

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
AIREACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO
PARA LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN LA
PISCIGRANJA DE HUARANDOZA, SAN IGNACIO,
CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores: Bach. Medina Requejo Geiler Yoel

Bach. Villalobos Diaz Elvis Jacson

Asesores: Ing. Cabrera Torres Walter Linder

Dr. Ing. Shimabuku Ysa Ricardo Angel

Línea de de investigación: Energías Alternativas

JAEN – PERÚ

DICIEMBRE, 2024

Geiler Y. Medina Requejo Elvis J. Villalobos Diaz

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AIREACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LA PRODUCCI

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20206:415844085

92 Páginas

Fecha de entrega

13 dic 2024, 12:13 p.m. GMT-5

12,678 Palabras

Fecha de descarga

13 dic 2024, 12:21 p.m. GMT-5

74,144 Caracteres

Nombre de archivo

Informe-Villalobos Diaz-Medina Requejo - Carlos Fernández.pdf

Tamaño de archivo

5.6 MB

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería




19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 diciembre del 2024, siendo las 16:22 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Secretario: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Vocal: Dr. José Gerardo Saavedra Carrasco

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- Trabajo de Investigación
 Tesis
 Trabajo de Suficiencia Profesional

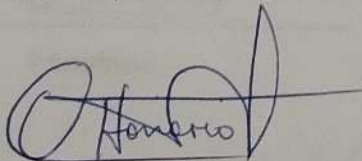
Titulado: **Diseño e implementación de un sistema de aireación mediante un sistema fotovoltaico para la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio, Cajamarca**, presentado por los bachilleres **Geiler Yoel Medina Requejo y Elvis Jacson Villalobos Díaz**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

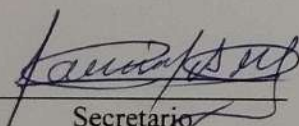
Aprobar Desaprobar **Unanimidad** Mayoría Con la siguiente mención:

- | | |
|----------------|----------------|
| a) Excelente | 18,19,20() |
| b) Muy bueno | 16, 17 (17) |
| c) Bueno | 14, 15 () |
| d) Regular | 13 () |
| e) Desaprobada | 12 ó menos () |

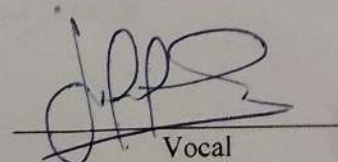
Siendo las 17:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal



DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Medina Requejo Geiler Yoel**, identificado con DNI N°: **73745118** estudiante de la Carrera Profesional de **Ingeniería Mecánica y Eléctrica** de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que soy autor del Proyecto de Tesis: **“Diseño e implementación de un sistema de aireación mediante un sistema fotovoltaico para la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio, Cajamarca”** asesorados por el Mg. Walter Linder Cabrera Torres y el Dr. Ángel Ricardo Shimabuku Ysa.

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (x) Título Profesional
2. El Proyecto de Tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Proyecto de Tesis presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Proyecto de Tesis presentado no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Proyecto de Tesis presentado, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Proyecto de Tesis presentado.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el proyecto de tesis Presentado haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 27 de noviembre de 2023

Medina Requejo Geiler Yoel



DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Villalobos Diaz Elvis Jacson**, identificado con DNI N°: **75429394** estudiante de la Carrera Profesional de **Ingeniería Mecánica y Eléctrica** de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que soy autor del Proyecto de Tesis: **“Diseño e implementación de un sistema de aireación mediante un sistema fotovoltaico para la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio, Cajamarca”** asesorados por el Mg. Walter Linder Cabrera Torres y el Dr. Ángel Ricardo Shimabuku Ysa.

1. El mismo que presento para optar: () Grado Académico de Bachiller (x) título Profesional
2. El Proyecto de Tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El Proyecto de Tesis presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El Proyecto de Tesis presentado no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Proyecto de Tesis presentado, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Proyecto de Tesis presentado.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el proyecto de tesis Presentado haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 27 de noviembre de 2023

Villalobos Diaz Elvis Jacson

INDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS	6
2.1. Ubicación área de estudio	6
2.2. Métodos	8
2.2.1. Primer Objetivo específico	9
2.2.2. Segundo objetivo específico	28
2.2.3. Tercer objetivo específico	32
2.2.4. Cuarto objetivo específico	42
III. RESULTADOS:	51
3.1. PRIMER OBJETIV ESPECÍFICO	51
3.2. SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO	58
3.3.TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO	58
3.4.CUARTO OBJETIVO ESPECIFICO:	64
IV. DISCUSIÓN	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
DEDICATORIA	70
AGRADECIMIENTO	70
ANEXOS	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa Geográfico de la ubicación de la parcela.....	7
Figura 2 Orientación Y ángulo de inclinación del módulo solar	13
Figura 3 Conexión de las Baterías en Serie	16
Figura 4 Conexión de paneles solares en paralelo	17
Figura 5 Típico, Sistema Fotovoltaico Solar	21
Figura 6 Métodos de instalación referenciales.....	22
Figura 7 Capacidad de corriente en los conductores aislados en canalización o cable	23
Figura 8 Esquema de conexión del sistema de aireación solar implementado.....	28
Figura 9 Diseño del Panel Solar de 430 W	29
Figura 10 Diseño del inversor Growatt.....	29
Figura 11 Diseño de la Batería RITAR	30
Figura 12 Diseño del Motor de Aire en 3D	30
Figura 13 Estanque Para el sistema de implementación	31
Figura 14 Instalación de Paneles Solares	32
Figura 15 Instalación del Inversor GROWATT	33
Figura 16 Baterías Conectadas en Serie.....	33
Figura 17 Cables 14 AWG.....	34
Figura 18 Interruptores Termomagnéticos de 25 Y 16Amp.....	34
Figura 19 Motor de Aire LP-100.....	35
Figura 20 Esquema de conexión del sistema de aireación solar implementado.....	35
Figura 21 Manteniendo del estanque 1 con el sistema tradicional	36
Figura 22 Mantenimiento del estanque 2 con el sistema implementado	37
Figura 23 Llenado del estanque 1 con el sistema tradicional con dimensiones de 8x14m.....	37
Figura 24 Alimentación del Estanque 2 con dimensiones de 8x14m	38
Figura 25 Lugar de procedencia de los alevines	38
Figura 26 Alevines trasladados en bolsa plástica	39
Figura 27 Estanque 1 Sistema tradicional, siembra de 500 alevines	40
Figura 28 Estanque 2 Sistema implementado, siembra de 1000 alevines	41
Figura 29 Instalación de Paneles Solares.....	42
Figura 30 Diseño en 3D del sistema de Aireación Solar Fotovoltaico	58
Figura 31 Curvas de crecimiento de tilapia para varias temperaturas de agua.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Consumo medio energético diario.....	9
Tabla 2 Datos de la irradiación solar promedio mensual y anual (kWhr/m ² /day).	12
Tabla 3 Ángulos de inclinación para sistemas fijos.....	13
Tabla 4 Producción y Venta Anual estanque 1 con el sistema tradicional.....	46
Tabla 5 Producción y Venta Anual estanque 2 Sistema implementado.....	47
Tabla 6 Flujo de Caja Proyectado Sistema tradicional.....	49
Tabla 7 Flujo de caja proyectado sistema implementado.....	51
Tabla 8 Características panel solar fotovoltaico monocristalino.....	52
Tabla 9 Características de la Batería CG 12-200.....	52
Tabla 10 Características del inesor Growatt.....	53
Tabla 11 ITM de 25Amp y 16Amp.....	54
Tabla 12 Características técnicas del Rollo de cable 14 AWG.....	54
Tabla 13 Características del Conductor 10 AWG.....	55
Tabla 14 Características de la Tubería PVC de 6 pulgadas.....	55
Tabla 15 Características de la Bomba de Aire Resun LP-100.....	56
Tabla 16 Instrumento de Medición de Oxígeno (BLE-C600).....	56
Tabla 17 Multímetro Digital de Gancho Marca Truper.....	57
Tabla 18 Tubería y Accesorios de PVC de 1/2".....	57
Tabla 19 Mangueras Difusoras.....	57
Tabla 20 Estanque 1, con el sistema tradicional (500 tilapias sembradas).....	60
Tabla 21 Estanque 2 con Sistema Implementado (1000 tilapias sembradas).....	61
Tabla 22 Pesos de las tilapias del estanque 1 y 2.....	62
Tabla 23 Mediciones de los parámetros del agua del estanque 2 con el sistema implementado.....	63
Tabla 24 Cuadro Comparativo de los costos de inversión estanque 1 y estanque 2.....	64
Tabla 25 Tabla de resultado de Valoración económica.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Estanque 1, de dimensiones 8 × 14m construido para el sistema tradicional.....	71
Anexo 2 Estanque 2 para el sistema de aireación Solar Fotovoltaico.	72
Anexo 3 Instalación del motor aireador (LP-100).....	72
Anexo 4 Instalación de Paneles Solares.....	73
Anexo 5 Instalación del Inversor GROWATT.....	73
Anexo 6 Instalación de la Batrias Marca RITAR.....	74
Anexo 7 Conductores.....	74
Anexo 8 Sistema Fotovoltaico instalado.....	75
Anexo 9 Pesca de tilapias para ver su desarrollo de los estanques	75
Anexo 10 Pesado de las tilapias para conocer su peso promedio	76
Anexo 11 Peso unidad de tilapia para conocer el peso promedio con e sistema implemenetado.....	76
Anexo 12 Imagen de Peso promedio de tilapias Estanque 1 Sistema Tradicional.....	77
Anexo 13 Medición de los parámetros del agua del estanque 2 Sistema implementado.....	77
Anexo 14 Pescado de tilapia para la venta en la etapa Final estanque 1.....	80
Anexo 15: Pescado para la venta final estanque 2 con el sistema implementado.....	80
Anexo 16 Peso Promedio de la tilapia salido a la venta con 250 gramos.	81
Anexo 17 Planos del Panel Solar.....	82
Anexo 18 Plano del Inversor Growatt.....	83
Anexo 19 Plano de la Batería Ritar 12V, 200Ah.....	84
Anexo 20 Plano del Motor de Aire	85

RESUMEN

En el mundo de la piscicultura, se le conoce a la tilapia como una especie tropical, que presenta un rápido crecimiento y una amplia adaptabilidad a diferentes ambientes de cultivo. Los productores del C.P. Huarandoza generalmente realizan la crianza de tilapias en estanques tierra, donde se observó limitaciones en la producción, por la limitada cantidad de siembra de tilapias por metro cuadrado, debido a la escasa oxigenación del estanque, este tipo de crianza de tilapia se considera un cultivo semi-intensivo ya que solo se permite sembrar 1 a 5 tilapias por metro cuadrado. Tras no contar con energía eléctrica la Piscigranja, se diseñó e implementó un sistema de aireación mediante un sistema fotovoltaico con la finalidad de mejorar la producción. Para ello, se construyó un estanque 1 con el Sistema tradicional utilizado como muestra de control y un estanque 2 con el sistema de aireación con energía fotovoltaica como muestra de tratamiento para comparar el peso y el tiempo de salida de la crianza de tilapia. Los resultados obtenidos en el estanque con el sistema de aireación el peso de la producción de tilapia fue superior en 50% y el tiempo de salida se redujo en 66% a comparación con el estanque con el sistema tradicional

Palabras clave: *Aireación, tropical, energía fotovoltaica, piscicultura, tilapia*

ABSTRACT

In the world of fish farming, tilapia is known as a tropical species, which has rapid growth and wide adaptability to different growing environments. The producers of the C.P. Huarandoza generally raises tilapia in terrestrial ponds, where I observe limitations in production, due to the limited amount of tilapia stocking per square meter, due to poor oxygenation of the pond, this type of tilapia cultivation is considered a semi-culture. intensive since it is only allowed to plant 1 to 5 tilapia per square meter. After the fish farm lost electricity, an aeration system was designed and implemented using a photovoltaic system in order to improve production. For this, a traditional pond was built used as a control sample and a pond with the aeration system with photovoltaic energy as a treatment sample to compare the weight and production time of the tilapia culture. The results obtained in the pond with the aeration system, the weight of the tilapia production was greater by 50% and the exit time was reduced by 66% compared to the traditional earthen pond.

Keywords: Aeration, tropical, photovoltaic energy, fish farming, tilapia.

I. INTRODUCCIÓN

La Tilapia se encuentra entre las especies más producidas en acuicultura a nivel mundial, los principales productores de Tilapia son China, Indonesia, Egipto, Filipinas y Bangladesh y las principales especies cultivadas son *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus*, *O. aureus* e híbridos.

El éxito de la producción de tilapia se debe a que es una especie muy adaptable a distintas condiciones de cultivo (salinidad, temperaturas), a su gran capacidad reproductiva y su rápido crecimiento. Además, se adapta rápidamente a las dietas comerciales y su carne es apreciada por los consumidores en relación con su precio que es más económico. (Júlia , 2021)

La producción de tilapia ha experimentado un crecimiento extraordinario a nivel internacional, nacional y regional en los últimos años, este pez de rápido crecimiento y gran adaptabilidad se ha convertido en uno de los productos más demandados en la acuicultura. (Herrera, 2023)

Tilapia es el nombre común con el cual se conocen a diversas especies de los géneros *Oreochromis* y *Tilapia*. Estos son peces de agua dulce originarios de África, que fueron introducidos en el Perú en la década de los 50 para ser utilizado como forraje para el paiche. Habitan preferentemente en lagos, lagunas y reservorios, aunque también se les puede encontrar en algunos ríos o manantiales. Su tamaño comercial es de 20 a 30 cm con un peso de 0,2 a 0,90 kg. Es la segunda especie más explotada en la acuicultura continental en Perú.

Por otro lado, Salas (2023) manifiesta que, el Perú ha emergido como un destacado productor de tilapia, demostrando un crecimiento significativo en la producción, especialmente en las regiones de Piura y San Martín, que juntas representan el 95.30 %.

Cajamarca es una región con enorme potencial hídrico para la crianza de trucha en zonas alto andinas; mientras que en climas tropicales abunda la crianza de Tilapia, Pacotana y Paiche. Por ejemplo, en las provincias de Jaén y San Ignacio.

Es importante resaltar, que la región Cajamarca registró una producción de 47,000 toneladas de especies acuícolas en el año 2023, y la trucha y la tilapia son las de mayor producción en piscigranjas y criaderos de peces de agua dulce ubicadas en las provincias de Jaén, San Ignacio, Chota y Hualgayoc. (ANDINA, 2023)

La Piscigranja del Centro Poblado de Huarandoza, en el Distrito de Huarango, Provincia de San Ignacio, Cajamarca, se dedica a la crianza de tilapia Nilótica, cuenta con un área de 112 m^2 ($8 \times 14\text{m}$) en la producción de tilapia. Actualmente el abastecimiento de agua del estanque es captado de un canal de riego traído en tuberías PVC de 6 pulgadas y distribuidos en los estanques con tuberías PVC de 6 pulgadas. Para la siembra de Tilapia, los productores acuícolas lo realizan en estanques de tierra, considerando que la profundidad no sea mayor de $0,6\text{m}$ y no menor de $0,4\text{m}$. Este modelo de crianza permite sembrar solamente 5 alevines por metro cuadrado, si el acuicultor excede la cantidad de siembra por metro cuadrado, los alevines estarán más propensos a contraer enfermedades, por falta de oxígeno y estrés, etc.

Dada la necesidad de aumentar la cantidad de siembra de la tilapia y mejorar la producción, se ha implementado un sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico, para la oxigenación del agua, con la finalidad de mejorar la producción de tilapia (peso, tamaño y tiempo de salida al mercado), es importante mencionar que la piscigranja se encuentra distanciada a un 1km del suministro eléctrica público, es por ello que se ha optado por la implementación de la energía solar, en este sentido, Betanzo Torres (2020), en su proyecto de investigación “Diseño de un sistema solar fotovoltaico (SFVI) para la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*)”, lo desarrolló debido a que la potencia que demanda sus sistemas de aireación y de bombeo, utilizados en una piscigranja, es elevada, y el kWh es costoso (3.5 MXN por Kwatt). Los resultados obtenidos es que la implementación de un SFVI ofrece a la acuicultura la posibilidad de producir tilapias a un menor costo de producción (20%), ya que por kilowatt de SFVI es de 1.36 USD/Watt ; además los resultados económicos y financieros de la investigación, confirman la viabilidad de los SFVI para las Unidades de Producción Acuícola en México.

Barba Jaramillo (2015) en su Tesis “Aireación de las piscinas de cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y su influencia en la productividad”, plantea como objetivo la evaluación del efecto de la aireación en la estratificación térmica, el nivel de oxígeno en las piscinas y la influencia de estos factores en la talla comercial de la tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Este proyecto de investigación se realizó debido a que la temperatura de las piscinas es baja y el nivel de oxígeno no es lo adecuada para la crianza de la tilapia roja causando un porcentaje de mortalidad y una producción lenta (7 meses para su peso comercial). El método de investigación fue inductivo y deductivo, y el tipo de investigación fue experimental. Los resultados obtenidos fueron que el

tiempo de crecimiento de la tilapia en la piscina con aireación forzada se redujo en 3 semanas, es decir, alcanzó su tamaño comercial deseado en 5 meses y 1 semana

May y Avila (2020) en su tesis de grado previa obtención del título de Ingeniero Electrónico, denominado “Diseño de un sistema inteligente y autosostenible de oxigenación de estanques utilizados en piscicultura”, tiene como objetivo diseñar un sistema de aireación de agua autosostenible, para el cultivo de mojarra roja en estanque con un sistema de aireación, con el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica aislada y autónoma, junto con la aplicación de un plan de gestión de carga en vatios que permita la regulación del consumo energético y el nivel de oxígeno adecuado. El proyecto de investigación se realizó para responder a la interrogante ¿Es posible contribuir con el medio ambiente y ayudar a los piscicultores de la zona rural de Acacias Meta utilizando energías renovables y un sistema de oxigenación que ayuda al crecimiento de los peces en un estanque de cría de mojarra roja? El método de investigación fue inductivo y deductivo, y el tipo de investigación fue diagnóstica. Los resultados obtenidos es que se identificó el sensor idóneo para el sistema el cual es la clave del sistema de gestión de la energía eléctrica, activando el motor del sistema de oxigenación cuando fuese necesario por medio de un algoritmo que suministra el fabricante del sensor y los ajustes para controlar el motor en un rango definido.

Espin y Jurado (2019) en su Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, denominado “Diseño y construcción de un sistema térmico industrial que regule automáticamente la temperatura y aireación del agua, para un estanque de cultivo de tilapias ubicado en la finca experimental “la maría” de la UTEQ”. El objetivo es construir un sistema térmico industrial que regule automáticamente la temperatura y aireación del agua, que permita optimizar el proceso de producción en un estanque de cultivo de tilapias. El estudio se realizó para responder a la incógnita, si ¿La aplicación de un sistema automatizado de regulación de temperatura mejorará drásticamente la producción de tilapias en las piscinas de la Facultad de Ciencias Pecuarias en La María? ¿El desarrollo de este sistema de regulación térmica también mejorará la oxigenación del agua de las piscinas para elevar la producción de las tilapias en dichas instalaciones? El método de investigación fue inductivo y deductivo, y el tipo de investigación fue experimental. Los resultados que se obtuvieron fue que el sistema de aireación se complementó instalando una conexión secundaria alimentada por un generador diésel, modelo 186FA y genera un voltaje de 230 V, que alimentará a los dos sopladores regenerativos encargados de generar la aireación en todo el

programa piscícola, este complemento se encenderá de manera automática solo cuando exista cortes de energía eléctrica en la línea principal.

Charry y Pérez (2020) en su tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico, desarrollado en la Universidad Antonio Nariño denominado “Diseño e implementación de un sistema de oxigenación para cultivo de tilapia alimentado con energía fotovoltaica.”, plantea como objetivo diseñar e implementar un sistema de oxigenación para un cultivo de tilapia, energizado a través de un sistema fotovoltaico. El proyecto tiene como problemática que el oxígeno disuelto no es suficiente para satisfacer la demanda de agua en los lagos del sector, para mantener las condiciones óptimas de los cultivos, y para dar solución a esta problemática los piscicultores utilizan estrategias, tales como oxigenadores, electrobombas, blower, etc. Con energía fotovoltaica, Para satisfacer la demanda Se diseñó e implemento un sistema fotovoltaico que consta de 10 paneles de 250W, un sistema acumulador de 8 baterías de 150Ah, 2 controladores de carga de 50A y un inversor de 400W, que proporcionan una corriente de 30A manteniendo el sistema en funcionamiento durante 12 horas con una capacidad de recarga del sistema acumulador del 99.9%.

Pesantez et al., (2015). en su tesis de grado de maestría en energías renovables, desarrollado en la Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica, Cuenca – Ecuador, denominado “Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro”, tiene como objetivo la integración de sistemas solares fotovoltaicos aislados en la producción para mejorar la demanda energética requerida para la aireación de los camaronera en los niveles de cultivo Intensivo y Extensivo. Su estudio se desarrolló debido que se necesita suministrar un importante porcentaje de las necesidades eléctricas de las empresas camaroneras de forma económica y fiable, el resultado es reducir significativamente los costos de operación e incrementar la competitividad de los sectores productivos así mismo, la tecnología solar garantice la rápida recuperación de la inversión, del suministro eléctrico de la elevada fiabilidad y una sustancial mejora de la eficiencia energética de la producción de las empresas del sector camaronero del Ecuador.

Rosero y Sotomayor (2021) en su Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil denominado “Análisis y diseño de un sistema fotovoltaico aislado para alimentación automática AQ1 SYSTEM en la

industria de cultivo acuícola”, tiene como objetivo diseñar un sistema fotovoltaico aislado para alimentadores automáticos AQ1 SYSTEM mediante cálculos y software PVSYST que permita la obtención de datos para su simulación y comprobación, El proyecto de investigación se desarrolló debido a que se necesita energizar alimentadores australiano acústicos para una camaronera, cuya tecnología se basa en el uso de sensores acústicos y de oxígeno en la zona de actividad de la piscina denominada “zona de alimentación” el resultado es que por medio de este sistema fotovoltaicos aislados, se hará más eficiente el periodo de engorde y a su vez reducirá la contaminación ambiental ahorrando recursos reflejados en los costos de producción.

El agua es un recurso crucial y de suma importancia para las actividades acuícolas. Sin embargo, se requiere de un aprovechamiento óptimo, considerando su escasez en algunos lugares.

Actualmente, con la implementación de nuevas tecnologías y mediante la creación de prototipos, los sistemas de aireación y almacenamiento posibilitan el uso efectivo del vital líquido no solo para consumo, sino también para asegurar una producción de calidad en la crianza de tilapia, tanto a nivel de pequeños como de grandes productores.

La implementación del sistema de aireación solar fotovoltaico en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio - Cajamarca, se justifica técnicamente por la necesidad de mejorar la producción de tilapia, promoviendo la eficiencia energética y la calidad de del oxígeno en el agua. Se justifica económicamente por que el diseño permite mejorar la producción de tilapia, lo que representa mayores ingresos a través de la venta de peces. Además, aprovecha una fuente de energía renovable, la solar, para reducir los gastos relacionados con la electricidad.

Por otro lado, la implementación del sistema de aireación solar fotovoltaico en la piscigranja de Huarandoza tiene una relevancia social significativa, ya que busca mejorar la producción de tilapia, un alimento nutritivo y de bajo costo, lo que contribuirá a la seguridad alimentaria de la comunidad local y regional. Asimismo, representa una importante contribución a la sostenibilidad ambiental de la región. Al mejorar la producción de tilapia, se reduce la presión sobre las poblaciones silvestres de peces, promoviendo así la conservación de los ecosistemas acuáticos locales. Este enfoque técnico fomenta prácticas acuícolas responsables y sostenibles al mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación, lo que beneficia no solo a la producción de tilapia, sino también al entorno ambiental y los recursos hídricos de la región.

La presente investigación tiene como objetivo principal diseñar e implementar un sistema de aireación solar fotovoltaico en la producción de tilapia de la piscigranja del Centro Poblado de Huarandoza, ubicada en el distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, Cajamarca, para cuyo efecto se calculó la demanda de la energía eléctrica para la aireación solar fotovoltaico, en base al cual se diseñó e implementó el sistema de aireación solar fotovoltaico para el estanque de la piscigranja y se realizó la evaluación económica mediante un análisis de costos y beneficios

1.1.OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de aireación solar fotovoltaico para la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio - Cajamarca.

1.1.2. Objetivos específicos

- Calcular la demanda de energía eléctrica requerida para la aireación solar fotovoltaico
- Diseñar el sistema de aireación solar fotovoltaico en el programa SolidWorks, para el estanque de la piscigranja.
- Implementar el sistema de aireación solar fotovoltaico.
- Evaluación económica del sistema de aireación solar fotovoltaico mediante un análisis de costos y beneficios.

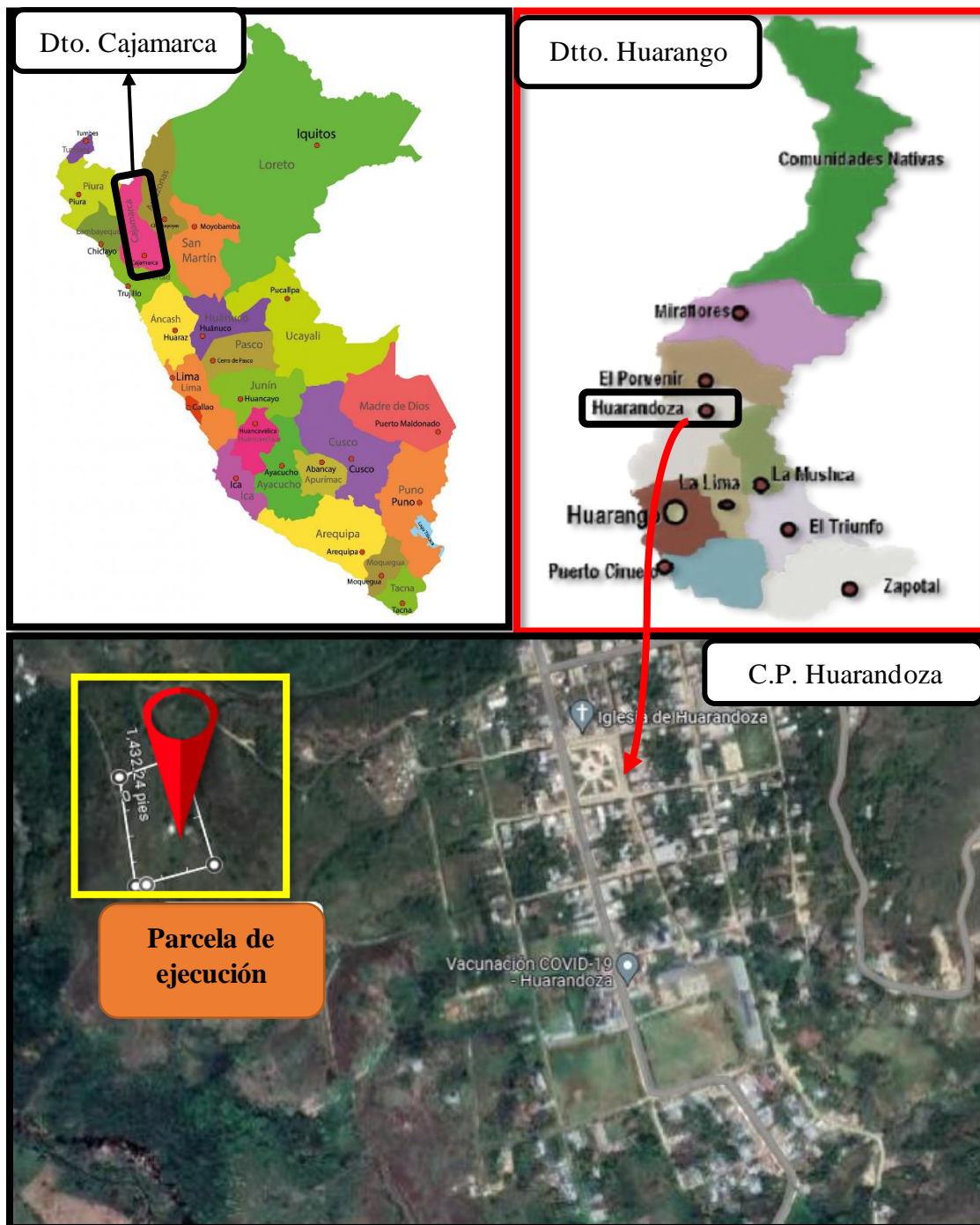
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación área de estudio

La presente investigación se realizó en el Centro Poblado de Huarandoza, del Distrito de Huarango, Provincia de San Ignacio, Departamento Cajamarca, el lugar de estudio tiene las siguientes coordenadas latitud S (-5.19927178000) y longitud W (-78.76853289000),

Figura 1

Mapa Geográfico de la ubicación de la parcela



Fuente: Elaboración propia

2.2. Métodos

Método de investigación

Inductivo: Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales (Hernández et al., Citado por Valdés Medina, 2019, p.13). Es decir, a partir de datos sobre radiación solar y la población de tilapias en la piscigranja, se diseñó un sistema de aireadores solar fotovoltaico.

Analítico: El análisis inician su proceso de conocimiento por la identificación de cada una de las partes que caracterizan una realidad; de este modo podrá establecer las relaciones causa-efecto entre los elementos que componen su objeto de investigación (Townsend, 2024). En este proyecto, se analizó los efectos de la implementación de la oxigenación mejorada en la piscigranja en función de datos cuantitativos, como las dimensiones de la poza, la cantidad de tilapias sembradas, el caudal de agua, la temperatura, el pH y la concentración de oxígeno.

Enfoque de investigación

Cuantitativa: Se caracteriza por el uso de datos numéricos y estadísticas para responder preguntas de investigación, probar hipótesis y analizar patrones de comportamiento en una población. Este enfoque permite una evaluación precisa de los datos y respalda las conclusiones del estudio (Hernandez et al., 2006).

Diseño de investigación

Experimental: Se refiere a un estudio en el que se manipula intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control. Para este proyecto será diseño de tipo experimental porque implicará la comparación de dos condiciones distintas (Hernández et al.,2019),

- i) Por un lado, se establecerá un grupo de control en el cual se seguirán las prácticas convencionales de crianza de tilapia en una piscigranja sin la implementación del sistema de aireación solar fotovoltaico.
- ii) Por otro lado, se formará un grupo experimental en el que se aplicará el sistema de aireación solar fotovoltaico diseñado.

2.2.1. Primer Objetivo específico

Calcular la demanda de energía eléctrica requerida para la aireación solar fotovoltaico

2.2.1.1. Cálculo del consumo energético

El consumo energético es la cantidad total de energía que se necesita para un proceso determinado y se mide en kilovatios hora (kWh), para ello se calculó el consumo medio energético diario de todos los equipos a utilizar en el sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico (GEG Corporation, 2022).

Para determinar el consumo medio energético se utilizó la siguiente tabla de cargas que se considera en la ejecución del sistema de aireación solar fotovoltaico.

Tabla 1

Consumo medio energético diario

Cargas	Cantidad	Potencia (Watts)	Tensión	Hrs/día	Consumo máximo (Wh/día)	Días a la semana
Aireador	1	200	220	10	2000	7
Focos led	4	24	220	6	144	7
Laptop	1	65	220	4	260	7
Celulares	1	24	220	4	96	7
Energía Total		413			2500	
Consumo DC	0	Consumo diario de las cargas continua				Watts x hora
Consumo AC	2500	Consumo diario de las cargas alternas				Watts x Hora

Fuente: Elaboración Propia.

Haciendo uso de la formula Consumo medio energético diario

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \times \eta_{con}}$$

Donde,

L_{md} → Consumo medio energetico diario

$L_{md,DC}$ → Consumo medio energetico diario de las cargas continuas

$L_{md,AC}$ → Consumo medio energetico diario de las cargas alternas

η_{inv} → Coeficiente de eficiencia del inversor

η_{bat} → Coeficiente de eficiencia de la bateria

η_{con} → Coeficiente de eficiencia de los conectores electricos

Los coeficientes se utilizan a partir de las características técnicas de la batería y el inversor, detalladas en la Tabla 8 y Tabla 9.

Coeficientes ideales utilizados: $\eta_{inv} = 0.93$ $\eta_{bat} = 0.95$ $\eta_{con} = 1$

$$L_{md} = \frac{0 + \frac{2500W/dia}{0.9}}{0.95 \times 1}$$

$$L_{md} = 2923.976W/dia$$

El consumo medio energetico diario x 1.25 %

$$L_{md} = 2923.976 \times 1.25\%$$

$$L_{md} = 3654.97 W/dia$$

2.2.1.2. Determinado la potencia de generación

Para calcular la potencia de generación es importante considerar las Horas de sol pico del mes más crítico, la cual se detalla en la Tabla 2

$$P_{GVV} = \frac{L_{md}}{HPS \times PR}$$

Donde:

P_{GFV} : Potencia de generación fotovoltaico

L_{md} : Consumo medio energetico diario

HPS_{crit} : Horas de sol pico del mes critico

PR : Factor gloval de funcionamiento (0.9)

$$P_{GVV} = \frac{3654.97W/dia}{3.67h \times 0.9}$$

$$P_{GVV} = 1106.561 W$$

2.2.1.3. Irradiación solar en el lugar de ejecución:

Para obtener los datos de radiación solar, se utilizó el aplicativo de la NASA (National Aeronautics and Space Administration). sitio Web que brinda recursos meteorológicos superficiales y energía solar. Ingresando las coordenadas, *Latitud*: 5.2708° y *Longitud*: - 78.7685° del lugar de ejecución, se obtendrá la radiación promedio mensual y anual de acuerdo a los ángulos de inclinación.

A continuación, se detalla datos de las horas de sol pico promedio de todos los meses (enero-diciembre) desde el año 2012 hasta el año 2022.

Tabla 2:

Datos de la irradiación solar promedio mensual y anual del lugar de ejecución (kWh/m²/day) a partir del año 2012-2022.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Irradiación solar	4	3.67	3.81	4.08	4.01	3.95	4.0	4.33	4.38	4.67	4.86	4.3
óptimo												
Ángulo óptimo de irradiación solar (grados)	-18	-8	0	7.5	15	23.5	22	16.5	5	-6.5	-14.5	-17
Orientación de la superficie inclinada de la irradiación solar (N/S)	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

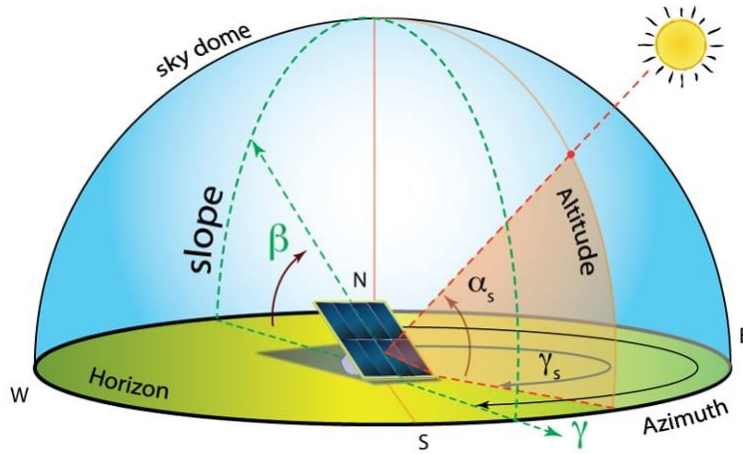
Fuente: Datos de la NASA (National Aeronautics and Space Administration), 2024.

Para calculará la cantidad de paneles solares, usado para el diseño del sistema de aireación Solar fotovoltaico, se consideró el punto crítico, el dato menor mensual de horas pico de la radiación solar (3.67 kWh/m²/dia).

Los paneles solares fotovoltaicos, no son capaces de producir su potencia máxima en cualquier condición. Los factores que pueden alterar dicha potencia son de carácter climatológico, de inclinación, de orientación y dependerá las horas de radiación solar de la que dispongan según el lugar dónde estén instalados.

Figura 2

Orientación Y ángulo de inclinación del módulo solar



Fuente: Hilioesfera. (2021).ORIENTACIÓN.Tecnología PERC en modulos solares <https://www.helioesfera.com/como-instalar-paneles-fotovoltaicos/>

Tabla 3:

Ángulos de inclinación para sistemas fijos

Latitud del lugar en (grados)	Angulo de inclinación fijo
0° a 15°	15°
15° a 25°	La misma latitud
25 a 30°	Latitud más 5°
30° a 35°	Latitud más 10°
35° a 40°	Latitud más 15°
40° a más	Latitud más 20°

Fuente: Blogger. (2014). ANGULO DE INCLINACIÓN. Energias Renovables Fotovoltaicas, obtenido de: <https://jokainnovation.blogspot.com/2014/10/>

El ángulo de inclinación que se consideró para la instalación del sistema solar fotovoltaico son los grados de latitud del lugar de ejecución, *latitud*: 5.2708° por lo tanto el ángulo a considerar para los paneles solares según la Tabla 3 es $5.3^\circ + 15^\circ = 20.3^\circ$.

2.2.1.4. Determinado la cantidad de paneles solares.

$$N_p = \frac{P_{GVV}}{W_p}$$

Donde:

N_p : Numero de paneles solares

P_{GVV} : Potencia de generación fotovoltaico

W_p : Potencia del Panel solar

$$N_p = \frac{1106.561}{430}$$

$$N_p = 2.573$$

Por lo tanto, se ha elegido 3 paneles solares de 430W para el sistema de aireación solar fotovoltaico.

2.2.1.5. Capacidad de carga del banco de baterías

GEG Corporation (2022), menciona que para calcular la capacidad de carga del banco de baterías es importante tener en cuenta la profundidad de descarga del 50 % y un factor de composición térmica de 0.95.

$$C (AC) = \frac{L_{md} \times N}{V_{bat} \times P_{D,max} \times F_{Ct}}$$

Donde,

$C (AC)$: Capacidad de carga del banco de baterias

L_{md} : Consumo medio energetico diario

V_{bat} : Voltaje Nominal del Sistema

N : Número de dias de autonomia

$P_{D,max}$: Profundidad de descarga (50%)

F_{Ct} : Factor de compensación térmica = 0.95

Solución:

$$C (AC) = \frac{3654.97Wh \times 2}{24V \times 0.50 \times 0.95}$$

$$C (AC) = 456,875Ah$$

- **Cantidad De Baterías En Paralelo**

$$C_{Bat\ par} = \frac{C(Ah)}{C_{bat} (Ah)}$$

Donde,

$C(Ah)$: Capacidad de carga del banco de baterías

$C_{bat} (Ah)$: Capacidad de la batería (Amperios)

$$C_{Bat\ par} = \frac{456,875Ah}{200Ah}$$

$$C_{Bat\ par} = 2.284$$

- **Cantidad dad de baterías en serie**

$$Batería\ en\ Serie = \frac{Voltaje\ del\ sistema}{Voltaje\ de\ las\ baterias}$$

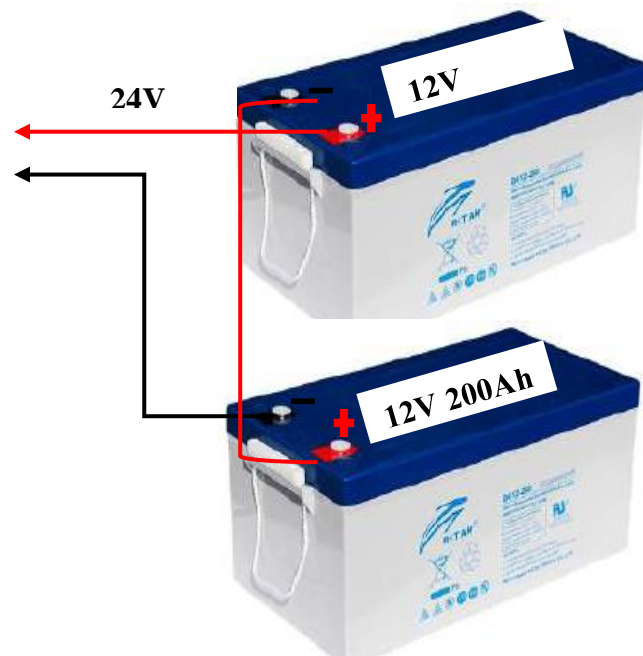
$$Batería\ en\ Serie = \frac{24}{12} = 2$$

Por lo tanto, para la instalación se consideró dos baterías conectados en Serie.

Según catálogo de la empresa Dinamo se consideró baterías de 12 voltios de 200AH para el banco de baterías su tipo de conexión será en paralelo.

Figura 3

Conexión de las Baterías en Serie



Fuente elaboración propia

2.2.1.6. Dimensionamiento del controlador solar.

$$I_{CH} = \frac{N_p \times W_p}{V_{\text{Sistema de baterías}} \times 1.15}$$

DATOS:

N_p : *Numero de panles*

W_p : *430 (W) Potencia Panel Solar*

$V_{\text{sist bat}}$: *24 (V) Voltaje del sistema DC*

F_C : *1.15 Factor de seguridad*

$$I_{CH} = \frac{3 \times 430}{24 \times 1.15}$$

$$I_{CH} = 39.965 \text{ Amp}$$

SELECCIÓN DE CONTROLADOR PWM (Pulse Width Modulación) ó MPPT (Máximo Power Point Tracker)

Selección del controlador

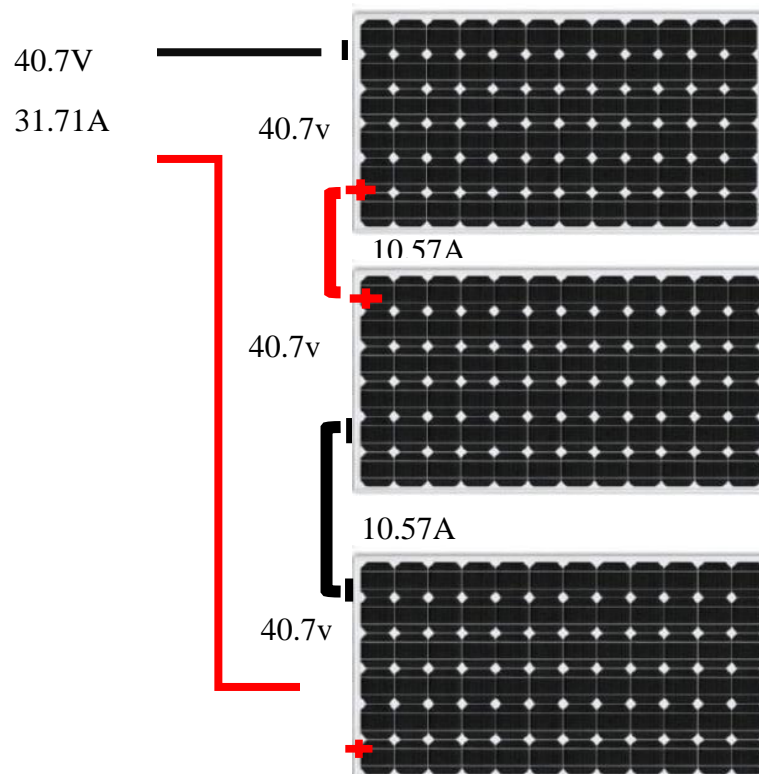
- Cantidad de Paneles Solares conectados en serie/paralelo
- Se considera la capacidad mínima del Amperaje calculado.
- Es necesario considerar el Voltaje del Circuito Abierto que nos brinda cada panel solar en su característica técnicas.

Por lo tanto:

- Para el sistema se instaló 3 paneles solares conectados en paralelo.
- Para el sistema seleccionamos un inversor MPPT

Figura 4

Conexión de paneles solares en paralelo



Fuente: Elaboración Propia

Normalmente el rendimiento de los inversores es mejor para los aparatos que funcionan a tensiones más altas como 48 y 120V. la selección del inversor es importante e influye tanto en el coste como en el funcionamiento y la fiabilidad del sistema. En General se recomienda tensiones de **12V** para potencias menores de $1.5kW$, **24 o 48V** para potencias entre 1.5 y $5kW$ (Miguel, 2005)

2.2.1.7. Determinando el inversor

Para determinar la potencia del inversor, se requiere calcular la potencia demandada de todos los equipos que se instaran. GEG Corporation (2022) menciona que, únicamente para los motores eléctricos se debe considerar cuatro veces su potencia nominal.

Cargas	Cantidad	Demanda (Watts)
Aireador	1	800
Focos led	4	24
Laptop	1	65
Celulares	1	24
Energía		913
Total		

Datos

El voltaje del sistema a considerar: **40.7 Voltios**

Numero de Paneles: 3 Módulos **430 Watts**

Potencia GFV: **1320 W**

$$S_{INV} = FS * \left[\frac{P}{\eta_{INV} * FP} \right]$$

DATOS:

S_{carga} : (VA) Capacidad del Inversor

P : 913 (W) Demanda del Sistema

η_{INV} : 0.90 *Eficiencia del Inversor*

FP : 0.80

FS : 1.25 *Factor de seguridad*

$$S_{INV} = 1.25 * \left[\frac{913}{0.90 * 0.80} \right]$$

$$S_{INV} = 1585.069W$$

“Finalmente, el sistema requiere de un inversor de capacidad comercial de 1500 VA aguas arriba”.

- Para el sistema hemos considerado un inversor disponible en el mercado de las siguientes características de Onda Sinusoidal Pura, Inversor Growatt 24V 3000VA/3000W (Inversor + Cargador + Regulador).

2.2.1.8. Dimensionamiento del conductor

- Desde el panel solar al controlador

$$S = \frac{2 * L * I}{56 * (VA - VB)}$$

Datos:

S : (mm^2) *Sección del conductor*

L : (m) *Longitud del Conductor*

I : (Amp) *Intensidad*

$(V_A - V_B)$: (V) *Caída de Tensión*

Según la NTP 399.403 Pag. 14,

Sección. I) Caída de tensión:

La caída interna de tensión del regulador, entre los terminales de la batería y los del módulo, deben ser inferiores al 5% de la tensión nominal (es decir 0.6V para un sistema de 12V), en las peores

condiciones de operación, es decir, con todas las cargas internas de tensión del regulador, entre los terminales de la batería y de los de consumo, deben ser inferiores al 5% de la tensión nominal (0,6V para 12V) en las peores condiciones de operación, es decir, con todas las cargas encendidas y sin corriente alguna procedente del módulo Fotovoltaico.

Según la NTP 399.403 Pag. 24

Sección. I) Caída de voltaje en CC:

La caída de voltaje entre la entrada del inversor y el punto de suministro de CC no debe ser mayor del 1% para todo el rango de potencia especificado.

Según la NTP 399.403 Pag. 29

Sección. I) Sección de los cables:

Las Secciones de los conductores deben garantizar que las caídas de tensión en ellos sean inferiores a:

- 3% entre el generador fotovoltaico y el controlados de carga.
- 1% entre la batería y el controlador de carga.
- 5% entre el controlador de carga y las cargas.

Para calcular la caída de tensión ($V_A - V_B$) se utiliza la siguiente ecuación

$$V_A - V_B = V_{equ} * n\%$$

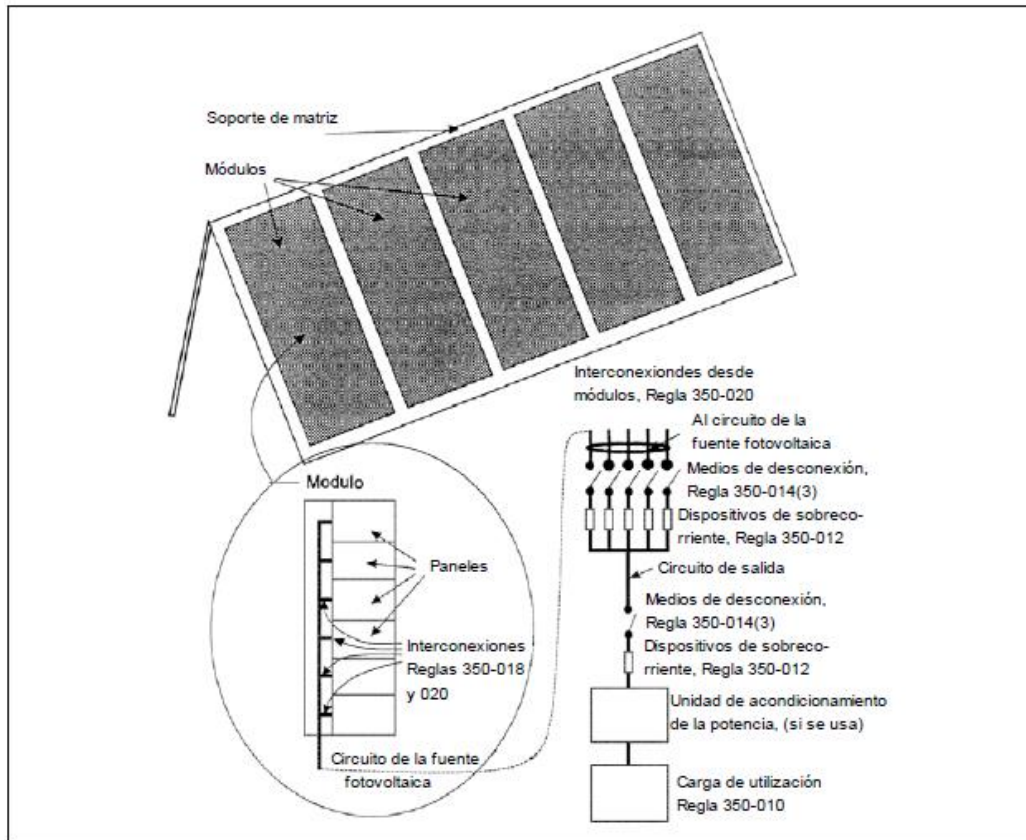
Todos estos valores corresponden a la condición *máxima corriente* (NTP, 2006).

$$S = \frac{2 * 20 * 30Amp}{56 * (1.22)}$$

$$S = 17,564mm^2$$

Figura 5

Típico, Sistema Fotovoltaico Solar



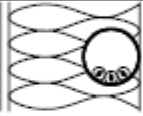
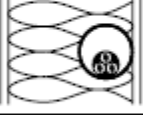


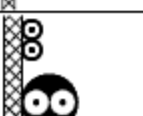
Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2008). SECCIÓN 350: Sistemas Fotovoltaicos Solares. <https://es.slideshare.net/slideshow/manualcneutilizacion-1pdf/251770210>

Para la selección del conductor eléctrico para nuestro sistema de aireación solar fotovoltaico aplicaremos el valor calculado por formula y siendo usos del Código Nacional de Electricidad – Utilización. (tabla 3 y tabla 2)

Figura 6

Métodos de instalación referenciales

Tabla 3
Métodos de instalación referenciales
(NTP 370.301 - IEC 60364-5-523)

Método referencial de instalación		Tabla y columna						
		Capacidades de corriente nominal para circuitos simples				Factor de temperatura ambiente	Factor de reducción por agrupamiento	
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE / EPR				
		Número de conductores						
1	2	2	3	2	3	7	8	
	Conductores aislados dentro de un tubo empotrado en una pared	A1	Tabla 2 Col. 2	Tabla 2 Col. 3	Tabla 2 Col. 14	Tabla 2 Col. 15	Tabla 5A	Tabla 5C
	Cable multipolar en un tubo empotrado dentro de una pared	A2	Tabla 2 Col. 4	Tabla 2 Col. 5	Tabla 2 Col. 16	Tabla 2 Col. 17	Tabla 5A	Tabla 5C
	Conductores aislados dentro de un tubo sobre una pared de madera	B1	Tabla 2 Col. 6	Tabla 2 Col. 7	Tabla 2 Col. 18	Tabla 2 Col. 19	Tabla 5A	Tabla 5C
	Cable multipolar dentro de un tubo sobre una pared de madera	B2	Tabla 2 Col. 8	Tabla 2 Col. 9	Tabla 2 Col. 20	Tabla 2 Col. 21	Tabla 5A	Tabla 5C
	Cable unipolar o multipolar sobre una pared de madera	C	Tabla 2 Col. 10	Tabla 2 Col. 11	Tabla 2 Col. 22	Tabla 2 Col. 23	Tabla 5A	Tabla 5C

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. (2006). TABLAS. Código Nacional de Electricidad – Utilización <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>

Figura 7

Capacidad de corriente en los conductores aislados en canalización o cable

Tabla 2 (Continuación)

(Ver Reglas 030-004, 050-104, 070-012, 070-2212, 150-000, 150-742, 220-008 y 220-016, y Tablas 5A, 5C y 19)

Capacidad de corriente en A de conductores aislados – En canalización o cable

Basada en temperatura ambiente: 30 °C al aire y 20 °C en tierra

Sección nominal del conductor [mm ²]	Método de instalación de acuerdo a la NTP 370.301 (IEC 60364-5-523)												
	A1		A2		B1		B2		C		D		
Aislamiento	XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR		XLPE o EPR		
Temperatura	90 °C		90 °C		90 °C		90 °C		90 °C		90 °C		
Cantidad de conductores	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Cobre													
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22	
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29	
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37	
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46	
10	61	54	57	51	75	68	69	60	80	71	73	61	
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79	
25	106	95	99	69	133	117	119	105	138	119	121	101	
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122	
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144	
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178	
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211	
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240	
150	318	285	290	259	-	-	-	-	441	371	324	271	
185	362	324	329	295	-	-	-	-	506	424	363	304	
240	424	380	386	346	-	-	-	-	599	500	419	351	
300	486	435	442	39	-	-	-	-	693	576	474	396	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. (2006). TABLAS. Código Nacional de Electricidad <http://www.pqsperu.com/Descargas/NORMAS%20LEGALES/CNE.PDF>

De la tabla, para una instalación TIPO C, escogemos el aislamiento XLPE – EPR (Columna 22) con un calibre estándar de 7mm² y un amperaje máximo de 80 Amp.

Aplicando fórmula verificaremos la temperatura de corriente de cortocircuito:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) * (I/I_{max})$$

T : (°C) Temperatura ambiente del lugar

T_0
: (°C) Temperatura de trabajo del Conductor (Temperatura ambiente)

T_{max} : (°C) Temperatura Máxima admisible del Conductor

I : Amp Intensidad

I_{max} : Amp Intensidad Máxima admisible del Conductor

$$T = 24 + (90 - 24) * (30A/138A)$$

$$T = 38,34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Según el Resultado, la temperatura de trabajo del conductor, se encuentra por debajo de los valores admisibles, por lo tanto, la selección es correcta:

- **Conductor Cu XLPE - EPR 7 mm²**
- **Conductor Solar Cu PV ZZ-F 7mm²**

- **Determinando la corriente desde el regulador hasta la batería**

Primeramente, determinaremos la corriente del sistema. Para ello asumimos que se toma la potencia de generación de todos los paneles, reflejados en el lado de 48V.

$$I = \frac{P_{GFV}}{V_{Sist Bat}}$$

Donde:

P_{GFV} = Potencia del panel solar

$V_{Sist Bat}$ = Voltaje del sistema de Baterias

$$I = \frac{3 * 430W}{24V}$$

$$I = 53.75 \text{ A}$$

- *Sección del conductor del regulador hasta la batería*

$$S = \frac{2 * L * I}{56 * (V_A - V_B)}$$

Datos:

S : (mm^2) *Sección del conductor*

L : (m) *Longitud del Conductor*

I : (Amp) *Intensidad*

$(V_A - V_B)$: (V) *Caida de Tensión*

$$S = \frac{2 * 4 * 53.75 \text{ A}}{56 * (0.24\text{V})}$$

$$S = 31.994 \text{ mm}^2$$

Para la selección del conductor aplicaremos el valor calculado por formula y haciendo uso del código nacional de electricidad – Utilización, (tabla 3 y tabla 2). para una instalación TIPO C, escogemos un aislamiento XLPE – EPR (Columna 22) con un calibre estándar de 35mm^2 y un amperaje máximo de 171 Amp.

En seguida, verificamos el criterio de corriente de cortocircuito:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) * (I/I_{max})$$

T : ($^{\circ}\text{C}$) *Temperatura ambiente del lugar*

T_0 : ($^{\circ}\text{C}$) *Temperatura de trabajo del Conductor (Temperatura ambiente)*

T_{max} : ($^{\circ}\text{C}$) *Temperatura Máxima admisible del Conductor*

I : *Amp Intensidad*

I : *Amp Intensidad Máxima admisible del Conductor*

$$T = 24 + (90 - 24) * (53.75\text{A}/171\text{A})$$

$$T = 44.74561^{\circ}\text{C}$$

Según el resultado, la temperatura de trabajo del conductor, se encuentra por debajo de los valores admisibles, por lo tanto, la selección es correcta:

Conductor SGT(BA) 35mm²

- **Determinando la corriente que circula entre la batería y el inversor**

$$I = \frac{P_{GFV}}{V_{Sist Bat}}$$

Donde:

- $P_{inversor}$ = Potencia del Inversor
- $V_{Sist Bat}$ = Voltaje del sistema de Baterías
- I = Corriente del sistema de baterías

$$I = \frac{3000}{24}$$

$$I = 125 \text{ Amp}$$

Sección entre la Batería y el Inversor:

$$S = \frac{2 * L * I}{56 * (V_A - V_B)}$$

Datos:

S : (mm²) Sección del conductor

L : (m) Longitud del Conductor

I : (Amp) Intensidad

$(V_A - V_B)$: (V) Caída de Tensión

$$S = \frac{2 * 5 * 125}{56 * (1.2)}$$

$$S = 18,601 \text{ mm}^2$$

Para la selección del conductor aplicaremos el valor calculado por fórmula y usando el código nacional de electricidad – Utilización, (tabla 3 y tabla 2). para una instalación TIPO C,

Escogemos el aislamiento XLPE-EPR (Columna 22) con un calibre estándar de 25 mm² y un amperaje máximo de 138 Amp

En seguida, verificamos el criterio de corriente de cortocircuito:

$$T = T_0 + (T_{max} - T_0) * (I/I_{max})$$

T : (°C) Temperatura ambiente del lugar

T_0 : (°C) Temperatura de trabajo del Conductor (Temperatura ambiente)

T_{max} : (°C) Temperatura Máxima admisible del Conductor

I : Amp Intensidad

I : Amp Intensidad Máxima admisible del Conductor

$$T = 24 + (90 - 24) * (125/138)$$

$$T = 81,52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Según el resultado, la temperatura de trabajo del conductor, se encuentra por debajo de los valores admisibles, en la eventualidad de uso del inversor a máxima capacidad. Por lo Tanto, Para las condiciones de demanda actual, la selección es correcta

INTERRUPTOR GENERAL AC

$$I = \frac{P}{V * FP}$$

$$I = \frac{2500 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.80}$$

$$I = 14,204 \text{ Ah}$$

Se requiere un interruptor con protección Termomagnéticos 1F, 230VAC

2.2.2. Segundo objetivo específico

Diseñar el sistema de aireación solar fotovoltaico en el programa SolidWorks, para el estanque de la piscigranja

Diseño del sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico

El diseño consistió en diseñar cada componente en SolidWorks que se necesitó **sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico** en diseñar el sistema en el aplicativo SolidWorks

Figura 8

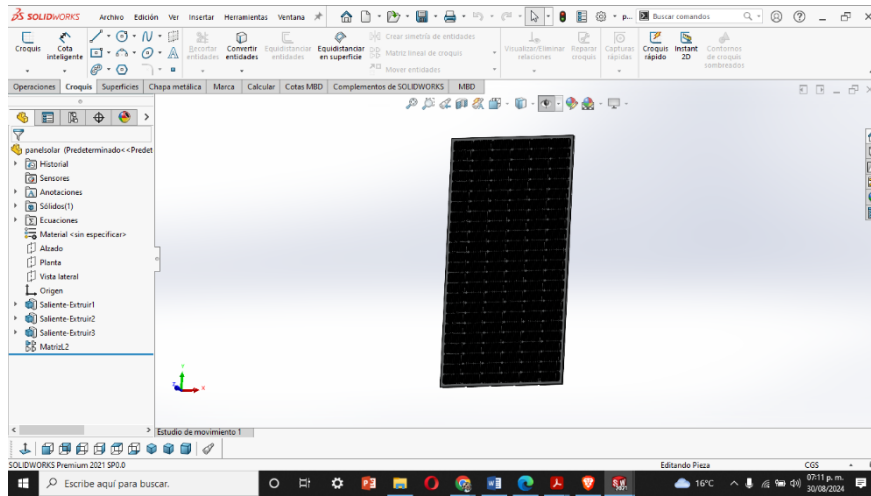
Esquema de conexión del sistema de aireación solar implementado



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9

Diseño del Panel Solar de 430 W

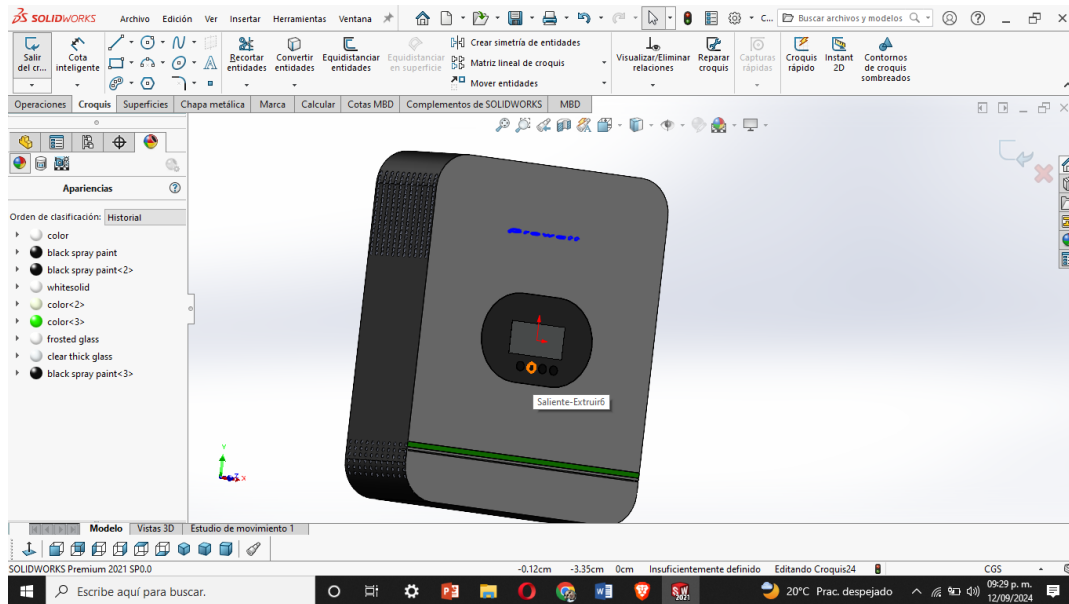


Fuente: Elaboración Propia

Ver planos en el anexo 14

Figura 10

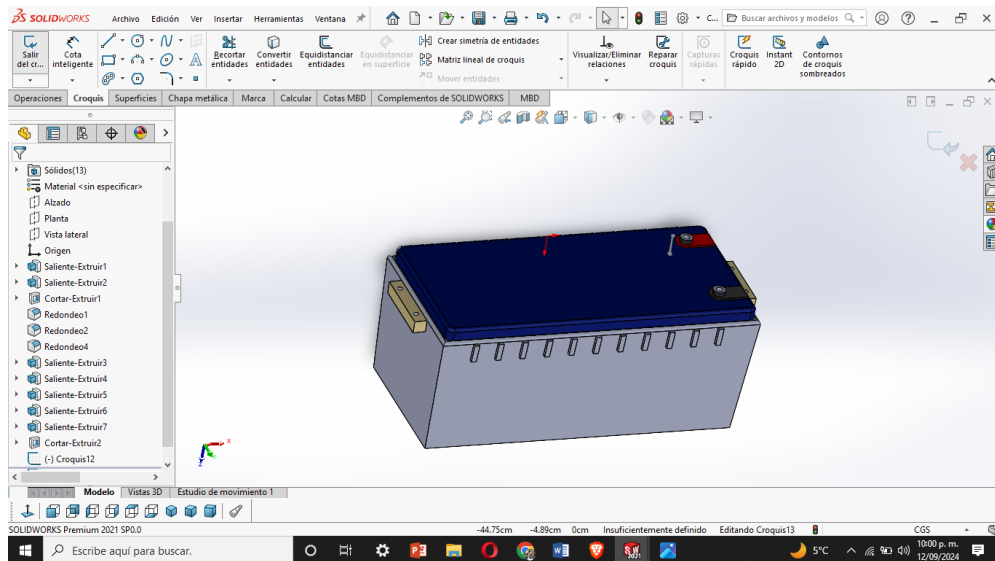
Diseño del inversor Growatt



Fuente: Elaboración Propia

Ver plano en el Anexo 15

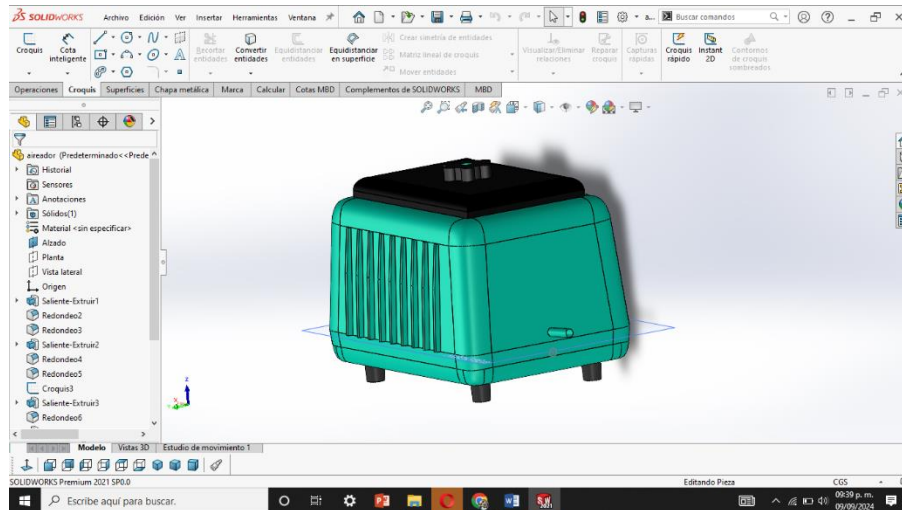
Figura 11
Diseño de la Batería RITAR



Fuente: Elaboración Propia

Ver plano en el Anexo 16

Figura 12
Diseño del Motor de Aire en 3D

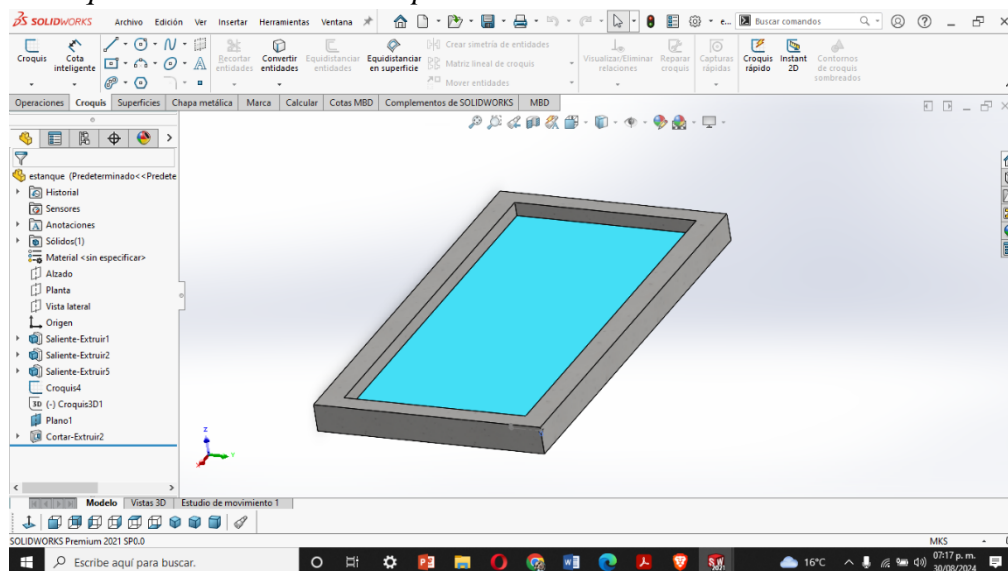


Fuente: Elaboración Propia

Ver plano en anexo 17

Figura 13

Estanque Para el sistema de implementación



Fuente: Elaboración Propia

Ver plano en anexo 18

Diseñar el sistema de aireación solar fotovoltaico en el programa SolidWorks, para el estanque de la piscigranja.

El **Diseño e Implementación de un Sistema de Aireación Solar Fotovoltaico** se refiere al desarrollo y puesta en funcionamiento de una tecnología que utiliza energía solar para mejorar la producción de tilapia en piscigranja. Este sistema, ha sido diseñado en el programa de SolidWorks, el cual incorpora paneles solares fotovoltaicos que convierten la luz solar en electricidad, la cual se utiliza para operar equipos de aireación en nuestro sistema hemos diseñado Motor de aire (Aireador LP-100). El cual nos a permitido aumentar el oxígeno disuelto en el agua.

El incremento de oxígeno en el agua es crucial para promover la salud y el crecimiento de los peces, reducir la mortalidad y mejorar la calidad del agua. Este diseño no solo mejorado la eficiencia de la producción acuícola, sino que también a fomentado el uso de energías renovables, disminuyendo la dependencia de fuentes no sostenibles y reduciendo el impacto ambiental.

2.2.3. Tercer objetivo específico

Implementar el sistema de aireación solar fotovoltaico

Implementación del sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico

El **Sistema de Aireación Solar Fotovoltaico** implementado es una solución tecnológica asido diseñada para mejorar la producción de tilapia en la piscigranja mediante el uso de energía solar. Este sistema, asido diseñado primeramente en SolidWorks en 3D e implementado en la parcela del Centro Poblado (C.P.) de Huarandoza. La implementación consistió en la instalación con los siguientes componentes:

- **Paneles solares fotovoltaicos:** Tres paneles de 430W cada uno, montados en el techo de una casita de campo y conectados en paralelo para maximizar la captación y utilización de energía solar.

Figura 14

Instalación de Paneles Solares



Fuente: Elaboración Propia

- **Inversor Growatt 24V 3000VA/3000W:** Este inversor con un controlador de carga MPPT de 50A y un cargador de 30A convierte la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA) para el uso de los equipos de aireación.

Figura 15

Instalación del Inversor GROWATT



Fuente: Elaboración Propia

- **Batería Gel RITAR 12V 200Ah:** Almacena la energía generada para su uso durante períodos de poca luz solar o durante la noche, asegurando un suministro constante de energía. Las baterías están conectadas en serie para aumentar la capacidad del sistema.

Figura 16

Baterías Conectadas en Serie



Fuente: Elaboración Propia

- **Cableado:** Se utilizan cables de 6mm² y de 14AWG para la conexión eléctrica y la alimentación del aireador.

Figura 17
Cables 14 AWG



Fuente: Elaboración Propia

- **Interruptores Termomagnéticos (ITM):** Dos ITM de 25A y 16A para la protección del sistema eléctrico.

Figura 18
Interruptores Termomagnéticos de 25 Y 16Amp



Fuente: Elaboración Propia

- **Tuberías:** Tuberías de 6 pulgadas para la circulación del agua y tuberías de media pulgada para el suministro de oxígeno desde el motor de aire.
- **Motor de aire LP-100:** Este motor se encuentra cerca de la piscina de la piscigranja, que tiene dimensiones de 8x14m², y se encarga de incrementar el nivel de oxígeno disuelto en el agua.

Figura 19

Motor de Aire LP-100

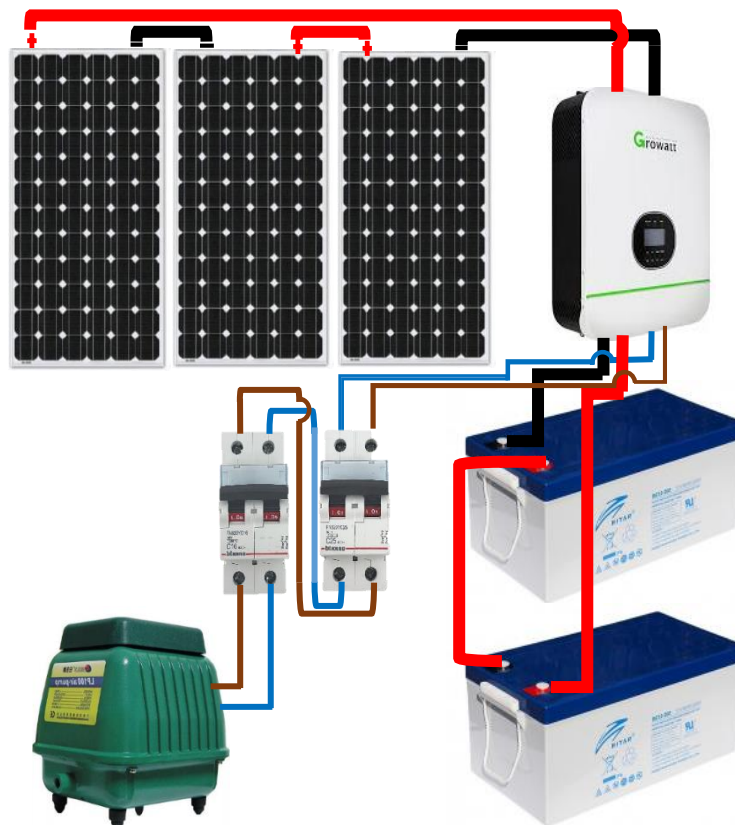


Fuente: Elaboración Propia

El incremento del oxígeno disuelto es esencial para mejorar la salud y el crecimiento de los peces, reduciendo la mortalidad y optimizando la calidad del agua. La implementación de este sistema no solo incrementa la eficiencia en la producción acuícola, sino que también promueve el uso de energías renovables, disminuyendo la dependencia de fuentes de energía no sostenibles y reduciendo el impacto ambiental.

Figura 20

Esquema de conexión del sistema de aireación solar



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, detallaremos el proceso de siembra de alevines e implementación de sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico

a) **Habilitación de los estanques**

Para dar inicio a la ejecución de nuestro proyecto, primero se realizó la habilitación de dos estanques para así poder realizar la siembra de tilapias y analizar las diferencias en la productividad de los mismos.

- **Estanque 1 con el sistema tradicional:** Habilidad de una poza de 8x14m dónde se realizará una siembra común.

Figura 21

Manteniendo del estanque 1 con el sistema tradicional



Fuente: Elaboración Propia

- **Estanque 2 con el sistema de aireación con energía fotovoltaica:** Habilidad de una poza de 8x14m dónde se implementará el sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico.

Figura 22

Mantenimiento del estanque 2 con el sistema



Fuente elaboración Propia

b) Alimentación de agua para los estanques

La alimentación de agua para el estanque 1 y 2 proviene de un canal de riego, para luego ser captado en tubería de 6 pulgadas de PVC tal como se aprecia a continuación.

Figura 23

Llenado del estanque 1 con el sistema tradicional con dimensiones de 8x14m



Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

Alimentación del Estanque 2 con el sistema de aireación con energía fotovoltaica con dimensiones de 8x14m



c) Fuente elaboración Propia

Una vez lista los estanques, se trae las tilapias. La semilla de tilapia es proveniente del centro poblado La Balsa, frontera Perú-Ecuador, para realizar la compra de estos alevines, se realiza por capacidades de medio millar y el traslado desde el lugar de procedencia se realiza en bolsa plástica oxigenadas con aire para que las tilapias no se mueran hasta el lugar de siembra.

Figura 25

Lugar de procedencia de los alevines



Fuente elaboración Propia

Figura 26

Alevines trasladados en bolsa plástica



Fuente elaboración Propia

d) Siembra de medio millar de alevines en la poza, considerando 5 alevines por metro cuadrado, sin el sistema de aireación durante 6 meses

Para analizar la productividad de siembra, se procedió a sembrarlo en ambos estanques, considerando una cantidad diferente para cada una

Estanque 1 con el sistema tradicional: Para el estanque de 8x14m, se consideró una siembra normal, es decir 5 alevines por metro cuadrado. La poza es de 112 metros cuadrados, sembrándose un total de 500 alevines en la poza

Recolección de datos del Estanque 1 con el sistema tradicional:

- **Cantidad de Siembra de alevines:** 500
- **Peso de siembra (día 1):** 1 gramo
- **Peso (a los 64 días):** 8 gramos
- **Peso Meta:** 250 - 300 gramos
- **Crecimiento Diario Estimado:** 1.5 gramos/día (debido a la falta de sistema)
- **Diferencia de Peso Necesaria:** 250 - 8 = 242 gramos (para el peso mínimo)

$$\text{Tiempo Necesario} : \frac{242}{1.5 \text{ gramos por dia}} = 161 \text{ dias}$$

Total, del tiempo para alcanzar peso promedio de 250-300 gramos: 64 días (iniciales)+121 días que equivale a (225 días).

El tiempo estimado para alcanzar el peso promedio 250-300 gramos es de 225 días = (7.5 meses).

Figura 27

Siembra de 500 Alevines



Fuente elaboración Propia

Estanque 2 con el sistema de aireación con energía fotovoltaica:

Siembra de un millar de alevines en el estanque 2, se considerando 10 alevines por metro cuadrado con el sistema de aireación mediante un sistema fotovoltaico, para realizar la medición del tiempo de maduración del pez.

- **Cantidad de Siembra de alevines:** 10000
- **Peso de siembra (día 1):** 1 gramos

- **Peso (a los 64 días):** 12 gramos
- **Peso Meta:** 250 - 300 gramos
- **Crecimiento Diario Estimado:** 2 gramos/día (debido al sistema implementado)
- **Diferencia de Peso Necesaria:** 250 - 12 = 238 gramos (para el peso mínimo)

Cálculo:

$$\text{Tiempo Necesario} : \frac{242}{2 \text{ gramos por día}} = 121 \text{ día}$$

Total, del tiempo para alcanzar peso promedio de 250-300 gramos: 64 días (iniciales)+121 días que equivale a 185 días.

Total, de tiempo para alcanzar el peso promedio de 250 – 300 gramos: es de 185 días que equivale a (6.2 meses).

Figura 28

Siembra de 1000 alevines en el estanque 2 con el sistema de aireación con energía



Fuente elaboración Propia

Instalación de paneles solares

Figura 29

Instalación de Paneles Solares



Fuente elaboración Propia

2.2.4. Cuarto objetivo específico

Evaluación económica del sistema de aireación solar fotovoltaico mediante un análisis de costos y beneficios

Para realizar evolución económica del proyecto, en primer lugar, se cuantifico el monto de la inversión inicial ejecutada y se elaboró el flujo de caja proyectado a 15 años de los beneficios y costos incurridos en la operación del Sistema tradicional y del Sistema implementado, en base al cual se calculó el valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para cada sistema. Es importante mencionar que se ha considerado como tasa de descuento del 6.81 %, la tasa máxima que paga la caja los Andes (30/08/2024).

Fórmula de Valor Actual Neto (VAN):

La teoría del Valor Actual Neto (VAN) permite saber si un proyecto es viable o no. Es un procedimiento que consiste en calcular un número determinado de flujos de caja futuros de un determinado proyecto, para luego descontarlos al año 0 del proyecto. Si la inversión inicial es mayor a los flujos de caja descontados, entonces el proyecto no se realiza, caso contrario, el proyecto debería ser ejecutado. La fórmula que permite hallar el VAN de cualquier proyecto es (Park, 2009):

$$VAN = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} = -C_0 + \frac{C_t}{(1+r)} + \frac{C_t}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+r)^n}$$

Donde:

C_0 = flujo de caja en el tiempo 0 (es decir, ahora). Normalmente, es negativo ya que es la inversión inicial que se realiza.

C_t = flujos de caja a partir del año 1 hasta el año T.

r = tasa de descuento.

Interpretación:

- VAN > 0, la inversión aumenta el valor de la empresa. El proyecto puede ser aceptado.
- VAN < 0, la inversión disminuye el valor de la empresa. El proyecto debería ser rechazado.
- VAN = 0, la inversión no aumenta ni disminuye el valor de la empresa. La decisión de invertir debería basarse en otros criterios.

Fórmula La tasa interna de retorno (TIR)

Según Park, (2009). La tasa interna de retorno (TIR) mide la rentabilidad de un proyecto en manera de porcentaje. Es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto del proyecto adopte el valor de cero.

La fórmula que permite hallar la TIR de un proyecto es:

$$VAN = 0 = C_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1 + TIR)^t}$$

Donde:

C_0 = flujo de caja en el tiempo 0 (es decir, ahora). Normalmente, es negativo ya que es la inversión que se realiza.

C_t = flujos de caja a partir del año 1 hasta el año T.

Interpretación:

Teniendo en cuenta que el costo de oportunidad de capital es “k”, entonces si la

$TIR > k$, se debe aceptar el proyecto

$TIR < k$, se debe rechazar el proyecto

El Cálculo del costo total de implementación con los datos actualizados y luego procederemos con el análisis de costos y beneficios.

4.4.1 Costos de Implementación

a. inversión inicial (C_0)

- Paneles solares (3 paneles de 629 soles cada uno):

$$Costo = 3 \times 629 = 1887 \text{ soles}$$

- Baterías Gel RITAR 12V 200Ah (2 baterías de 1298 soles cada una)

$$Costo = 2 \times 1298 = 2596 \text{ soles}$$

- Inversor Growatt 24V 3000VA/3000W:

$$Costo = 1698 \text{ soles}$$

- ITM de 25Amp y 16Amp (2 unidades a 35 soles cada una):

$$Costo = 2 \times 35 = 70 \text{ soles}$$

- Rollo de cable de 14 AWG:

$$\text{Costo} = 135 \text{ soles}$$

- 20 metros de cable AWG de 5mm (6 soles cada metro):

$$\text{Costo} = 20 \times 6 = 120 \text{ soles}$$

- Tubería PVC de 6 pulgadas:

$$\text{Costo} = 120 \text{ soles}$$

- Motor de aire (LP-100):

$$\text{Costo} = 825 \text{ soles}$$

- Instrumento de medición de oxígeno (Modelo BLE-C600):

$$\text{Costo} = 120 \text{ soles}$$

- Multímetro digital de gancho marca Truper:

$$\text{Costo} = 135 \text{ soles}$$

- Costo de mano de obra:

$$\text{Costo} = 200 \text{ soles}$$

- Construcción de la piscigranja:

$$\text{Costo} = 1200 \text{ soles}$$

- Tubería y accesorios de PVC de 1/2":

$$\text{Costo} = 50 \text{ soles}$$

- Mangueras difusoras (suponemos una unidad):

$$\text{Costo} = 84 \text{ soles}$$

Flujo de caja:

1. Ingresos por venta de tilapias:

Estanque 1, sistema tradicional: Para este caso se realiza una cosecha cada año.

La tilapia ingresa al mercado: 300g

Cosecha total de tilapias anual: 500 tilapias

Venta por Kg de tilapia: 18 soles

$$150 \left(\frac{kg}{Cosecha} \right) * 18 \left(\frac{soles}{kg} \right) = 2700 \text{ soles/cosecha}$$

El periodo de tiempo de cosecha de 8 meses

Tabla 4

Producción y Venta Anual estanque 1 con el sistema tradicional

años	Producción anual proyectado (kg)	Venta anual proyectada (S/)
1	150	2700
2	150	2700
3	150	2700
4	150	2700
5	150	2700
6	150	2700
7	150	2700
8	150	2700
9	150	2700
10	150	2700

Fuente: Elaboración Propia

Estanque 2, sistema implementado: Con ese sistema se realiza dos cosechas cada año.

La tilapia ingresa al mercado: 250g

Cosecha total de tilapias anual: 1000 tilapias

Venta por Kg de tilapia: 18 soles

$$500 \left(\frac{kg}{Cosecha} \right) * 18 \left(\frac{soles}{kg} \right) = 9000 \text{ soles/cosecha}$$

El periodo de tiempo de cosecha de 7 meses

Tabla 5

Producción y Venta Anual estanque 2, con el sistema de aireación con energía fotovoltaica.

Años	Producción anual proyectado (kg)	Venta anual proyectada (S/)
1	500	9000
2	500	9000
3	500	9000
4	500	9000
5	500	9000
6	500	9000
7	500	9000
8	500	9000
9	500	9000
10	500	9000

Fuente: Elaboración Propia

2. Costo de Alimento Balanceado Anual:

- Estanque 1 con el sistema tradicional: 1750 anuales
Mano de obra para la alimentación de tilapia: 500 soles
- Estanque 2 con el sistema de aireación con energía fotovoltaica: 3500 Soles de tilapia anuales
Mano de obra para la alimentación de tilapia: 1000 soles
Procedimiento

3. Flujo de caja proyectado:

En la tabla 4 se muestra el flujo de caja proyectado a 10 años en la cual se detalla los ingresos y el valor de recupero de la inversión, en valores positivos y los egresos y la reinversión en valores negativos, considerando que la vida útil de la manguera difusora es 4 años, Medidor de oxígeno son de 5 años, la vida útil de Multímetro digital es de 7 años, Batería tiene 5 años y como valor de recupero el sistema de aireación fotovoltaico al año 10 el valor de recupero.

Tabla 6

Flujo de Caja Proyectado

FLUJO DE CAJA PROYECTADO MÉTODO TRADICIONAL											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Egresos	1250	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
Inversión construcción poza	1250										
Alimento balanceado		1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
Mano de obra para alimentación		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Mantenimiento	-1250	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Saldo de caja		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
VAN	S/ 590.02										
TIR	15%										

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Flujo de Caja Proyectado

FLUJO DE CAJA PROYECTADO METODO SISTEMA DE AIERACIÓN FOVOTOVOLTAICO											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000
Egresos	9140	4900	4900	4900	4984	7616	4900	5035	4900	4900	7496
Inversión Equipamiento	9140				84	2716		135			2596
Alimento balanceado		3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Mano de obra para la alimentación		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Mantenimiento		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Saldo de caja	-9140	4100	4100	4100	4016	1384	4100	3965	4100	4100	1504
VAN	S/ 17, 400.89										
TIR	41%										

Fuente: Elaboración Propia

III. RESULTADOS:

3.1. PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO

- Calcular la demanda de energía eléctrica requerida para la aireación solar fotovoltaico

Materiales:

A continuación, se muestra las tablas de las características técnicas de los Paneles solares y los componentes utilizados en nuestro proyecto.

Tabla 8

Características del Panel solar fotovoltaico

Característica	Valor
Potencia Máxima (Pmax)	430 W
Voltaje en Circuito Abierto (Voc)	48.5 V
Corriente de Cortocircuito (Isc)	11.31 A
Voltaje a Máxima Potencia (Vmp)	40.7 V
Corriente a Máxima Potencia (Imp)	10.57 A
Tolerancia de Potencia	0/+3%
Corriente Máxima del Fusible en Serie	30 A
Voltaje del Sistema Máximo	1500 V DC
Clasificación FV de Módulo	Clase A
Temperatura de Operación Nominal de Célula (NOCT)	45±2°C
Coefficiente de Temperatura de Potencia	-0.35%/°C
Peso	24.6 kg
Dimensiones	2094 x 1038 x 35 mm
Tecnología de Células	Mono-Si (Silicio Monocristalino)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9*Características de la Batería CG 12-200*

Parámetro	Descripción
Marca	RITAR
Modelo	CG 12-200
Celdas por Unidad	6
Voltaje Nominal	12V
Capacidad Nominal	200Ah a 10h de capacidad a 1,80 V por Celda de 25°C
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	522 x 240 x 218 mm (aproximadamente)
Peso	Aproximadamente 60 kg (Tolerancia $\pm 1.5\%$)
Vida Útil	12 Años (carga flotante)
Corriente de Carga Máxima	60A
Autodescarga	$\leq 3\%$ por mes a 25°C
Temperatura de Operación	25°C
Temperatura de Carga	0°C a 50°C
Temperatura de Descarga	-20°C a 60°C
Voltaje de Carga flotante	13.6V – 13.8V a 25 °C
Voltaje de uso de ciclo	14.6V – 14.8V a 25°C
Tipo de Conexión	Terminal de tornillo
Aplicaciones	Energía solar, sistemas de respaldo, UPS, telecomunicaciones

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10*Características del inversor Growatt*

Característica	Detalle
Nombre del Producto	Inversor Growatt 24V 3000VA/3000W (Inversor + Cargador + Regulador MPPT)
Código del Producto	SPF3000TL HVM24
Controlador de carga MPPT	Integrado
Red configurable o prioridad de entrada solar	Sí
Monitoreo remoto opcional	WIFI / GPRS
Potencia Nominal	3000VA / 3000W
Voltaje de Entrada	24V
Rango de Frecuencia	50Hz/60Hz
Regulación del Voltaje de Salida (modo batería)	230 VAC \pm 5%
Potencia Máxima (Picos de Arranque)	6000VA
Eficiencia	93%
Tipo de Onda	Onda sinusoidal pura
Tensión de la Batería	24V
Corriente de Carga del Regulador	50A
Corriente de Carga del Cargador	30A
Consumo de Energía en Stand-by	2W
Medidas	120 x 315 x 390 mm
Peso	8 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11*ITM de 25Amp y 16Amp*

Parámetro	Descripción
Tipo	Interruptor Termomagnético (ITM)
Amperaje	25A y 16A
Voltaje Nominal	230V AC
Protección	Sobrecarga y cortocircuito
Montaje	Din-Rail o montaje en panel

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12*Características técnicas del Rollo de cable 14 AWG*

Característica	Descripción
Marca	INDECO S.A.
Norma	THW-90 450/750 V
Sección	2.5 mm ² – 500 mm ² (incluyendo AWG 14)
Calibre AWG	14
Material del conductor	Cobre blando, clase B
Aislamiento	PVC Low smoke
Características del aislamiento	Buena resistencia dieléctrica, a la humedad, productos químicos, grasas, aceite y al calor hasta la temperatura de servicio. Retardante a la llama.
Colores disponibles	2.5 a 10 mm ² : Amarillo, azul, blanco, negro, rojo, verde. Mayores de 16 mm ² : Solo en color negro.
Embalaje	De 2.5 a 10 mm ² : En rollos estándar de 100 metros. De 16 a 500 mm ² : En carretes de madera.
Voltaje nominal	450/750 V
Temperatura de operación	Hasta 90°C
Resistencia a la llama	Retardante a la llama
Resistencia a productos químicos	Alta resistencia a productos químicos, grasas, y aceites

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13*Características del Conductor 10 AWG*

Parámetro	Descripción
Tipo	Cable eléctrico de cobre
Diámetro del Conductor	(AWG 10)
Voltaje Nominal	600V
Aislamiento	PVC
Temperatura de Operación	-20°C a 75°C

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14*Características de la Tubería PVC de 6 pulgadas*

Parámetro	Descripción
Tipo	Tubería de PVC rígido
Diámetro	6 pulgadas (152.4 mm)
Espesor	Varía según el fabricante
Aplicación	Sistemas de conducción de agua, aire, o desagüe

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15*Características de la Bomba de Aire Resun LP-100*

Característica	Valor
Modelo	LP-100
Voltaje de Operación	AC 220 V
Frecuencia	50 Hz
Potencia	100 W
Capacidad de Salida	140 litros/minuto
Presión de Operación	0.042 MPa
Certificación	IPX4, CE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16*Instrumento de Medición de Oxígeno (BLE-C600)*

Parámetro	Descripción
Tipo	Medidor de oxígeno disuelto
Rango de Medición	0-20 mg/L (según especificación del fabricante)
Precisión	±0.1 mg/L o mejor
Temperatura de Operación	0°C a 50°C
Pantalla	LCD

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17*Multímetro Digital de Gancho Marca Truper*

Parámetro	Descripción
Tipo	Multímetro Digital de Gancho
Rango de Medición	0-1000V (voltaje), 0-100A (corriente)
Precisión	±1% o mejor
Funciones	Voltaje AC/DC, Corriente AC/DC, Resistencia
Pantalla	LCD

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18*Tubería y Accesorios de PVC de 1/2"*

Parámetro	Descripción
Tipo	Tubería de PVC y accesorios
Diámetro	1/2 pulgada (12.7 mm)
Aplicación	Conducción de aire o agua en sistemas pequeños

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19*Mangueras Difusoras*

Parámetro	Descripción
Tipo	Mangueras para difusión de aire
Diámetro	10 mm
Material	Silicona o PVC
Aplicación	Aireación de estanques o acuarios

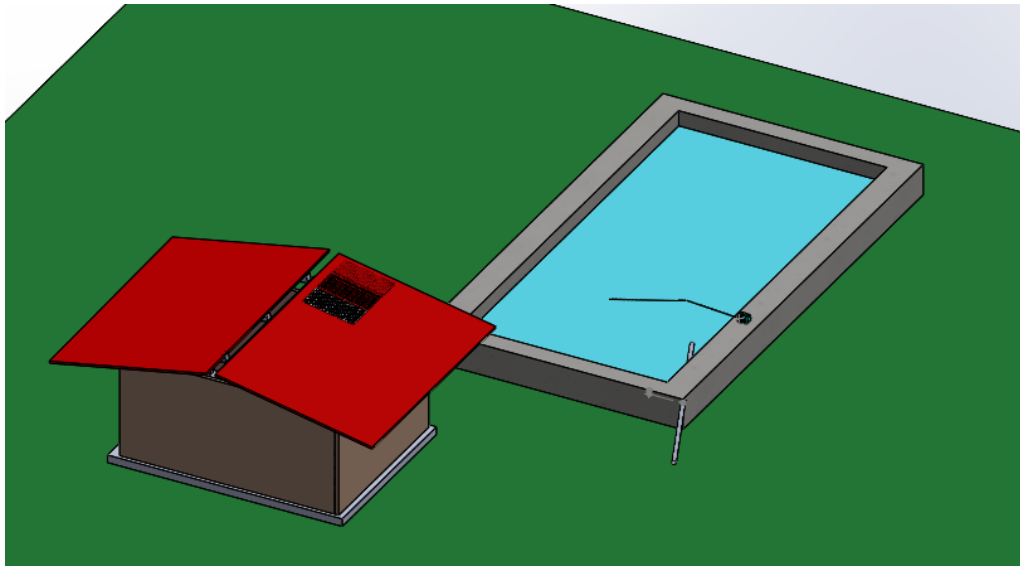
Fuente: Elaboración Propia

3.2. SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO

- Diseñar el sistema de aireación solar fotovoltaico en el programa SolidWorks, para el estanque de la piscigranja.

Figura 30

Diseño en 3D del sistema de Aireación Solar Fotovoltaico



Fuente: Elaboración Propia

3.3. TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO

- Implementar el sistema de aireación solar fotovoltaico.

Estanques construidos: En el **anexo 1 y 2** tal se muestra fotografías de los estanques construidos en la cual se puede observar.

Motor aireador: En el **anexo 3** tal se puede apreciar el motor en funcionamiento brindando el oxígeno al estanque 2 de la piscigranja.

Sistema Fotovoltaico: En los siguientes anexos, se muestra las fotografías del sistema fotovoltaico que se instaló para generar energía eléctrica en el estanque 2 y la vivienda de la Piscigranja Huarandoza, el sistema incluye los siguientes materiales:

- Instalación de los Paneles solares, **ver Anexo 4.**
- Instalación del Inversor, **ver Anexo 5.**
- Instalación de Baterías, **ver Anexo 6.**

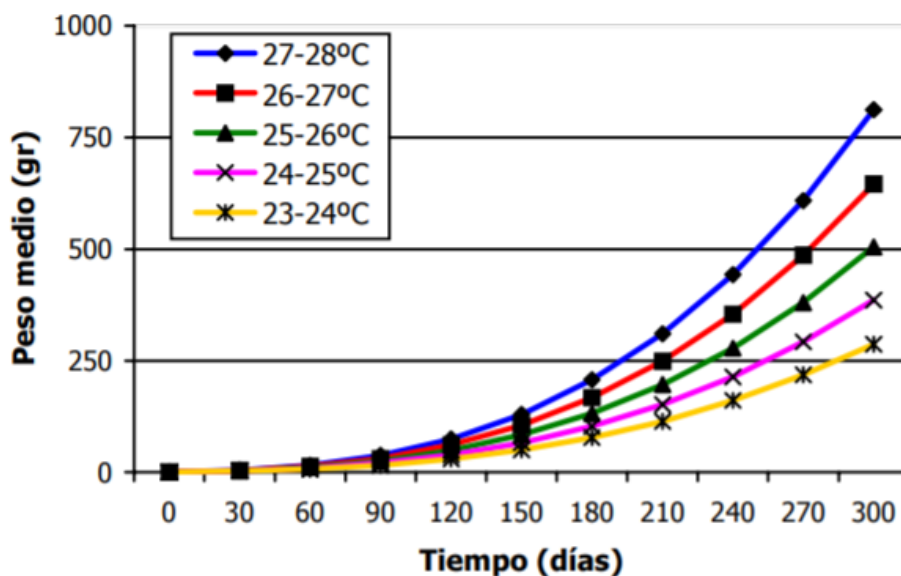
- Instalación de los conductores, **ver Anexo 7.**
- Vivienda de la piscigranja con el sistema Fotovoltaico instalado **ver anexo 8**

Requerimientos del Cultivo de Tilapia: Calidad del Agua

La tilapia (*Oreochromis spp.*) es un pez resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimentos, tolera aguas con variabilidad de pH y bajas concentraciones de oxígeno. Comúnmente es cultivado en estanques y jaulas. El desarrollo de los peces depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que, para lograr una buena producción, es importante que las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua se mantengan dentro de los parámetros óptimos para la especie a cultivar. Un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. En el presente artículo se mencionan las principales características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua para el cultivo de tilapia, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, la relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas de calidad del agua.

Figura 31

Curvas de crecimiento de tilapia para varias temperaturas de agua



Fuente: La imagen presenta el crecimiento que tiene el pez tilapia en función a la temperatura. Tomado de Equipo Editorial INTAGRI. (2021), Requerimientos del Cultivo de Tilapia: Calidad del Agua. Obtenido de: <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/requerimientos-del-cultivo-de-tilapia>

El peso promedio requerido para la comercialización de tilapias varía, pero generalmente se consideró un peso de 200-300 gramos es ideal para el mercado. Continuación presentaremos la tabla hasta que los alevines alcanzaron con su peso promedio 250 hasta los 300 gramos, considerando un crecimiento constante

Tabla 20

Estanque 1, con el sistema tradicional (500 tilapias sembradas)

Día	Peso (gramos)	Consumo de Alimento (kg)	Costo de Alimentación (S/.)	Ganancia de Peso (gramos)	Ganancia Acumulada (gramos)	Costo Total (S/.)	Ingreso Total (S/.)
1	1	0	0	0	0	0	-
64	8	0.80	5.60	7	7	5.60	-
94	40	1.60	11.20	32	39	16.80	-
124	85	2.40	16.80	45	84	33.60	-
154	135	3.20	22.40	50	134	55.00	-
184	185	4.00	28.00	50	184	82.00	1665
210	250	5.40	37.80	65	249	115.00	2250

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Estanque 2 con Sistema Implementado (1000 tilapias sembradas)

Día	Peso (gramos)	Consumo de Alimento (kg)	Costo de Alimentación (S/.)	Ganancia de Peso (gramos)	Ganancia Acumulada (gramos)	Costo Total (S/.)	Ingreso Total (S/.)
1	1	0	0	0	0	0	-
64	12	1.20	8.40	11	11	8.40	-
94	50	2.40	16.80	38	49	25.20	-
124	100	3.60	25.20	50	99	50.40	-
154	150	4.80	33.60	50	149	84.00	2700
170	250	6.00	42.00	100	249	126.00	4500

Fuente: Elaboración Propia

Notas:

- **Consumo de Alimento:** Se ajusta a los períodos específicos de crecimiento.
- **Costo de Alimentación:** Calculado a 7 soles por kg.
- **Ganancia de Peso:** Incremento en el peso durante el período.
- **Costo Total:** Suma acumulativa del costo de alimentación.
- **Ingreso Total:** Basado en un precio de venta de 18 soles por kg.

Rentabilidad: Diferencia entre el ingreso total y el costo total.

Tabla 227

Pesos de las tilapias del estanque 1 y 2

Característica	Estanque 1, con el sistema tradicional	Estanque 2 con Sistema Implementado
Peso Inicial a los 90 días (gramos)	8	12
120 meses	82.2	140
Crecimiento Diario Estimado (g/día)	2.0	3.0
Peso Meta (gramos)	250 - 300	250 - 300
Diferencia de Peso Necesaria (gramos)	242	238
Tiempo Adicional Necesario (días)	121	80
Tiempo Total (días)	211	170
Tiempo Total (meses)	7.0	5.7

Fuente: Elaboración Propia

Ver anexo 9, 10, 11, 12, 13 y 14

Tabla 23

Mediciones de los parámetros del agua del estanque 2 con el sistema implementado, de tilapias

ID	Nombre del modelo	Date	EC (Ud)	TDS (Ud)	SALT (%)	SALT (TDS) (Ud)	SALT (S.G.)	pH	ORP (mV)	Temperatura (°C)	Temperatura (°F)
1	BLE-C600	2024-07-12 14:02:43	40 uS/cm	20 ppm	0.00	20 ppm	0.999	8.50	191	23.0	73.4
2	BLE-C600	2024-07-12 14:00:05	40 uS/cm	20 ppm	0.00	20 ppm	0.998	7.83	185	24.2	75.6

Fuente: Elaboración Propia

Ver Anexo 13

3.4.CUARTO OBJETIVO ESPECIFICO:

- **Evaluación económica del sistema de aireación solar fotovoltaico mediante un análisis de costos y beneficios.**

Tabla 24

Cuadro Comparativo de los costos de inversión estanque 1 y estanque 2

	Materiales	Estanque 1 con el Sistema Tradicional (soles)	Estanque 2 con el sistema implementado (soles)
Habilitación (Mantenimiento)	-	1200	1200
	- Motor de aireación,	-	825
	- Mangueras difusoras.	-	84
Sistema de aireación	- Tubería de PVC 1/2",	-	50
	- Tubería de PVC 6",		120
	Medidor oxígeno (Modelo BLE-C600):)	-	120
	- Paneles Solares	-	1887
Implementación Sistema Solar Fotovoltaico.	- Baterías	-	2596
	- Inversor	-	1698
	- Cableado	-	255

- Sistema de protección	-	70
- Multímetro Digital.	-	135
Costo de alevines de tilapia	50	100
Total de inversión (C₀)	1250	8990

Fuente: Elaboración Propia

Resultados:

Tabla 25

Tabla de resultado de Valoración económica

	Siembra Tradicional	Sistema implementado
VA	S/ 590,02	S/ 17 400.89
TIR	15%	S/ 41

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

Mediante el diseño e implementación de un sistema de aireación solar fotovoltaico, se logró mejorar la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio – Cajamarca, asimismo se validó la hipótesis del proyecto que “Mediante el diseño e implementación de un sistema de aireación solar fotovoltaico, se mejorará la producción de tilapia en la piscigranja de Huarandoza, San Ignacio - Cajamarca”.

Los resultados obtenidos en el estanque 2 con el sistema implementado de aireación, el peso de la producción de tilapia fue superior en 50% y el tiempo de salida se redujo en 66% a comparación con el estanque 1 con el sistema tradicional. Estos resultados coinciden con el estudio de Betanzo Torres (2020) el cual evidencia que la implementación de un sistema fotovoltaico ofrece a la acuicultura la posibilidad de producir tilapias a un menor costo de producción, además los resultados económicos y financieros de la investigación, confirman la viabilidad de los sistemas fotovoltaicos para las Unidades de Producción Acuícola.

El sistema de aireación implementado ha reducido el tiempo de crecimiento de la tilapia, ya que el aire producido por los aireadores, brinda el oxígeno necesario para las tilapias, además la tasa de mortalidad es menor debido a que evita el estrés de los mismos, lo cual coincide con los resultados de la investigación de Barba Jaramillo (2015), donde menciona que el tiempo de crecimiento de la tilapia en la piscina con aireación forzada se redujo en 3 semanas, es decir, alcanzó su tamaño comercial deseado en 5 meses y 1 semana, a diferencia de un sistema tradicional.

El estanque de 100 m^2 implementado con un sistema de aireación mediante un sistema solar fotovoltaico de 1500 W , se mantuvo oxigenado con un aireador Resun LP-100 100 Wh , aumentando la producción de tilapia. Estos resultados coinciden con el estudio de Charry y Pérez (2020), quienes implementaron un sistema de oxigenación energizado a través de un sistema fotovoltaico de 2500 W para 4 estanques, sumando un área total de 255 m^2 , las cuales fueron oxigenadas con 4 aireadores Resun MPQ-906 120 Wh para mejorar la producción de tilapia.

Con el uso de sistemas solares fotovoltaicos, se reduce considerablemente los costos a largo plazo, además nos ha permitido mejorar la producción de tilapia y satisfacer la demanda energética de los aireadores. Estos resultados coinciden con el estudio de Pesantez et al., (2015), donde afirman

que con la integración de sistemas solares reducen significativamente los costos de operación e incrementan la competitividad de los sectores productivos, así mismo, la tecnología solar garantiza la rápida recuperación de la inversión, del suministro eléctrico de la elevada fiabilidad y una sustancial mejora de la eficiencia energética de la producción de las empresas del sector camaronero del Ecuador.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se implementó un sistema de paneles solares con una capacidad de generación de 1500W, suficiente para cubrir la demanda energética de 913W. Este sistema garantiza el funcionamiento de un aireador de 100Wh, indispensable para la aireación de una piscigranja de 100 m² con 60 m³ de agua, destinada a la crianza de un millar de tilapias. Además, el sistema proporciona energía para alimentar 4 focos LED, una laptop y un celular en la vivienda ubicada en la piscigranja del C.P. de Huarandoza, demostrando su eficiencia y sostenibilidad para las necesidades de la instalación.

La producción de tilapias en el estanque 2 con el sistema implementado alcanzó su peso promedio de 250-300 gramos en 5.70 meses, mientras que en el estanque con el sistema tradicional se logró en 7 meses. Esto representa una reducción del tiempo de producción de 1.3 meses, demostrando la mayor eficiencia del sistema implementado. Esta mejora no solo optimiza el ciclo de crecimiento, sino que también podría traducirse en beneficios económicos para la acuicultura.

A partir de la **Tabla 23**, se concluye que el sistema solar fotovoltaico representa una opción más rentable y eficiente en comparación con el sistema convencional. El análisis económico muestra que el Valor Actual (VA) del sistema fotovoltaico asciende a \$55,822.98, superando significativamente el VA del sistema convencional, que es de \$47,873.98. Además, aunque la Tasa Interna de Retorno (TIR) del sistema convencional es considerablemente alta (391%), esto puede estar asociado a mayores costos operativos y una dependencia de fuentes de energía menos sostenibles. En cambio, la TIR del sistema fotovoltaico, que es del 64%, refleja una inversión más estable y sostenible a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila Vargas, J. S., & May Riaño, D. D. (2020). *Diseño de un sistema inteligente y autosostenible de oxigenación de estanques utilizados en*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33265/Jeavilav.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barba Jaramillo, C. A. (2015). *Aireación de las piscinas de cultivo de tilapia roja (areochromis sp.) y su influencia en la productividad*
- Charry Tovar, A. F., & Pérez Osorio, D. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de oxigenación para cultivo de tilapia alimentado con energía fotovoltaica*. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/b41c0230-0287-4d37-acfa-cab5eceb161f/content>
- Espín Padilla, J. C., & Jurado Olalla, J. V. (2019). *“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA TÉRMICO INDUSTRIAL QUE REGULE AUTOMÁTICAMENTE LA TEMPERATURA Y AIREACIÓN DEL AGUA, PARA UN ESTANQUE DE CULTIVO DE TILAPIAS UBICADO EN LA FINCA EXPERIMENTAL “LA MARÍA” DE LA UTEQ”*. Proyecto de Investigación:. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b25f0ba5-4827-4cb0-a8be-756500dd66d5/content>
- ANDINA. (30 de Junio de 2023). *ANDINA (Agencia Peruana de Noticias)*. Obtenido de Cajamarca produjo 47,000 toneladas de especies acuícolas en el primer semestre: <https://andina.pe/agencia/noticia-cajamarca-produjo-47000-toneladas-especies-acuicolas-el-primer-semester-945773.aspx>
- Betanzo Torres, E. A. (2020). *Diseño de un sistema solar fotovoltaico (SFVI) para la producción de tilapia (Oreochromis niloticus)*.
- Charry Tovar, A. F. Y Pérez Osorio, D. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de oxigenación para cultivo de tilapia alimentado con energía fotovoltaica*.
- Espin Padilla, J. C. y Jurado Olalla, J. V. (2019). *Diseño y construcción termico industrial que regule automaticamente la temperatura y aireación del agua, para un estanque de cultivos de tilapias ubicado en la finca experimental "La maria" de la UTEQ*.
- grupoelektra. (2014). *DEPARTAMENTO RENOVABLES*. Obtenido de <https://www.grupoelektra.es/blog/wp-content/uploads/2014/10/como-somos-los-delektra-que-son-las-HSP.pdf>
- GEG Corporation (2022). Especialista en paneles solares. Obtenido de <https://gegcorporation.com/cursos/especialista-en-paneles-solares/28/3>
- Herrera, J. (2023). *LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA CRECIÓ EN 2022*. Obtenido de <https://www.infopesca.org/content/brasil-la-produccion-de-tilapia-crecio-en-2022-0>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2019). *METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN* . Obtenido de <https://trabajosocialsantafe.org/wp-content/uploads/2019/02/Sampieri-Methodologia-de-la-Investigacion-sampieri.pdf>
- Jaramillo, C. A. (2015). *Aireación de las piscinas de cultivo de tilapia roja (areochromis sp.) y su influencia en la productividad* . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10324/3/CD-6152.pdf>
- Júlia , P. O. (10 de Mayo de 2021). *El cultivo de tilapia a nivel mundial y patologías más importantes* . Obtenido de Veterinaria Digital: https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-cultivo-de-tilapia-a-nivel-mundial-y-patologias-mas-importantes/#Cultivo_de_tilapia_a_nivel_mundial
- May Riaño, D. D. y Avila Vargas, J. E. (2020). *Diseño de un sistema inteligente y autosostenible de oxigenación de estanques utilizados en piscicultura*.
- Miguel, A. A. (2005). *Dimencionado de sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de <https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente45301.pdf>
- NTP. (2006). *SISTEMAS FOTOVOLTAICOS HASTA 500WP*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/563001265/NORMA-TECNICA-PERUANA-SISTEMA-SOLAR-FOTOVOLTAICO-7310-399-403-1>
- Park, C. (2009). *Fundamentos de ingeniería económica - Chan S Park 2da.pdf*. Obtenido de https://www.academia.edu/35739419/Fundamentos_de_ingenieria_economica_Chan_S_Park_2da_pdf
- Pesantez, J. P., Ríos Villacorta, A., & González Redrován , J. (2021). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. Obtenido de https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/1208/547
- Rosero Somoza, J. D. y Sotomayor Alvarado, J. A. (2021) *Análisis y diseño de un sistema solar fotovoltaico asilado para alimentación automática AQ1 SYSTEM en la industria de cultivo acuícola* [Tesis de Título, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21179/1/UPS-GT003446.pdf>
- Salas, D. (2022, 06 de Mayo). *CRIANZA DE TILAPIAS*. Proyectos Peruanos. Consultado el 06 de abril: <https://proyectosperuanos.com/tilapias/>
- Townsend, J. (2024). taller de investigación: Orientaciones Metodológicas en la elaboración de trabajos de investigación. Obtenido de <https://www.thesisworkshop.com/p/metodo-de-investigacion.html>

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico aquel que me dio la esperanza y el futuro, aquel nació, murió, resucito y se levantó por mí de entre los muertos, a él la honra, a él la gloria, el poder, la alabanza, el honor y la magnificencia, la dedico a nuestro Señor Jesucristo, a él y a él solamente a él sea la gloria por lo siglos de los siglos amen.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, por darme la vida, la salud, la sabiduría y la inteligencia, también al Dr. Ing. Shimabuku Ysa Ricardo Angel quien nos apoyó y orientó permanentemente en el desarrollo de nuestro proyecto de tesis, seguidamente agradecer a mis queridos padres y hermanos, y familia espiritual quienes Dios puso en mi camino y fueron el sustento económico y espiritual en mi vida profesional.

ANEXOS

PROYECTO:	PISCIGRANJA
FUENTE:	RIACHUELO
DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
PROVINCIA:	SAN IGNACIO
DISTRITO:	HUARANGO
LOCALIDAD:	HUARANDOZA

Anexo 1

Estanque 1, de dimensiones 8 × 14m construido para el sistema tradicional



Fuente: elaboración Propia

Anexo 2

Estanque 2 para el sistema de aireación Solar Fotovoltaico.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3

Instalación del motor aireador (LP-100)



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

Instalación de Paneles Solares



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5

Instalación del Inversor GROWATT.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6

Instalación de la Batrias Marca RITAR



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7

Conductores



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9

Sistema Fotovoltaico instalado



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8

Pesca de tilapias para ver su desarrollo de los estanques



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10

Pesado de las tilapias para conocer su peso promedio



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11

Peso por unidad de tilapia para conocer el peso promedio de la tilapia con el sistema de aireación solar Fotovoltaico de noventa días.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12

*Imagen de Peso promedio de tilapias Estanque 1
Con el sistema Tradicional de 90 dias*



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13

*Medición de los parámetros del agua del estanque 2 con el sistema
de aireación solar Fotovoltaico.*



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14

Imagen de Peso de 9 tilapias Estanque 1 Con el sistema Tradicional de 120 días peso promedio de 140 gramos



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15

Imagen de Peso o de 9 tilapias Estanque 1 con el sistema tradicional peso promedio de 82.2 gramos



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16

Pescado de tilapia para la venta en la etapa Final estanque 1 con el sistema tradicional.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17:

Pescado de tilapia para la venta etapa final estanque 2 con el sistema implementado solar Fotovoltaico



Fuente: Elaboración Propia

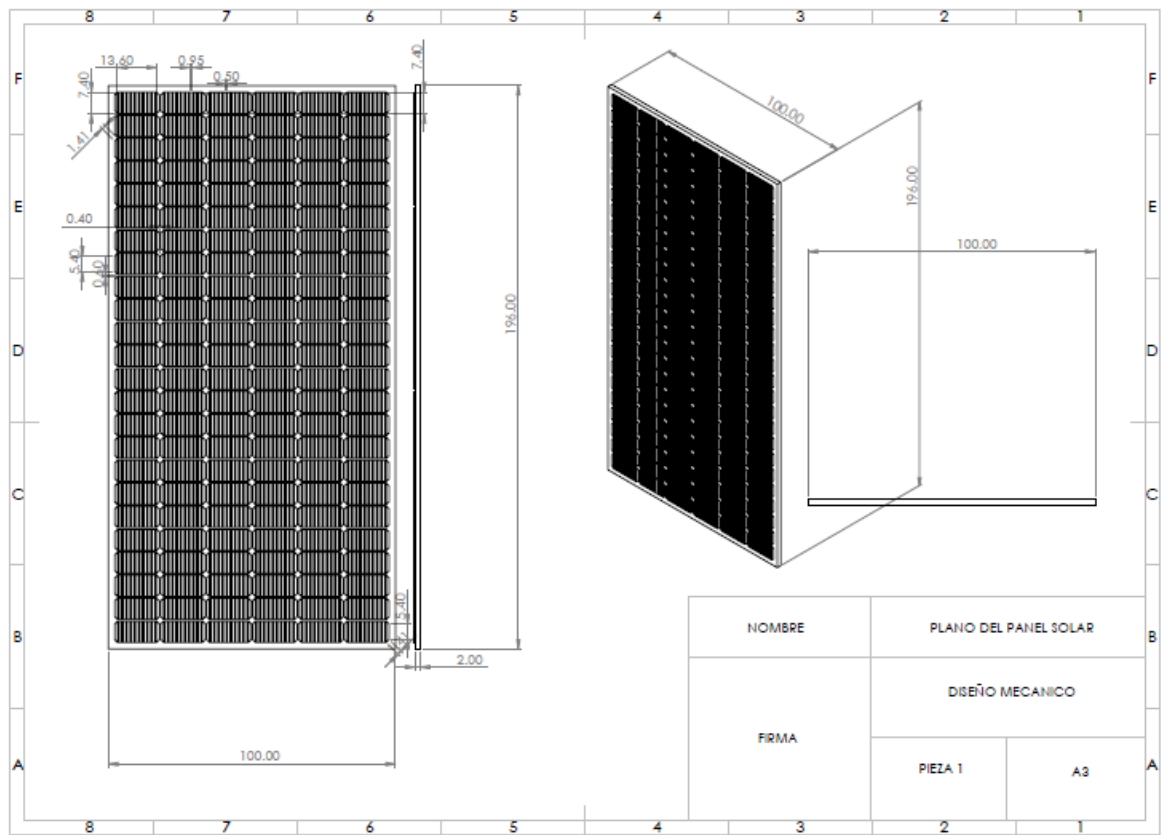
Anexo 18
Peso Promedio de la tilapia salido a la venta con 250 gramos.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19

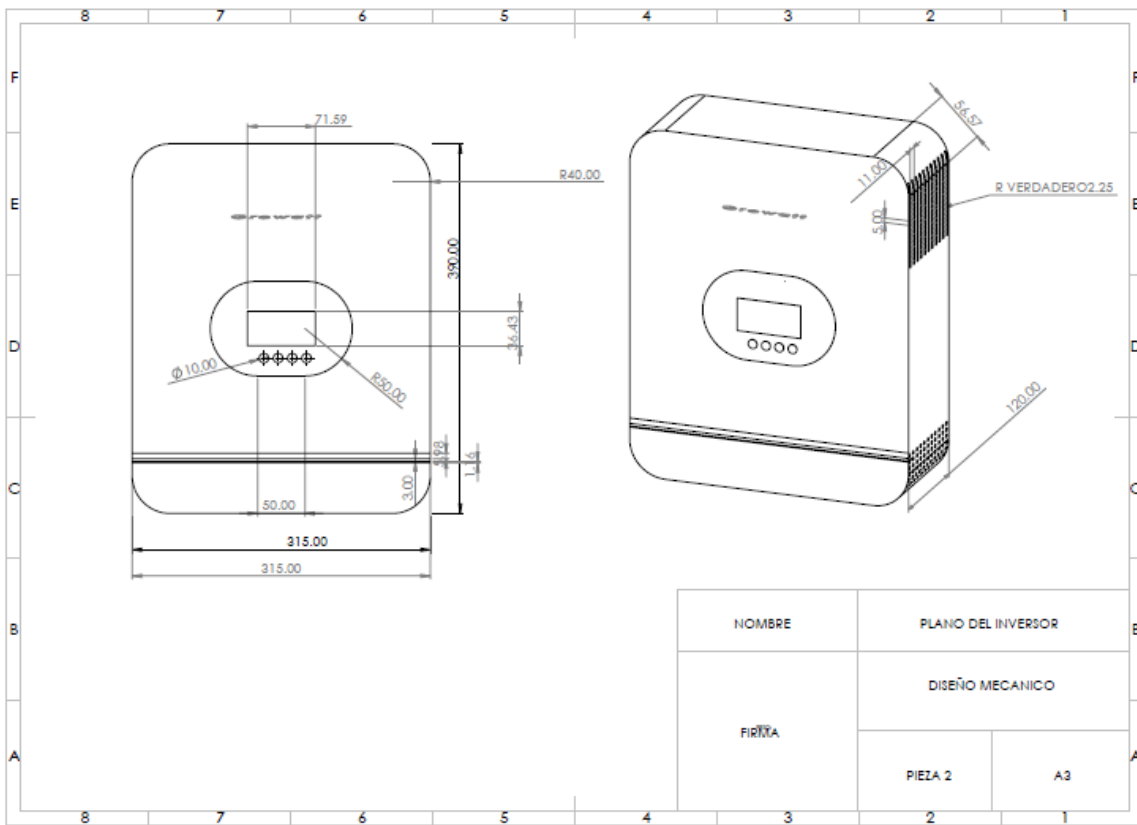
Planos del Panel Solar



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20

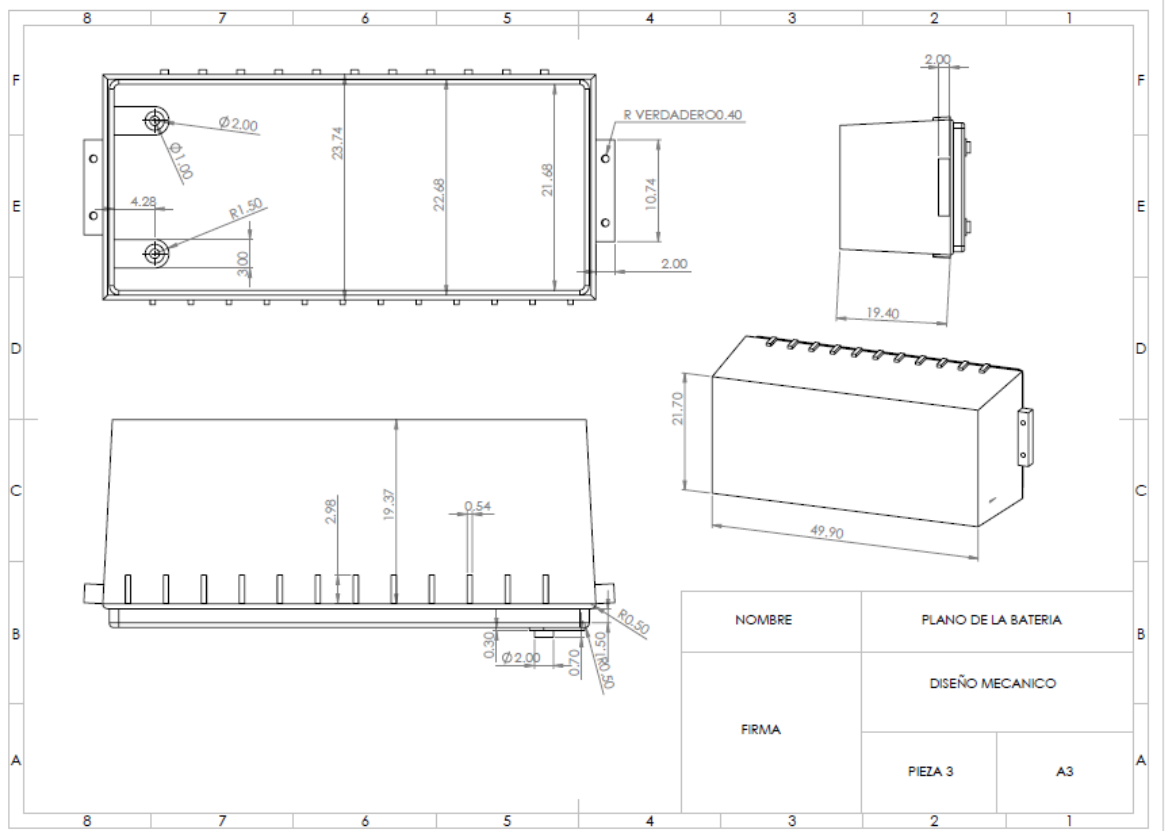
Plano del Inversor Growatt



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21

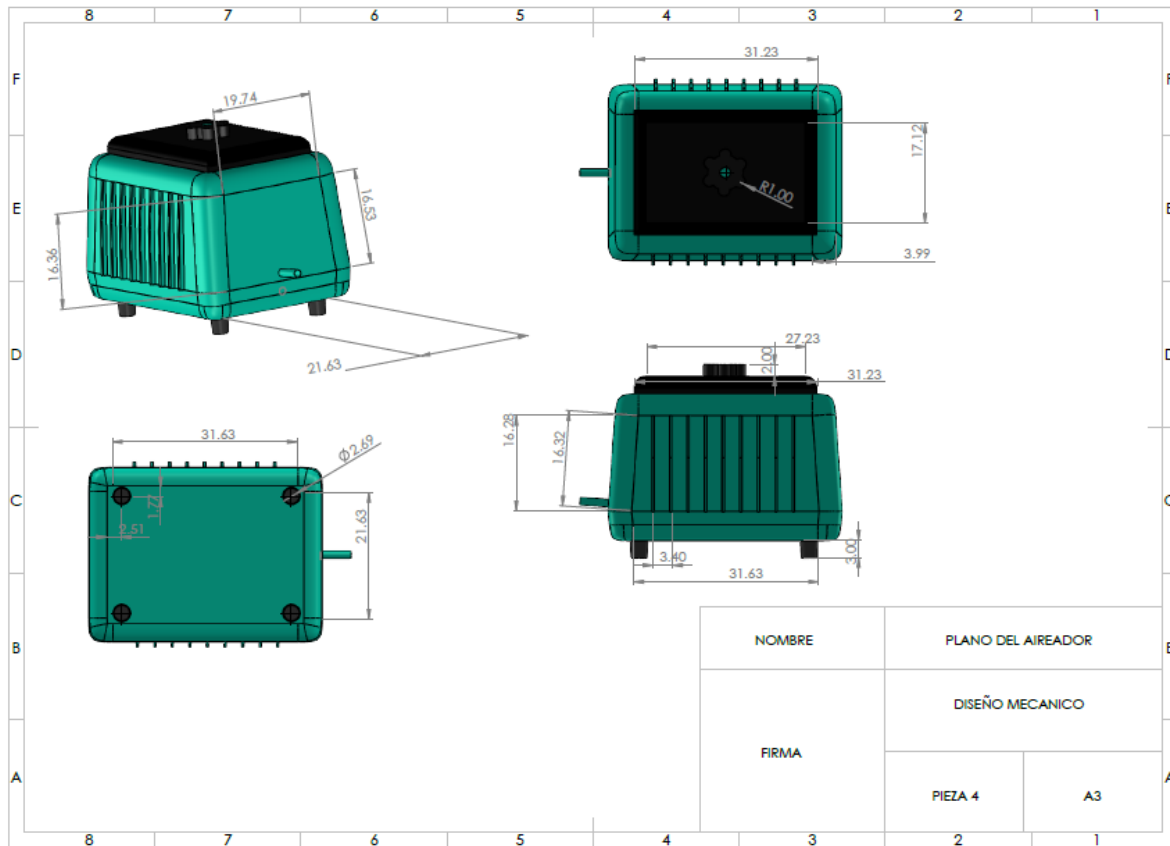
Plano de la Batería Ritar 12V, 200Ah



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22

Plano del Motor de Aire



Fuente: Elaboración Propia