la energía consumida diaria, se selecciona un proveedor de módulos FV. Una de las principales razones para la selección de los módulos es la eficiencia y su potencia pico, ya que a mayor eficiencia y potencia, menor número de módulos por instalación y área a utilizar.

A partir del consumo energético teórico E_r (W/h), se realiza el cálculo de consumo energético real E (W/h), necesario para hacer frente a los múltiples factores de pérdidas que van a existir en la instalación fotovoltaica, del siguiente método.

$$E = E_r / R \quad \text{Ec. 4.2}$$

Donde R es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica, definido como.

$$R = (1 - Kb - Kc - Kv) * 1 - \frac{Ka.N}{Pd} \quad \text{Ec.4.3}$$

Los factores de la ecuación son los siguientes.

Kb = Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador es 0.05 en sistemas que no demanden descargas intensas en sistemas con descargas profundas.

Kc = Coeficiente de pérdidas en el convertidor es 0.05 para convertidores senoidales puros, trabajando en régimen óptimo en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo

Kv = Coeficiente de pérdidas varias. Agrupa otras pérdidas como rendimiento de red, efecto joule, entre otros el valor de 0,05 – 0,15 como valores de referencia.

Ka = Coeficiente de descarga diario, es 0,005 para baterías de ciclo profundo.

N= Número de días de autonomía de la instalación. Serán los días que la instalación deberá operar bajo una radiación mínima, en los cuales se va a consumir más energía de

la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar. 4-10 días como valores de referencia.

Pd = Profundidad de descarga diaria de la batería Esta profundidad no excederá el 80 % (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con los ciclos de descargas muy profundas. En la realización de la siguiente investigación se consideran los siguientes valores de los coeficientes de pérdidas.

$$\mathbf{Kb} = 0,1 \quad \mathbf{Kc} = 0,05 \quad \mathbf{Kv} = 0,1 \quad \mathbf{Ka} = 0,005 \quad \mathbf{N} = 7 \quad \mathbf{Pd} = 0,7$$

Según la ecuación del rendimiento de la instalación fotovoltaica R, es la siguiente.

$$R = (1 - 0,1 - 0,05 - 0,1) \left(1 - \frac{0,005 \cdot 7}{0,7}\right) = 0,7125 \quad \text{Ec: 4.4}$$

Y a partir de la ecuación 9

$$E = E_r / R$$

Se obtiene

$$E = \frac{300}{0,7125} = 421,052 \text{ W/h}$$

4.9.- Dimensionamiento De Las Baterías

$$C = \frac{E \cdot N}{V \cdot Pd} = \frac{421,05 \cdot 7}{24 \cdot 0,7} = 175 \text{ A/h} \quad \text{Ec: 4.5}$$

Donde V es la tensión nominal del sistema acumulador, 24 V

A partir de la capacidad calculada, se realizara una selección de equipos comerciales más próximos en prestaciones, dentro de la categoría se ha seleccionado las baterías Ritar que nos da 175 Ah para lo cual en el mercado existe 200Ah (6V) como se muestra en la figura 4.1.



Figura 4.1 Banco de baterías Ritar RA 6-200Ah

4.10.- Dimensionamiento Del Número De Paneles

El número de paneles NP se calculara con el siguiente método.

$$NP = \frac{E}{0,9 * Wp * HPS} \quad \text{Ec. 4.6}$$

Donde Wp es la potencia pico de cada panel solar

Hps es el horario Promedio solar en el punto de la implementación.

$$NP = \frac{1917,19}{0,9 * 250 * 4.40}$$

$$NP = \frac{1917,19}{990} = 1,93$$

$$NP = 2$$

En el mercado hay paneles solares de diversas potencias. 5, 30, 50, 75, 100, 150, 165, 200, 220, 250 W. según la demanda que se precise.

En este caso se optara por dos paneles solares de 250 W, se ha elegido paneles solares Policristalinos de alta eficiencia Sunlink PV Maximum Power 250W los cuales se muestran en la figura 4.2.



Figura 4.2 Paneles Policristalinos de 250 W

En este caso se optó por los módulos mono-cristalinos serie 7T2 de 250W de la marca Helios, figura 4.2, ya que su potencia es la ideal y su material tiene una mayor eficiencia en comparación de otros materiales, además de que permite al módulo operar sin problemas en múltiples configuraciones de montaje, más datos se muestran en el Anexo B1.

4.11.- Dimensionamiento Del Regulador De Carga

Una vez definido el generador fotovoltaico, se procede a calcular el regulador de carga necesario. Para ello simplemente se multiplicara la intensidad de corto circuito de cada panel, por el número de paneles necesarios. Este producto será la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador.

$$I_{max} = 8.64 * 2$$

$$I_{max} = 17.28 A$$

Por lo que se empleara un regulador de carga solar CML20 de 12-24 V para 20 A como se muestra en la figura 4.3.



Figura 4.3 Regulador de carga solar CML20

4.12.- Dimensionamiento del inversor

Por último se establece el dimensionamiento del inversor necesario. Para ello se estimara la potencia instantánea máxima de la demanda de instalación.

Se tiene 2 paneles de 250 W por 4 horas de irradiación promedio diaria se ha llegado a la conclusión que se necesitará para el sistema un inversor de 800W. Por lo que se utilizara un inversor Phoenix Blue Power 24V/800W como se muestra en la figura 4.4 Considerando que el inversor a utilizar debe satisfacer el requerimiento de potencia instalada y las características de la instalación sea monofásica o trifásica, en donde el caso más crítico es cuando todas las cargas (PT potencia total) están conectadas al SFV, así como los parámetros de entrada del inversor, por lo que se selecciona un inversor para conexión a la red como el indicado con una potencia máxima de salida de 20 kW, de la marca Sunny Tripower, cuyas características se muestran en el Anexo B2.



Figura 4.4 Inversor Phoenix 24V/800W

Una vez definida las baterías se calculara los paneles solares necesarios para la instalación. Para ello se debe conocer los valores de irradiación solar medida en la superficie del lugar del proyecto.

4.13.- Cálculo del arreglo de los paneles FV. Para calcular el número de filas de módulos en serie que se van a conectar para un inversor, se emplea la ecuación 4.7, y para calcular el número de columnas de módulos en paralelo, se emplea la ecuación 4.8.

$$\text{No de filas en serie} = \frac{V_{inv}}{V_M} \quad \text{Ec. 4.7}$$

$$\text{No de columnas en paralelo} = \frac{I_{inv}}{I_M} \quad \text{Ec. 4.8}$$

Dónde:

V_{inv} : Tensión de entrada del Inversor

V_M : Voltaje del panel

I_{inv} : Corriente de entrada del Inversor

I_M : Corriente del panel

Se considera un promedio de tensión de entrada del inversor entre el intervalo de 34V y 36V de las especificaciones para tomar un solo valor de tensión de entrada.

$$V_{inv} = \frac{34V + 36V}{2} = 35 V$$

Entonces aplicando la ecuación 4.7 se obtiene el número de filas en serie.

$$\text{No de filas en serie} = \frac{35V}{36V} = 0,97=1$$

Aplicando la ecuación 4 se obtiene el número de columnas en paralelo.

$$\text{No de columnas en paralelo} = \frac{36A}{30A} = 1.2=1$$

Con las filas y columnas calculadas, el arreglo quedaría como se muestra en la figura 4.5.

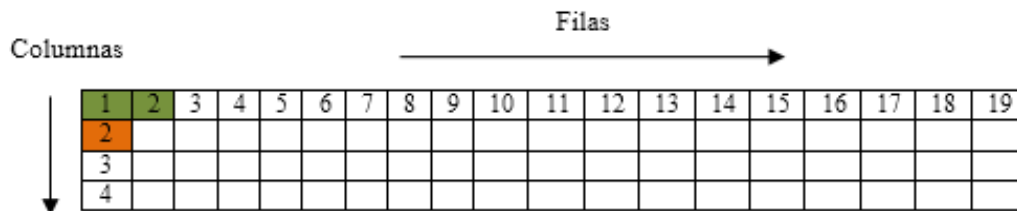


Figura 4.5.- Arreglo de los paneles FV

Se observa que cada fila y cada columna están integradas por 1 y 2 paneles respectivamente, por lo que se tiene 2 paneles conectados por inversor. Para asegurar si la tensión de los 2 paneles en serie no rebasa la tensión de entrada del inversor se hace la siguiente comprobación, multiplicando el número de paneles por la tensión de salida de cada módulo.

$$(2 \text{ paneles})(30 V) = 60 V$$

El valor de la tensión de los paneles se encuentra dentro del intervalo de tensión del inversor que es entre 30V y 30.5V, por lo que el arreglo es correcto.

Al igual que los paneles en serie, se hace la misma comprobación para los paneles en paralelo, en este caso se multiplica la corriente de salida del panel por el número de paneles en paralelo.

$$(2 \text{ paneles})(30 A) = 60 A$$

El valor de la corriente de los paneles se encuentra dentro del valor de corriente de entrada del inversor que es de 30 A, por lo que es correcto el arreglo.

Es importante mencionar que el arreglo fotovoltaico no necesariamente tiene que tener la configuración ni el número de módulos como el de la figura 4.5, esto solo se refiere a las conexiones en serie y paralelo entre los paneles para tener las condiciones necesarias de entrada del inversor.

4.14.- Determinación de número de los inversores. Tomando el total de paneles FV en el arreglo y el número de paneles que necesita el sistema FV para cubrir la carga, el número de inversores se obtiene de la ecuación 4.9.

$$No\ de\ inversores = \frac{M}{No\ de\ módulos\ del\ arreglo} \quad Ec. 4.9$$

$$No\ de\ inversores = \frac{2\ Paneles}{2\ Paneles} = 1 \approx 1$$

Para asegurar que el inversor del proyecto cubra la potencia requerida por la carga de cada oxigenador del sistema, se hace la siguiente comprobación, multiplicando el número de inversores por la potencia de salida del inversor.

$$(1)(1kW) = 1\ kW$$

El valor de la potencia total de inversor es (1 kW) es mayor que la potencia total de la carga (0.45 kW) en la finca y el valor de la potencia total del inversor (1 kW) es mayor que la potencia total de la carga (30W); por lo que un inversor cumpliría con la carga instalada del sistema

4.15.- Dimensionamiento del área para los paneles FV. El panel FV se puede dimensionar de muchas formas dependiendo del área que se tenga disponible en el techo de cada área de la Finca ya sea en la casa principal, el establo, la sala de ordeño, la bodega de granos que se podrían ocupar para la ubicación de los paneles. En este caso serán implantados los paneles en la casa principal de la Finca que tiene una área de terraza de 120 m² como se puede apreciar en la figura 4.6 y 4.7.

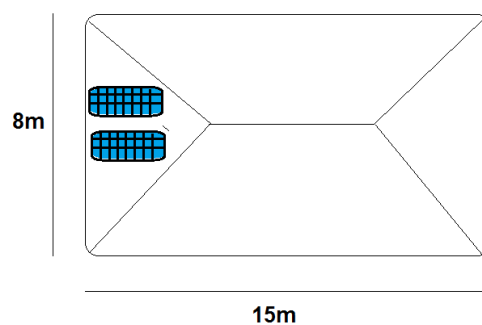


Figura 4.6. Dimensiones y área para instalación de los paneles en la Finca

El área que se representa en el gráfico es una parte del área total de la terraza que es de 120 m² y se ocupa un total de 3,6 m² que es donde se ubicaran los paneles solares para el área de piscicultura.

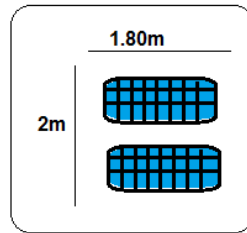


Figura 4.7. Dimensiones y área para instalación de los paneles en la casa de la Finca San Nicolás

Disponiendo de las dimensiones de los módulos y los arreglos por inversor, se distribuye el arreglo de tal manera que no rebase al área a utilizar y tomando en cuenta como recomendación que el número de paneles que se pueden conectar en serie son 2, por lo que las dimensiones del tipo de paneles FV que se va a utilizar queda de acuerdo a las figuras 4.8 y 4.9.

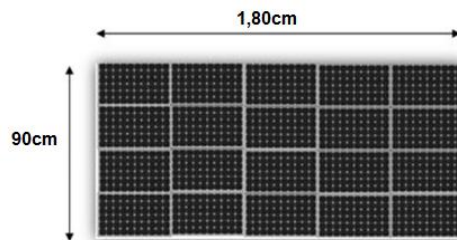


Figura 4.8. Panel fotovoltaico y sus dimensiones

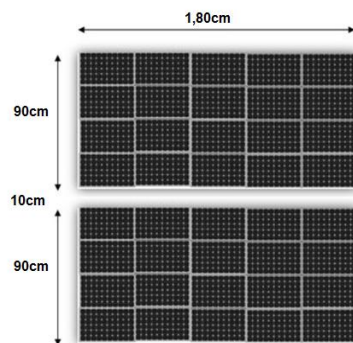


Figura 4.9. Panel fotovoltaico separación que existe entre cada uno y su área total.

Por tanto se instalaran 2 paneles como el de la figura 4.9, para así obtener las condiciones de entrada del inversor, además se observa que se tendrían 2 módulos en el sistema FV, igual a los calculados. Para asegurar que el área del techo es adecuada para la instalación de los paneles FV se hace la siguiente comprobación, utilizando las dimensiones de la casa de la Finca que tiene una inclinación de 30° y es de hormigón armado para lo cual se tendrá que empotrar con tacos de soporte o anclajes Fisher para que no tiendan a desplazarse del área designada.

$$\text{Área del techo de la casa de la Finca} = (8 \text{ m}) * (15 \text{ m}) = 120 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Área total de PFV} &= (1,62 \text{ m}^2) * (2 \text{ Paneles}) + \\ &(0,18 \text{ m separacion entre paneles} = 3,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4.16.- Cálculo de inclinación, sombras y distancia entre paneles. Teniendo en cuenta que la trayectoria del sol durante un día es de este a oeste, pero la trayectoria durante un año es de norte a sur, figura 4.10, se requiere que los paneles fijos se coloquen inclinados hacia el sur, figura 4.11. El ángulo óptimo del panel que garantice su mejor aprovechamiento varía de acuerdo al lugar, por lo que el cálculo de inclinación del panel FV se obtiene de acuerdo a la ecuación 4,10 donde la inclinación de los paneles deberá ser igual a la latitud del lugar más 10°, en Ecuador la inclinación de los paneles no será mayor a 15°. (Mora, 2011). Por lo tanto el ángulo de inclinación del panel será:

$$\begin{aligned} \beta &= Lat + 10^\circ && \text{Ec. 4.10} \\ \beta &= 0,678^\circ + 10^\circ = 10,678^\circ \approx 11^\circ \end{aligned}$$

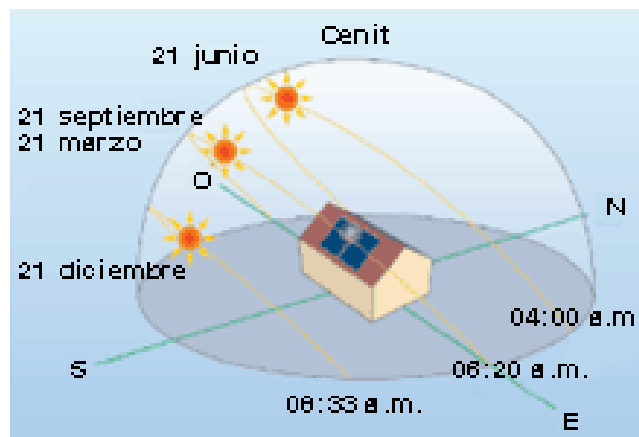


Figura 4.10.- Trayectoria del sol (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

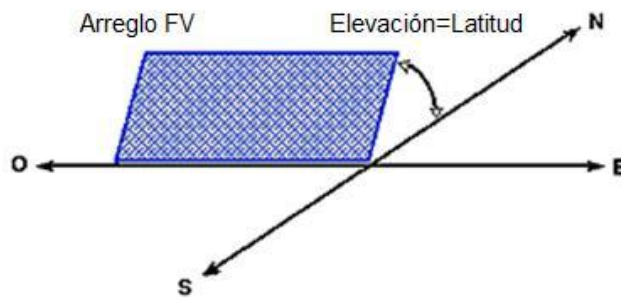


Figura 4.11.- Orientación de la estructura fija para maximizar la captación de radiación solar a lo largo del año (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

La distancia entre paneles se establece de tal forma que al medio día, la sombra de la arista superior del panel se proyecte, como máximo, sobre la arista inferior del panel siguiente, así como se indica en la figura 4.11.

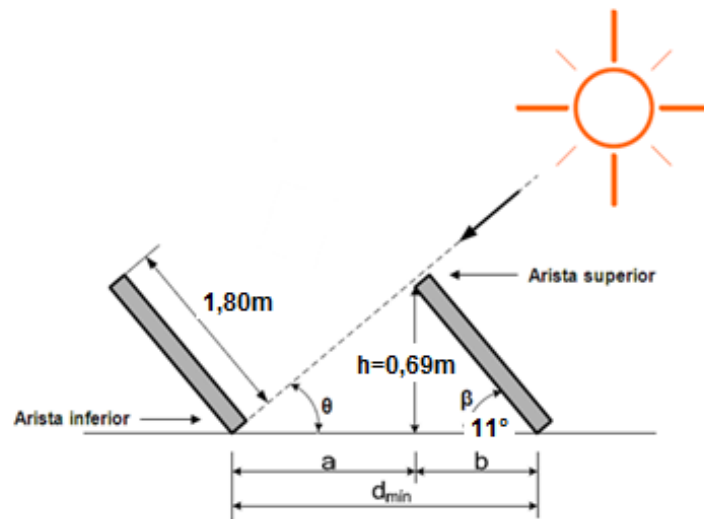


Figura 4.12.- Distancia entre paneles (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

Dónde:

d_{\min} : Distancia mínima entre aristas de paneles para evitar sombras (m).

L: Longitud del panel (columna de módulos en paralelo) (m).

h: Altura solar al medio día (m).

β : Grado de inclinación del panel respecto a la horizontal (°).

θ : Ángulo de la sombra respecto a la horizontal (°).

a: Distancia de la arista inferior de un panel a la arista inferior del otro (m).

b: Distancia de la arista inferior a la superior con respecto a la horizontal (m).

Una vez obtenido el grado de inclinación del panel que es 11° y la longitud del panel (L), se calcula la altura solar al medio día en la Finca

$$h = \sin \beta * L \quad \text{Ec. 4.11}$$

$$h = (\sin 11^\circ)(1,8m)$$

$$h = 0,34 m$$

Con los mismos datos se calcula la distancia “b”.

$$b = \cos \beta * L \quad \text{Ec. 4.12}$$

$$b = (\cos 11^\circ)(4m)$$

$$b = 1,76 m$$

Considerando el ángulo de inclinación del panel y los ángulos rectos que se forman, se complementan los demás ángulos y se determina que el ángulo θ es de 79° . Enseguida se calcula la distancia “a”, utilizando como dato la altura (h) de la ecuación 4.11 y el ángulo θ .

$$a = \frac{h}{\tan \theta}$$

$$a = \frac{0,34 m}{\tan 79^\circ}$$

$$a = 0,066m$$

Por último se suma la distancia “a” más la distancia “b” para obtener la distancia mínima entre aristas de paneles, para evitar la sombra sobre otro panel.

$$d_{\min} = a + b \quad \text{Ec. 4.13}$$

$$d_{\min} = 0,066m + 1,76 m$$

$$d_{\min} = 1,826 m$$

Por lo que la distancia entre las aristas inferiores tiene que ser igual o mayor a 4.17 m.

Figura 4.13

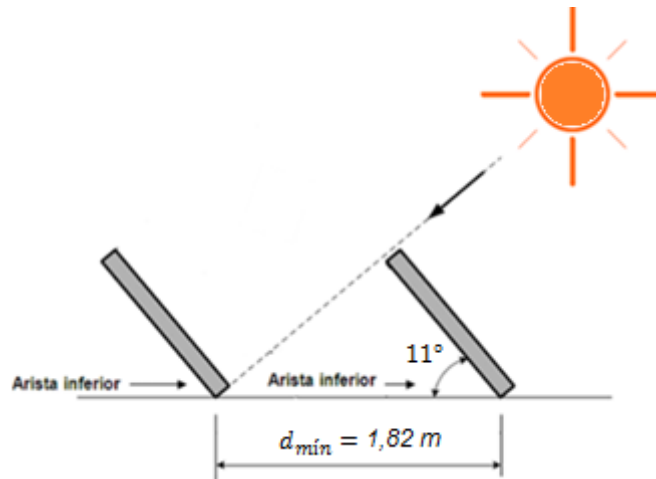


Figura 4.13.- Distancia entre aristas inferiores (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

La distancia que debe de haber entre el final de un panel y el inicio de otro (d) es igual a d_{min} menos la distancia del módulo (L), por lo que la distancia (d) es igual a 0,02 m. Figura 4.14.

$$d = d_{min} - L \quad \text{Ec. 4.14}$$

$$d = 1,82 \text{ m} - 1,80 \text{ m}$$

$$d = 0,02 \text{ m}$$

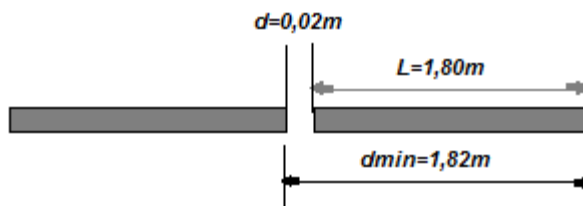


Figura 4.14.- Distancia entre paneles (Basantes, E, Lechón, L.(2011) Analisis estructural del comportamiento sistemas solares y su radiación)

4.17.- Diagrama de distribución de los paneles FV. Considerando las dimensiones de los paneles y el área del techo de la finca se asignará una distancia entre paneles de 0,02m, tanto para filas como para columnas, esto con la finalidad de brindar facilidades en la circulación al momento de realizar el mantenimiento o inspección, en las figuras 4.15 y 4.16 se observa que el área es suficiente para instalar las configuraciones de los paneles en la finca

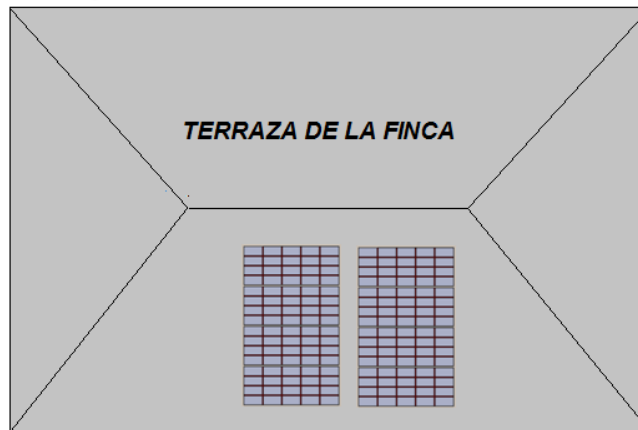


Figura 4.15.- Distribución del panel FV en la Finca

4.18.- Diagrama de conexión de los módulos FV. La conexión de los módulos del tipo de panel a utilizar se hace de la siguiente manera, dos secciones de 10 módulos se conectan en serie y a su vez éstas en paralelo, por lo que el panel se encuentra en conexión mixta como se muestra en la figura 4.16.

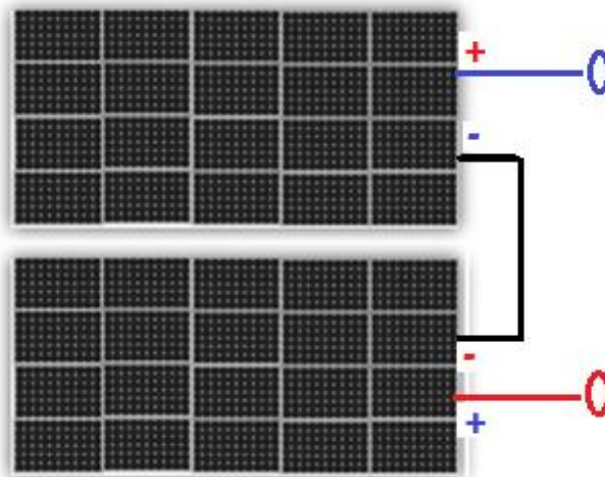


Figura 4.16.- Conexión del panel FV

4.19.- Diagrama de instalación de anclaje de los módulos FV. La instalación se hará sobre la superficie de la casa de la finca la misma que es de hormigón armado, por lo que se considera adecuado utilizar una estructura fija, estable, segura y altamente resistente a toda condición para que soporte los módulos FV, tal como se indica en la figura 4.17.

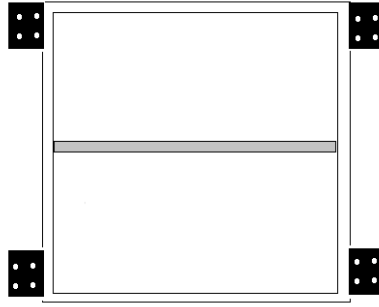


Figura 4.17.- Estructura para el módulo fotovoltaico

4.20.- Selección de los conductores. Los cables adecuados para el SFCR son los cables tipo PV ZZ-F (AS) de la marca TOPSOLAR, figura 4.18, ya que las propiedades que ofrecen los convierten en los ideales para aplicaciones fotovoltaicas, para mayores detalles refiérase al Anexo C1.



Figura 4.18.- Cables tipo PV ZZ-F (AS)

Estos cables soportan temperaturas extremas, humedad, acciones químicas, servicios móviles. Todo ello garantizando las máximas prestaciones de seguridad en caso de incendio. Los cables tipo PV ZZ-F (AS) para paneles solares son de muy fácil instalación y ofrecen un rendimiento alto y fiabilidad a largo plazo en instalaciones fotovoltaicas, estos cables unipolares con doble aislamiento tienen capacidad para transportar corriente continua hasta 1800 V de manera eficiente.

La prestación más demandada para un cable fotovoltaico es la de ofrecer una vida útil de al menos 25 años de perfecta funcionalidad en cualquier instalación fotovoltaica que esté correctamente diseñada y en adecuadas condiciones de uso y mantenimiento.

4.21. Cálculo de protecciones. Con base a los resultados anteriores también es posible dimensionar los elementos de protección requeridos para el sistema fotovoltaico y de esta manera no causar daños mayores a los demás equipos.

- Primero se calcula la corriente del conductor mediante la siguiente ecuación.

$$I_c = \frac{125\% * P_n}{V_n} \quad \text{Ec. 4.15}$$

$$I_c = \frac{125\% * 500W}{24V}$$

$$I_c = 26.04 A$$

Donde.

P_n = potencia máxima del panel

V_n = voltaje nominal del banco de baterías

I_c = corriente del conductor

- La capacidad del fusible se calcula mediante la siguiente ecuación que debe ser igual al 125 % de la corriente del conductor.

$$I_F = 125 \% * I_c \quad \text{Ec. 4.16}$$

$$I_F = 125 \% * 26.04A$$

$$I_F = 32.55 A$$

Donde

I_F =Corriente del fusible.

I_c = Corriente del conductor.

- para la corriente de la capacidad del breaker se calcula con la siguiente ecuación.

$$I_B = 150 \% * I_c \quad \text{Ec. 4.17}$$

$$I_B = 150 \% * 26.04A$$

$$I_B = 39.06 A$$

Donde:

I_B =Corriente del breaker.

I_c = Corriente del conductor.

Llegando a la conclusión que se necesitara un fusible o un breaker de 30 a 40 A.

Para la protección del regulador de voltaje a la batería se realizara un cálculo que arroje datos sobre la capacidad del fusible o breaker por medio del siguiente método.

En este caso el banco de baterías es de 200 Ah, tiene una corriente máxima de 20 A.

- La capacidad del fusible debe ser igual al 125 % la corriente máxima, como se indica en la siguiente ecuación.

$$I_F = 125 \% * I_{MAX} \quad \text{Ec. 4.18}$$

$$I_F = 125 \% * 20A$$

$$I_F = 25 A$$

- Para la corriente de la capacidad del breaker se calcula mediante el siguiente método.

$$I_B = 150 \% * I_c$$

$$\text{Ec. 4.15}$$

$$I_B = 150 \% * 20A$$

$$I_B = 30 A$$

Por lo cual se determina que se necesitara un fusible o un breaker de 30 A.

Para la protección de la batería al inversor, se procede a calcular la capacidad del fusible o breaker con el siguiente método.

- La capacidad del fusible será igual a.

$$I_c = 125 \% * I_{INVERSOR} \quad \text{Ec. 4.19}$$

$$I_c = 125 \% * 33.33A$$

$$I_c = 41.66 A$$

- La capacidad del fusible debe ser igual a 125 la corriente del conductor.

$$I_F = 125 \% * I_c$$

$$\text{Ec. 4.17}$$

$$I_F = 125 \% * 41.66A$$

$$I_F = 52.07A$$

Según el resultado se necesitara un fusible o breaker de 60 A

Para la protección del inversor a la carga se procederá a realizar los cálculos utilizando la corriente requerida por la carga CA.

$$I_{carga AC} = \frac{P_{carga ac}}{V_{AC}} \quad Ec. 4.20$$

$$I_{carga AC} = \frac{500W}{110V}$$

$$I_{carga AC} = 5 A$$

$$I_c = 125 \% * I_{carga AC}$$

$$I_c = 125 \% * 5 A$$

$$I_c = 6.25 A$$

Para obtener la capacidad del breaker en CA, se sobredimensiona con un 250% debido que hay cargas que al arranque ocupan más corriente.

$$I_B = 250 \% * I_c$$

Ec. 4.21

$$I_B = 250 \% * 6.25A$$

$$I_B = 15.6 A$$

Por lo que se utilizara un breaker de 20 A.

4.22.- Análisis y evaluación económica. El correcto análisis de viabilidad económica de un proyecto es fundamental, no solo para determinar la conveniencia de efectuar una inversión, sino también para predecir el posible comportamiento de la misma, pudiendo así evitar o limitar perjuicios económicos importantes para los inversores.

La instalación del sistemas fotovoltaico se basa en que el costo de kWh generado sea igual o inferior al precio de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales emitidos en la regulación No. 004/11 del CONELEC.

La capacidad de generación de energía de un panel fotovoltaico está en función de su duración y de la insolación recibida a lo largo de cada año, actualmente se diseñan para una vida útil de 20 años y son más rentables en lugares con mayor número de horas de sol anuales.

Como la generación eléctrica de los paneles solares está en función del nivel de insolación y de las condiciones climatológicas externas, se ha tomado como valor de referencia la cantidad de Wp, que se refiere a la máxima potencia que puede producir un panel en condiciones de máxima insolación, 1000 W/m² con una temperatura de la celda de 25 °C.

4.23.- Coste de implementación. En la tabla 4.1, se detallan los materiales y equipos de la instalación fotovoltaica que formarán la inversión inicial, éste presupuesto se considerará para la implementación de este proyecto.

Materiales	Unidades	Precio unitario	Precio Total
Panel solar 250 Wp 24V	2	339	678
Bateria solar 6 Vdc 200Ah	4	320	1280
Inversor victron 24 V/800W	1	523	523
Controladores phocos 12/24V	1	85	85
TOTAL	8	1267	2566

Tabla 4.1.- Presupuesto y material utilizado

Considerando que el proyecto es para 20 años, a una tasa de interés del 8%, la inversión al finalizar el proyecto, calculado con la ecuación 4.22, será de:

$$VF = VA * (1 + i)^n \quad \text{Ec. 4.22}$$

$$VF = 2566 * (1 + 8\%)^{20} = \$ 11.960.01$$

La anualidad será de: \$ 5980

4.24.- Coste unitario de energía. Para el cálculo del costo unitario de energía (\$/kWh), a la inversión inicial se debe añadir costos por mantenimiento, operación, y administración. Tabla 4.2

Desglose	Valor (\$)
Operación	50
Mantenimiento	200
Costos administrativos	10
	260

Tabla 4.2.- Desglose de costos anuales

De igual forma, el proyecto es para 20 años, a una tasa de interés del 8 %, el costo futuro por mantenimiento será de:

$$VF = 260 * (1 + 8\%)^{20} = \$ 264,66$$

Por tanto el costo total de la inversión en los 20 años será de:

$$\$ 11.960.01 + \$ 264,66 = \$ 12.224,76 \text{ y el anual de } \$ 6.112,38$$

Para calcular el costo unitario de energía se utilizó la ecuación 4.23

$$CUE = \frac{\text{Costo Anual}}{\text{Generación Electrica Anual}} \quad \text{Ec. 4.23}$$

$$CUE = \frac{6.112,38\text{usd}}{772 \times 0,3 \times 4 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \times 365 \text{ días}} = 0,018 \frac{\text{usd}}{\text{kWh}}$$

El costo unitario de energía para este sistema resulta ser de 0,018USD por kWh.

Comparando precios de energía fotovoltaica, emitidos por el CONELEC mediante regulación 004/11 especificado en la tabla 2.2, ya que el costo de generación es inferior al referencial, el proyecto es factible económicamente, pero técnicamente no ya que en esta misma regulación se especifica que únicamente los productores iguales o mayores a 500W de generación fotovoltaica tendrán acceso a dichos costos preferenciales.

Por lo anterior para que técnicamente sea factible el proyecto, habrá que generar mínimo 500W de energía solar fotovoltaica, razón por la cual se plantea la siguiente propuesta.

4.25.- Determinación del área útil para generación. En el Anexo A5, se detalla sectores y áreas de construcción de las que se conformará la Finca una vez concluido, de aquí se deduce que el espacio disponible para colocar los paneles solares son las azoteas de la casa de la Finca.

Tabla 4.3.- Sectores y áreas aprovechables para generación de energía fotovoltaica

Sector	Cantidad	Área	Área Total
Infraestructura de la Finca	1	520(m ²)	520(m ²)
Pastizales	1	5000(m ²)	5000(m ²)
Área Total			5520 (m²)

4.26.- Determinación de la capacidad del área. Como ya se explicó, el área donde se va a implantar los paneles solares consta de cuatro áreas, las mismas que son de la terraza de la casa para la implementación del sistema como se puede apreciar en la (Figura 4,19) el mismo que muestra cómo serán colocados los paneles.

$$\text{Área del techo de la casa de Finca} = (8m) * (12 m) = 120 m^2$$

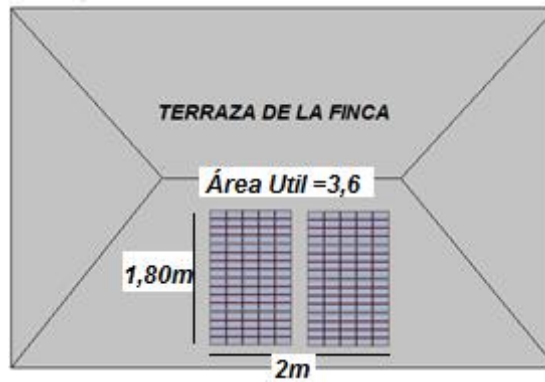


Figura 4.19.- Área útil de la Finca

4.27.- Selección de los módulos FV. Una vez obtenida el área útil, se selecciona un proveedor de módulos FV, igual que la alternativa, se escogió el panel fotovoltaico Helios de 250 w, que tiene las dimensiones: largo=1,80m; ancho = 0,90m y espesor=0,4 m, ver detalles Anexo B1.

4.28.- Angulo de inclinación. Para la determinación del ángulo de inclinación (Figura 4.20) debemos considerar que éste nos permitirá obtener la mejor radiación solar durante el año y también la evacuación del agua de lluvia y acumulación de polvo. De la ecuación 6 se tiene que:

$$\beta = 0,678^\circ + 10^\circ = 10,678^\circ \approx 11^\circ$$

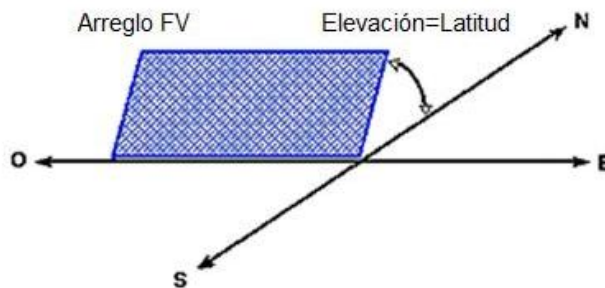


Figura 4.20.- Orientación de la estructura para la captación de radiación solar

4.29.- entre filas. Será necesario calcular la distancia a la que deben posicionarse las filas de paneles para impedir que la sombra proyectada por los primeros afecte al rendimiento de las filas posteriores tal como se indica en la figura 4.21.

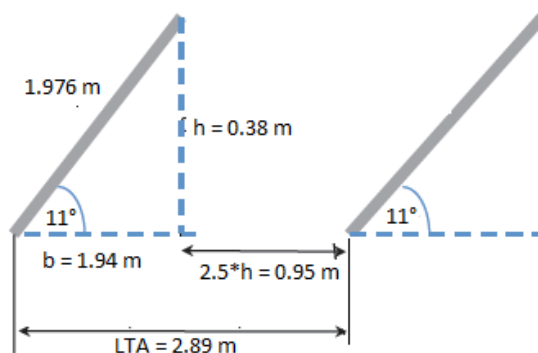


Figura 4.21.- Distancia mínima entre paneles

Para ello se utilizará las relaciones trigonométricas de acuerdo al ángulo de inclinación encontrado.

$$h = 1,976 \text{ m} * \sin 11^\circ = 0,38 \text{ m}$$

$$b = 1,976 \text{ m} * \cos 11^\circ = 1,94 \text{ m}$$

$$S = 12,5 * h = 2,5 * 0,38\text{m} = 0,95 \text{ m}$$

$$LTA = b + S = 1,94 + 0,95 = 2,89 \text{ m}$$

Dónde:

h: altura desde la horizontal hasta el extremo del panel inclinado.

b: distancia horizontal del panel inclinado.

S: distancia entre el extremo del panel inclinado y el inicio de la siguiente fila.

LTA: Longitud total del arreglo.

Con estas consideraciones previas se determinó el número de paneles fotovoltaicos a lo largo y ancho del área útil.

Tabla 4.4.- Número de paneles para el área útil de la Finca

Determinación de número de paneles en el área de la Finca		
Largo útil (Lu): 15 m	Filas:(Lu/LTA) = 1	1
Ancho útil (Au): 8 m	Paneles (Au/Ap) = 2	2
# Paneles en la finca		2

4.30.- Medidor de energía bidireccional. Este instrumento se encargará de registrar la energía consumida y generada por el SFCO, para de esta manera calcular costos por consumo y por generación. Los requerimientos y especificaciones del equipo son

establecidos por el CONELEC en especificaciones técnicas para pequeña escala, deben contar con los siguientes parámetros:

- Tensión de referencia 220/127 V
- Corriente: 15-100 A
- Frecuencia: 50/60 Hertz
- Clase de exactitud 0,2 %
- Pantalla: LCD
- Condiciones de trabajo: -30 °C~60 °C

4.31 RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

Voltajes obtenidos por los paneles solares instalados.

Estos datos fueron registrados durante una los tiempos establecidos para poder determinar los parámetros de oxígeno, que se pueden desarrollar con la implementación del sistema, algo que se quiere investigar es como se ha comportado la parte energética mediante la aplicación de un proyecto fotovoltaico, en diferentes estaciones o comportamientos del clima ya que en Ecuador por su situación geográfica posee una diversidad de climas, y el otro parámetro muy importante es la temperatura del agua versus el oxígeno que se puede desarrollar de forma artificial con los oxigenadores alimentados por el sistema fotovoltaico.

A continuación se detalla los parámetros tomados del voltaje que se obtiene del inversor y la potencia consumida en el mismo así como el comportamiento del oxígeno en tres diferentes climas ya sean estos lluviosos, soleados y nublados que son los climas que se manejan donde ha sido ejecutado el proyecto para su investigación.

4.30.1 VOLTAJES DE LOS PANELES SOLARES

Tabla 4.5 Valores de voltajes de los paneles solares implementados en el sistema.

Horas del día	Voltaje de salida de los paneles en C.C	Horas del día	Voltaje de salida de los paneles en C.C
6	19.5	18	18.5
7	19.7	19	0
8	22.5	20	0
9	22.8	21	0
10	23	22	0
11	24	23	0
12	24	24	0
13	24.5	1	0
14	25.1	2	0
15	24	3	0
16	23	4	0
17	22	5	0

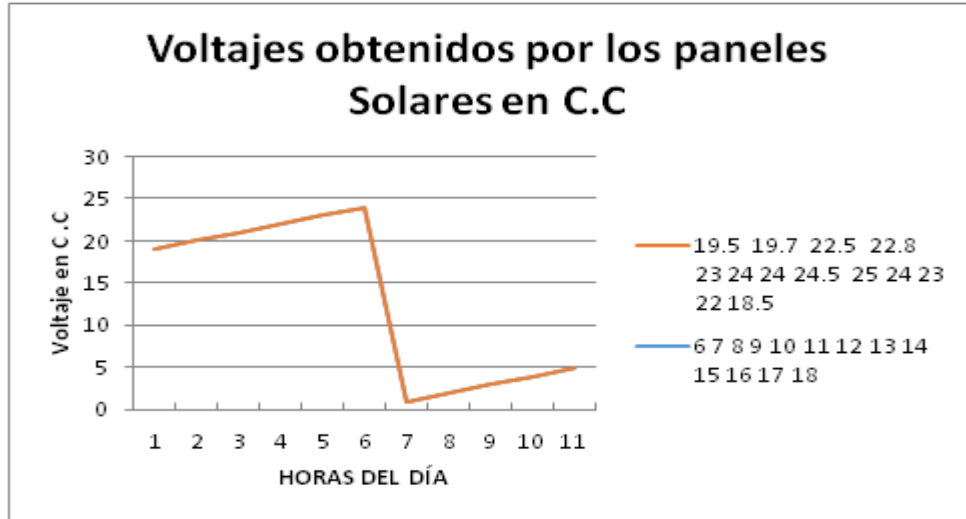


Figura 4.22 Voltajes obtenidos por los paneles solares en C.C

Los voltajes obtenidos por los paneles solares tienen han arrojado valores como un mínimo de 18 V y un máximo de 25,1 V siendo esto satisfactorio para nuestro sistema ya que está en los rangos de operación de nuestro regulador de carga que va desde los 15 V a 27 V que se configuro, ya que nuestro regulador puede aceptar desde los 5V hasta los 48 V.

4.30.2 VALORES DE CONSUMO DEL SISTEMA

Tabla 4.6 Valores de consumo del sistema durante las 24 horas del día.

Horas al Día	Consumo Carga (W)	Horas al Día	Consumo Carga (W)
6	328	18	330
7	327	19	448
8	329	20	450
9	329	21	450
10	330	22	459
11	330	23	459
12	328	24	458
13	330	1	458
14	330	2	458
15	329	3	457
16	329	4	457
17	328	5	457

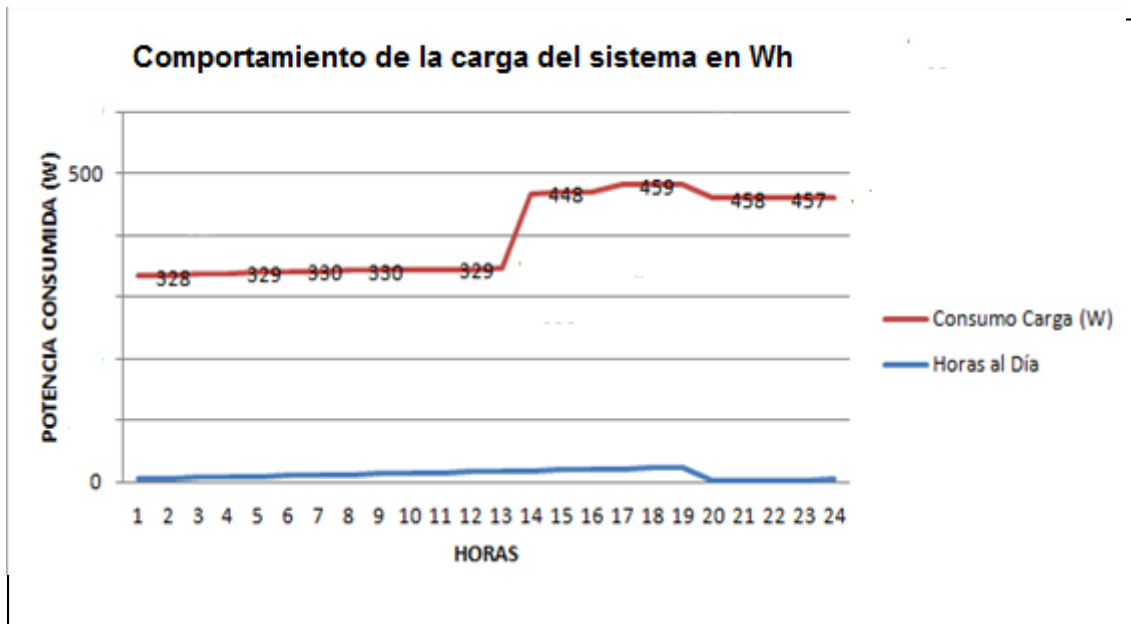


Figura 4.23 Valores de consumo del sistema durante las 24 horas del día.

El consumo de potencia está dividido en dos partes ya que en la mañana no se utiliza el sistema de iluminación que tiene un consumo de 120 W, el mismo que entrara en funcionamiento pasadas las 6 de la tarde hasta las 6 de la mañana complementándose con los oxigenadores y los aireadores en un total de 450 W.

4.30.3 VALORES OBTENIDOS POR EL INVERSOR EN C.A

Tabla 4.7 Valores de voltajes obtenidos por el inversor en C.A

Horas del día	Voltaje generado por el inversor en C.A (V)	Horas del día	Voltaje generado por el inversor en C.A (V)
6	119,6	18	119
7	119,4	19	119
8	119,9	20	119,05
9	119,4	21	119,02
10	119,6	22	118,9
11	119,9	23	118,5
12	120	24	118,9
13	120,1	1	118,3
14	119	2	118,3
15	119,8	3	118,1
16	119,6	4	118

17	119,1	5	118
----	-------	---	-----

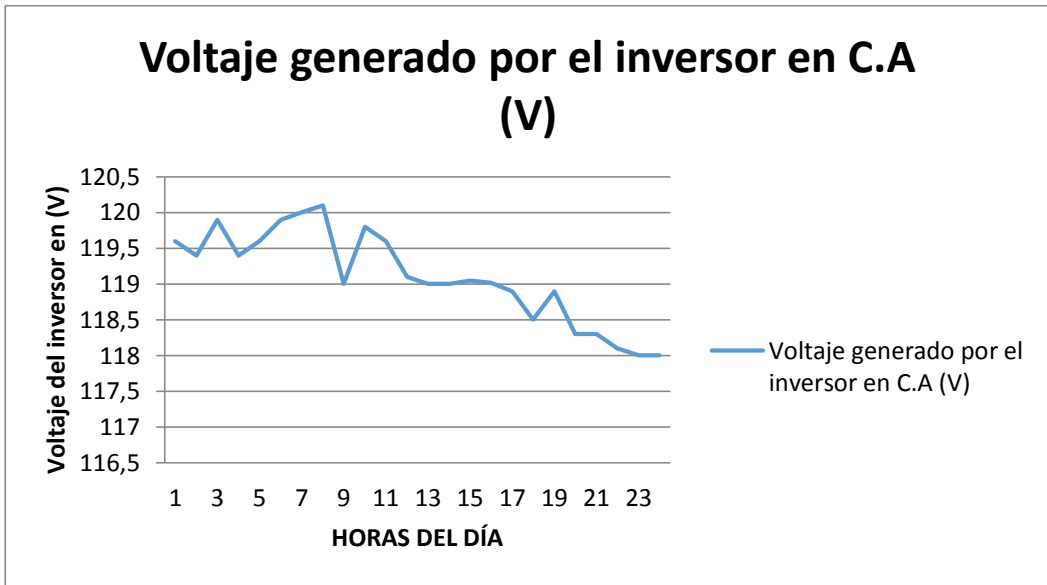


Figura 4.24 Valores de voltajes obtenidos por el inversor en C.A

Los valores que se han obtenido con la ayuda del multímetro han sido tomados durante las 24 horas del día durante un mes y se ha realizado los promedios en cada una de las horas, los mismos que presentan un valor como mínimo de 118 V y un máximo de 121 V, existe un rango de 4 V que no afecta el funcionamiento de los oxigenadores, aireadores y el sistema de iluminación.

4.30.4 PRUEBAS CON LA SONDA DE OXIGENACIÓN DÍA SOLEADO

Tabla 4.8 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día soleado

Horas del día	Porcentaje de Oxígeno (ppm)	Horas del día	Porcentaje de Oxígeno
6	6.23	18	6.23
7	6.25	19	6.23
8	6.23	20	6.44
9	6.23	21	6.34
10	6.44	22	6.23
11	6.34	23	6.25
12	6.23	24	6.23
13	6.25	1	6.23
14	6.23	2	6.23
15	6.23	3	6.25
16	6.44	4	6.23
17	6.35	5	6.25

Resultados

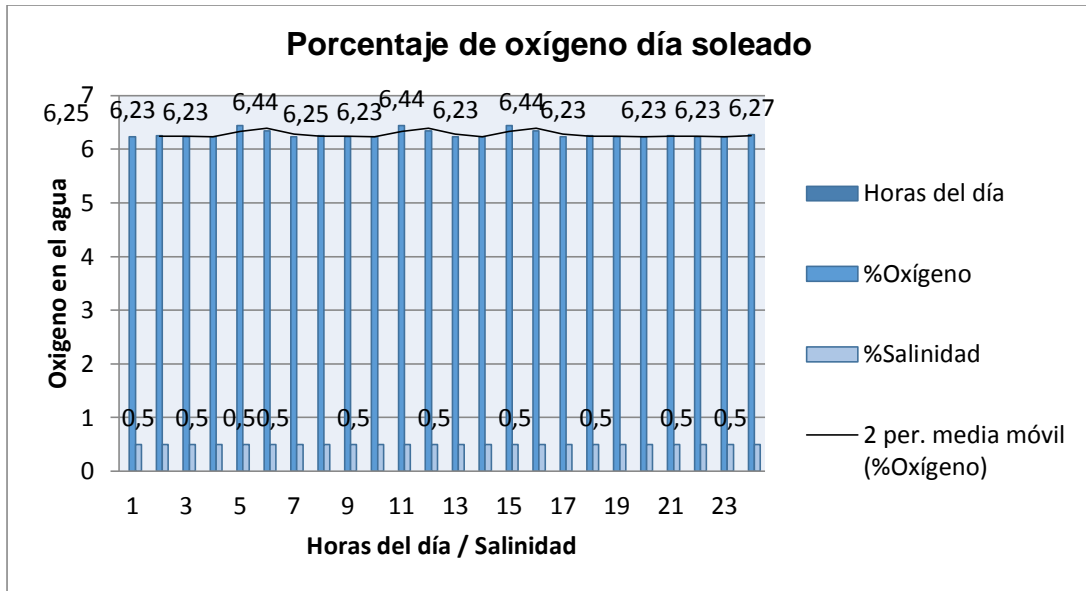


Figura 4.25 Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado

Análisis de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día soleado

El análisis siguiente del gráfico estadístico 4.25 modela cómo se comporta el oxígeno en el agua en un día soleado, medidos por nuestro sensor ya que los parámetros se mantienen en un rango de, 6,23 y 6,44 siendo estos parámetros buenos de oxigenación, no al 100 %, pero si está en los rangos establecidos para no provocar asfixia.

4.30.5 PRUEBAS CON SONDA YSI PRO 20 DE OXÍGENO DÍA NUBLADO

Tabla 4.9 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día nublado

Horas del día	Porcentaje de Oxígeno (ppm)	Horas del día	Porcentaje de Oxígeno
6	7.12	18	7.22
7	7.11	19	7.32
8	7.14	20	7.45
9	7.7	21	7.41
10	7.21	22	7.41
11	7.18	23	7.43
12	7.21	24	7.42
13	7.19	1	7.40
14	7.14	2	7.30
15	7.16	3	7.28
16	7.22	4	7.42
17	7.36	5	7.15

Resultados

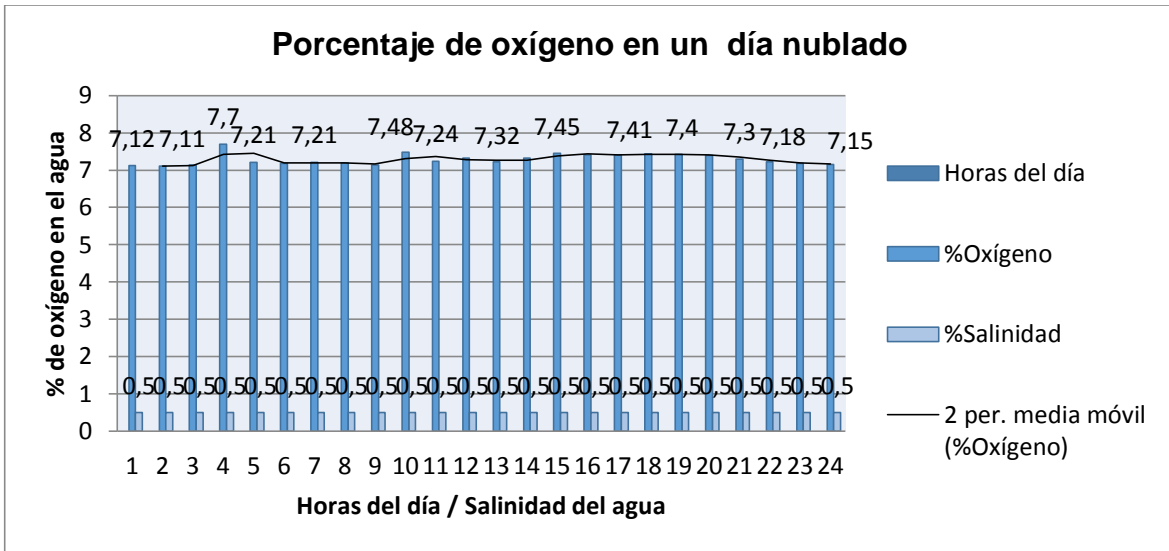


Figura 4.26 Gráfico estadístico del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado

Análisis del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día nublado

Como podemos ver en el gráfico estadístico 4.26 el comportamiento del oxígeno en un día nublado es mucho mejor, ya la temperatura del agua no es elevada y por ende el porcentaje de oxígeno disuelto en el agua será mayor.

4.30.6 PRUEBAS CON SONDA YSI PRO 20 DE OXÍGENO DÍA LLUVIOSO

Tabla 4.10 Pruebas con la sonda YSI pro 20 de oxígeno día lluvioso

Horas del día	Porcentaje de Oxígeno (ppm)	Horas del día	Porcentaje de Oxígeno
6	7.56	18	7.57
7	7.88	19	7.49
8	7.9	20	7.70
9	8.3	21	7.77
10	8.4	22	7.89
11	8.17	23	7.90
12	7.88	24	7.87
13	7.75	1	7.99
14	7.77	2	7.56
15	7.24	3	7.68
16	7.28	4	7.86
17	7.10	5	7.36

Resultados

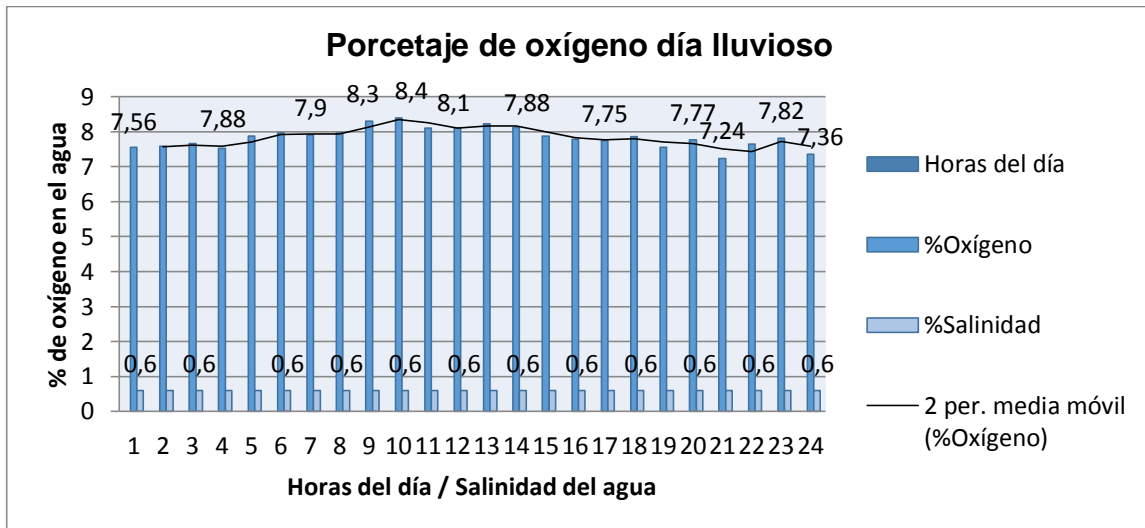


Fig. 4.27. Gráfico estadístico de porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso

Análisis del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua en un día lluvioso

Es muy importante conocer que el agua que utilizamos para el proyecto es agua del río, y cuando tenemos un día lluvioso el caudal y la turbulencia del agua será mucho mayor a la que cuando tengamos un día normal, es por eso que en el gráfico estadístico 4.27 observamos un incremento notorio del porcentaje de oxígeno disuelto en el agua, llegando a darnos valores desde 7,24 a 8,40ppm (porciones por mil) es así que en estas condiciones climáticas tenemos menor temperatura pero mayor oxígeno.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se evaluó el potencial energético solar de la parroquia Juan Montalvo en la Finca San Nicolás, Barrio Juan pablo Segundo, basándose en el atlas Solar del Ecuador con fines de generación eléctrica, y sobre los datos tomados por la estación meteorológica de la Universidad Técnica de Cotopaxi dando como resultado $4,34 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2$ y una carga del área piscícola de 450 W.
2. Se Aplicó la literatura de los sistemas de generación solar fotovoltaica y se determinó que el más propicio para implementar en la Finca es el Sistema Fotovoltaico Conectado a la Oxigenación (SFCO) mediante paneles solares en función de su área de generación, siendo un sistema autónomo e independiente que trabaja las 24 horas

del día en condiciones nubladas y lluviosas, dotando de un proyecto confiable y seguro en tensiones desde los 118 V A 120 V y una frecuencia de 60Hz, resolviendo el problema de suministro energético en el área de piscicultura.

3. Con la implementación de este sistema se ha logrado estabilizar los parámetros de oxígeno en el agua para la crianza y reproducción de truchas en la finca San Nicolás obteniendo datos desde los 7ppm hasta los 12ppm (partículas por mil de oxígeno) siendo esto una solución total al problema planteado.
4. Mediante la aplicación de este sistema de oxigenación artificial con energías alternativas se está demostrando que se puede desarrollar proyectos de piscicultura con muy poco agua, contribuyendo de esta manera al medio ambiente, ya que las reservas de agua dulce que existen en Ecuador cada vez son más escasas en un promedio de 18.000 litros de agua por día.

RECOMENDACIONES

Para efectuar los estudios correspondientes a el potencial energético de la zona es un estimado de 3 años de datos de radiación solar del área para poder determinar un promedio del comportamiento de la radiación y los diferentes climas que pueden existir en la zona a ser aplicado las energías alternativas.

Si bien es cierto el recurso solar fotovoltaico tiene múltiples ventajas como fuente inagotable, gratuito, no contamina, limpio, no produce ruido, etc., el costo de generación sigue siendo elevado 0,40 \$/kWh en comparación con el costo de generación hidroeléctrico 0,09 \$/kWh, por ello se recomienda realizar una evaluación del recurso hidroeléctrico como fuente de generación alternativa, ya que aproximadamente a 25 Km se encuentran instaladas y en funcionamiento las mini centrales hidroeléctrica Illuchi I y II, esto con el fin de confrontar costos de generación fotovoltaica contra hidroeléctrica en la zona.

La evaluación del potencial eólico en la Finca San Nicolás no arrojó buenos resultados como para analizar la instalación de aerogeneradores, pero la parroquia Juan Montalvo se compone de dos zonas, la baja donde se ubica la Finca y la alta compuesta por el cerro Milin (3.280 m.s.n.m), se recomienda realizar una evaluación del potencial eólico y un análisis de prefactibilidad para la implementación de un parque eólico sobre el cerro.

BIBLIOGRAFÍA

Basantes, E., Lechón, L.(2011). Análisis Técnico Económico para la Implementación de una Central Solar Fotovoltaica en la parroquia San Antonio de Pichincha. Tesis EPN.

Bejarano, N. (2011). Diseño de un sistema de generación eléctrico solar para la iluminación externa del modular de la Escuela de Ingeniería en Ecoturismo. Tesis ESPOCH.

Buitron, Burbano,. (2010). Elaboración de una normativa para el diseño y diagnóstico de sistemas fotovoltaicos residenciales autónomos para el Ecuador. Tesis EPN.

Castro, M. (2011). Hacia una Matriz Energética diversificada en el Ecuador. CEDA.

- Castro, M., Colmenar, S. (2011). Energía Solar Térmica de Baja Temperatura. 2^o Edición. CENSOLAR. Madrid, España.
- CONELEC. (2009 – 2020). Plan Maestro de Electrificación. Quito.
- CONELEC. (2011). Estadística del sector Eléctrico Ecuatoriano. Quito
- CONELEC., Corporación Para la Investigación Energética. (2008). Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica. Quito.
- CONELEC. Ley del régimen del sector eléctrico (LRSE).
- CONELEC. Reglamento de despacho y operación del sistema nacional interconectado.
- MEER, Corporación para la Investigación Energética. (2013). Atlas Eólico del Ecuador con fines de generación. Quito
- Hans, R. (1994). Aplicaciones Prácticas Energía Solar. Boivareu Editores. México.
- Hauliaquet, Ch. Baratcabal, D. y Batellier, J. (2005). La Energía Solar de la Edificación. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, España
- Hernández. (2010). El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica
- Herrera Vanessa. (2011). Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Departamento de Turismo del Ilustre Municipio de Baños de Agua Santa. Tesis UTA.
- PANEL ON CLIMATE CHANGE. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovable y mitigación del cambio climático.
- Loaiza Juan. Manitio Dany. (2006). Aplicación de la energía solar en una casa rural. Tesis EPN
- GAD-Latacunga. (2010). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Latacunga.
- GAD-Belisario Quevedo. (2011). Planificación participativa del desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Belisario Quevedo.
- NEC-11. Norma Ecuatoriana de Construcción. Capítulo 14. Energías Renovables.
- OLADE. (2011). Manual de Estadísticas Energéticas.

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. (2011). Informe sobre Desarrollo Humano.

Ramírez, T. (2009). Cómo hacer un proyecto de investigación. Caracas Panapo.

REGULACIÓN No. CONELEC – 004/11. (2011). Tratamiento para la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

Roldán Pablo. (2009). Evaluación de las energías renovables no convencionales factibles de desarrollarse en el Ecuador. Tesis EPN.

WCED World Commission for Environment and Development. (1987). Our Common Future. Oxford University Press.

WWF, Fundación Natura. (2003). Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones. Textos de Consulta. Quito

POSICIÓN GEOGRÁFICA DE LA FINCA SAN NICOLÁS

<http://www.googleearth.es/>

SELECCIÓN DE COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO:

<http://www.solarweb.net/forosolar/fotovoltaiica-sistemas-aislados-la-red/calculo-seccion-cables-cc>

DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS:

<http://www.hmsistemas.es/>

DISTRIBUIDORES DE PANELES SOLARES EN ECUADOR:

<http://www.proviento.com.ec/index.html>

REGLAMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA ECUADOR

<http://www.conelec.gob.ec>

COSTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN ECUADOR

<http://www.meer.gob.ec>

PLAN NACIONAL PARA EL BUEN VIVIR 2009-2013

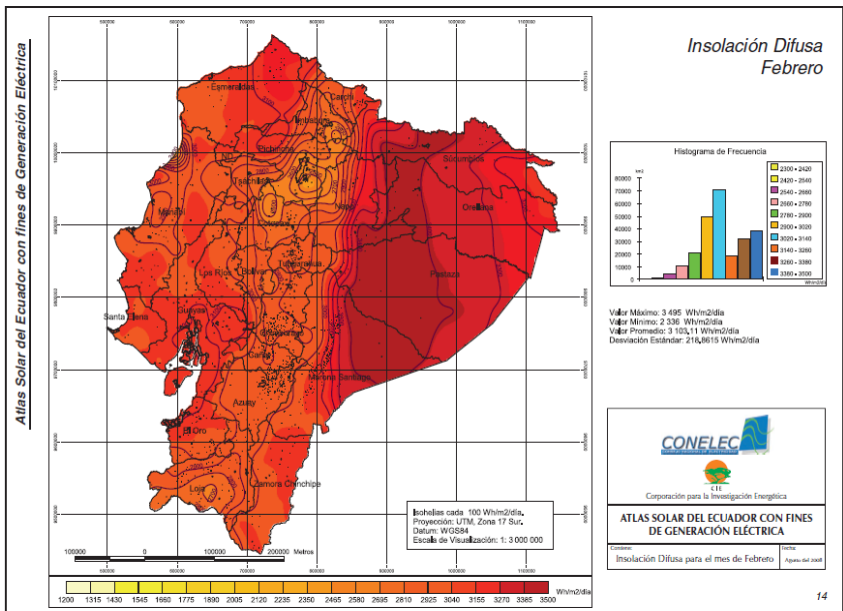
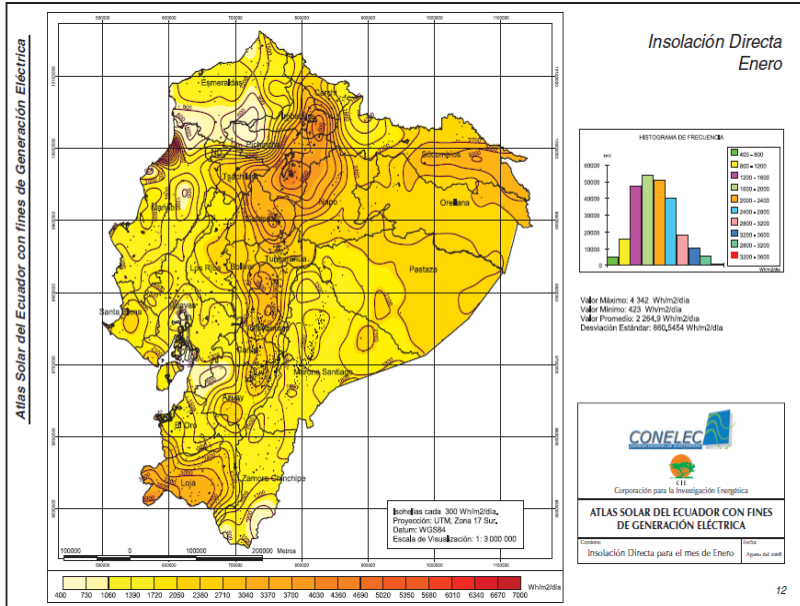
<http://www.planificación.gob.ec>

CENTRO ECUATORIANO DE DESARROLLO AMBIENTAL - CEDA

<http://www.ceda.org.ec>





INAMHI <http://www.inamhi.gob.ec>

ANEXOS



ELABORADO POR: El Investigador

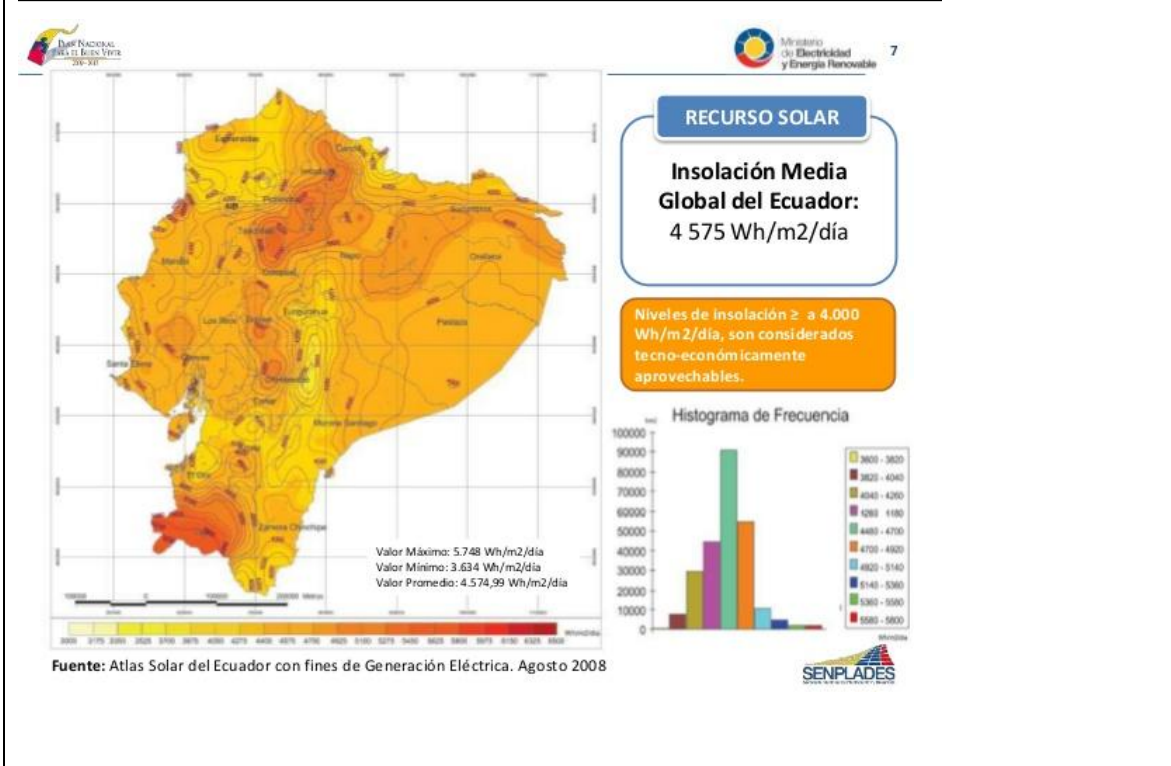
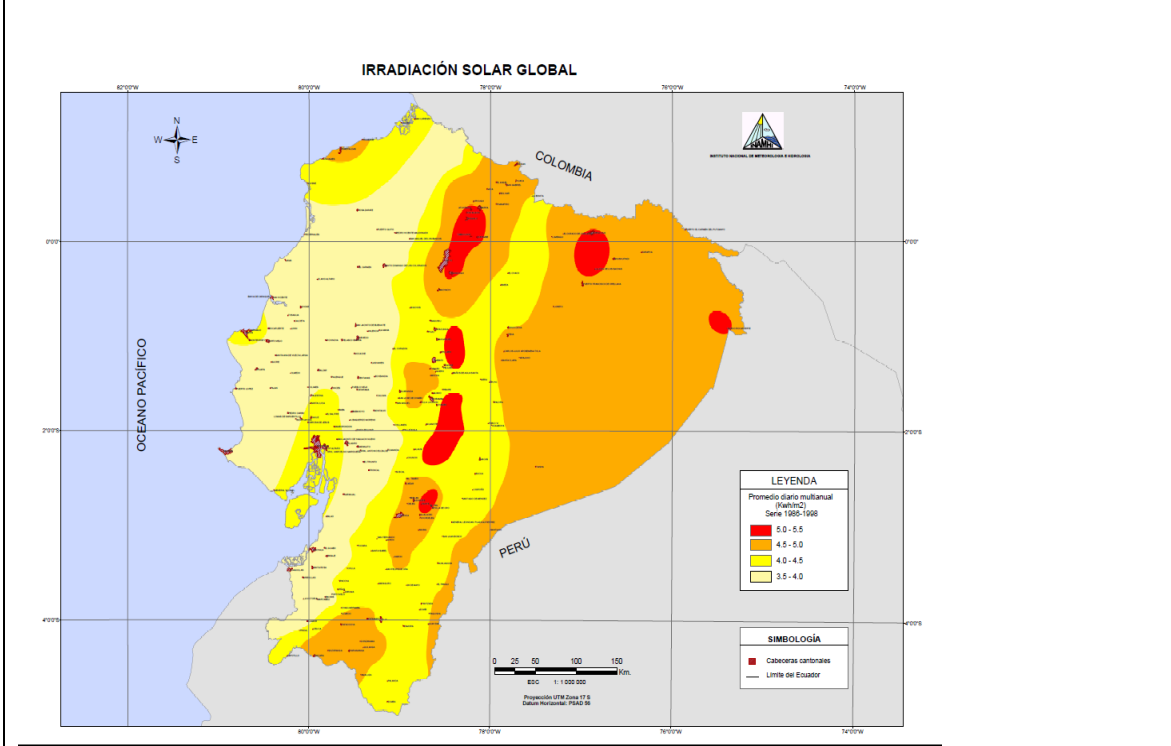
ANEXO A2	Potencial Eólico- Eléctrico Estimado del Ecuador	1/1
-----------------	---	------------

TABLA 6: POTENCIAL EÓLICO - ELÉCTRICO ESTIMADO DEL ECUADOR									
POTENCIAL BRUTO									
PROVINCIA	POTENCIAL INSTALABLE					INTEGRACIÓN ACUMULADA			
	RANGO VELOCIDAD m/s	ÁREA [km ²]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	FACTOR DE CAPACIDAD	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]	VIENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]
 Carchi	7,0 - 7,5	1,24	3,72	0,20	6,39	> 7	4,60	13,80	23,69
	7,5 - 8,0	1,56	4,68	0,25	10,04	> 7,5	3,36	10,08	21,63
	8,0 - 8,5	0,96	2,88	0,30	7,42	> 8	1,80	5,40	13,91
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57
 Imbabura	7,0 - 7,5	2,46	7,39	0,20	12,68	> 7	6,32	18,95	32,54
	7,5 - 8,0	1,75	5,24	0,25	11,26	> 7,5	3,86	11,57	24,83
	8,0 - 8,5	1,47	4,40	0,30	11,34	> 8	2,11	6,32	16,28
	> 8,5	0,64	1,92	0,35	5,77	> 8,5	0,64	1,92	5,77
 Pichincha	6,5 - 7,0	0,39	1,16	0,20	1,99	> 6,5	41,19	123,58	212,18
	7,0 - 7,5	21,25	63,76	0,20	109,48	> 7	40,81	122,42	210,18
	7,5 - 8,0	12,01	36,02	0,25	77,31	> 7,5	19,55	58,65	125,88
	8,0 - 8,5	5,08	15,23	0,30	39,23	> 8	7,54	22,63	58,29
 Cotopaxi	> 8,5	2,47	7,40	0,35	22,23	> 8,5	2,47	7,40	22,23
	7,0 - 7,5	2,51	7,54	0,20	12,95	> 7	5,99	17,98	30,87
	7,5 - 8,0	1,84	5,52	0,25	11,85	> 7,5	3,48	10,44	22,41
	8,0 - 8,5	0,80	2,40	0,30	6,18	> 8	1,64	4,92	12,67
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57

ELABORADO POR: El Investigador



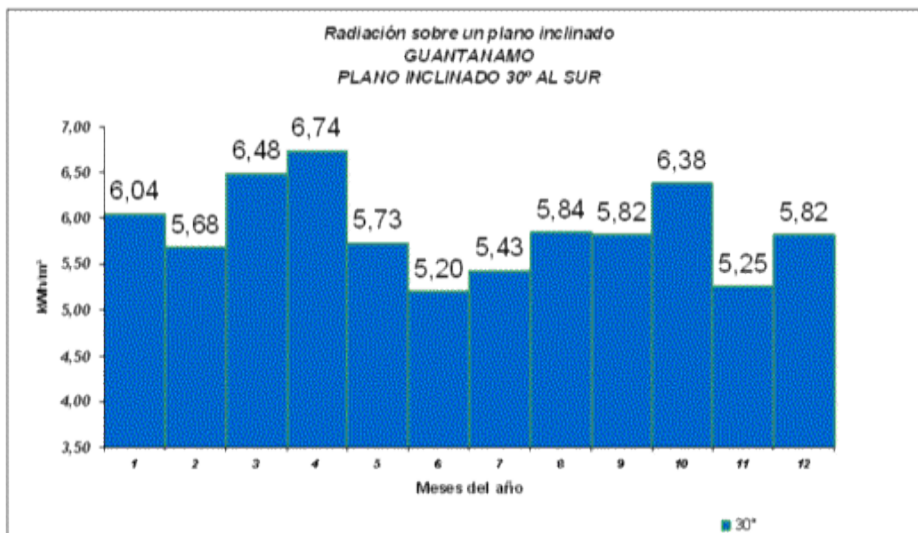
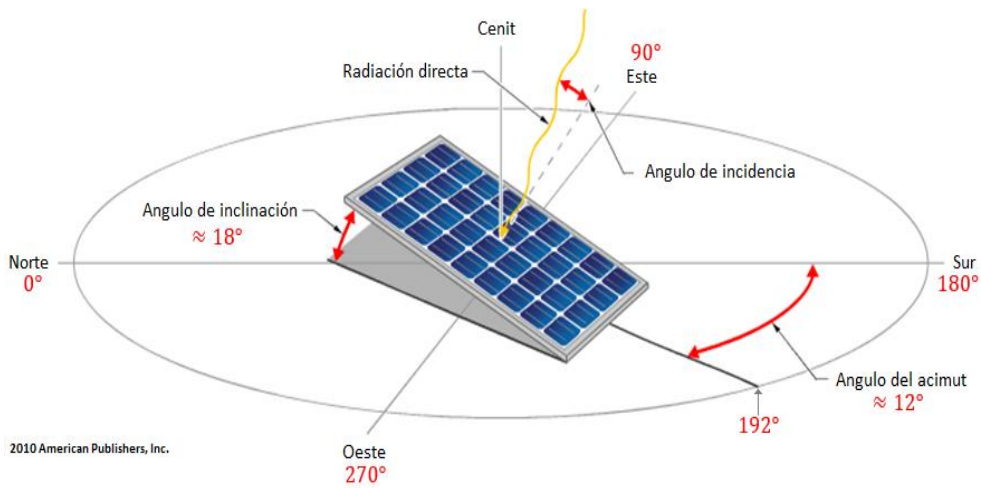
ANEXO A3	Radiación Global en el Ecuador	1/1
-----------------	---------------------------------------	------------



ANEXO A4

**Inclinación de los paneles con
objeto de auto limpieza**

1/1



ELAVORADO POR: El Investigador

ANEXO A5

Lugar de implantación del sistema y su ubicación en el mapa de Latacunga

1/1





ELAVORADO POR: El Investigador

ANEXO B1	Información Técnica del Inversor	1/3
-----------------	---	------------

3. Información técnica

Inversor Phoenix	12 V	12/800	12/1200
	24 V	24/800	24/1200
	48 V	48/800	48/1200
INVERSOR			
Potencia cont. CA a 25 °C (VA) (1)		800	1200
Potencia cont. a 25 °C/ 40 °C (W)		700 / 650	1000/ 900
Pico de potencia (W)		1800	2000
Tensión / frecuencia CA de salida (4)		120VCA +/- 5% o 230VCA +/- 3%	50Hz o 60Hz +/- 0,1%
Rango de tensión de entrada (VCC)		9,2 - 17,3 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 68,0	
Alarma de batería baja (V CC)		10,9 / 21,8 / 43,6	
Apagado por batería baja (V CC)		9,2 / 18,4 / 36,8	
Reinicio por batería baja (V CC)		12,5 / 25 / 50	
Eficacia máx. (%)		91 / 93 / 94	92 / 94 / 94
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)		6 / 6 / 6	8 / 9 / 8
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2	2,3
Apagado/encendido del modo de búsqueda (W)		20 / 30	20 / 30
GENERAL			
Protección (2)		a - e	
On/Off remoto		SI	
Temperatura de trabajo		-20 a +50°C (refrigerado por ventilador)	
Humedad (sin condensación):		máx. 95%	
Fusible CC interno (tipo: fusible MIDI) (A)		200 / 100 / 60	200 / 150 / 100
CARCASA			
Material y color:		Aluminio	Azul Ral 5012
Tipo de protección		IP 20	
Conexión de la batería		Cables de batería de 1,5 metros	
Toma de corriente CA estándar		230V-IEC-320 (IEC-320 enchufe incluido), CEE 7/4 (Schuko) 120V, Nema 5-15R	
Otras salidas (bajo pedido)		BS 1363 (Reino Unido) AN/NZS 3112 (Australia, Nueva Zelanda)	
Peso en (kg / lbs)		6,5 / 14,3	8,5 / 18,7
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p en pulgadas)		103x195x290 4.1x7.7x11.4	
NORMATIVAS			
Seguridad		EN 60335-1	
Emisiones/Normativas		EN55014-1 / EN 55014-2 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3	

1. Carga no lineal, factor de cresta 3:1

2. Protección

a. Cortocircuito de salida

b. Sobrecarga

ELAVORADO POR: El Investigador

ANEXO B2	Información Técnica de las Baterías	2/3



RA6-200D (6V200Ah)

RA6-200D is AGM Deep cycle battery with 10 years floating design life, specially designed for frequent cyclic discharge usage. By using strong grid and specific paste plate, it makes battery have 30% more cyclic life time than standby series. It is applicable for solar energy system, golf cart, electric wheelchair, etc..

Specification

Cells Per Unit	3
Voltage Per Unit	6
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 29.0 Kg
Max. Discharge Current	2000 A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 1.8 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float Charging Voltage	6.8 to 6.9 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	60A
Equalization and Cycle Service	7.3 to 7.4 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F14/F16
Container Material	A.B.S. (UL94-HB) , Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.

ELAVORADO POR: El Investigador

ANEXO B3

Información Técnica de los
Paneles Solares

3/3

TECHNICAL DATA

Solar cell	60 poly-crystalline 156 × 156 mm
Front glass	3.2 mm tempered glass
Junction box	IP 65 rated
Bypass-diodes	6 pieces
Output cables	1000 mm length cable, compatible with MC IV connectors
Frame	anodized aluminium
Weight	19 kg
Dimensions	1640 × 992 × 45 mm

ELECTRICAL DATA

Module Type	SL220-20P250	SL220-20P245	SL220-20P240	SL220-20P235	SL220-20P230
Nominal peak power (P_{max})	250 W	245 W	240 W	235 W	230 W
Nominal voltage (V_{mpp})	30.5 V	30.3 V	30.1 V	30.0 V	29.9 V
Nominal current (I_{mpp})	8.20 A	8.08 A	7.97 A	7.83 A	7.69 A
Open circuit voltage (V_{oc})	37.3 V	37.2 V	37.2 V	37.2 V	37.2 V
Short circuit current (I_{sc})	8.79 A	8.66 A	8.60 A	8.40 A	8.24 A
Module efficiency	15.4 %	15.0 %	14.7 %	14.4 %	14.1 %
Operating Temperature	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C	- 40 to + 85 °C
Maximum System Voltage	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC
STC: Irradiation: 1000 W/m ² , module temperature: 25 °C, air mass: 1.5 (EN 60904-3)					
Maximum power (P_{max})	180 W	176 W	173 W	169 W	166 W
Nominal voltage (V_{mpp})	29.2 V	29.0 V	28.8 V	28.7 V	28.6 V
Nominal current (I_{mpp})	6.17 A	6.08 A	6.0 A	5.89 A	5.79 A
Open circuit voltage (V_{oc})	34.4 V	34.3 V	34.3 V	34.3 V	34.3 V
Short circuit current (I_{sc})	6.55 A	6.45 A	6.41 A	6.26 A	6.14 A
NOCT: Irradiation: 800 W/m ² , module temperature: 45 °C, air mass: 1.5 Performance under weak light conditions (200 W/m ²) EN60904-1, 95.3 % or higher of the STC efficiency (1000 W/m ²) is achieved					

ELAVORADO POR: El Investigado

ANEXO C1	Tablas de selección de conductores para sistemas fotovoltaicos	1/1
-----------------	---	------------

Calibre AWG - MCM	Sección Real (mm ²)	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.309	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275
3/0	85.030	320
4/0	107.200	370
250 MCM	126.700	410
300 MCM	151.000	460

Tamaño del cable, corte de área seccional mm ²	Corriente Máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	20	240	2200
1.5	15	80	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

ELAVORADO POR: El Investigador

ANEXO D1	Lugar de Implantación del Sistema Fotovoltaico	1/3
-----------------	---	------------



ELABORADO POR: Cristian Gallardo



ELABORADO POR: El Investigador

ELABORADO POR: El Investigador

ANEXO D3

Implantación del sistema

3/3



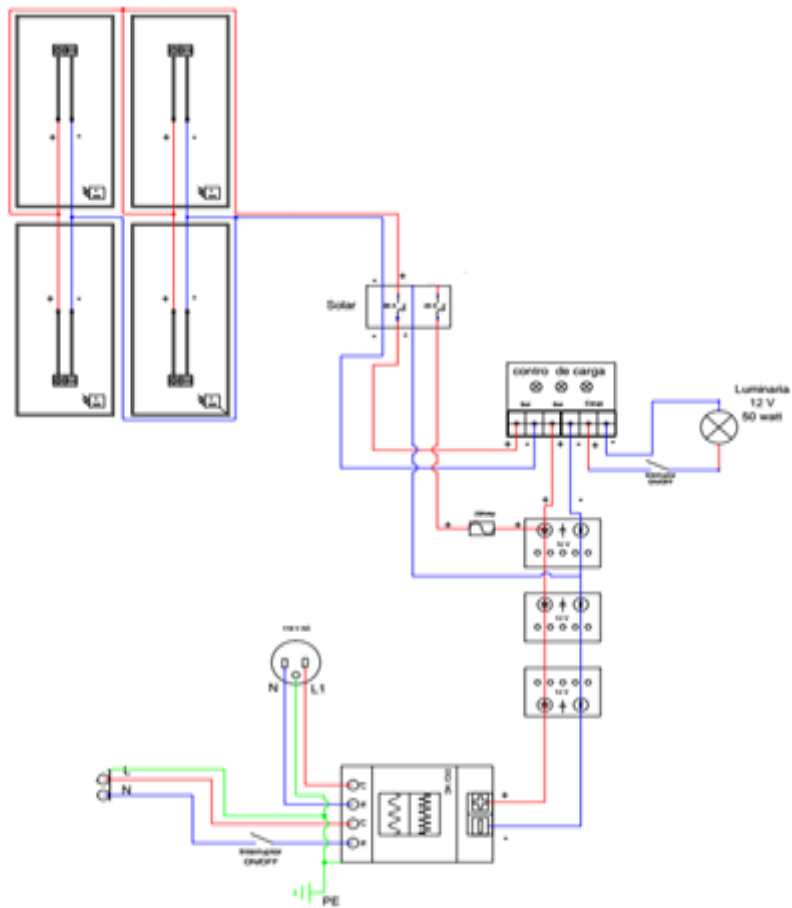


ELABORADO POR: El Investigador

ANEXO E1

Planos del Sistema

1/2

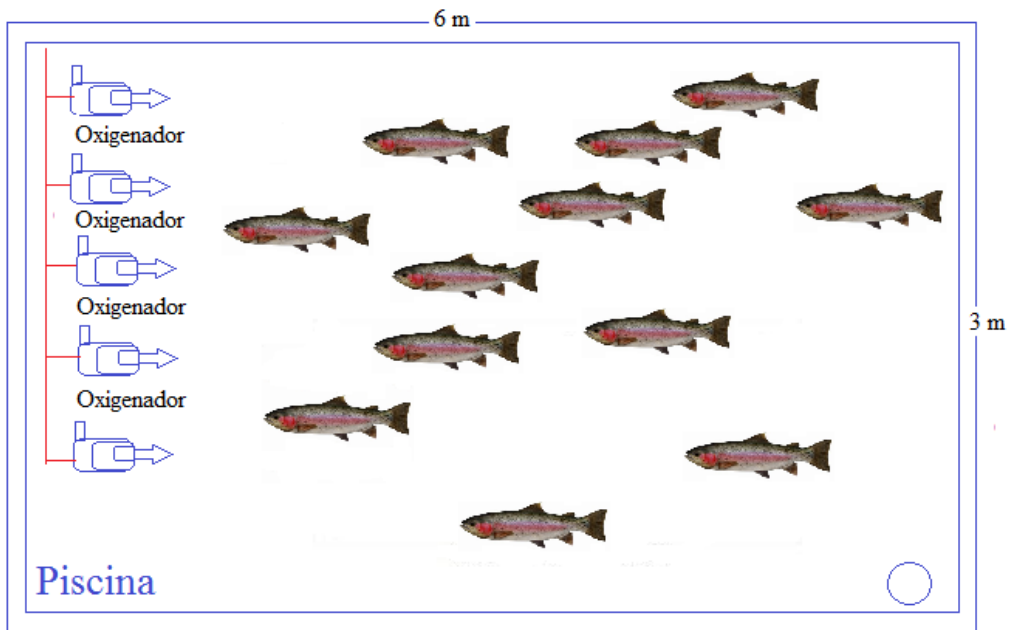


ELABORADO POR: El Investigador

ANEXO E2

Planos del Sistema

2/2



DATOS

Capacidad en litros 18000

Capacidad de truchas 5000

Temperatura del agua 5°C 14°C

Porcentaje de Oxígeno 5 ppm a 12 ppm

ELABORADO POR: El Investigador

Mes de Mayo	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4005	4012,05
2	3982,5	
3	3996	
4	4491	
5	4095	
6	4495,5	
7	3060	
8	3465	
9	4117,5	
10	4477,5	
11	3960	
12	4050	
13	4455	
14	3600	
15	4275	
16	4500	
17	4365	
18	4045,5	
19	4185	
20	4320	
21	4162,5	
22	4486,5	
24	4252,5	
25	4450,5	
26	4230	
27	2925	
28	3420	
29	2250	
30	4410	
31	3834	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO E2	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	2/6
-----------------	--	------------

MES de Junio	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4400	4145,714286
2	4000	
3	4200	
4	4800	
5	3800	
6	3200	
7	3600	
8	4200	
9	4400	
10	4080	
11	4000	
12	4800	
13	5200	
14	5400	
15	4000	
16	3920	
17	3120	
18	2800	
19	3600	
20	4000	
21	5200	
22	4000	
24	4800	
25	3800	
26	4000	
27	4800	
28	4000	
29	3960	

Realizado: Equipo Investigador

MES de Julio	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4050	4315,5
2	4320	
3	4500	
4	2925	
5	2925	
6	3510	
7	4500	
8	4455	
9	5400	
10	4500	
11	4500	
12	4410	
13	4500	
14	4725	
15	4275	
16	3375	
17	4050	
18	4500	
19	4590	
20	4545	
21	4950	
22	4410	
24	4410	
25	4500	
26	4590	
27	4500	
28	4455	
29	4320	
30	4275	
31	4500	

Realizado: Equipo Investigador

MES de Agosto	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4005	4228,448276
2	360	
3	4410	
4	4725	
5	4275	
6	4950	
7	5400	
8	4500	
9	4410	
10	4410	
11	4500	
12	5400	
13	4500	
14	4005	
15	3420	
16	5850	
17	5400	
18	4275	
19	4050	
20	4500	
21	4275	
22	4500	
24	4950	
25	4230	
26	4230	
27	3555	
28	2520	
29	2520	
30	4500	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO E 5

**TABLAS DE LAS MEDICIONES DE
RADIACIÓN SOLAR**

5/6

MES de Septiembre	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4500	4268,7
2	4410	
3	3150	
4	4500	
5	4410	
6	3640,5	
7	4005	
8	4005	
9	4500	
10	4950	
11	4275	
12	4500	
13	5400	
14	4950	
15	5175	
16	4410	
17	4500	
18	4050	
19	4275	
20	4455	
21	4365	
22	4365	
24	4005	
25	4275	
26	4495,5	
27	2520	
28	2025	
29	5400	
30	4500	
31	4050	

Realizado: Equipo Investigador

ANEXO E6	TABLAS DE LAS MEDICIONES DE RADIACIÓN SOLAR	6/6
-----------------	--	------------

MES de Octubre	IRRADIACIÓN Wh/m ²	IRRADIACIÓN Promedio
1	4500	4538,793103
2	4950	
3	5400	
4	3870	
5	3375	
6	4725	
7	4500	
8	4500	
9	4950	
10	4275	
11	4275	
12	4500	
13	5400	
14	4500	
15	6075	
16	4275	
17	4500	
18	5400	
19	4500	
20	5400	
21	4725	
22	4860	
24	4500	
25	4725	
26	4410	
27	3420	
28	3420	
29	3420	
30	4275	

Realizado: Equipo Investigador

