



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

Facultad de Ingeniería

Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente



Trabajo de Diploma

En Opción al Título

De Máster en Eficiencia Energética



Título:

“Anteproyecto de oportunidades de ahorro energético en la
Unidad Empresarial de Base (UEB) YAGUACAM”



Autora: Ing. Zurisleidy González Clak



Tutor: Dr.C. José Pedro Monteagudo Yanes



Cienfuegos, 2021



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD



Por este medio hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de la Maestría en Eficiencia Energética, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

Zurisleidy González Clak

Autora

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Nombre y Apellidos

Vice Decano

Nombre y Apellidos

Tutor

Nombre y Apellidos

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos

Sistema de Doc. y Proyecto

Pensamientos

“Las fuentes renovables de energía ofrecen el potencial para transformar la calidad de vida y mejorar las perspectivas económicas de miles de personas.”

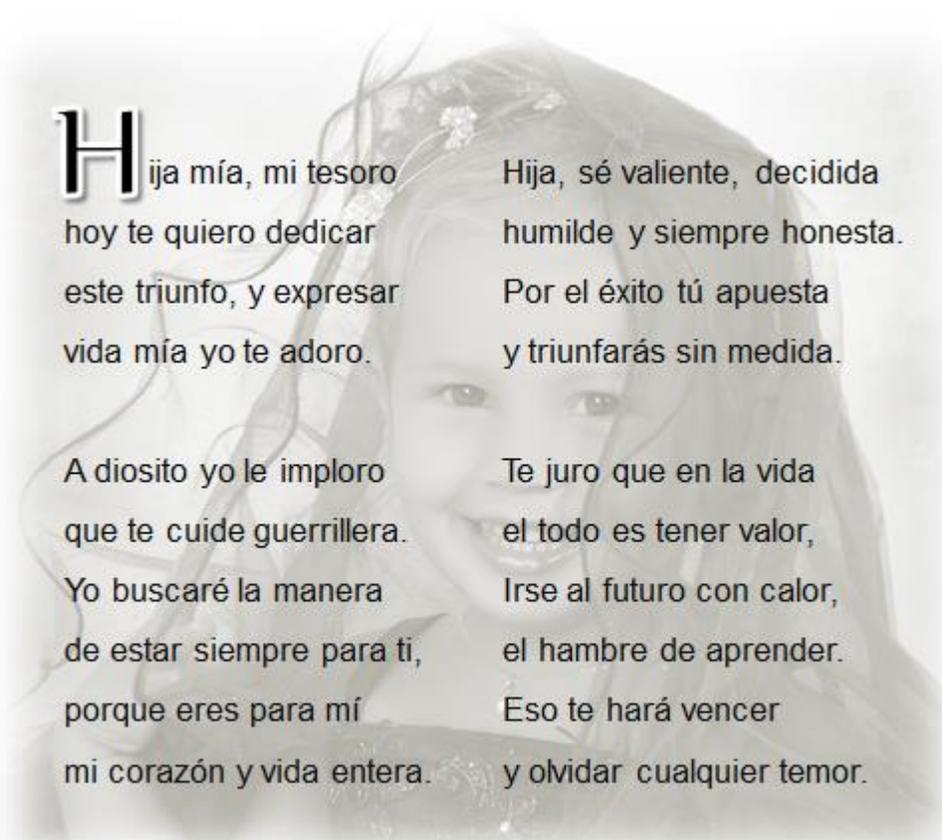
Fidel Castro Ruz



“Urge activarnos y pensar diferente, proponer soluciones con valentía, inteligencia y creatividad.”

Miguel Mario Díaz-Canel Bermúdez

Dedicatoria



Hija mía, mi tesoro
hoy te quiero dedicar
este triunfo, y expresar
vida mía yo te adoro.

A diosito yo le imploro
que te cuide guerrillera.
Yo buscaré la manera
de estar siempre para ti,
porque eres para mí
mi corazón y vida entera.

Hija, sé valiente, decidida
humilde y siempre honesta.
Por el éxito tú apuesta
y triunfarás sin medida.

Te juro que en la vida
el todo es tener valor,
Irse al futuro con calor,
el hambre de aprender.
Eso te hará vencer
y olvidar cualquier temor.

Agradecimientos

A mi hija Ashley por ser la guerrillera perfecta en tiempos difíciles. Hija, que orgullo siento de ser tu madre. Te has sacrificado tanto junto a mí y eso te hace ser grande, te ha preparado para la vida. Empínate y ten sed de aprender, no te detengas y hazte profesional. Lucha sin miedo por todo lo que quieras.

A mi esposo Yorlan por tantos años de amor, comprensión e incondicionalidad. Has sido el compañero de mil batallas que siempre ha estado ahí y me ha dado la confianza y el valor que me hace sentir tan feliz. Eres incomparable y siento mucho orgullo de haber formado juntos una familia. Nos queda mucho camino por transitar. Te quiero mucho y eres imprescindible para mí.

A mi madre Idaime que tanto quiero por apoyarme siempre y por sentirse orgullosa de mí. Por ser incondicional, compañera insustituible a quien debo lo que soy. Nunca podré pagarte todo lo que has hecho por mí.

A mi padre Edenio por tanto amor y transparencia en sus acciones. También te debo lo que soy. Siempre has sido incondicional y padre ejemplar. Has estado muy cerca y dispuesto siempre. Gracias por nunca darme la espalda.

A mi tutor Don José Pedro Monteagudo Yanes (Pepito) por ser tan especial e inigualable. Ejemplo de profesor y humildad. Gracias por tanta ayuda y paciencia.

A mis compañeros de trabajo de la UEB YAGUACAM por tanto apoyo, especialmente los del laboratorio de Fitoplancton por tanta consideración e incondicionalidad. A Hectico y Carlos por apoyarme siempre y apostar por la superación profesional.

A nuestro amigo Reinier por tanta preocupación e insistencia. Agradezco mucho tu confianza y ayuda.

A toda mi familia por tanto apoyo y preocupación, especialmente a mi hermana Zuramy, mi sobrina Zuany Kmila, mi tía Marilín y mi tío Alfredo.

A todos los que de una forma u otra contribuyeron a que venciera esta batalla, a todos los que apuestan por verme crecer, los que me admiran, gracias de todo corazón.

A Fidel y la Revolución por darme la oportunidad de superarme profesionalmente en la UCF, siento mucha gratitud.

Resumen

El estudio “Anteproyecto de oportunidades de ahorro energético en la Unidad Empresarial de Base (UEB) YAGUACAM” fue realizado con el objetivo de garantizar mejores condiciones referidas a consumo energético. Para ello se efectuó una descripción del sistema energético- productivo donde se analizaron los factores que intervienen para garantizar el cumplimiento de los parámetros físico-químicos y venta de productos.

Se plantearon oportunidades de ahorro, se compararon entre sí y se trabajó en la que se consideró más favorable, en este caso un anteproyecto de sistema solar fotovoltaico. Se realizaron modelaciones en el PVsyst V6.70 donde se obtuvo que con 2 430 módulos del tipo DSM-270 y 70 inversores del tipo ABB se garantizan 655,1 kWp, cubriendo el 68 % de la demanda energética existente. La inversión no es económicamente factible por presentar largos períodos de recuperación, asociados a los altos costos de los elementos que conforman el sistema.

Palabras claves: consumo energético, parámetros físico-químicos, sistema solar fotovoltaico, modelaciones.

Abstract

The study "Preliminary draft of energy saving opportunities in the YAGUACAM Base Business Unit (UEB)" was carried out with the aim of guaranteeing better conditions regarding energy consumption. For this, a description of the energy-productive system was made where the factors that intervene to guarantee compliance with the physical-chemical parameters and sale of products were analyzed.

Savings opportunities were raised, they were compared with each other and we worked on what was considered the most favorable, in this case a blueprint for a photovoltaic solar system. Modeling was carried out in the PVsyst V6.70 where it was obtained that with 2 430 modules of the DSM-270 type and 70 inverters of the ABB type, 655,1 kWp are guaranteed, covering 68 % of the existing energy demand. The investment is not economically feasible, due to its long payback periods, associated with the high costs of the elements that make up the system.

Key words: energy consumption, physicochemical parameters, photovoltaic solar system, modeling.

Índice

Introducción.....	1
--------------------------	----------

Capítulo 1. Marco Teórico de la Investigación.....	5
---	----------

1.1- Fundamentos de la Producción del Camarón <i>Litopenaeus Vannamei</i>	5
---	---

1.1.1- Factores Físico Químicos en la producción de camarón.....	8
--	---

1.2- Energías Limpias o Renovables	11
--	----

1.2.1- Energía Solar.....	11
---------------------------	----

1.2.2- Longitud y Latitud	12
---------------------------------	----

1.2.3- Orientación Solar	13
--------------------------------	----

1.2.4- Tipos de Instalaciones de la energía solar	13
---	----

1.2.5- Elementos fundamentales que componen los Sistemas Fotovoltaicos Conectado a la Red	14
---	----

1.3- Requisitos para instalar energía solar en empresas	18
---	----

1.3.1- Sistemas solares aplicados al sector acuícola	19
--	----

1.3.2- Experiencias internacionales y nacionales del uso de energía solar en acuicultura.....	20
---	----

1.4- Etapas para la evaluación de un proyecto de inversión	21
--	----

1.5- Resoluciones nacionales e internacionales encaminadas a promover y facilitar la inversión en medios de fuentes renovables de energía.....	22
--	----

1.6- Implementación de Paneles Solares en Cuba	24
--	----

Capítulo 2. Caracterización productiva y energética del Centro de Desove UEB YAGUACAM.....	30
---	-----------

2.1- Proceso productivo del Centro de Desove UEB YAGUACAM	30
---	----

2.2- Caracterización energética del Centro Desove UEB YAGUACAM.....	48
---	----

2.2.1- Indicador de desempeño energético (IDEn).....	55
--	----

2.3- Oportunidades de ahorro	56
------------------------------------	----

Capítulo 3. Anteproyecto Técnico del Sistema Solar Fotovoltaico para la generación y suministro de energía eléctrica a la UEB YAGUACAM.....	59
3.1- Análisis comparativo de las oportunidades de ahorro energético.....	59
3.2- Ubicación geográfica y características constructivas de las edificaciones del Centro de Desove UEB YAGUACAM.....	60
3.3- Metodología de cálculo del Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) .	62
3.4.1- Determinación de la carga instalada y demanda de energía.....	62
3.4.2- Selección del módulo fotovoltaico e inversor	62
3.4.3- Cálculo de orientación, inclinación, sombras y distancias entre paneles.....	63
3.4.4- Determinación de la cantidad de paneles y número de inversores. Cálculo del sistema solar fotovoltaico mediante el PVsyst V6.7.0	65
3.4.5- Evaluación Económica	69
Conclusiones Generales	75
Recomendaciones.....	76
Bibliografía.....	77
Anexos	83

Glosario de Términos

ECCAM	Empresa para el Cultivo del Camarón
N	Nauplio
P	Protozoa
M	Mysis
BT	Baja Tensión
SE	Subestación
SEN	Sistema Electroenergético Nacional
CIES	Centro de Investigaciones de Energía Solar
CR	Carisombra
PL	Postlarvas
R	Registro
P	Procedimiento
BP	Banco de Progenitores
LB	Laboratorio
MD	Maduración
TEP	Toneladas de Combustible Equivalente
F Conv.	Factor de Conversión
MP	Miles de Pesos
UV	Ultravioleta

cup	Moneda de curso legal de la República de Cuba
NE	Noreste
SW	Suroeste
SFCR	Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red
FV	Fotovoltaico
SSFV	Sistema Solar Fotovoltaico
TFA	Teléfonos Fijos Alternativos
LCS	Límites de Control Superior
LCI	Límites de Control Inferior
GLP	Gas Licuado del Petróleo
FRE	Fuentes Renovables de Energía

Introducción

Una de las actividades acuícolas que se ha desarrollado a nivel mundial es el cultivo de camarón blanco, *Litopenaeus Vannamei*. La larvicultura se desarrolló a escala mundial en las décadas de los 70 y 80, específicamente en Ecuador empieza a finales de los años 60 en la ciudad de Santa Rosa (Segarra, 2017).

El cultivo del camarón generó 1,3 millones de toneladas métricas en el año 2000, de los cuales el 11 % se produjeron en América Latina cultivando este tipo. En México esta actividad se realiza principalmente en estanques de tierra en el noroeste del país en los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima y Baja California Sur. Los ciclos de cultivo en cada entidad varían debido al clima (Puente, 2009).

Para el cultivo de larvas de las distintas especies de camarón en México usualmente se requiere la producción de microalgas bajo condiciones controladas. Una de las especies ampliamente utilizadas por sus características de crecimiento y composición proximal es la diatomea planctónica *Chaetoceros Muelleri* (Vega & Saavedra, s. f.).

Las variables ambientales modifican las actividades fisiológicas de estos organismos, la concentración del oxígeno disuelto en el agua es la variable ambiental más limitante en las especies acuáticas. Los camarones peneidos por su valor comercial, se consideran de suma importancia a nivel mundial, tanto para las pesquerías como para la acuicultura. La explotación y manejo de recursos bióticos es más eficiente en la medida en que se tengan mejores conocimientos sobre su biología, ecología y fisiología.

Por otra parte en Ecuador, tiene gran demanda a nivel mundial. En la actualidad depende de semillas producidas en los laboratorios, debido a que ha logrado cerrar su ciclo en cautiverio. Uno de los problemas presentes en los últimos años es la disparidad de tallas que se presentan en la larvicultura de *Vannamei*, debido a que no se han realizado controles adecuados para obtener semillas de calidad.

Se deben poner en práctica técnicas de producción adecuadas en los laboratorios, además del monitoreo periódico de los parámetros físicos-químicos como la

salinidad, temperatura, luminosidad, oxígeno y aireación. La nutrición y materia orgánica debe ser controlada con el objetivo de obtener camarones libres de patógenos y con uniformidad de tallas en la cosecha (Segarra, 2017).

Cuba logra su primer desove artificial de camarón rosado en 1970 en la Universidad de La Habana. En 1980 se realiza el primer cultivo con *Litopenaeus Schmitti* en Tunas de Zaza, Sancti Spíritus. Mientras que en 2003 se introduce la especie *Litopenaeus Vannamei*, la que actualmente se mantiene circulando (Grupo Empresarial para el Cultivo del Camarón, s. f.).

Durante el ciclo de producción en la acuicultura se han identificado indistintamente grandes gastos referidos a la energía. Es por ello que el aprovechamiento de las energías renovables sería una alternativa viable para mejorar en este tipo de aspecto. Teniendo en cuenta los grandes problemas energéticos por los que atraviesa actualmente el mundo de lo cual Cuba no está exenta.

En la actualidad, la escasa disponibilidad de los recursos fósiles para el suministro energético y los cambios ambientales que preocupan a la sociedad contemporánea, hacen que las energías renovables resurjan como alternativa para el abastecimiento de la demanda energética. Gracias a que son fuentes de energías ecológicas, virtualmente inagotables, de gran capacidad energética y regeneración natural. Entre ellas podemos encontrar la energía solar, eólica, hidráulica, biomásica y la geotérmica.

La energía solar es la más utilizada desde la Antigüedad, dado a su fácil obtención y la que más energía brinda (174 petavatios). Su aprovechamiento abarca tecnología solar pasiva, térmica y fotovoltaica, siendo la más desarrollada en la actualidad esta última.

En 2011, la Agencia Internacional de la Energía afirmó que aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aún más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales. De esta manera, los costes

para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; realizadas de forma correcta y ampliamente difundidas («Eficiencia de los equipos fotovoltaicos como fuente energética para la acuicultura en la amazonía peruana», 2017).

Problema científico

El centro en estudio es un alto consumidor de energía y no están definidas las oportunidades de ahorro energético con mejores opciones técnicas y económicas.

Hipótesis

Realizar la caracterización energética y desarrollar anteproyectos de prefactibilidad de las principales oportunidades de ahorro energético, debe contribuir a reducir los consumos energéticos e incrementar su competitividad.

Objetivo general

Elaborar la caracterización energética de la entidad y desarrollar el anteproyecto de una oportunidad de ahorro energético.

Objetivos específicos

1. Resumir el estado actual y las tendencias nacionales e internacionales de los sistemas energéticos y consumos de las empresas productoras del Camarón *Litopenaeus Vannamei*.
2. Realizar la caracterización tecnológica y energética de la entidad objeto de estudio. Determinar las oportunidades de ahorro energético.
3. Elaborar el anteproyecto técnico de una oportunidad de ahorro energético.
4. Realizar la evaluación económica de la propuesta.

Capítulo 1



Capítulo 1. Marco Teórico de la Investigación

1.1- Fundamentos de la Producción del Camarón *Litopenaeus Vannamei*

El Camarón *Litopenaeus Vannamei* tiene un ciclo de vida que transita por distintos estadios larvales, luego juvenil y adulto.

Nauplios: Es el primer estadio larval del camarón blanco, el cual se caracteriza por presentar un marcado fototaxismo y su cuerpo piriforme, con solo tres pares de apéndices que cumplen una función natatoria. Se divide en 5 subestadios, durante los primeros 4 no se alimenta del medio externo, consumiendo sus reservas vitelinas. Se desplaza mediante "saltos", necesitando aproximadamente 42 horas antes de avanzar al siguiente estadio larval.

Primer Nauplio (NI)- Se puede identificar fácilmente con un microscopio biológico cuando se determina que tiene 2 espinas furcales y que sus zetas aún no cuentan con sétulas.

Segundo Nauplio (NII)- Tiene dos espinas furcales, sin embargo, ya sus zetas están totalmente recubiertas de sétulas que se observan claramente al microscopio.

Tercer Nauplio (NIII)- Cuenta con tres pares de espinas caudales, siendo las laterales más pequeñas que la central en ambos lados. Se puede observar que la furca se comprime ligeramente en la porción central comenzando a aparecer los procesos furcales en desarrollo.

Cuarto Nauplio (NIV)- Presenta 5 pares de espinas caudales y en su cara ventral se observa las maxilas y maxilípedos. Se empiezan a definir dos procesos furcales redondeados.

Quinto Nauplio (NV)- Tiene 7 pares de espinas caudales y es fácilmente visible al microscopio biológico. Los procesos furcales están desarrollados.

Protozoa: Este estadio, se caracteriza por tener el cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen. Las antenas y anténulas son los principales órganos locomotores y su desplazamiento es hacia adelante, los ojos son compuestos y el telson

espatulado, se divide en 3 subestadios, midiendo en el primero aproximadamente 1,03 mm de longitud.

El control de salinidad y temperatura constituyen factores imprescindibles en el traspaso de estadio. Para ello se necesita un sistema de bombeo capaz de suplir la demanda referida a llenado de tanques e intercambio de agua. La temperatura es controlada por calefones que permiten mantener los rangos permisibles. Además requiere de sopladores que garanticen la oxigenación apropiada.

Protozoa I (PI)- Se caracteriza por presentar un par de ojos compuestos no separados y cubiertos por el carapacho. El ojo naupliar situado entre los ojos persiste en este subestadio.

Protozoa II (PII)- Es fácilmente reconocible por presentar ya los característicos ojos compuestos pedunculados del grupo. Un par de espinas supraorbitales bifurcadas son propias de PII. También poseen un róstro bien definido en la porción anterior del cefalotórax.

Protozoa III (PIII)- Cuenta con las espinas dorsales de cada uno de los segmentos abdominales y un par de espinas laterales en el quinto segmento. Las espinas supraorbitales son simples. La aparición de los urópodos a cada lado del telson define claramente este subestadio.

Mysis: Esta fase larval presenta características semejantes a las de un camarón adulto, presentando tres subestadios. Su natación es de cabeza dando brinco, ya que su cefalotórax está más desarrollado que la cola y sus pleópodos están en pleno proceso de formación. Tiene una duración de 5 a 6 días y un tamaño aproximado de 5 mm de longitud.

Mysis I (MI)- Presentan rudimentos de pleópodos en cada segmento abdominal, además de un telson alargado (aún bilobulado) con sus correspondientes urópodos totalmente desarrollados. Los pereópodos se observan desarrollados. Nadan hacia atrás.

Mysis II (MII)- Tiene los pleópodos en desarrollo pero aún sin segmentar y los dos lóbulos del telson van apareciendo unidos. Nadan hacia atrás.

Mysis III (MIII): Los pleópodos se encuentran segmentados y los dos lóbulos del telson aparecen unidos. Todos estos cambios morfológicos de los pleópodos en el estadio de Mysis son apreciables al microscopio.

Postlarvas: En esta etapa termina su proceso de metamorfosis y su forma es muy similar a la de un adulto excepto en su forma rostral y sus órganos reproductores. En las postlarvas han desaparecido las espinas supraorbitales y el róstrum presenta espinas dorsales que van aumentando el número de estas según avanza el estadio. Nadan hacia delante valiéndose del movimiento activo de los pleópodos setosos. Esta funcionalidad de los pleópodos es la característica principal que las distinguen de las Mysis, conjuntamente con el uso de los pereiópodos para agarrar y arrastrarse.

El número de subestadios postlarvales varía de acuerdo a las especies y su reconocimiento se basa en detalles morfológicos. Los cultivadores han nombrado convencionalmente a las postlarvas de acuerdo al número de días que van transcurriendo en este estadio.

En la producción de postlarvas de camarón, muchos centros no cuentan con su propia maduración, por lo que tienen que conseguir Nauplios de camarón, generalmente se compra en Nauplios 5 (NV), los cuales son sembrados en los tanques de producción (Quesada, 2017).

En cuanto a la duración de la fase postlarval se ha podido observar que las postlarvas pasan a juveniles, (cuando poseen las características propias de la especie como por ejemplo, el número de espinas rostrales, pero aún sin diferenciación sexual) según sean las condiciones de alimentación y los parámetros físico-químicos del medio en que se encuentran. Se pudiese generalizar, teniendo en cuenta los diferentes sistemas de cultivo, que las PL30 a PL35 ya pueden ser juveniles («Eficiencia de los equipos fotovoltaicos como fuente energética para la acuicultura en la amazonía peruana», 2017).

Las postlarvas se suelen pescar a partir de PL 10, debido a que las branquias se encuentran completamente desarrolladas. Desde el inicio del primer subestadio de Zoea la larva ya es capaz de consumir alimento, debido a que su saco vitelino ha

sido totalmente absorbido durante su fase de Nauplios. Este alimento al que nos referimos está constituido por fitoplancton que generalmente se cultiva dentro de las instalaciones de los laboratorios.

Las principales familias de fitoplancton que se cultivan son las algas diatomeas, generalmente de las especies *Chaetoceros Gracilis*, *Chaetoceros Calcitrans*, *Skeletonema costatum*, se utiliza también *Phaeodactylum*, *Thalassiosira* e *Isochrysis*. Adicionalmente, también son aplicados alimentos artificiales micro encapsulados como alternativa suplementaria obteniéndose buenos resultados (Briones & Andrade, 2016).

Actualmente en Cuba existen siete camaroneras o UEB, pertenecientes a la Empresa para el Cultivo del Camarón (ECCAM). La UEB YAGUACAM (caso en estudio) en Cienfuegos, UEB Cultizaza- Sancti Spíritus, UEB Cultisur- Camagüey, UEB San Ros- Las Tunas, UEB Guajaca- Holguín, UEB Calisur- Granma y UEB Manzanillo- Granma.

En este caso la primera y última son las encargadas de proporcionar postlarvas al resto, y estas a su vez garanticen su engorde y desarrollo para posterior exportación. Cabe señalar que YAGUACAM, facilita, además, los nauplios hacia Manzanillo para que allí puedan producir postlarvas, significando que la primera es el único centro de desove en el país y que tiene como productos a comercializar, los nauplios y las postlarvas, no siendo así en la otra.

Por otra parte, al igual que en muchos lugares, como los mencionados con anterioridad, en el centro en estudio se produce y consumen distintos tipos de algas que garantizan la alimentación en los diferentes estadios larvales, priorizando siempre los estadios pequeños (Alarcón, 2020).

1.1.1- Factores Físico Químicos en la producción de camarón

La piscicultura experimenta actualmente un creciente desarrollo, pero adolece aún de algunos problemas que dificultan un mayor crecimiento. Dentro de los problemas a resolver y que atentan contra el desarrollo de la actividad, se encuentra el estancamiento del crecimiento de los peces durante el invierno debido a las bajas temperaturas.

Cuando la temperatura del agua desciende por debajo de los 20 °C, los peces dejan de alimentarse, acortando el período de cultivo a 200-250 días dependiendo de las condiciones locales. A ello debe sumarse que, en situaciones de fríos extremos y prolongados, la temperatura del agua del estanque puede descender a menos de 10 °C, favoreciendo la aparición de enfermedades e inclusive ocasionando la muerte de algunos animales. No siendo el caso de Cuba en donde las temperaturas de los estanques nunca han sido inferiores a los 20 °C.

Existen varios parámetros críticos en la acuicultura, ellos influyen las propiedades físicas y composición química del agua y consecuentemente un correcto manejo de los mismos puede mejorar el comportamiento del camarón (salud y crecimiento). Por el contrario, si no son correctamente atendidos, las consecuencias pueden ser serias, yendo desde bajas tasas de crecimiento hasta estrés y mortalidad. Es necesario realizar monitoreos constantes de los diferentes parámetros para un mejor crecimiento de las larvas de camarón. Los principales parámetros a tener en cuenta son:

Iluminación

La luz juega un papel muy importante en el crecimiento y supervivencia de los crustáceos. Así, hay que evitar que las larvas se agrupen en ciertas zonas del tanque, donde competirán por el alimento fitoplanctónico, zooplanctónico y alimentos complementarios provocando la mala nutrición de las larvas que se encuentran en estos sectores.

Salinidad:

Es la concentración total de los iones disueltos en el agua. Esta depende de siete iones principales, cuyos valores promedios en el agua del mar son: Sodio- 10,5 mg/l; Magnesio- 1,45 mg/l; Calcio- 400 mg/l; Potasio- 370 mg/l; Cloruro- 19 mg/l.; Sulfato- 2,7 mg/l; y Bicarbonato- 142 mg/l. El valor promedio del agua de mar es de 34,5 g/l. El rango óptimo para obtener los mejores resultados en larvicultura es de 28 a 35 g/l. Rangos menores ocasionan retraso en el proceso de las mudas y producen mortalidades en el cultivo. Sin embargo, las postlarvas pueden tolerar niveles de salinidad desde 25 a 35 g/l.

Temperatura:

El camarón blanco es un crustáceo que no tiene la capacidad de regular la temperatura corporal y debido a esto la velocidad de sus reacciones metabólicas depende directamente de la temperatura del agua. Así, un aumento en el consumo de oxígeno y alimento puede provocar una consecuencia del incremento de esta.

Las temperaturas óptimas del agua para el desarrollo de postlarvas están entre 28 y 32 °C. Temperaturas inferiores a los 24 °C disminuyen el crecimiento y sobrevivencia, mientras que las superiores a los 34 °C son letales en el camarón blanco por la reducción de niveles de oxígeno. Algunos investigadores han señalado que la temperatura ideal es de 26 a 31 °C para mantener una buena sobrevivencia.

Aireación:

Es muy importante en el proceso de desarrollo larvario ya que al no existir una distribución homogénea de la aireación se generan zonas muertas en el tanque ocasionando que un gran número de larvas compitan por el alimento y espacio vital, de manera especial en los estadíos de Mysis y Postlarvas.

Cuando el nivel de oxígeno disuelto en el agua cae por debajo de 5 mg/l la vida acuática es puesta bajo estrés. Así, la exposición de los camarones a concentraciones de oxígeno disuelto bajo su nivel de tolerancia puede provocar su muerte.

Nutrición:

La nutrición es uno de los factores más importantes para el desarrollo exitoso de un cultivo larvario (Farías, Sandoval, Sánchez, & Figueredo, 2015).

El desarrollo exitoso, así como cambio de estadio depende en gran medida de equipos que hacen posible que estos parámetros se cumplan de manera adecuada. Dígase bombas para proporcionar el abastecimiento e intercambio de agua; sopladores para el proceso de oxigenación; luminarias para la iluminación adecuada que hace posible el crecimiento de las microalgas con que se alimentan, además de la homogeneidad en los tanques; y calefones que mantienen los

rangos de temperatura necesarios. Todos estos factores resultan ser imprescindibles y cobran mayor interés en los estadios más pequeños (Alarcón, 2017).

1.2- Energías Limpias o Renovables

Las energías limpias o renovables, son aquellas cuya fuente es proveniente de los recursos naturales los cuales son considerados como infinito e inagotables. Las fuentes de energía renovables tienen su origen de ciclos de regeneración continua basados, en mayor parte, en la energía del Sol, disipándose a través de los ciclos naturales.

Entre las energías renovables más conocidas se encuentran la solar, la eólica, la hidráulica y la biomasa. A diferencia de las fuentes no renovables, se caracterizan por estar geográficamente bien distribuidas, ser inagotables y respetuosas con el ambiente.

1.2.1- Energía Solar

Como su propio nombre lo indica, es la energía procedente del Sol emitida en forma de radiación electromagnética. Nuestro planeta recibe del Sol una cantidad anual aproximada de $5,4 \times 10^{24}$ Joules, una cifra que representa 4,5 veces el total de energía que se consume. El aprovechamiento de la radiación solar depende principalmente de la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, en función de la latitud además de la altura de la zona; los ciclos diarios anuales, a los que está sometido el planeta, debido a los movimientos de rotación y traslación, así como las condiciones climatológicas («Estimación del potencial de energía solar en Venezuela como objetivo principal al conducir a la industria de la camaronicultura», 2018).

La energía solar está irrumpiendo en el mundo y crece con gran velocidad. Es sin dudas, una de las grandes revoluciones que van a marcar el futuro del planeta. Como productores de energía solar se han sumado numerosos países, aunque China es el líder indiscutible. No obstante, sigue siendo el mayor emisor mundial de CO₂, y es que no existe una verdadera conciencia ambiental («Los grandes productores de energía solar en el mundo», 2021).

Energía Solar Fotovoltaica

Se trata de un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación.

1.2.2- Longitud y Latitud

La longitud es la distancia angular que existe entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto. El meridiano Greenwich divide a la Tierra en dos hemisferios llamados Este (oriental) y Oeste (occidental).

La latitud es el arco meridiano o distancia angular medida desde el Ecuador de la Tierra hasta el punto en cuestión, y puede ser latitud norte o latitud sur según el hemisferio en el que se encuentre el punto en cuestión. En la figura 1.1 se hace una representación.

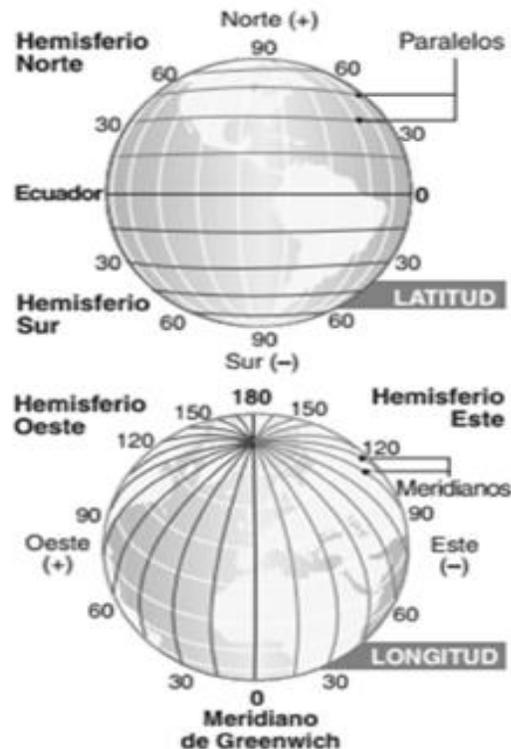


Figura 1.1- Longitud y Latitud. Fuente: («Estimación del potencial de energía solar en Venezuela como objetivo principal al conducir a la industria de la camaronicultura», 2018)

1.2.3- Orientación Solar

Elevación Solar: Ángulo que forman los rayos solares con la horizontal.

Acimut: Ángulo formado por el meridiano del sol y el meridiano del lugar.

La figura 1.2 muestra con más detalles lo antes señalado («Estimación del potencial de energía solar en Venezuela como objetivo principal al conducir a la industria de la camaronicultura», 2018)

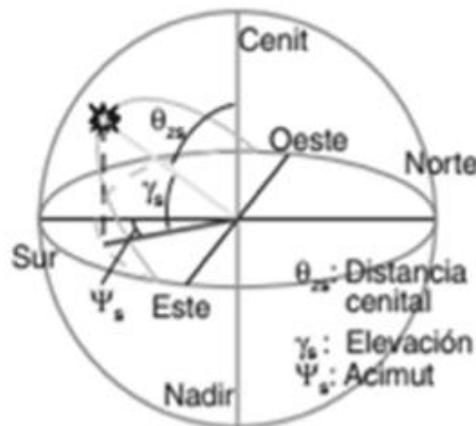


Figura 1.2- Coordenadas solares. Fuente: («Estimación del potencial de energía solar en Venezuela como objetivo principal al conducir a la industria de la camaronicultura», 2018)

1.2.4- Tipos de Instalaciones de la energía solar

Instalación conectada a la red: Permite aprovechar la energía del Sol durante las horas del día, para un consumo instantáneo de la energía. Es decir, el usuario instala este sistema en sus techos o en su terreno y genera energía en las horas de luz. Consume dicha energía para reducir el consumo de la red, ya que este sistema depende de la presencia de una red eléctrica y no hay acumulación de energía (baterías). Ya en las horas de la noche, toma la energía de la red pública convencional.

Es ideal para zonas urbanas y usuarios que consuman energía durante el día, como comercios, fábricas, industria, edificios, entre otros. Este consta de paneles solares fotovoltaicos, inversores de corriente, estructura para fijar los paneles, cableado y material eléctrico, y equipo de medición y monitoreo.

Instalación aislada o desconectada a la red: Permite aprovechar la energía del Sol durante las horas del día y de la noche. Este sistema no depende de la red convencional, y es ideal para usuarios que estén alejados de la red, zonas rurales y aisladas, y alumbrado público. En este caso los paneles solares generan energía para los consumos del día, y también para cargar las baterías que almacenarán la energía que se utilizará en la noche o en los períodos de poca radiación solar. Este consta de paneles solares fotovoltaicos, inversores de corriente, estructura para fijar los paneles, banco de baterías, controladores de carga cableada y material eléctrico (Energía Solar, 2018).

1.2.5- Elementos fundamentales que componen los Sistemas Fotovoltaicos Conectado a la Red

Una instalación fotovoltaica conectada a la red está conformada por varios componentes que deben dimensionarse para lograr el correcto funcionamiento de la misma (ver la figura 1.3).

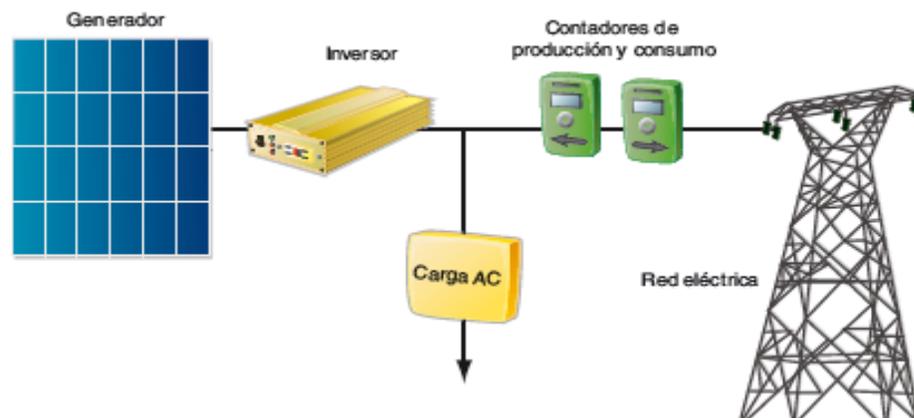


Figura 1.3- Componentes de una instalación fotovoltaica conectada a la red.

Fuente: (Fernández, 2018)

Módulo

El módulo o panel fotovoltaico está formado por la asociación de varias celdas que suelen agruparse en serie para aumentar el nivel de tensión; en paralelo, para elevar la corriente o en combinación serie-paralelo. Estas se encuentran encapsuladas y enmarcadas en una estructura, con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras

de soporte. Si la potencia suministrada por un módulo es insuficiente, se instalarán todos los que sean necesarios en una configuración serie-paralelo apropiada.

Características del módulo fotovoltaico:

En la figura 1.4 se observa un esquema típico de la construcción de un módulo fotovoltaico.

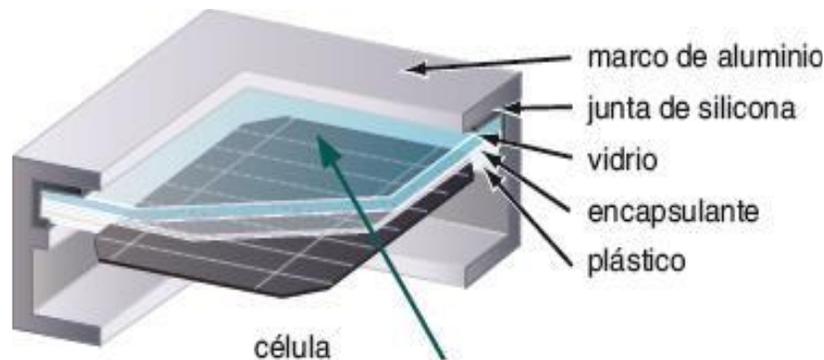


Figura 1.4- Constitución de un módulo fotovoltaico. Fuente: (Fernández, 2018)

El marco de aluminio facilita la fijación y rigidez estructural de todo el conjunto a una estructura de soporte, a través de orificios convenientemente ubicados. El vidrio que cubre el panel cumple la función de proteger las celdas solares ante los fenómenos atmosféricos y es antirreflejante para optimizar la captación de los rayos solares. Todo el conjunto de celdas fotovoltaicas y sus conexiones internas se encuentran completamente aislados del exterior por medio de dos cubiertas: una frontal de vidrio de alta resistencia a los impactos y una posterior de plástico de acetato de vinil etileno (EVA).

El encapsulado protege al módulo de la intemperie, la humedad, la abrasión y los rayos ultravioletas, y protege también a las celdas y las conexiones ante posibles vibraciones.

Los cables de conexión permiten enlazar las celdas entre sí, en serie o paralelo. Su asociación proporciona el nivel adecuado de tensión e intensidad para el que ha sido diseñado el panel solar. La elección del módulo fotovoltaico es uno de los factores más importantes de todos, ya que es una pieza fundamental, tanto para el

dimensionado óptimo de la estructura como para el resultado energético final de la instalación.

Clasificación de los módulos fotovoltaicos:

Existe en el mercado una gran variedad de fabricantes y modelos de módulos solares, estos se clasifican según el tipo de material empleado para su fabricación, y son fundamentalmente:

Módulos de silicio Monocristalino- Es la tecnología de fabricación con mayor eficiencia energética de las tres opciones, lo que lo convierte en la alternativa más cara, son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración. El proceso de manufactura es complicado, requiere enormes cantidades de energía, puesto que es la tecnología fotovoltaica más eficiente, presenta un buen rendimiento directo de entre un 15-18 % y un 24 % de rendimiento en laboratorio, por lo que su costo es elevado.

Módulos de silicio Policristalino- Su eficiencia energética y precio es ligeramente menor que los módulos basados en el empleo de silicio monocristalino, su proceso de fabricación es más sencillo, el rendimiento de conversión es entre el 12-14 %, y su rendimiento en laboratorio es entre el 19-20 %.

Módulos de silicio Amorfo- Logra la peor eficiencia de los tres casos, pero es la opción más económica, además, son delgados y ligeros, hechos en forma flexible, por lo que se pueden instalar como parte integral de un techo o pared, absorbe la luz con más eficiencia que el silicio cristalino.

Características de la estructura soporte:

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre la denominada estructura soporte, la cual deberá cumplir las especificaciones de diseño de la instalación (orientación y ángulo de inclinación).

La estructura soporte deberá resistir el peso de los módulos fotovoltaicos y las sobrecargas del viento o inclemencias del tiempo, así como las posibles dilataciones térmicas provocadas por aumentos de temperatura en diferentes estaciones del año.

Inversor

El inversor es un dispositivo de potencia encargado de convertir la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Debe poseer ciertas características técnicas que eviten inconvenientes de funcionamiento e incompatibilidad con el sistema, como son: sincronizar la corriente eléctrica generada con la de la red para que su compatibilidad sea total, debe estar dimensionado y ser capaz de alimentar directamente a las cargas que pretendan conectarse al sistema. Uno de los parámetros importantes que define a un inversor es el rango de tensiones al cual puede funcionar con mayor rendimiento. Esto es importante, ya que la tensión que suministran los paneles del generador fotovoltaico para entregar la máxima potencia no siempre es la misma, sino que varía de forma proporcional con la temperatura, lo que puede traer consigo la aparición de tensiones a la entrada del inversor superiores o inferiores a su tensión normal de funcionamiento.

Este elemento está directamente conectado al generador fotovoltaico y equipado generalmente con un dispositivo electrónico, que le permite extraer de este la máxima potencia, y tiene justamente la función de adaptar las características de producción del campo fotovoltaico a las exigencias de la carga.

Este dispositivo debe trabajar con el máximo rendimiento generando energía con una determinada calidad (baja distorsión armónica, elevado factor de potencia y bajas interferencias electromagnéticas), también debe cumplir determinadas normas de seguridad para personas, equipos y la red eléctrica. Asimismo, es un requerimiento de la normativa el que los inversores de conexión a red dispongan de aislamiento galvánico entre la red y la instalación fotovoltaica. Este aislamiento galvánico puede ser mediante transformadores de baja o alta frecuencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen un elevado costo y no pueden permitirse fallos e imprudencias en su explotación. Por este motivo los inversores deben tener un alto rendimiento y fiabilidad, su valor oscila entre el 90 y el 97 %, dependiendo de la variación de la potencia de la instalación, por lo que se intentará que el inversor trabaje con potencias cercanas o iguales a la nominal,

puesto que, si la potencia de entrada al inversor varía, el rendimiento disminuye. Este componente dispone de funciones de protección para brindar cierta fiabilidad, garantizando el buen funcionamiento de la instalación, la calidad de la electricidad entregada a la red y la seguridad tanto de la propia instalación como de las personas.

Contador de energía y protecciones de interconexión

Las cajas de protección y medida se instalarán en lugares de libre y permanente acceso. El dispositivo de intercambio con la red sirve para que la energía eléctrica introducida en la misma tenga todas las características requeridas.

Finalmente, el contador de energía mide la energía producida por el sistema fotovoltaico durante su período de funcionamiento.

Centro de Transformadores

La electricidad se produce a baja tensión (BT) generalmente. Para transmitirla a una subestación (SE) e inyectarla a la red es necesario elevar esta tensión a un valor según los requerimientos de transmisión de la norma cubana para conectarse al Sistema Electro energético Nacional (SEN). Por este motivo es necesario incorporar un transformador al sistema (Fernández, 2018).

1.3- Requisitos para instalar energía solar en empresas

Toda empresa o entidad interesada en instalar algún sistema de energía solar debe conocer los siguientes requisitos:

- Identificar el consumo de energía actual.
- Validar la ubicación.
- Los paneles solares requieren una buena exposición al Sol, sin árboles u objetos que la bloqueen y produzcan sombras.
- Proporcionar techos adecuados, con las edificaciones y normas requeridas para este tipo de instalaciones.
- Seleccionar el tipo de instalación.

- Realizar el mantenimiento regular del sistema fotovoltaico.

Ventajas:

- Desarrollar proyectos de sostenibilidad y responsabilidad social, reducir el consumo de energía eléctrica y ser líderes en proyectos de innovación tecnológica.
- Ahorro eficiente y efectivo de consumo de energía, ya que las empresas demandan altos valores, fundamentalmente si operan las 24 horas del día.
- Promover el consumo de energía limpia. Las empresas que aportan una mejor calidad de vida en las ciudades y reducen su impacto ambiental gozan de buena reputación.
- Tener infraestructura cero emisiones y amigable con el medio ambiente.
- Medir y controlar la generación de energía en tiempo real.
- Tener rentabilidad luego de la inversión inicial.
- Los empleados tienen un consumo responsable de los recursos en sus instalaciones (Energía Solar, 2018).

1.3.1- Sistemas solares aplicados al sector acuícola

Actualmente, la integración de sistemas solares fotovoltaicos en las redes de distribución para el suministro eléctrico directo a usuarios industriales permite reducir significativamente los costos de operación e incrementar la competitividad de los sectores productivos.

En este sentido, los sistemas solares fotovoltaicos podrían suministrar un importante porcentaje de las necesidades eléctricas de las empresas camaroneras de forma económica y fiable.

La rentabilidad del sector acuícola camaronero depende directamente del nivel de tecnificación de los procesos de producción y de la dependencia de los precios de combustibles fósiles, además del constante peligro de contaminación por el uso de derivados de petróleo. El principal negocio de dicho sector es la producción de camarón, sin embargo, es necesario considerar la energía como un recurso

gestionable de forma inteligente mediante la introducción de acciones de eficiencia energética, con la aplicación de la norma ISO 50001. Una administración responsable de los recursos energéticos implica una significativa mejora de la productividad. Asimismo, es importante que las prácticas de ahorro y eficiencia energética se acompañen con la expansión de la infraestructura en las industrias, configurando una oportunidad potencial para su crecimiento (Revista Politécnica, Ecuador).

1.3.2- Experiencias internacionales y nacionales del uso de energía solar en acuicultura

El uso de la energía solar se presenta como una opción para reducir costos en el sector industrial. Esto se da en la Amazonía Peruana, específicamente en la acuicultura intensiva donde los costos eléctricos pueden representar la tercera parte del costo de producción, debido a que en este tipo de acuicultura se incrementa la densidad de siembra, implicando la utilización de equipos de bombeo y recirculación continua que ayudan a mejorar la oxigenación del sistema, pero también aumentan el costo de fluido eléctrico.

Un ejemplo exitoso de utilización de la energía solar en piscicultura tuvo lugar en Yogyakarta, Indonesia. En este caso se utilizó energía eléctrica producida con paneles fotovoltaicos para accionar los equipos de aireación (Dirección de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica, 2017).

La experiencia europea muestra énfasis en la energía solar y la energía eólica en la acuicultura, para bombas de agua principalmente, pero también para sistema de calentamiento y enfriamiento, cuyos casos de éxito se han visto manifiestos en las experiencias llevadas a cabo en la Pacific Oyster Farm, en la Rainbow Trout Farm, y en la Marine Recirc Farm, las tres localizadas en Irlanda.

En Estados Unidos los avances en torno al uso de energías renovables en acuicultura, se limitan al uso de la energía solar y eólica (sistema híbrido), para brindar energía a las bombas de agua, al sistema de enfriamiento y calefacción. Un sistema computarizado se encarga de recabar la información relativa a la cantidad de energía generada por este sistema, comparando la energía recabada

mediante el viento o mediante el Sol, priorizando en un momento determinado la energía que más eficiente se muestre en un tiempo determinado. La proyección de energía generada a través de este sistema es de 21,500 kW por hora.

En China, el lugar donde mayor éxito se tiene respecto del uso de energías renovables en acuicultura, actualmente ya funciona en Shangai, la mayor planta fotovoltaica construida sobre una granja de peces, con una capacidad de generación energética de 200 MW («Uso de Energías Renovables en Acuicultura», 2017).

En Cuba aún no se cuenta con experiencia referida a empleo de fuentes de energía solar en acuicultura, a pesar de los altos consumos referidos y la situación geográfica existente (Alarcón, 2020). Constituye una necesidad buscar alternativas en donde el empleo de fuentes renovables sea la mejor opción. En este caso el uso de paneles solares vinculados a satisfacer la demanda referida a electricidad sería una gran ventaja. Se aprovecharía el potencial dado por la situación geográfica, se trabajaría con energía limpia y se disminuye a su vez los gastos referidos a electricidad que hasta el momento cobra valores significativos.

Actualmente un proyecto liderado por el Programa de Energía de la Universidad de Camagüey, de conjunto con el de Soberanía Alimentaria, se propone disminuir el consumo eléctrico mediante el aprovechamiento de la luz solar en la camaronera UEB Cultisur, en Santa Cruz del Sur.

Se trata del diseño de un Sistema Fotovoltaico concebido por los Másteres en Ciencias José Eduardo Montejo y Reinier Suárez, docentes e investigadores de la Facultad de Electromecánica de dicho centro académico. La construcción de ese parque solar fotovoltaico permitirá abastecer de electricidad a los aireadores en las piscinas de cría y precría de camarones, vitales para su crecimiento (Radio Reloj, 2021); (Radio Santa Cruz, 2021).

1.4- Etapas para la evaluación de un proyecto de inversión

La evaluación de proyectos de inversión consiste en tener en cuenta un conjunto de decisiones estructuradas y variables para lograr que un proyecto tenga

probabilidades de éxito. En cualquier caso es indispensable la aplicación de las siguientes etapas.

- 1- *Definir el proyecto de inversión*- Describe los inconvenientes del proyecto de inversión y los problemas que pueden surgir. Así el proyecto, será en consecuencia una solución al problema identificado.
- 2- *Estudio de mercado*- Permite analizar si hay demanda potencial para que el proyecto sea sostenible en el tiempo y de los beneficios que se esperan.
- 3- *Análisis técnico*- Define el tamaño del proyecto, dónde se va a usar o ubicar, preparación o capacitación para determinar la inversión inicial y los costes futuros.
- 4- *Parámetros económicos*- Se calculan indicadores económicos que permitan analizar la rentabilidad del proyecto. Los que se emplean con mayor frecuencia son: Valor Actual Neto (VAN)- Permite equiparar a valor presente el flujo de fondos; Tasa Interna de Retorno (TIR)- Indica la rentabilidad intrínseca del proyecto; y Período de Recuperación de la Inversión (PRI)- Indica en cuánto tiempo se puede recuperar el desembolso inicial del proyecto.
- 5- *Comparación de resultados y análisis de expectativas*- Compara los datos obtenidos con las expectativas acerca del proyecto y se analiza entonces: ¿Son mis objetivos de ingreso proporcionales con la inversión realizada y la demanda? ¿Existe alguna solución alternativa más rentable? (Economipedia, 2019).

1.5- Resoluciones nacionales e internacionales encaminadas a promover y facilitar la inversión en medios de fuentes renovables de energía

El esquema energético cubano está basado en energías fósiles, que se satisface fundamentalmente en inversiones en el extranjero para la compra de petróleo crudo destinado generalmente a la refinación en Cuba para la obtención de diferentes subproductos tales como gasolina, nafta, querosén y otros.

La adquisición de este portador energético en el extranjero lleva a la erogación de grandes sumas de dinero que en la actualidad son pagadas fundamentalmente con la prestación de servicios técnicos de personal de alta calificación en sectores como la medicina, la ingeniería de diversas ramas, el deporte en sus disímiles manifestaciones y el sector turístico nacional.

Lo antes expuesto ha obligado a la dirección política y de gobierno del país a tomar medidas para la implementación de tecnologías de fuentes renovables de energía en sus más diversas ramas en los sectores estatales y de uso privado, para ello han sido dictadas regulaciones que norman beneficios económicos a las instituciones con posibilidades de uso de las diversas tecnologías de fuentes renovables de energía para satisfacer necesidades propias o de uso social, ejemplo de ellas son:

Resolución No.224/14: Donde el Decreto No.327, “Reglamento del Proceso Inversionista”, de 7 octubre de 2014, en la disposición final tercera, encarga a los jefes de los organismos de la Administración Central del Estado con funciones rectoras, de regular la forma para otorgar los permisos requeridos, que, de conformidad con la condición de órgano de consulta permanente, se define en el artículo 77.2 del propio texto legal, siendo necesario establecer el procedimiento que garantice el cumplimiento de esos fines. A tenor del antes mencionado Decreto No.327, se hace necesario actualizar la Resolución 126, de 13 de julio de 2007, de la Ministra de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente que establece el procedimiento para la evaluación de los estudios de factibilidad de las inversiones vinculadas a las esferas de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, que originó la no aplicación de la Resolución No. 13, de 2 de marzo de 1998, de la propia Ministra, mediante la cual se establecieron los requisitos básicos para la fundamentación, evaluación y dictamen de la transferencia de tecnología, asociada con los proyectos de inversión nominales propuestos en los estudios de factibilidad.

Resolución No.60/19: La Ley 81 “Ley de Medio Ambiente” de 11 de julio de 1997, reconoce en su Artículo 62, que le corresponde al Ministerio de Finanzas y

Precios, oído el parecer del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos correspondientes, determinar los aranceles e impuestos que resulten convenientes para la protección del medio ambiente.

Mediante Resolución 13 de 25 de mayo de 1999, del Titular del Ministerio de Finanzas y Precios, se dispone una bonificación del cincuenta por ciento del pago del arancel de aduanas para las importaciones de maquinarias, equipos, partes de equipos y accesorios que constituyan como sistema, una tecnología para el control y tratamiento de residuales de instalaciones existentes, que reduzcan significativamente las cargas contaminantes que están emitiendo al medio ambiente.

La Resolución 69 de 5 de junio de 2000, del Titular de este organismo, puso en vigor el Procedimiento para la certificación y otorgamiento de las Bonificaciones Arancelarias a que se refiere la precitada Resolución 13/99, a las tecnologías para el control y tratamiento de residuales y emisiones.

Debido a cambios estructurales en este organismo, se ha extinguido el centro encargado por la referida Resolución 69/2000, que otorga la certificación que permite determinar que las importaciones a realizar, cumplen con los fines para los que está concebido el beneficio que se dispone en la mencionada Resolución 13/99 (Delgado, 2019).

1.6- Implementación de Paneles Solares en Cuba

La situación geográfica y las características propias de Cuba, le confieren condiciones excepcionales para la instalación de tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía. El territorio cubano recibe muy altos niveles de radiación solar durante todos los días del año. Se estima que, como promedio anual, cada metro cuadrado del territorio nacional recibe una cantidad de energía solar igual a 5 kWh/día, equivalentes a medio litro de petróleo diario. Ello crea las mejores condiciones para la instalación de sistemas para la conversión de la energía solar fotovoltaica y térmica.

A partir de 1997, el Centro de Investigaciones de Energía Solar (CIES) dio un nuevo paso de avance en el desarrollo de las aplicaciones fotovoltaicas, al instalar

las dos primeras centrales fotovoltaicas en el país, para dar servicio a unos 200 habitantes de los asentamientos rurales. Todo ello ha permitido ganar en experiencia y crear una infraestructura técnica hacia nuevas investigaciones y aplicaciones, como la conexión de un microsistema fotovoltaico al Sistema Electroenergético Nacional (SEN). A finales del pasado siglo, se empezó a implementar el uso de la radiación solar para generar electricidad, principalmente en comunidades rurales aisladas del SEN y diversos objetivos económicos. Hasta el 2007 se contaba con un solo sistema de conexión a la red, instalado inicialmente en el 2001 en el Museo de Historia Natural Tranquilino Sandalio de Noda, en Pinar del Río. A finales de 2008, el Grupo Nacional de Energía Solar Fotovoltaica reportaba un acumulado de 2,57 MWp instalados en más de ocho mil sistemas destinados a la electrificación rural. Durante el 2009, a pesar de las limitaciones económicas, Ecosol Energía instaló y en algunos casos suministró, todo el equipamiento para un total de 36,7 kWp distribuidos en 18 sistemas FV.

A partir del 2012 se inició la construcción de parques tributarios a la red nacional, siendo la zona campesina de Cantarrana en Cienfuegos el primer parque fotovoltaico de Cuba, mostrados en la figura 1.5, con una potencia de 1 600 kW. La generación del parque fotovoltaico, a plena capacidad y en un día típico de Sol, ahorra en el orden de los 13 900 kWh/día a la entrega del SEN (Borroto, 2015).



Figura 1.5- Parque SSFV en Cantarrana, Cienfuegos. Fuente: (Fernández, 2018)

En la ciudad de Santa Clara se trabaja en el parque fotovoltaico conectado a la barra de 33 kV en el Frigorífico con una potencia máxima instalada de 884 kW. En el año 2013 Cuba puso en marcha una central de energía solar fotovoltaica con 5 200 paneles en la ciudad central de Santa Clara. La segunda planta de su tipo instalada ese año en la isla con el objetivo de reducir su factura petrolera la cual tiene capacidad para abastecer diariamente a unas 750 viviendas y cuando esté en total funcionamiento aportará al sistema eléctrico nacional unos 968 kW, y en conjunto con este proyecto se comenzará a operar otros cinco parques solares en las provincias de La Habana, Guantánamo, Camagüey, Santiago de Cuba y la Isla de la Juventud, los cuales, una vez concluidos, deberán aportar 10 MW.

Los paneles solares instalados en el país se producen en la fábrica de Componentes Electrónicos, ubicados en la provincia de Pinar del Río, ver figura 1.6, con módulos fotovoltaicos sobre la base del empleo de celdas solares de silicio de 125 x 125 mm e introdujo formatos con el objetivo de emplear celdas solares de 156 mm x 156 mm, para el desarrollo de aplicaciones en sistemas fotovoltaicos aislados e interconectados a la red eléctrica.

Los formatos q se procesaron de introducción son módulos fotovoltaicos de 140 y 180 Wp. El módulo DSM-140-C perteneciente a la serie del mismo nombre con un área de 0,99 m² y 36 celdas solares de 156 x 156 mm conectadas en serie es capaz de generar 7,78 Ampere a 18 Volt en el punto de máxima potencia. Para garantizar su interconexión en los sistemas está dotado de una caja de interconexión del tipo PV-RH0501B-2 con grado de protección IP65 y conectores con cables del tipo 05-6 con una longitud de 900 mm tanto para el terminal positivo como el negativo, ambos elementos certificados por los laboratorios TÜV Rheinland.

Los SSFV tienen una amplia gama de aplicaciones tanto en sistemas aislados como conectados a la red en todo el país. En sistemas fotovoltaicos aislados en Cuba el más utilizado es el esquema típico de un sistema autónomo de una vivienda, que permite mantener la energía en un hogar a través de un panel fotovoltaico, un regulador de carga, las baterías y un inversor de corriente. Se

pueden instalar en consultorios médicos y hospitales de lugares remotos. Otra de las aplicaciones de estos sistemas fotovoltaicos se encuentra activa en estaciones repetidoras de radio y televisión, y teléfonos fijos alternativos (TFA) de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, Etecsa.S.A.

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red son aplicados también en el bombeo de agua, funcionan durante el día, activando una bomba sumergible para la extracción del líquido. Son sistemas muy sencillos. Una de las ventajas es su fácil y rápida instalación. Los paneles fotovoltaicos tienen también aplicación en plantas potabilizadoras y desalinizadoras de agua, a las que se les acoplan los paneles. Se encuentran en uso en diversos países del ALBA (Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América) y otros sitios de África donde existe colaboración internacionalista cubana (Borroto, 2015).



Figura 1.6- Fábrica de paneles solares en Pinar del Río. Fuente: (Fernández, 2018)

Conclusiones Parciales:

1. El camarón blanco *Litopenaeus Vannamei* transita por distintos estadíos larvales, luego pasa a ser juvenil y adulto, en donde el control de los parámetros físico químicos constituye un eslabón fundamental para su supervivencia y desarrollo.

2. Los elementos fundamentales que conforman un SSFV conectado a la red son: módulos, inversores, contador de energía y protecciones de interconexión.
3. En el mundo existen países con empleo de FR en la acuicultura, siendo China el principal, mientras que en Cuba no se cuenta con experiencias de este tipo a pesar de fabricarse módulos fotovoltaicos, no obstante se realizan investigaciones de conjunto con universidades.
4. Un proyecto de inversión de un SSFV requiere del estudio de diferentes factores en donde los parámetros económicos permiten identificar su nivel de rentabilidad.

Capítulo 2

Capítulo 2. Caracterización productiva y energética del Centro de Desove UEB YAGUACAM

2.1- Proceso productivo del Centro de Desove UEB YAGUACAM

El Centro de Desove UEB YAGUACAM, único de su tipo en Cuba, es el encargado de producir Nauplios y Postlarvas, y de esta forma abastecer el resto de las camaroneras de nuestro país. Está compuesto por dos áreas: Edificio Administrativo y Centro de Producción, dada la posición de los mismos en la figura 2.1, a las cuales se les cuantifica el consumo energético de manera independiente.



Figura 2.1- Vista Satelital del Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente («Vista satelital de UEB YAGUACAM», s. f.)

El Edificio Administrativo es considerablemente inferior, referido a consumo energético, con respecto al Centro de Producción. En un análisis más detallado se tiene que para el año 2017, el primero presenta un consumo total de electricidad de 67 995 kWh, mientras que el otro 794 676 kWh. Significando que el 92 % del consumo total referido a electricidad está dado por el Centro de Producción (Tamayo, 2020).

Tabla 2.1- Consumo de Electricidad del año 2017 en el Edificio Administrativo y Centro de Producción. Fuente: Elaboración Propia

Meses	Edificio Administrativo (kWh)	Centro de Producción (kWh)
Enero	4 768	60 899
Febrero	5 235	72 804
Marzo	9 099	73 708
Abril	7 685	68 889
Mayo	5 749	66 779
Junio	6 193	68 083
Julio	6 087	79 494
Agosto	6 029	77 271
Septiembre	4 168	54 026
Octubre	5 065	65 983
Noviembre	4 385	72 034
Diciembre	3 532	34 706
Total	67 995	794 676

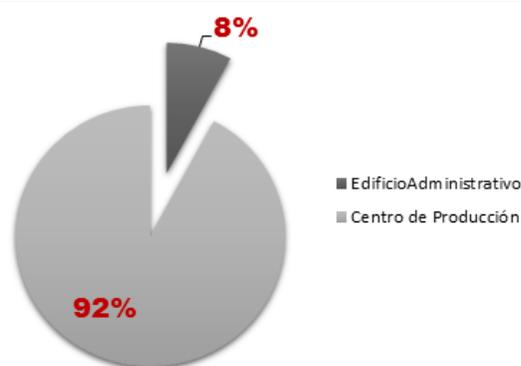


Figura 2.2- Consumo de Electricidad del año 2017 en Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración Propia

El Centro de Producción trabaja de forma tal que garantiza un proceso continuo caracterizado por la existencia de cinco áreas que laboran teniendo en cuenta procedimientos de trabajo establecidos por la Empresa para el Cultivo del Camarón (ECCAM) a la cual pertenece. En la figura 2.3 se muestra el diagrama energético- productivo del proceso.

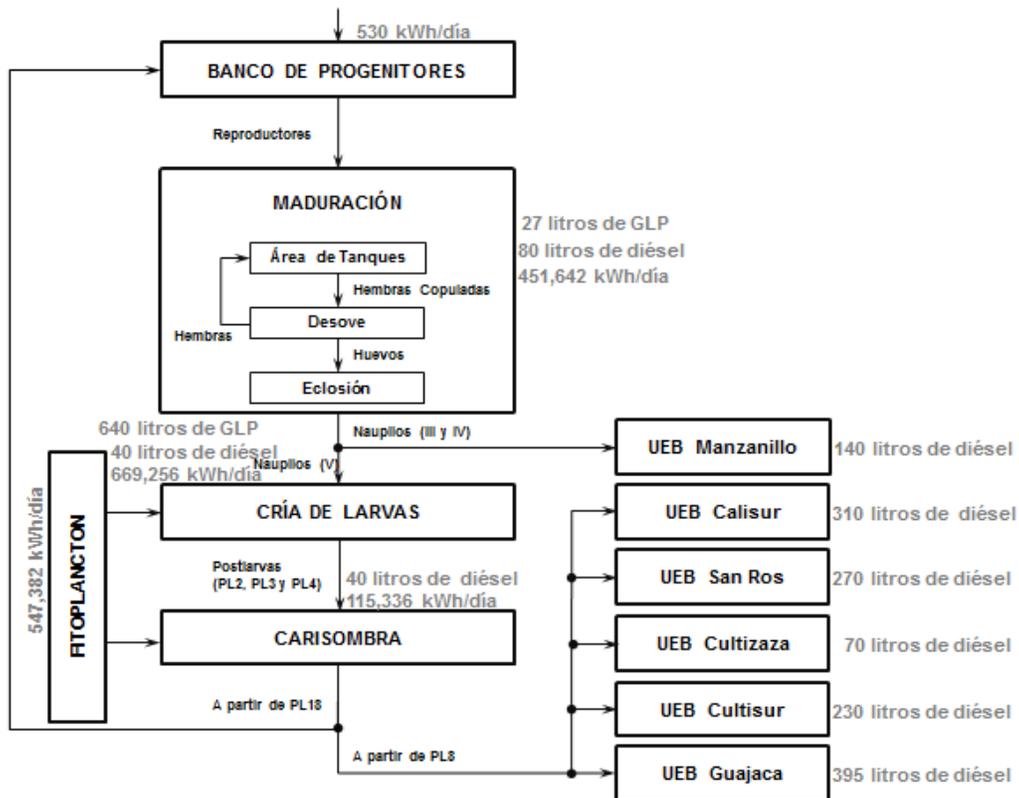


Figura 2.3- Diagrama energético- productivo del Centro de Producción en UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración Propia

Banco de progenitores: Conformado por 14 estanques con cuatro familias que se les ha ido realizando cruces de manera que se mantenga el rendimiento en el mismo.



Figura 2.4- Banco de progenitores del Centro de Producción en UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Funcionan de forma tal que garantizan la entrada y reposición de reproductores a la nave de maduración; a partir de 7,5 meses aproximadamente y una vez que cumplan con los requerimientos establecidos según procedimientos de trabajo. En este caso luego de un análisis de Calidad Espermática realizado por el Laboratorio de Calidad. También se realizan chequeos periódicos, cada quince días donde se evalúa el peso y crecimiento a partir de una muestra tomada.

Para poder mantener un ciclo cerrado se reciben animales (35 000 ó 40 000 individuos) del área de Carisombra (CR) a partir de que las postlarvas (PL) tengan 18 días, estadio PL 18 aproximadamente, en dependencia del llenado del estanque donde será sembrado.

El técnico del Banco de Progenitores garantiza las condiciones necesarias para el traslado y siembra de los animales al estanque:

1. Revisa previamente con el técnico de Carisombra, la información del número de animales a cosechar, peso promedio, fecha y hora de la cosecha en el registro (R) R.3.12/P.3.CR.05- Control diario de Carisombra.
2. Mide los parámetros físicos-químicos del agua del estanque donde serán sembrados los animales y del agua donde serán trasladados. Los rangos permisibles para la especie están dados en la tabla 2.2.

Tabla 2.2- Parámetros Físico-Químicos de los estanques en el Centro UEB YAGUACAM. Fuente: (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012)

Temperatura	Salinidad	Oxígeno	pH
25- 30 °C	25- 35 ‰	4- 8 mg/l	7,5- 8

En el caso de la salinidad su valor está dado en ‰ (partes por mil), significando la cantidad de Cloruro de Sodio presentes en un litro de solución.

3. Se verifica en el estanque a sembrar, la concentración de alimento natural, la altura y calidad del agua, a través de las mediciones con el Disco Secchi.

Para conseguir que los mismos se mantengan en estos rangos se realiza un recambio de agua continuo que consta de 8 horas de trabajo mediante el uso de una bomba vertical de 53 kW de potencia.

4. En la recepción se controla la calidad de los animales, a través del certificado de calidad emitido por el laboratorio.
5. Es verificado que los instrumentos de medición estén aptos para su uso.
6. Se garantiza que los medios de trabajo deben estar limpios y desinfectados, según el Procedimiento del Banco de Progenitores (BP) P.3.BP.08- Limpieza y desinfección de los utensilios del banco de progenitores (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Aproximadamente a los dos meses son pescados y sembrados, 3 000 animales por estanque (llamados hermanos por ser sembrados en igual día con animales de la misma familia) para disminuir la densidad, mejorar en crecimiento y desarrollo, y alcanzar los requisitos necesarios para poder ser expuestos a la producción. La certificación de los animales para pasar a la nave de maduración debe estar avalada por la dirección de calidad. Según el Procedimiento del Laboratorio (P.LB)- Chequeo Biológico y Veterinario de los camarones (Alarcón, 2017).

Nave de Maduración: En ella se obtienen los huevos y seguidamente los Nauplios. Está compuesta por cinco sub-áreas: cuarto de mezcla, local de preparación de alimentos, área de tanques, sala de desoves y sala de eclosión.

Local de preparación de alimentos: Lugar donde se preparan y almacenan los alimentos para un día de trabajo a una temperatura de conservación facilitada por una nevera de 0,17 kW de potencia.

Cuarto de Mezcla: Se prepara el agua para trabajar en la sala de desove y eclosión con una salinidad de 30 ‰.

Se trabaja con agua destilada que es recibida desde la Termoeléctrica de Cienfuegos en días alternos y a través de un medio de transporte que consume por norma 40 litros de diésel.

Se mantiene temperatura específica a través de un calefón, mostrado en la figura 2.5, que trabaja de cuatro a ocho horas, consumiendo aproximadamente 27 litros de gas licuado calentando 150 litros de agua recibida por gravedad y trasladada mediante una bomba de 0,37 kW de potencia (Alarcón & Tamayo, 2018).



Figura 2.5- Calefón en local de Mezcla del área Maduración en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Salón de estancia de los animales: Permanecen 47 tanques mostrados en la figura 2.6, con 120 animales cada uno (60 hembras y 60 machos) donde tiene lugar el proceso de maduración de las hembras y realización de captura de cópulas.

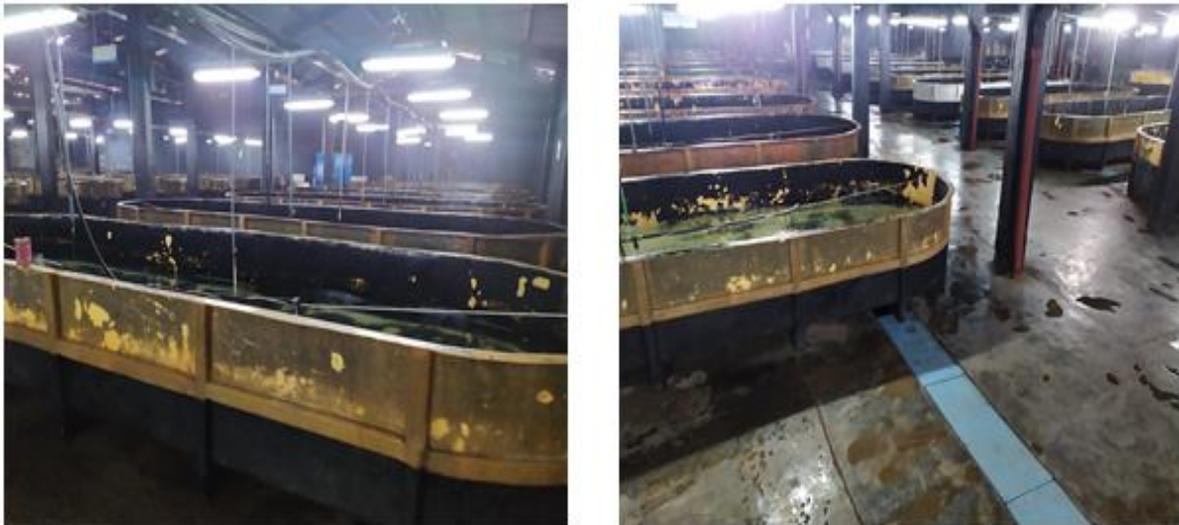


Figura 2.6- Salón de estancia de animales de Maduración en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Las familias son colocadas de forma tal que puedan ser identificadas, lo que contribuye, entre otras cosas a delimitar el rendimiento de cada una de forma independiente.

Siempre se tiene un tanque nombrado de reposición para ir reponiendo los muertos que van teniendo lugar en el transcurso de los días y dados

fundamentalmente por cuestiones de estrés a que son sometidos los animales durante el proceso de captura de cópulas (Alarcón, 2017).

Parámetros Físico-Químicos:

Temperatura: $302\text{ K} \pm 1$. Garantizada por el uso de una caldera de diésel (consume 40 l/h y usada ocasionalmente) y por dos equipos de enfriamiento de 20,1 kW cada uno. Estos últimos se emplean normalmente en los meses de verano.

Fotoperíodo: Será 11:30 horas de luz y 12:30 horas de oscuridad. Para ello cuentan con un total de 256 lámparas de 40 W.

Turbulencia: Será mínima, lo cual se garantizará con el sistema de intercambio de agua establecido durante 20 horas mediante una bomba de 11 kW de potencia.

Oxígeno: Garantizado por un soplador de 2,5 kW de potencia que trabaja 24 horas (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

En la figura 2.7 se muestra el proceso de aireación e intercambio de agua.



Figura 2.7- Intercambio de agua en tanques de Maduración en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Colecta de hembras copuladas:

1. En los tanques mixtos, la revisión y búsqueda de hembras copuladas, se realiza en horas de la tarde a partir de las 2:00 p.m. Para esto se enciende un nivel de luz en aras de facilitar la operación.

2. Se coloca una jaula de malla sin fondo en los tanques para poder separar aquellas hembras revisadas que no fueron copuladas, al terminar la revisión se retira la jaula, quedando los animales en libertad.
3. La captura se efectúa cuidadosamente con un jamo, tomándose a la hembra madura para chequear si ha sido copulada, observándose la hembra dorsalmente.
4. Las hembras copuladas se trasladan hacia el tanque de desove, colocándola en un tubo transportador de PVC, siendo depositada en una tanqueta de 10 litros con agua del propio tanque, garantizando que quede totalmente sumergida.

El número de hembras recolectadas se refleja en el registro R.3.07/P.3.MD.08 Control de Cópulas, Desoves y Eclósión. El tiempo máximo de explotación de una población, será hasta el momento en que se observe una disminución significativa en la cantidad de cópulas/tanque o de Nauplios/desove (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Sala de desove: Cuenta con cuatro cubículos que tienen tres masivos cada uno, en donde se colocan diariamente las hembras copuladas a partir de las 2:00 pm y hasta 4:00 pm aproximadamente (en dependencia de la hora en que finalice la captura de cópulas).



Figura 2.8- Masivos de desoves del área Maduración en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Las hembras copuladas son colocadas cuidadosamente en los tanques de desove a una densidad no mayor de 15 a 20 hembras/m² (se colocarán entre 20 y 30 hembras por tanque). Se observa que reaccionen normalmente al ser liberadas, teniendo en cuenta el nado. En la figura 2.8 se representan algunos masivos con vista exterior e interior en donde se muestra la manera en que los animales deben encontrarse para considerarlos adecuados durante el proceso.

El desove se detectará por la presencia de huevos en la masa de agua. Las hembras desovadas se devuelven a los tanques de origen, sin exceder las 4 horas (entre las 7:00 - 8:00 p.m.), respetando el número de animales por cada tanque. Luego se procede a la cosecha de los huevos y traslado para que eclosionen (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Sala de Eclosión: Formada por tres cubículos (dos en uso) y es donde se colocan los huevos pescados con anterioridad para adquirir los nauplios que posteriormente se pescan, al día o a los dos días, en dependencia de donde vayan a ser sembrados. En la figura 2.9 se ejemplifica la organización de los masivos en un cubículo y el nivel de iluminación y aireación que debe permanecer.



Figura 2.9- Masivos de eclosión del área Maduración en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Durante todo el proceso de eclosión y desarrollo de los nauplios, se deben mantener lámparas fluorescentes encendidas, encima de los tanques de eclosión. Al colocar los huevos dentro de los tanques se tiene en cuenta que la densidad de los desoves en los masivos será de 30 - 40 desoves. Se mantiene una aireación

moderada para lograr la suspensión de los huevos en la masa de agua. El inicio de la eclosión será una vez transcurridas las 12 a 16 horas después del desove, en dependencia de la temperatura (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012), que podrá ser regulada con dos calentadores durante 24 horas con una potencia de 3 kW.

En esta última etapa es donde se produce el primer producto, es decir, dicha UEB comercializa Nauplios con un día, estadio III o IV, a la UEB Manzanillo. Durante cada envío se consume un total de 140 litros de diésel por envío. Es decir, esta es la norma de consumo de combustible para el vehículo de traslado que, depende del plan de producción establecido por la empresa de acuerdo a las necesidades existentes y referidas no solo a nauplios sino también a postlarvas para las camarónicas de la región oriental (Tamayo, 2020). El objetivo fundamental es abastecer de nauplios a la UEB Manzanillo y que esta a su vez produzca Postlarvas al igual que UEB YAGUACAM y sea capaz de suplir la demanda de algunas camarónicas y la segunda del resto.

En caso de los nauplios ser utilizados por el centro en estudio para continuar ciclo de producción, son pescados y trasladados con dos días, estadio V, hacia el área de Cría de Larvas.

La cosecha debe concluir de 1 a 2 horas de iniciada la misma. Los nauplios cosechados se introducen en una tanqueta de 100 litros con un volumen de 70 litros de agua y se le añade 2 ml de lodo durante 30 segundos para eliminar residuales (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Tabla 2.3- Consumo eléctrico de equipos en Maduración. Fuente: Elaboración propia

Áreas/Equipos	Potencia (kW)	Cantidad	Horas/Día	Consumo (kWh/día)
Calentadores	3,00	2	24	144,00
Sopladores	2,50	1	24	60,00
Aires (1/2 Tn)	0,80	1	20	16,00
Bomba	0,37	1	5	1,85
Nevera	0,17	1	24	4,08

Lámparas	0,07	1	8	0,56
Lámparas	0,04	256	20	204,80
Lámparas	0,02	36	24	15,55
Lámparas	0,01	20	24	4,80
Total	6,98	319	173	451,64

Cría de Larvas: Cuenta con dos naves de producción y un laboratorio en donde se colocan los alimentos a utilizar, teniendo en cuenta las condiciones de temperatura a la que deben mantenerse. Para ello se tiene un equipo de aire acondicionado de 0,8 kW de potencia que trabaja aproximadamente 20 horas y una nevera (durante 20 horas) de 0,14 kW de potencia.

Las naves son similares, cada una tiene 16 tanques, divididos en cuatro cubículos que a su vez son divididos a la mitad, ubicándolos en pareja como se muestra en la figura 2.10. Ahí son sembrados los Nauplios pescados, aproximadamente 4 millones por tanque. Aquí transitan por los distintos estadios larvales y, una vez que lleguen a Postlarvas 2 o 3 (PL2 o PL3) son transferidos hacia Carisombra (Alarcón, 2017).



Figura 2.10- Tanques de cultivo larval en Centro de Producción UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físico-Químicos:

Oxígeno Disuelto: (3 - 8) mg/l. Se emplean sopladores de potencia 3,5 kW y 7,5 kW, respectivamente.

Temperatura: (301- 307) K \pm 1. Se trabaja con caldera y 8 calefones. La caldera opera durante una hora por día aproximadamente consumiendo un total de 40 litros de diésel; mientras que cada calefón, representado en la figura 2.11, trabaja normalmente 24 horas con una bomba de 0,37 kW (una para dos) que transporta 150 litros de agua recibidos por gravedad y un consumo de 80 litros de gas licuado.



Figura 2.11- Calefón de Cría Larvas en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Salinidad: (25 - 30) ‰. Para disminuir niveles se añade agua dulce recibida por gravedad y para aumentar, se bombea agua durante una hora mediante una bomba de 1 kW de potencia. En la tabla 2.4 se muestran los valores a tener en cuenta.

Tabla 2.4- Temperatura y salinidad según el estadio larval. Fuente: (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012)

Estadio	Temperatura (K)	Salinidad (‰)
Nauplio	301 a 303	30
Protozoa I	303 a 307	30
Protozoa II	303 a 307	30
Protozoa III	303 a 307	30
PIII – Mysis I	303 a 307	27
Mysis II - Postlarvas	303 a 307	25 a 30

pH: 7,5 - 8,5. Recambio de agua salada garantizado por una bomba de 1 kW de potencia.

Iluminación: Se emplean 108 lámparas con potencia de 0,018 kW y 20 de 0,04 kW durante 24 horas para garantizar el proceso de fotosíntesis, es decir, un medio lo más natural posible, en donde las células de alga se reproduzcan y a su vez alimenten la larva con dicho alimento que resulta imprescindible en el inicio de la producción del camarón (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Una vez que las larvas se encuentran en estadio a partir de PL2 son trasladadas hacia el área de Carisombra como fue mencionado anteriormente, con vistas a mejorar las condiciones de cultivo, ya que se produce un cambio total del agua, además se optimiza las capacidades del área de Cría de larvas.

Tabla 2.5- Consumo eléctrico de equipos en Cría Larvas. Fuente: Elaboración propia

Áreas/Equipos	Potencia (kW)	Cantidad	Horas/Día	Consumo (kWh/día)
Sopladores	7,50	2	24	360,00
Sopladores	3,50	2	24	168,00
Aires (1/2Tn)	0,80	2	20	32,00
Bombas	0,37	4	24	35,52
Nevera	0,14	1	20	2,70
Lámpara	0,07	1	8	0,56
Lámpara	0,04	20	24	19,20
Lámpara	0,02	108	24	46,66
Total	12,43	140	168	664,64

Carisombra: Área que cuenta con 19 tanques y donde se colocan aproximadamente un millón y medio de Postlarvas hasta alcanzar estadios PL 8 o más, cumplir con requisitos de calidad establecidos para posteriormente ser trasladadas al resto de las UEB como producto final, en dependencia de la necesidad y capacidad de estas; así como también proporcionar las postlarvas

que son sembradas en un estanque del banco de progenitores y que garantizan la continuidad del proceso.

Parámetros Físico-Químicos:

Temperatura: (301 - 305) K. Uso de la caldera aproximadamente una hora por día para hacer reflujos de agua y subir volúmenes, con un consumo de 40 litros de diésel. También se usan los equipos de enfriamiento de 20,1 kW ubicados en el área de caldera y usados normalmente cuando se efectúa cosecha hacia las camarónicas más lejanas y por un tiempo máximo de cuatro horas.

Salinidad: (15 - 32) ‰. Para disminuir se añade agua dulce recibida por gravedad y para aumentar se introduce agua salada a través de una bomba con potencia de 1 kW por aproximadamente 2 horas.

pH: Se garantiza con el reflujos de agua efectuado como se explica con anterioridad.

Iluminación: Se garantiza a través de 22 lámparas de 0,04 kW de potencia con el objetivo de garantizar el proceso de fotosíntesis explicado anteriormente.

Oxígeno: Se emplea un soplador con potencia de 2,5 kW durante 24 horas. (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Para la cosecha o venta de Postlarvas se coordina previamente con los clientes, el día, hora y salinidad de los estanques previstos a sembrar para la cosecha de las que se trasladan. Según el informe de la salinidad del estanque de pre cría de las camarónicas compradoras, se comienza a regular ésta gradualmente en el tanque de Carisombra hasta alcanzar la requerida antes de cosechar. Los clientes son recibidos con anterioridad para que de esta forma se garantice transparencia y satisfacción con lo comprado.

Los gastos referidos a cosecha están dados fundamentalmente por el nivel de combustible diésel consumido en cada uno de los traslados hacia las distintas camarónicas, alcanzando valores significativos, expuestos en la Figura 2.3- Diagrama energético- productivo del Centro UEB YAGUACAM. La mayoría de los casos los traslados son efectuados hacia las camarónicas más cercanas, en

dependencia del comportamiento de la producción tanto en UEB YAGUACAM como en UEB Manzanillo, debido a que se trabaja a nivel de empresa y el objetivo es suplir la demanda de cada camaronera exportadora cumpliendo con la planificación diseñada con anterioridad (Alarcón, 2017).

Tabla 2.6- Consumo eléctrico de equipos en Carisombra. Fuente: Elaboración propia

Equipos	Potencia (kW)	Cantidad	Horas/Día	Consumo (kWh/día)
Bombas	5,50	1	4	22,00
Sopladores	2,50	1	24	60,00
Refrigeradores	0,36	1	24	8,66
Ventiladores	0,05	1	20	0,96
Lámpara	0,04	22	24	21,12
Lámpara	0,02	6	24	2,59
Total	8,47	32	120	115,34

Para hacer posible el desarrollo del proceso productivo se cuenta además con dos laboratorios que, trabajan de forma independiente y tienen funciones específicas.

Laboratorio de Calidad: Especializado para supervisar todo el proceso de producción, seguridad biológica; y certificar Nauplios y Postlarvas que se producen y trasladan en las distintas áreas, así como lo que se comercializa con el resto de las camaroneras. Cuenta con un equipamiento certificado que permite efectuar cada una de estas operaciones.

Tabla 2.7- Consumo eléctrico de equipos en Laboratorio de Calidad. Fuente: Elaboración propia

Equipos	Potencia (KW)	Cantidad	Horas/Día	Consumo (kWh/día)
Autoclave	8,000	1	2	16,000
Microondas	0,850	1	0,5	0,425
Estufa	1,000	1	18	18,000

Split	1,450	1	20	29,000
Refrigerador	0,476	1	24	11,424
Incubadora	0,330	1	24	7,920
pHmetro	0,192	1	0,5	0,096
Lámpara	0,070	1	8	0,560
Lámpara	0,040	34	24	32,640
Equipo Hach	0,030	1	1	0,030
Microscopio	0,030	1	8	0,240
Microscopio	0,010	1	1	0,010
Balanza	0,004	1	1	0,004
Total	12,482	46	132	116,349

Laboratorio de Fitoplancton: Encargado de garantizar la producción de algas para el proceso de alimentación larvario.



Figura 2.12- Laboratorio de Fitoplancton en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Cuenta con un total de 10 cepas que se trabajan en un local con personal limitado. De ahí se seleccionan las que saldrán a la producción y se les da renovación cada dos días, aumentando volúmenes desde 500 mililitros hasta llegar a 8 000 litros que es la capacidad de un tanque de alimentación. En la figura 2.12 se ejemplifica la secuencia de trabajo.

Parámetros Físico-Químicos:

Iluminación: Tiene que oscilar entre 3 000 y 5 000 lux. Esta se logra con lámparas que serán sustituidas cuando no ofrezcan la intensidad necesaria.

Temperatura: Esta es controlada a través de equipos de climatización, logrando de forma estable un valor de 296 K. Se mide con un termómetro de Mercurio ubicado dentro de un frasco de agua destilada al 2 % de formol y aire permanente.

pH: Oscilará en el cultivo entre 7,5 y 9,5.

Salinidad: Se trabaja con 35 ‰ (aunque puede oscilar entre 33 y 36 ‰) garantizada por una bomba de 1kW de potencia que trabaja normalmente tres horas diarias.

Oxígeno: Aireación permanente en cada recipiente que contenga células de alga en explotación, garantizado por un soplador con potencia de 7,5 kW (Viera, Duarte, & Lóriga, 2012).

Tabla 2.8- Consumo eléctrico de equipos en Laboratorio de Fitoplancton. Fuente: Elaboración propia

Equipos	Potencia (KW)	Cantidad	Horas/Día	Consumo (kWh/día)
Autoclave	8,00	1	3	24,00
Destiladora	6,00	1	5	30,00
Soplador	7,50	1	24	180,00
Bomba	5,50	1	4	22,00
Aire (1Tn)	1,60	1	20	32,00
Estufa	1,60	1	2	3,20
Split	1,45	3	20	87,00

Lámpara	1,00	1	8	8,00
Bomba	0,37	1	3	1,11
Lámpara UV	0,15	1	4	0,60
Lámpara	0,04	104	24	99,84
Lámpara	0,02	6	24	2,88
Lámpara	0,02	44	24	19,01
Lámpara	0,01	22	24	5,28
Refrigerador	0,36	1	24	8,66
Total	33,62	189	213	523,58

Para poder garantizar el suministro de agua salada a cada una de las áreas se cuenta con una bomba vertical de 53 kW de potencia que trabaja 8 horas diarias y que llena dos sedimentadores (trabajan de forma alterna). En la figura 2.13 se muestra una panorámica de sus dimensiones. Desde aquí es que se bombea para dichas áreas con sus respectivas bombas.



Figura 2.13- Sedimentadores de agua salada en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

De las áreas analizadas se tiene que la mayor consumidora de electricidad resulta ser Cría Larvas.

Tabla 2.9- Consumo eléctrico por áreas. Fuente: Elaboración propia

Áreas	Consumo por Áreas (kWh/día)
Cría Larvas	664,64

Fitoplancton	523,58
Maduración	451,64
Laboratorio	116,35
Carisombra	115,34
Total	1 871,55

2.2- Caracterización energética del Centro Desove UEB YAGUACAM

En la UEB se cuenta con el empleo de distintos portadores energéticos: Electricidad, Diésel, Gas Licuado y Lubricantes (Tamayo, 2020). En la tabla 2.10 se muestran los datos para el período comprendido entre 2016-2019.

Tabla 2.10- Consumo de Portadores Energéticos. Fuente: Elaboración propia

Años	Electricidad (kWh)	Diesel (L)	Gas Licuado (L)	Lubricantes (L)
2016	914 966	212 969	53 541	1 220
2017	871 154	222 093	40 931	1 190
2018	850 319	230 728	42 829	1 250
2019	899 725	199 957	37 564	1 100
Total	3 536 164	865 746	174 865	4 760

Para establecer la comparación sobre la misma base energética se acude al uso de las TEP (toneladas de combustible equivalente), donde se hace necesario multiplicar por un factor de conversión (F Conv.), mostrados en la tabla 2.11 y que varían en dependencia del tipo de portador (Estadística y asignación de productos. Departamento Planificación y Estadística. Gobierno Provincial Cienfuegos, 2017).

Tabla 2.11- Consumo de Portadores Energéticos en TEP. Fuente: Elaboración propia

Portadores	UM	Valor	F Conv.	TEP	%	% Acumulado
Electricidad	kWh	3 536 164	0,3502	1 238 365	52,5	52,5
Diesel	L	865 746	1,0534	911 977	38,7	91,2
Gas Licuado	L	174 865	1,1631	203 385	8,6	99,8
Lubricantes	L	4 760	1,0000	4 760	0,2	100,0
Total				2 358 487	100	100

La figura 2.14 muestra que al igual que en muchos centros, la electricidad representa el valor más significativo de consumo para dicho período, con un 52,5 % del total de TEP utilizado. En este caso superando 1,4 veces al diésel que es el otro portador más utilizado.

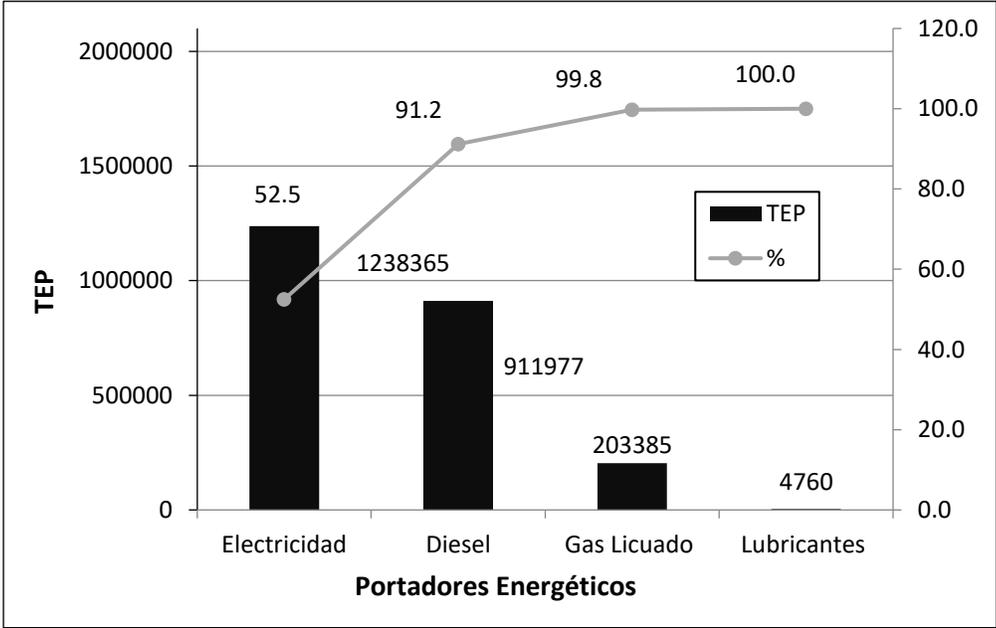


Figura 2.14- Consumo de portadores energéticos utilizados en el Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los consumos de cada portador energético se deduce que la adecuada planificación en este aspecto constituye un eslabón de gran importancia para la UEB, debido a su influencia en las ganancias y por ende en su competitividad. Por ejemplo en los años 2017 y 2018, se tienen gastos referidos a electricidad y gastos totales de la UEB dados en la tabla 2.12.

Tabla 2.12- Gastos referidos a electricidad y totales en los años 2017-2018. Fuente: (Departamento económico UEB YAGUACAM, 2020)

Años	Gastos de electricidad (cup)	Gastos totales (cup)	%
2017	152 670,61	4 295 776,44	3,6
2018	156 755,39	4 156 331,47	3,8

También se tiene que para el año 2019 los gastos en Miles de Pesos (MP) de los portadores energéticos se comportaron como se expresa en la tabla 2.13.

Tabla 2.13- Gastos de los portadores energéticos y totales en el año 2019.
Fuente: (Departamento económico UEB YAGUACAM, 2020)

Gastos (cup)	Electricidad	Diesel	Gas	Lubricantes	Gastos totales
MP	142 587	117 863	9 787	588	17 169 857

Los portadores energéticos presentan un gasto total de 270 825 cup. Lo que representa aproximadamente el 2 % de los gastos totales de la UEB.

Como se puede observar resultan ser valores significativos, por lo que constituye una necesidad trabajar en su explotación eficiente para mantener la estabilidad económica.

La figura 2.15 ilustra la tendencia de los consumos reales de energía y lo planificado en el período comprendido entre Enero 2016-Diciembre 2019.

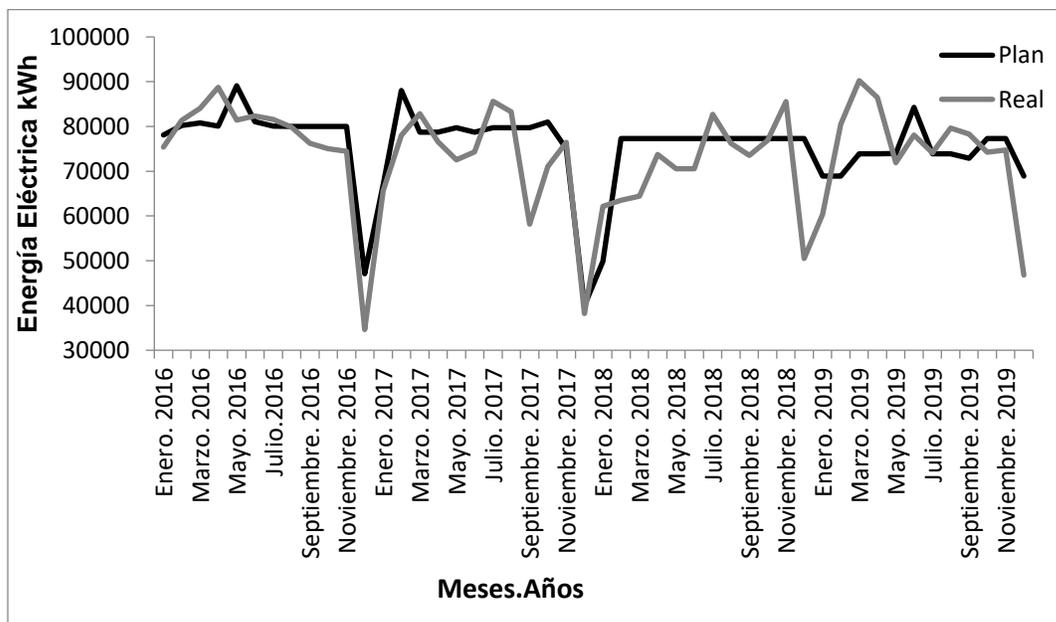


Figura 2.15- Plan y Real en el consumo de electricidad del Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Como se muestra claramente en ocasiones no existe una coincidencia entre los valores del plan y lo real, lo que significa que no consta una adecuada planificación o que el control energético no se realiza de manera efectiva. Un análisis de control puede determinar si la variable señalada, garantiza una estabilidad en el paso del tiempo o no. Para ello se trabaja con el consumo real de

electricidad, con su promedio (media), y con límites superiores (LCS) e inferiores (LCI). Dichos límites son calculados teniendo en cuenta la desviación estándar, en este caso dos veces.

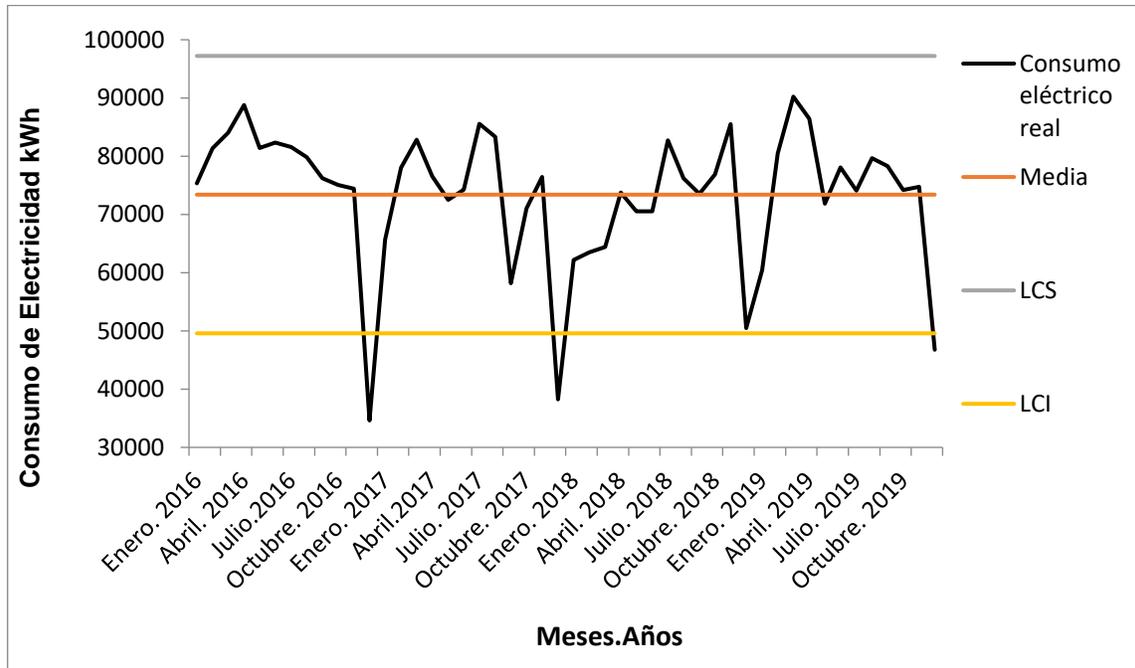


Figura 2.16- Análisis de control para el consumo de electricidad del Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Se encuentran tres valores por debajo del límite inferior, considerándose como fuera de control estadístico por dicha causa, en este caso pertenecientes al mes de Diciembre de 2016, 2017 y 2019. Esto se debe a que lo establecido por la empresa es, no efectuar producción, y realizar en este período una parada sanitaria con el objetivo de desinfectar totalmente las distintas áreas. Considerando la figura 2.16, el proceso referido al consumo de energía eléctrica, se puede juzgar como no conforme (se puede mejorar), porque además de lo señalado con anterioridad, existen valores que se encuentran alejados de la media (aunque dentro de los intervalos de control).

Por otra parte se realizó un análisis más profundo sobre el consumo de electricidad por área. Una vez que se tuvieron los datos que ya fueron dados con anterioridad, se clasificó cada equipo según su principio de funcionamiento para de esta forma tener una medida del uso final de la energía.

Tabla 2.14- Consumo de equipos eléctricos del Centro de Desove UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Equipos Eléctricos	Consumo (kWh/día)	%	% Acumulado
Bombas	1 268,48	37,09	37,09
Sopladores	828,00	24,21	61,30
Equipos de Iluminación	507,44	14,84	76,14
Equipos de Climatización	358,72	10,49	86,63
Otros	212,73	6,22	92,85
Equipos de Refrigeración	144,60	4,23	97,08
Equipos de Laboratorio	99,93	2,92	100,00
Total	3 419,90	100	

Las bombas y los sopladores resultan ser los mayores consumidores. Esto está dado porque la oxigenación del agua en el centro se realiza a partir del suministro propio de oxígeno al agua (mediante sopladores) y del recambio de agua (mediante sistemas de bombeo). En la figura 2.17 se representan los valores obtenidos con anterioridad.

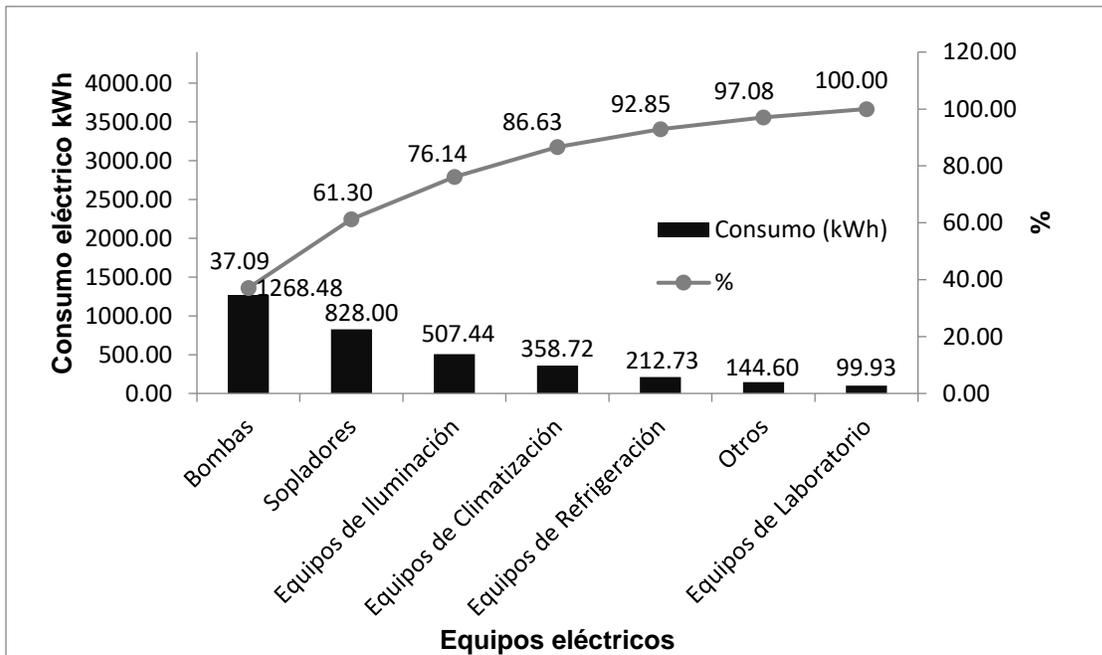


Figura 2.17- Distribución de consumo por uso final de la energía eléctrica en el Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Un uso tan elevado de energía solo se justificaría si para el centro las ventas alcanzaran valores significativos. En la figura 2.18 se analiza el comportamiento de dicha energía con respecto a la producción alcanzada, en donde esta última toma en cuenta la suma entre los valores de producción de Postlarvas y Nauplios (en millones), lo que representa el producto final.

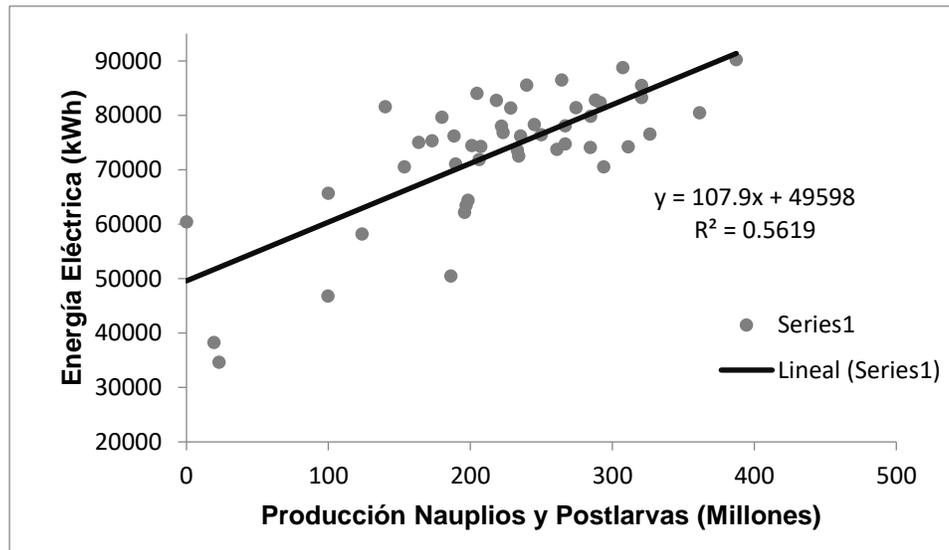


Figura 2.18- Gráfico de dispersión de nivel de Energía Eléctrica/ Producción en Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

La línea recta no resulta ser un modelo de ajuste adecuado a los puntos reales debido a que R^2 es inferior a 0,75. Se procede a realizar un filtrado de datos mediante la siguiente herramienta (ecuación 2.1).

$$R^2 = \frac{V_e}{V_{ne} + V_e} \quad (2.1)$$

Donde:

V_e Variación explicada

V_{ne} Variación no explicada

$$V_e = (\text{consumo estimado} - \text{consumo promedio})^2 \quad (2.2)$$

$$V_{ne} = (\text{consumo observado} - \text{consumo estimado})^2 \quad (2.3)$$

El consumo observado se refiere al consumo real de electricidad; mientras que para el estimado se sustituye cada valor de producción en la ecuación de la recta.

Pueden ser eliminados todos aquellos valores con un coeficiente R^2 inferiores a 0,6 (Yanes, 2020). No obstante se eliminaron solo algunos con el objetivo de dejar una muestra representativa, en este caso 14 valores que representan el 29 %. Corresponden a Febrero, Marzo, Julio y Octubre del 2016; Julio de 2017; Enero, Febrero, Mayo, Julio y Diciembre de 2018; Abril, Agosto, Octubre y Diciembre de 2019.

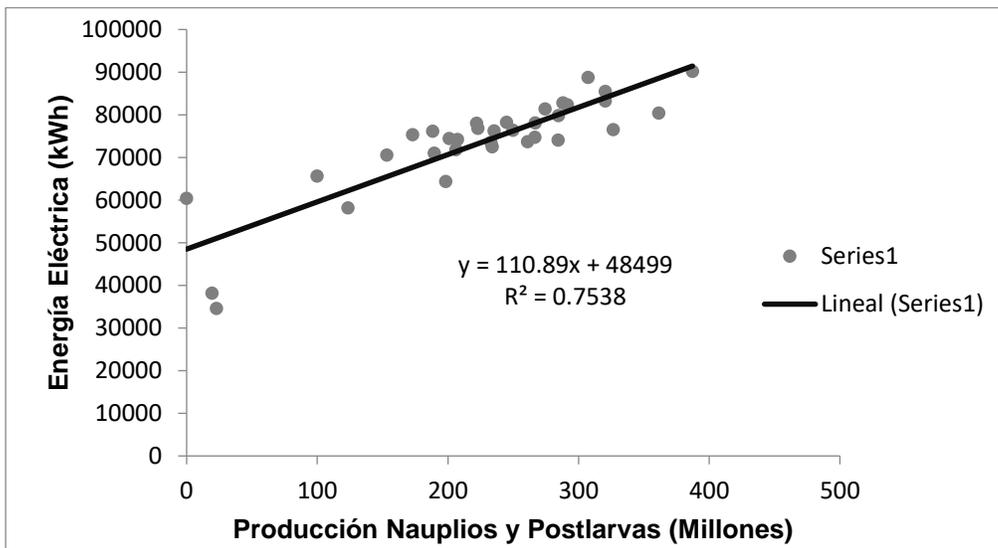


Figura 2.19- Gráfico de dispersión de nivel de producción vs consumo de energía eléctrica en el Centro de Producción de UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Se puede afirmar que la línea recta es un modelo de ajuste adecuado a los puntos reales dado que R^2 es superior a 0,75 indicando como bueno en procesos energéticos. De ahí que, si se planifica una producción cualquiera para un mes determinado, se pudiera estar planificando además el consumo de energía eléctrica.

El intercepto con el eje Y normalmente significa la energía consumida no asociada a la producción, en este caso, dada fundamentalmente por el consumo del Edificio Administrativo. También se tiene que se trabaja con un sistema atípico en el que

se produce en un mes y se vende en otro. Significando que se tienen gastos justificados porque sí se tiene producción, solo que no está terminada. Ejemplo de ello es que en Diciembre se realiza una parada sanitaria con el objetivo de desinfectar totalmente el centro, lo que conlleva a que en Enero no haya producción concluida.

2.2.1- Indicador de desempeño energético (IDEn)

La figura 2.20 muestra el comportamiento del IDEn, tanto teórico como real. Para el caso del IDEn teórico se tiene en cuenta la ecuación dada por la recta obtenida en el segundo gráfico de correlación. A partir de esta se le van dando valores supuestos a la variable producción y se sustituyen en la misma. En cuanto al IDEn real se toman los valores de energía contra producción real.

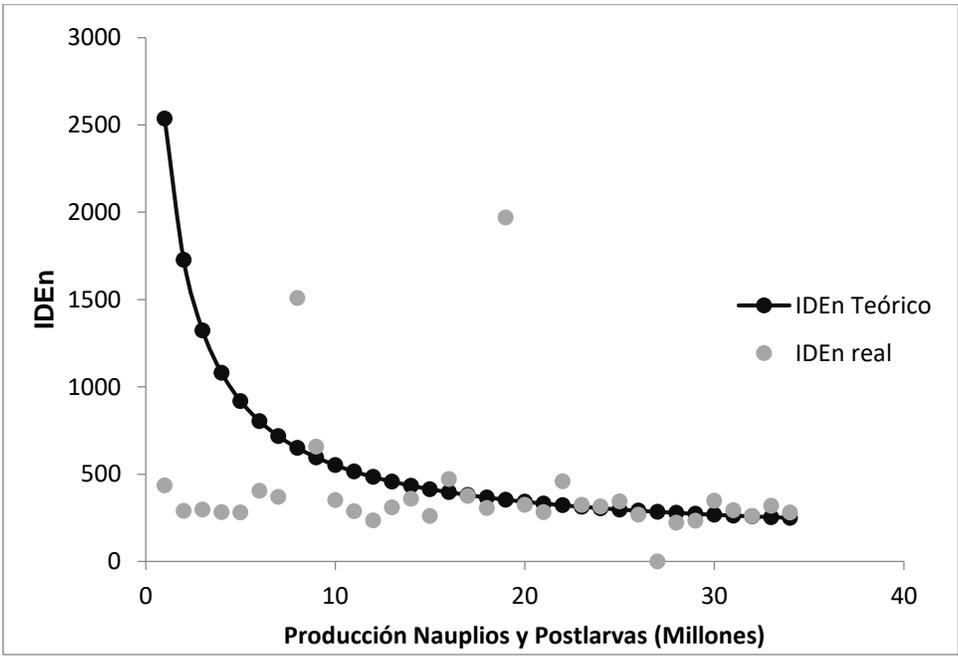


Figura 2.20- IDEn vs producción en Centro de Producción de UEB YAGUACAM.

Fuente: Elaboración propia

Se encuentran por encima de la línea los valores correspondientes a Diciembre 2016 y 2017; Septiembre de 2017, en donde ocurrió un evento meteorológico que dio lugar a la rotura del grupo electrógeno con que se trabajaba y por ende a la pérdida de aproximadamente 24 millones de Postlarvas; Junio de 2018 y Mayo de 2019.

Válido aclarar que se trabaja con seres biológicos, lo que significa que se planifica una producción que puede variar en dependencia de cualquier enfermedad que puedan presentar los animales. Ejemplo, lo típico en estos meses de Mayo-Agosto es el desove de cangrejo en las costas, lo que trae consigo la aparición del hongo en las larvas y donde, en la mayoría de los casos no existe respaldo para atacar la enfermedad. También cobra gran auge el tipo de alimentación, los animales se sustentan según el estadio con alimentos específicos que de no ser aplicados varía su rendimiento.

2.3- Oportunidades de ahorro

1. Analizar si el sistema de bombeo es el adecuado y si se justifica su uso según la cantidad de horas de trabajo.
2. Elaborar un nuevo diseño que contemple la conexión entre los accesorios de los sopladores de forma tal que en ocasiones el de un área determinada pueda además suplir la demanda de otra, según el número de animales que circulen.
3. Identificar los locales que requieran una temperatura interior específica evitando el uso excesivo de equipos de climatización.
4. Sustituir tecnologías existentes por equipos más eficientes.
5. Proponer un sistema de energía solar que responda a la demanda existente referida a consumo de electricidad.

Conclusiones Parciales:

1. En el Centro de Desove UEB YAGUACAM el estudio realizado está dirigido al Centro de Producción por su nivel de superioridad referido a consumo de electricidad con respecto al Edificio Administrativo.
2. El Centro de Producción está compuesto por cinco áreas en donde el proceso productivo requiere del cumplimiento de parámetros físico-químicos que originan el consumo de 2 313,62 kWh, 667 litros de GLP y 160 litros de diésel diarios.

3. La Electricidad resulta ser el portador energético de mayor consumo debido a que se trabaja con equipos altos consumidores, en donde las bombas, sopladores y equipos de iluminación representan el 76,14 % del consumo total.
4. La energía no asociada a la producción presenta un valor elevado debido fundamentalmente a que se trata de un proceso que requiere mínimo de 16 días para finalizar y la existencia de un Edificio Administrativo.

Capítulo 3

Capítulo 3. Anteproyecto Técnico del Sistema Solar Fotovoltaico para la generación y suministro de energía eléctrica a la UEB YAGUACAM

3.1- Análisis comparativo de las oportunidades de ahorro energético

En la UEB YAGUACAM se tienen altos consumos de electricidad dados por el empleo de equipos que resultan ser imprescindibles durante el proceso de producción. Cada uno con características diferentes pero empleados con el mismo objetivo, obtener la mayor producción posible y que esta a su vez cumpla con los requerimientos establecidos. A pesar de ello actualmente no se realizan análisis en donde se justifique el tiempo de trabajo y la eficiencia en que trabajan. De ahí la propuesta de oportunidades de ahorro.

1. Analizar si el sistema de bombeo es el adecuado y si se justifica su uso según la cantidad de horas de trabajo.

Para realizar un análisis oportuno sobre el bombeo y sus horas de trabajo se requiere de una evaluación que consta de varios aspectos a tener en cuenta como lo son: consumo de energía de cada una y su dimensionamiento, horarios de trabajo, curvas características de las bombas, variables que intervienen en los procesos.

2. Elaborar un nuevo diseño que contemple la conexión entre los accesorios de los sopladores de forma tal que en ocasiones el de un área determinada pueda además suplir la demanda de otra, según el número de animales que circulen.

Se trata de una inversión que tendría en cuenta una remodelación total de la instalación en la que intervendrían áreas significativas que, de hacerse posible requerirían de una parada general en la que una vez que concluya el proceso se necesitaría desinfectar el centro debido a los riesgos biológicos. Esto implica un tiempo significativo en donde la empresa no tendrá producción inicial y por ende nivel de exportación referida a camarón *Litopenaeus Vannamei* en Cuba.

3. Identificar los locales que requieran una temperatura interior específica evitando el uso excesivo de equipos de climatización.

Está claro que los equipos de climatización son imprescindibles en locales en donde además de cultivo de algas, se tienen alimentos y equipos de laboratorio que requieren bajas temperaturas, pero su uso puede ser regulado en horarios específicos.

4. Sustituir tecnologías existentes por equipos más eficientes.

La sustitución de tecnologías obsoletas requiere de una inversión que contemple, además de gastos significativos, un estudio minucioso sobre cada uno de los procesos en los que intervienen los distintos equipos existentes.

5. Proponer un sistema de energía solar que responda a la demanda existente referida a consumo de electricidad.

Un sistema de energía solar capaz de suplir la demanda referida a electricidad traería consigo ahorros significativos respecto a los gastos totales de la UEB YAGUACAM.

De lo anterior se decide que el trabajo se debe orientar a la última oportunidad de ahorro dado que el 52,5 % del consumo de los portadores energéticos puede estar suplido por un sistema solar fotovoltaico como una alternativa que no impide la paralización del proceso de producción.

3.2- Ubicación geográfica y características constructivas de las edificaciones del Centro de Desove UEB YAGUACAM

Para determinar el potencial fotovoltaico se analiza la ubicación de Cuba y el nivel de radiación solar.

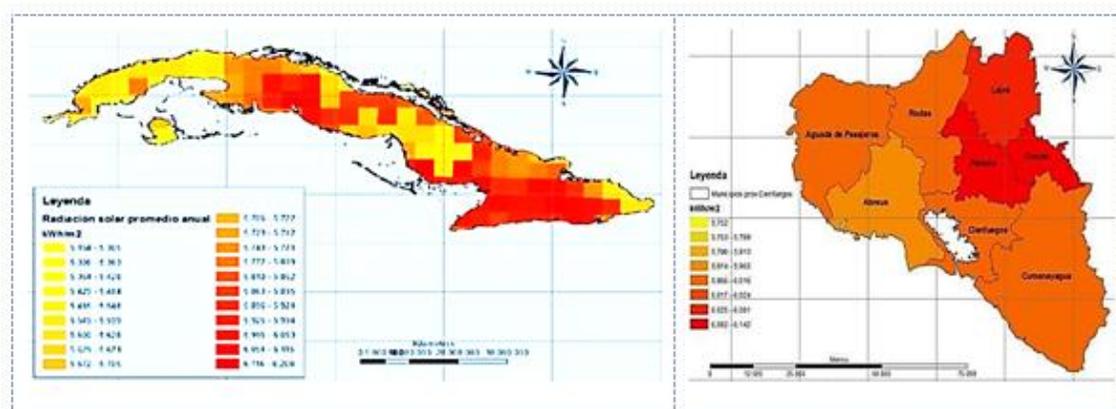


Figura 3.1- Mapa de radiación solar. Fuente: («Radiación solar en Cuba», s. f.)

Como se muestra en la figura 3.1 se presentan valores con un promedio anual de 5-6 kWh/m². La provincia de Cienfuegos representa una de las principales potencias con una radiación de 6 a 6,5 kWh/m²/día (Correia, 2020). En el caso específico del municipio Cumanayagua, donde está ubicado el Centro de Desove UEB YAGUACAM se tiene que la potencia solar promedio oscila entre 5,966-6,016 kWh/m² («Radiación solar en Cuba», s. f.).

La instalación de los paneles solares se realizará sobre las cubiertas de las naves que conforman el Centro de Producción en UEB YAGUACAM. La figura 3.2 muestra su ubicación y estructura. La entidad se encuentra en Carretera a Trinidad, Km 63 ½, Yaguanabo, Cumanayagua, Cienfuegos (a). Las coordenadas geográficas son: 21,8530° de latitud Norte y 80,2040° de longitud Oeste a 5 m sobre el nivel del mar. Cuenta con diez naves (b) de similares características constructivas identificadas en la tabla 3.1 con techos de zinc soportados sobre vigas canal y paredes de hormigón armado. Los mismos son de dos aguas con inclinación al noreste (NE) y suroeste (SW) (c).

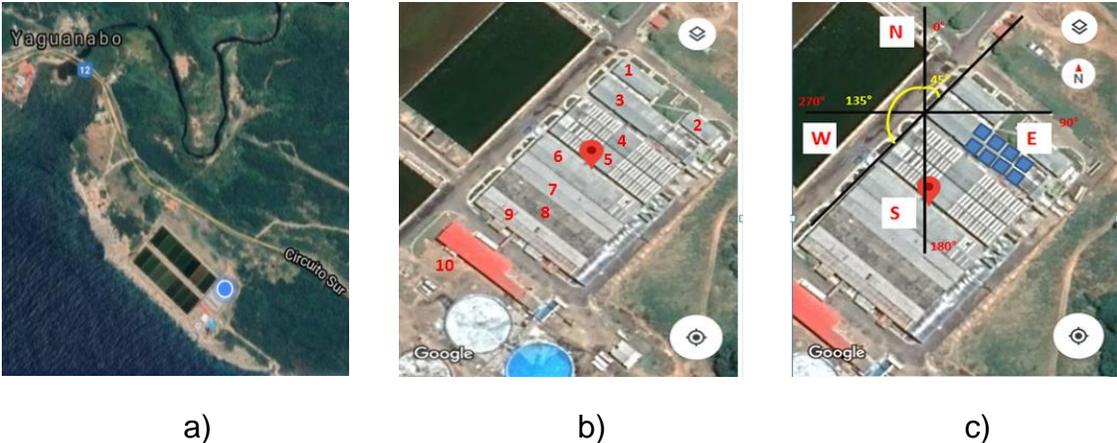


Figura 3.2- Vista satelital de la UEB YAGUACAM. Fuente: («Vista satelital de UEB YAGUACAM», s. f.)

Tabla 3.1- Naves que conforman el Centro de Producción UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Denominación
1	Filtros Sanitarios

2	Almacén de Alimentos
3	Laboratorios
4-5	Cría de Larvas
6-9	Maduración
10	Almacén de Artículos

3.3- Metodología de cálculo del Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR)

Para el cálculo, diseño e instalación del sistema fotovoltaico se trabajará con la siguiente secuencia:

1. Determinación de la carga instalada y demanda de energía
2. Selección del módulo fotovoltaico e inversor.
3. Cálculo de orientación, inclinación, sombras y distancias entre paneles.
4. Determinación de la cantidad de paneles y del número de inversores.

3.4.1- Determinación de la carga instalada y demanda de energía

La carga instalada es de 295,67 kW y depende de la potencia de cada uno de los equipos existentes. Mientras que la demanda de energía es de 3 419,90 kWh/día, como fue analizado en el capítulo anterior.

3.4.2- Selección del módulo fotovoltaico e inversor

El módulo fotovoltaico seleccionado para la instalación es el DSM–270 producido por la Empresa de Componentes Electrónicos Ernesto Che Guevara ubicada en la carretera al Aeropuerto Álvaro Barba 2 ½, Pinar de Río, Cuba. En la tabla 3.2 se tienen características que lo conforman. Está compuesto por 60 celdas solares del formato 156,75 mm x 156,75 mm, con dimensiones incluyendo el marco de 1 650 mm x 990 mm x 40 mm conectadas en serie.

El arreglo de celdas solares se encuentra encapsulado en el interior de dos láminas de EVA (Etilen Vinil Acetato), insertado a la vez entre un vidrio templado con un espesor de 3,2 mm por la parte frontal y por el dorso una lámina multicapas

con excelentes propiedades eléctricas, químicas y mecánicas, la cual garantiza la protección del módulo y una adherencia perfecta con el EVA.

Tabla 3.2- Características generales del módulo DSM- 270. Fuente: («Especificaciones técnicas del DSM-270», 2019)

Modelo	DSM-270	
Celda	Silicio Multicristalino	
Dimensiones	1650 mm x 990 mm x 40 mm	
Cubierta Frontal	Vidrio templado	
Material del marco	Aleación de aluminio anodizado	
Peso	18,1 kg	

Tabla 3.3- Especificaciones Técnicas del Inversor ABB. Fuente: (ABB Italy S.p.A., s. f.)

Modelo	UNO-7,6-OUTD-US-S-A (208 V)	
Fabricante	ABB	
Tensión Mín. para Pnom (V)	200	
Lado de Salida- Frecuencia	Monofásica- 60 Hz	
Potencia Nominal CA (kW)	7,60	
Corriente CA nominal (A)	36,0	

3.4.3- Cálculo de orientación, inclinación, sombras y distancias entre paneles

En la tabla 3.4, se muestra las principales dimensiones de las naves en el Centro de Producción UEB YAGUACAM, así como orientación cardinal. Todos los techos son de dos aguas y se consideran aptos para la instalación de paneles solares. En este caso no existen sombras que intervengan en el funcionamiento de los paneles, pues se tuvo en cuenta la distancia entre ellos.

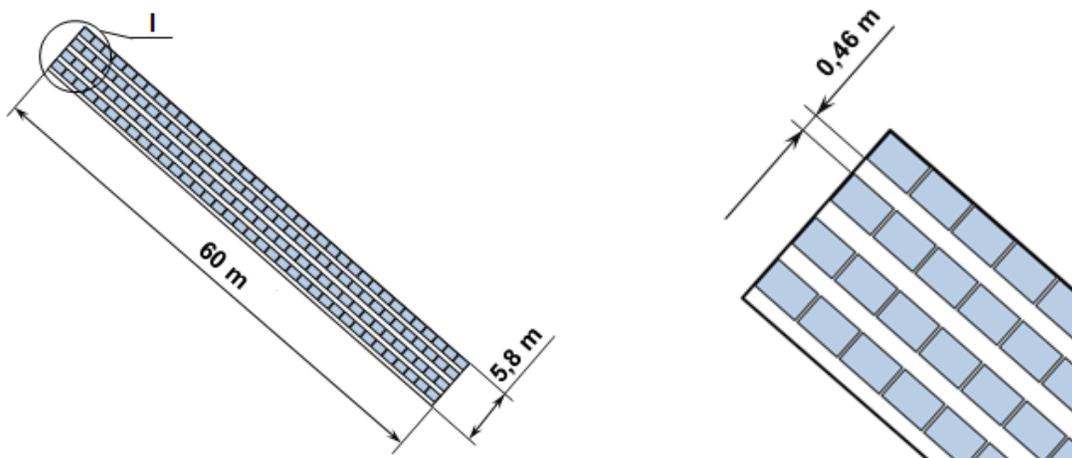


Figura 3.3- Arreglo de los módulos FV para la orientación al NE en las naves desde la nave 3 hasta la 10. Fuente: Elaboración propia

El área del techo para ambas orientaciones en las naves desde la 3 hasta la 9 es de 348 m². Considerando que un módulo FV posee un área superficial de 1,63 m², se cuenta con un área disponible de 237,6 m²; la cual representa el 68 % del área total del techo. Similar resultado se obtiene para la orientación noroeste (NW) en la nave 10. En cuanto a la distancia entre paneles se tiene que, se realiza una distribución en la que se deja un pasillo intermedio que posibilita el montaje, la limpieza y mantenimiento de estos.

Tabla 3.4- Especificaciones de las naves del Centro de Producción en la UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Orientación cardinal	Largo total (m)	Ancho total (m)	Ancho pasillos (m)	Área techo (m ²)	Área disponible (m ²)
1 - 2	NE	20	5,8	1,84	116	79,2
	SW	20	5,8	1,84	116	79,2
3 - 9	NE	60	5,8	1,84	348	237,6
	SW	60	5,8	1,84	348	237,6
10	NE	60	5,8	1,84	348	237,6
	SW	35	5,8	1,84	203	138,6

3.4.4- Determinación de la cantidad de paneles y número de inversores.

Cálculo del sistema solar fotovoltaico mediante el PVsyst V6.7.0

Para la aplicación del PVsyst V6.7.0 se identifica la ubicación y coordenadas geográficas, así como los valores de irradiación global difusa, temperatura y velocidad del viento.

Tabla 3.5- Especificaciones de irradiación global difusa, temperatura y velocidad del viento. Fuente: (PVsyst V6.70- PRO30-Programas informáticos para Sistemas Fotovoltaicos, 2020)

Meses	Irradiación Global kWh/m ² .mes	Difuso kWh/m ² .mes	Temperatura °C	Velocidad Viento m/s
Enero	126,1	46,1	20,2	2,39
Febrero	122,8	51,2	21,6	2,40
Marzo	168,1	67,3	23,7	2,59
Abril	177,5	75,1	24,5	2,80
Mayo	179,7	82,1	26,3	2,40
Junio	169,8	90,7	26,6	1,80
Julio	178,6	89,5	27,3	1,80
Agosto	164,0	89,7	27,1	1,71
Septiembre	140,8	75,7	25,6	1,49
Octubre	129,4	65,6	25,1	1,89
Noviembre	120,9	56,3	22,4	2,20
Diciembre	108,6	49,3	21,7	2,29
Año	1 786,3	838,6	24,3	2,1

En la tabla 3.6 se denotan las orientaciones de los techos, en este caso dos, y se señala el ángulo de inclinación y acimut, según corresponda.

Tabla 3.6- Ángulo de Inclinación y Acimut según orientación de las naves en Centro de Producción de la UEB YAGUACAM. Fuente: Elaboración propia

Orientaciones	Ángulo de Inclinación	Acimut
1	14,0	45,0
2	14,0	-135,0

Para la configuración global del sistema, se considera inicialmente el número de campos y la cantidad de orientaciones. Para cada orientación se tiene en cuenta el ángulo de inclinación, acimut y tipo de módulo e inversor a utilizar.

El inconveniente en el uso del PVsyst en la versión V6.70 es que solamente se podrán modelar hasta una potencia de entrada de 30 kWp, o sea para un área útil de 181 m², en ningún caso superior a 200 m². Es por ello que se han realizado varias modelaciones, incluidas aquellas con superficies mayores a la señalada.

- **Modelación de las naves 1 y 2 (ambas orientaciones)**

En este caso son las naves más pequeñas, por lo que se puede efectuar la modelación de cada una de sus orientaciones en una sola corrida, dado que las extensiones no sobrepasan los límites permisibles del programa. Además se tiene en cuenta que ambas pueden considerarse iguales en cuanto a techos y ángulo de inclinación, y dimensiones. La figura 3.4 resume el procedimiento realizado.

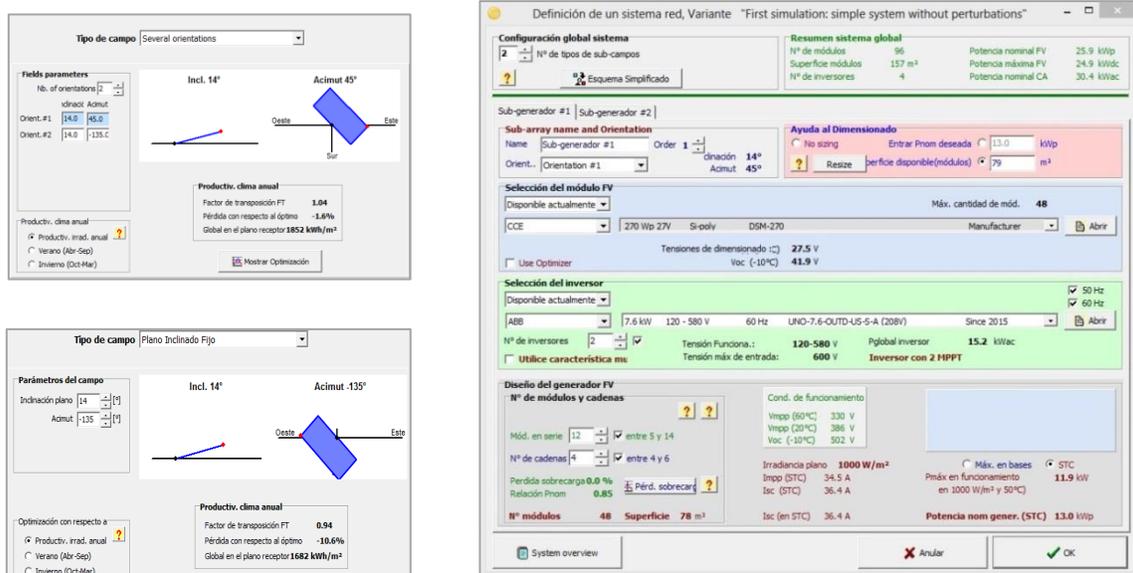


Figura 3.4- Configuración Global del Sistema para Naves 1 y 2. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.7 se tienen los resultados obtenidos a partir de la modelación realizada. En las orientaciones NE y SW se necesitan 48 módulos para cada nave analizada, representando una superficie total ocupada de 78 m²; por lo que el área disponible en las naves 1 y 2 permite la ubicación de 96 módulos, respectivamente.

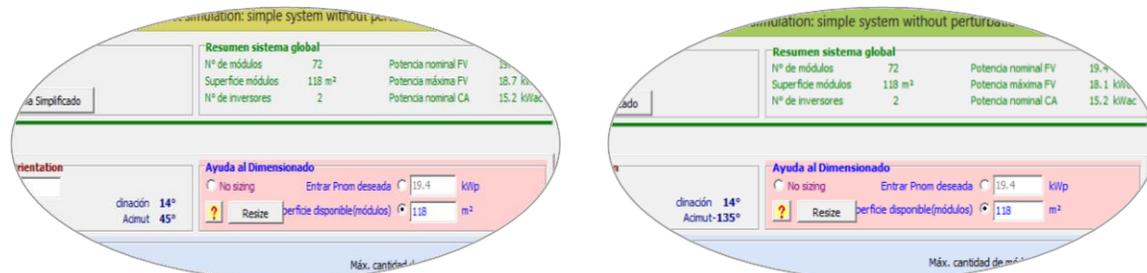
Tabla 3.7- Modelaciones en el PVsyst V6.70 de las naves 1 y 2. Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Orientación cardinal	Área disponible (m ²)	Número de módulos	Superficie de módulos (m ²)
1	NE	79,2	48	78
1	SW	79,2	48	78
2	NE	79,2	48	78
2	SW	79,2	48	78

Se necesitarán 12 módulos en serie y 4 cadenas para cada orientación y nave, generándose 13 kWp, respectivamente; ver Anexo 1.

- **Modelación de las naves desde la 3 hasta la 10, orientación NE y desde la nave 3 hasta la , 9 orientación SW**

A partir de que el área para este caso es de 237,6 m² se ha definido modelar en dos mitades dicha orientación, por lo que el área a introducir en este momento es 118,8 m². En la figura 3.5 se muestran los resultados a partir de los datos introducidos.



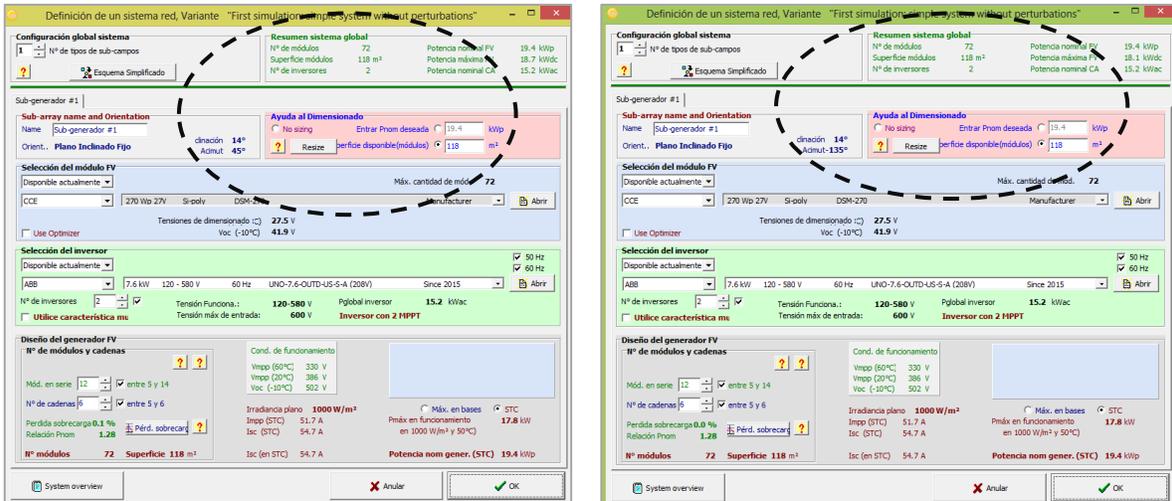


Figura 3.5- Configuración Global del Sistema para las desde 3 hasta 10, orientación NE, y naves desde la 3 hasta 9 orientación SW. Fuente: Elaboración propia

Cada orientación requiere de 144 módulos fotovoltaicos; por lo que de manera independiente para las naves desde la 3 hasta la 9 se necesitan 288 módulos. Un resumen se muestra en la tabla 3.8 en la que se tiene que la superficie ocupada por los módulos representa el 99,3 % del área disponible.

Tabla 3.8- Modelaciones en el PVsyst V6.70 de las naves desde la 3 hasta la 10, orientación NE, y desde la 3 hasta la 9, orientación SW. Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Orientación cardinal	Área disponible (m²)	Número de módulos	Superficie de módulos (m²)
3-10	NE	237,6	144	236
3-9	SW	237,6	144	236

- **Modelación de la nave 10 orientación SW**

Como se puede apreciar en la figura 3.6 se muestra la corrida de los datos para nave 10 con orientación SW de 135 grados.

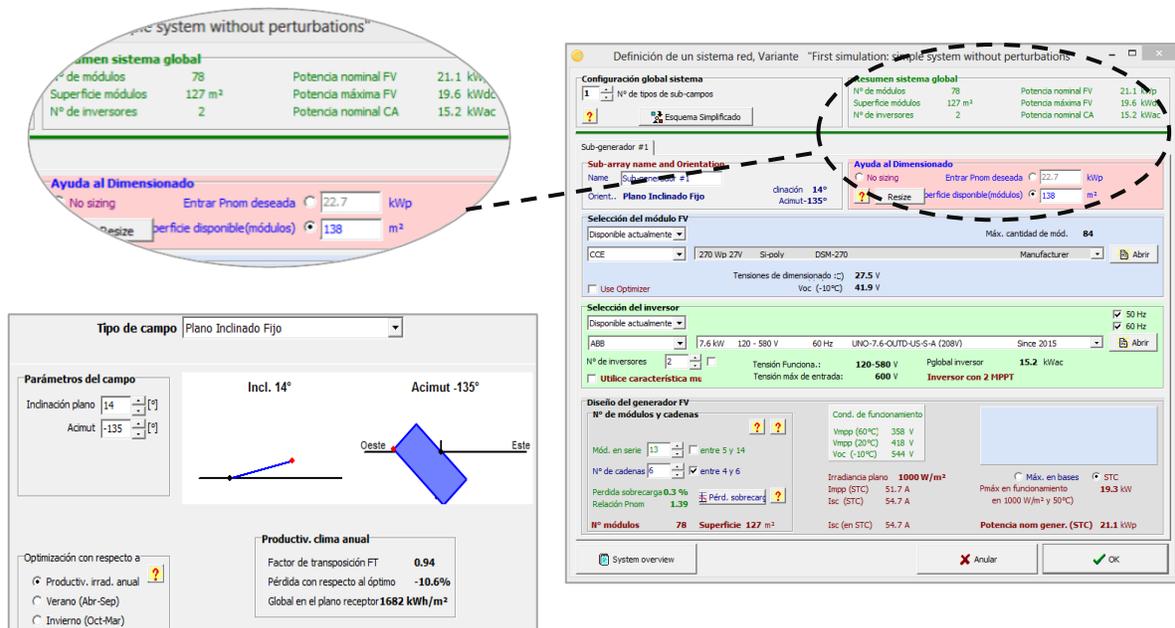


Figura 3.6- Configuración Global del Sistema para Nave 10 con orientación SW.

Fuente: Elaboración propia

En este caso se necesitan 2 inversores del tipo señalado en el apéndice 3.4.2, en un arreglo de 13 módulos en serie y 6 cadenas, los cuales generarán 21,1 kWp. En la tabla 3.9 se muestra además el área disponible y la superficie ocupada por los módulos.

Tabla 3.9- Modelaciones en el PVsyst V6.70 de la nave 10, orientación SW.

Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Orientación cardinal	Área disponible (m ²)	Número de módulos	Superficie de módulos (m ²)
10	SW	138,6	78	127

3.4.5- Evaluación Económica

La evaluación económica del anteproyecto es el análisis que se realiza con el objetivo de conocer si es viable o no ponerlo en marcha. Para ello se tiene en cuenta los ingresos que están dados por el ahorro y exportación o venta de energía al SEN; los gastos referidos a mantenimiento y reemplazo de la

instalación a lo largo de su vida útil; costos de la inversión donde se tienen en cuenta el precio de los paneles, inversores, mesas de fijación, cableado, tornillería, entre otros; además de tener en consideración los siguientes factores como: tasa de impuesto, inflación y descuento, margen de riesgo proporcionados por el banco, y el período de vida útil de los paneles, para así poder conocer de forma más certera el período de tiempo en que se recuperará la inversión y las ganancias que traerá consigo.

Ingresos

Para el cálculo de ingresos (Delgado, 2019) plantea las ecuaciones 3.1 y 3.2.

$$Ingresos\ totales = Ingresos\ por\ ahorro + Ingresos\ por\ venta \quad (3.1)$$

$$Ingresos\ por\ ahorro = EGSSFV \cdot \$/kWh \cdot Días\ de\ trabajo \quad (3.2)$$

$$Ingresos\ por\ ahorro = 2\ 330,06\ kWh/día \cdot 5,76\ cup/kWh \cdot 365\ día/Año$$

$$Ingresos\ por\ ahorro = 4\ 898\ 718,14\ cup/Año$$

EGSSFV: Energía Generada por el Sistema Solar Fotovoltaico. (Meneses, 2016) plantea:

$$EGSSFV = 0,80\ kWp \cdot PRS \cdot \eta_{inv} \cdot Fred \quad (3.3)$$

$$EGSSFV = 0,80 \cdot 655,1\ kW \cdot 6h/día \cdot 0,95 \cdot 0,78$$

$$EGSSFV = 2\ 330,06\ kWh/día$$

η_{inv} : Eficiencia del inversor. En este caso se considera de un 95 %.

Fred: Factor de reducción. La eficiencia de los módulos se reduce a medida que pasan los años, a tal punto que al cabo de los 25 años se puede llegar a reducirse hasta 80 % de su valor inicial. Se debe considerar un factor de envejecimiento de 0,87 y un factor de suciedad óptica de 0,9, cuya multiplicación da origen a este valor. En este caso 0,78.

PRS: Horas de Radiación Solar. Como fue tratado con anterioridad Cienfuegos presenta valores de 6 a 6,5 h. En este caso se toma el valor mínimo.

\$/kWh: La venta del kWh a la UNE se considerará como el costo en \$USD en la Central Termoeléctrica a 0,24 \$USD/kWh=5,76 cup/kWh.

Para obtener el precio en CUP se multiplica el USD por 24 que es la tasa de cambio actual.

Días de trabajo: Se consideran los 365 días del año por tratarse de un proceso continuo.

Los ingresos por venta al SEN están dados por la diferencia entre lo generado por el sistema y la demanda de electricidad. En este caso el sistema solo abastece el 68 % de lo requerido. De ahí que no existen ventas y por tanto:

$$\text{Ingresos totales} = \text{Ingresos por ahorro}$$

$$\text{Ingresos totales} = 4\,898\,718,14 \text{ cup/Año}$$

Gastos

Se considerarán los gastos anuales como el 25 % de los ingresos.

$$\text{Gastos} = 0,25 \cdot \text{Ingresos totales} \quad (3.4)$$

$$\text{Gastos} = 0,25 \cdot 4\,898\,718,14 \text{ cup/Año}$$

$$\text{Gastos} = 1\,224\,679,54 \text{ cup/Año}$$

Costo de Inversión

Los costos referidos a inversión se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.10- Costos de la inversión. Fuente: Elaboración propia

Elementos	Cantidad	Costo por unidad	Precio Total (USD)	Precio Total (CUP)	Fuente Bibliográfica
Paneles	2430	351	852930	20470320	(Gainza, 2019)
Inversores	70	1569	109830	2635920	(Clima Solar, 2021)
Otros Costos	-	-	143860,69	3452656,56	(Delgado, 2019)

Total	1 106 620,69	26 558 896,56	-----
--------------	---------------------	----------------------	-------

Los otros costos se encuentran asociados a: mesa de fijación, cableado tornillería y otros.

Se considera un 35 % de tasa de impuesto, 5 % tasa de inflación, 8 % tasa de descuento, y 3 % de margen de riesgo (Yanes, Sarduy, Borges, González, & Díaz, 2020).

Estos datos son introducidos en una hoja de cálculo Excel para realizar el análisis económico. En la figura 3.7 se muestran los resultados.

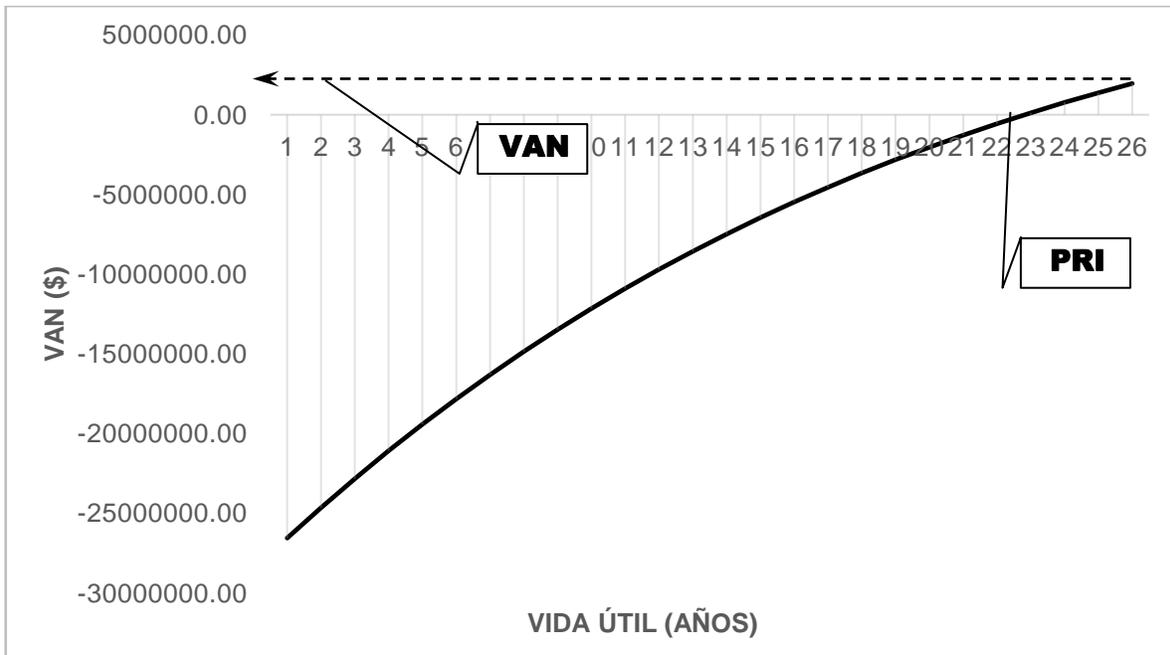


Figura 3.7- Resultados para la evaluación económica con un costo de inversión de 26 558 896,56 cup. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar claramente la inversión es recuperada al cabo de 22 años. Es por ello que se analizan otras variantes en donde se consideran otros costos de inversión.

Costo de la Inversión

1kWp= 1 130 USD (Stolik Novygrad, 2019)

$$\text{Costo de la Inversión} = 1\,130 \text{ USD/kW} \cdot \text{kWp} \quad (3.5)$$

$$\text{Costo de la Inversión} = 1\,130 \text{ USD/kW} \cdot 655,1 \text{ kW}$$

$$\text{Costo de la Inversión} = 740\,263 \text{ USD} = 17\,766\,312 \text{ cup}$$

Se considera un 35 % de tasa de impuesto, 5 % tasa de inflación, 8 % tasa de descuento, y 3 % de margen de riesgo (Yanes, Sarduy, Borges, González, & Díaz, 2020).

Estos datos son introducidos en una hoja de cálculo Excel para realizar el análisis económico. A partir de lo anterior se obtiene el gráfico, en donde se puede observar que la inversión es recuperada a los 11 años.

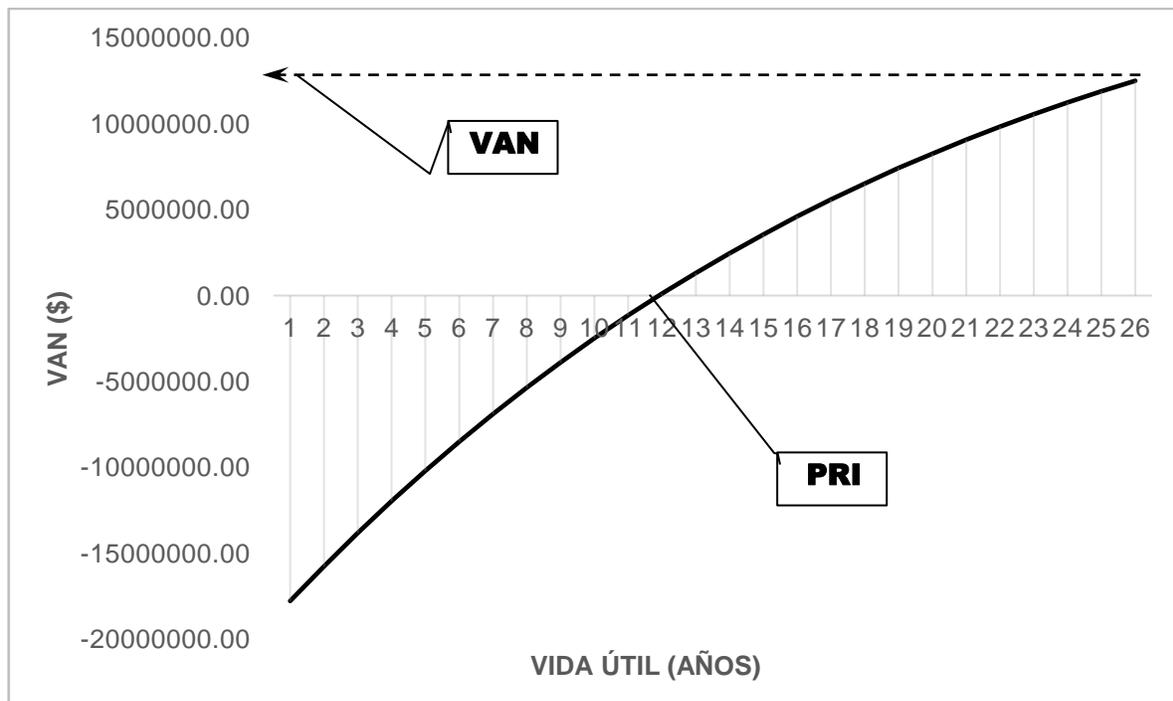


Figura 3.8- Resultados para la evaluación económica con un costo de inversión de 17 766 312 cup. Fuente: Elaboración propia

Otra variante que pudiera ser tomada es el promedio de los valores reales de electricidad durante el período estudiado, y considerar ese valor como la demanda energética, en este caso 2 422, 030 kWh/día. De ahí que el SSFV es capaz de satisfacer el 96 % de la demanda. De igual manera la inversión no tendría ventas al SEN y tardaría un período considerable para recuperarse.

La larga duración en recuperar lo invertido ha traído consigo que las distintas empresas u organismos no se encuentren motivadas y opten por la Fuentes Renovables de Energía (FRE) como una opción más para satisfacer sus necesidades energéticas. Esto se debe fundamentalmente a que los actuales precios ofertados por COPEXTEL y empresas extranjeras en Cuba no hacen rentable los proyectos de uso de los SSFV.

Por el contrario, los datos ofrecidos por la literatura (Stolick y otros) en cuanto a precio del panel, inversor y otros elementos presentan un precio justo al kWh generado por el SSFV.

Conclusiones Parciales

1. La UEB YAGUACAM se encuentra ubicada a 21,8530° de latitud Norte y 80,2040° de longitud Oeste. Su centro de producción está compuesto por 10 naves con techos de zinc de dos aguas e inclinación al noreste (NE) y suroeste (SW), respectivamente.
2. En la modelación realizada fue seleccionado el módulo fotovoltaico DSM-270, y el inversor del tipo ABB UNO-7,6-OUTD-US-S-A (208 V).
3. El número total de módulos FV en el sistema deberá ser de 2 430, los que garantizarán una potencia nominal de 655,1 kWp, para lo cual se requieren 70 inversores.
4. La entidad demanda un total de 3 419,90 kWh/día la cual puede ser abastecida hasta el 68 % por el SSFV a instalar, sin embargo este no se considera económicamente rentable ya que la inversión demora un tiempo considerable para recuperarse, debido fundamentalmente a los altos precios de los elementos que conforman el SSFV.

Conclusiones Generales

1. La acuicultura mundial se ha limitado solo al uso de la energía solar y eólica, fundamentalmente en equipos de aireación y sistemas de bombeo, sin embargo en Cuba no se cuenta con experiencias de este tipo a pesar de las potencialidades existentes.
2. La entidad cuenta con la explotación de cuatro portadores energéticos: Electricidad, Diesel, Gas Licuado y Lubricantes, los cuales cobran valores significativos durante todo el ciclo de producción en aras de garantizar el cumplimiento de los parámetros físico químicos en las diferentes áreas; donde el primero representa el 52,5 % en el período analizado.
3. Se determinaron cinco oportunidades de ahorro y se trabajó en la que se consideró más oportuna, teniendo en cuenta las características del proceso y su repercusión no solo para la empresa sino para el país de manera general.
4. El anteproyecto elaborado consta de un SSFV con 2 430 módulos del tipo DSM-270 y 70 inversores del tipo ABB, garantizando una capacidad de 655,1 kWp capaz de suplir el 68 % de la demanda energética de la entidad.
5. La inversión del anteproyecto demora un tiempo considerable en recuperarse debido a los precios elevados de la inversión y bajos ingresos, motivo por el cual la mayoría de las empresas no invierten en la implementación de estos sistemas; de ahí que debía analizarse la política referida a costos y venta de energía.

Recomendaciones

1. Proponer a las entidades u organismos pertinentes la revisión de tarifas de compra y venta de energía eléctrica, en aras de incentivar la implementación de sistemas de energía limpia en diferentes empresas.

Bibliografía

- ABB Italy S.p.A. (s. f.). Especificaciones del inversor UNO-7.6-8.6-TL-OUTD-S-US-A (7.6 to 8.6 kW).
- Alarcón, H. C. (2017). Fundamentos generales de la producción en UEB YAGUACAM.
- Alarcón, H. C. (2020). Producción de camarón *Litopenaeus Vannamei* en Cuba.
- Alarcón, H. C., & Tamayo, L. R. S. (2018). Preparación del cuarto de mezcla en Maduración.
- Borroto, D. F. (2015). Estudio Preliminar de Alternativas de Empleo de Energía Fotovoltaica en la UCLV. (Tesis de Ingeniería). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Briones, A., & Andrade, Z. (2016). Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías. (Tesis de Ingeniería) Universidad Técnica de Manabí. <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123689/402/1/ADECUACION%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20LABORATORIO%20DE%20LARVICULTURA%20.pdf>
- Burbano-Gallardo, E., Imués-Figueroa, M. A., Andrés, G.-L. E., Brito, L. O., Gálvez, A. O., & Arana, L. A. V. (2015). Supervivencia de postlarvas de *Litopenaeus Vannamei* sometidas a la prueba de estrés osmótico y su relación con el estado de muda. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50 (Nº2: 323-329), 8.
- Carvajal, J. Y., & Núñez, M. B. B. (2013). Efecto de dos tipos de dietas: Comercial y Experimental sobre el crecimiento de camarones *Litopenaeus Vannamei* en etapa de postlarvas. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- León.
- Correia, P. N. (2020). Anteproyecto Sistema Solar Fotovoltaico, Empresa MICALUM. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos.

Delgado, R. M. B. (2019). Anteproyecto de sistema solar fotovoltaico en la Delegación Provincial de Materiales de la Construcción. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Cienfuegos.

Departamento económico UEB YAGUACAM. (2020). Información sobre gastos.

Dirección de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica. (2017a). Eficiencia de los equipos fotovoltaicos como fuente energética para la acuicultura en la amazonia peruana. https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/ACUICULTURA_003-2017.pdf

Dirección de Investigación, Innovación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica. (2017b). Uso de Energías renovables en la Acuicultura. https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/ACUICULTURA_002-2017.pdf

Economipedia. (2019). Evaluación de proyectos de inversión. <https://economipedia.com/definiciones/evaluación-proyecto-inversion.html>

Eficiencia de los equipos fotovoltaicos como fuente energética para la acuicultura en la amazonía peruana. (2017). https://www.itp.gob.pe/archivos/vtic/ACUICULTURA_003-2017/files/mobile/index.html#1

Energía Solar. (2018). Requisitos para instalar energía solar en empresas y hogares. <https://blog.celsia.com/new/requisitos-energia-solar-empresa-hogar/>

Especificaciones técnicas del DSM-270. (2019). https://www.cce.cu/uploads/ficha/Especificaciones%2520T%25C3%A9cnicas%2520DSM-270_actualizada.pdf

Estadística y asignación de productos. Departamento Planificación y Estadística. Gobierno Provincial Cienfuegos. (2017). Parámetros de conversión de portadores energéticos.

Estimación del potencial de energía solar en Venezuela como objetivo principal al conducir a la industria de la camaronicultura. (2018). <http://virtual.urbe.edu>

Farías, P., Sandoval, M., Sánchez, S., & Figueredo, G. (2015). Revisión de alternativas tecnológicas para el calentamiento solar de estanques para acuicultura. En Acta de la XXXVIII (Vol. 3, p. 11). <http://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/123456789/1018/ASADES-Peces.pdf?sequence>

- Fernández, L. A. O. (2018). Diseño preliminar de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red (SFVCR) para la Base de Aseguramiento del Banco Popular de Ahorro (BPA) de la provincia de Cienfuegos. (Tesis de Ingeniería) Universidad de Cienfuegos.
- Gainza, R. L. M. (2019). Evaluación técnico-económica de la utilización de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en la Universidad de Moa. (Tesis de Ingeniería). Universidad de Moa.
- Grupo Empresarial para el Cultivo del Camarón. (s. f.). Síntesis cronológica del cultivo del camarón en Cuba. <https://www.adelante.cu/index.php/es/politica/bloqueo/6574-ininos.html>
- La Energía Solar una de las energías más importantes para la actualidad y el futuro. (2011).
- López, J. A. (2002). Evaluación cuantitativa y cualitativa de los sistemas de producción de microalgas de seis laboratorios comerciales del noreste de México. (Tesis de Maestría). Universidad de Colima. http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Jose%20Antonio%20Lopez%20Elias.pdf
- Los grandes productores de energía solar en el mundo. (2021).
- Meneses, A. A. G. (2016). Diseño de un parque solar fotovoltaico conectado a la red en techos del Despacho Provincial de Villa Clara. (Tesis de Ingeniería). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Ministerio de Finanzas y Precios. (2021). Resolución 359-2021. Sistema de tarifas para la compra de energía eléctrica. https://www.minem.gob.cu/sites/default/files/documentos/res-359-2021_-aprobar_sistema_de_tarifas_para_compra_energia_electrica_.pdf
- Ministra de Finanzas y Precios. (2020). Tarifas Eléctrica en Cuba.
- Muñoz, L. Á. (2021). Datos relacionados con Electricidad en la UEB YAGUACAM.
- NC-ISO/8995 CIE S 008:2003. (2003). Iluminación de puestos de trabajo en interiores.

- Puente, E. (2009). Respuestas fisiológicas de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*, a condiciones oscilantes de oxígeno disuelto y temperatura. (Tesis de Ingeniería). Instituto Politécnico Nacional. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/14322/1/puentec2.pdf>
- PVsyst V6.70- PRO30-Programas informáticos para Sistemas Fotovoltaicos. (2020). Generación de los valores síntesis clima por hora.
- Quesada, R. S. O. (2017). Diseño de un protocolo de Control de parámetros físico químicos del agua usada para el transporte de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*. (Tesis de Ingeniería). Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/D-CD108682.pdf>
- Radiación solar en Cuba. (s. f.). https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Radiación-solar-promedio-anual-en-Cuba_fig1_3179499
- Radio Reloj. (2021). Por una camaronicultura más eficiente. <https://www.radioreloj.cu/noticias-radio-reloj/vision-pais-es/por-una-camaronicultura-mas-eficiente/>
- Radio Santa Cruz. (2021). Aplicará Universidad de Camagüey proyectos para la explotación de energía renovable. <https://www.radiosantacruz.icrt.cu/aplicara-universidad-de-camaguey-proyectos-para-la-explotacion-de-energia-renovable/>
- Revista Politécnica. (s. f.). Integración de Sistemas Solares Fotovoltaicos en el Sector Camaronero Intensivo y Extensivo del Ecuador: Caso de Estudio en la Provincia de El Oro. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292021000200007
- Segarra, I. A. (2017). Estrategias para obtener poblaciones homogéneas de postlarvas en el cultivo del camarón blanco *Litopenaeus Vannamei*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica de Machala.
- Sosa, A. M., Cruz, Y. G., & Gálvez, R. P. (2009). Empleo de paneles solares para disminuir el consumo de combustibles de los remolcadores BMA 3008.
- Stolik Novygrad, D. (2019). Energía solar fotovoltaica para Cuba. Cuba Solar.

- Tamayo, L. R. S. (2020a). Consumo de Portadores Energéticos.
- Tamayo, L. R. S. (2020b). Consumo Energético de la UEB YAGUACAM.
- Uso de Energías Renovables en Acuicultura. (2017).
https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/PAQUETE%2520TECNOLOGICO%2520PISCICULTURA_0.PDF
- Valdivia, A. M. (2017). Control de Paneles Solares Fotovoltaicos. (Tesis de Ingeniería). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Vanegas, F. J. (2008). Aplicación de la Energía Renovable: Paneles Solares. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León.
- Vega, J. M. P., & Saavedra, M. del P. S. (s. f.). Evaluación de la calidad de la larva de *Litopenaeus Vannamei* al suministrar como alimento la microalga *Chaetoceros Muelleri* cultivada en un medio agrícola.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012a). Control de parámetros físico químicos del agua de Carisombra.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012b). Control de parámetros físico químicos en Cría Larvas.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012c). Cópula.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012d). Cosecha de Nauplios.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012e). Eclosión.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012f). Parámetros físico químicos en el laboratorio de Fitoplancton.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012g). Preparación de las condiciones para el desove.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012h). Preparación del local para la maduración.
- Viera, N. G., Duarte, D. H., & Loriga, A. P. (2012i). Siembra de Postlarvas en Estanque de Progenitores.

Vista satelital de UEB YAGUACAM. (s. f.). <https://www.google.com/search?=&vista+satelital+de+Yaguanabo%2C+Cienfuegos&>

Yanes, J. P. M. (2020). Gráficos de Tendencias analizadas.

Yanes, J. P. M., Sarduy, J. R. G., Borges, R. J., González, A. L. Á., & Díaz, F. P. (2020). Potencialidades de generación fotovoltaica en cubiertas de naves de la Empresa de Tecnología de Avanzada de la Construcción, MICALUM Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos.

Anexos

Anexo 1- Resumen de modelaciones en el PVsyst V6.70. Fuente: Elaboración propia

Número de nave	Orientación cardinal	Área disponible (m ²)	Número módulos	Superficie módulos (m ²)	Número de inversores	Número de módulos y cadenas		Potencia nominal FV (kWp)
						Módulos en serie	No. de cadenas	
1	NE	79,2	48	78	2	12	4	13,0
1	SW	79,2	48	78	2	12	4	13,0
2	NE	79,2	48	78	2	12	4	13,0
2	SW	79,2	48	78	2	12	4	13,0
3	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
3	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
4	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
4	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
5	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
5	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
6	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
6	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
7	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
7	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
8	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
8	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
9	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
9	SW	237,6	144	236	4	24	12	38,8
10	NE	237,6	144	236	4	24	12	38,8
10	SW	138,6	78	127	2	13	6	21,1
Total		4 019,4	2 430	3 979	70	421	202	655,1

Anexo 2- Especificaciones técnicas del módulo DSM- 270. Fuente: («Especificaciones técnicas del DSM-270», 2019)

Características Generales		
Modelo	DSM-270	
Celda	Celda Solar de Silicio Multicristalino 156,75 mm x 156,75 mm	
No. de celdas y conexiones	60 (6x10)	
Dimensiones del módulo	1650 mm x 990 mm x 40 mm	
Cubierta Frontal	Vidrio templado	
Material del marco	Aleación de aluminio anodizado	
Peso	18,1 kg	
Características Eléctricas		
Voltaje a circuito abierto (Voc) [V]	38,0	
Voltaje en el punto de máxima potencia (Vmp) [V]	32,1	
Corriente de corto circuito (Isc) [A]	9,11	
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp) [A]	8,42	
Potencia máxima a STC (Pm) [Wp]	270	
Tolerancia [%]	±3	
Límites		
Temperatura de operación	-40 a +85° C	
Voltaje máximo del sistema	1000 VDC	
Valor máximo del fusible de la serie	15 A	
Parámetros térmicos		
Coeficiente de temperatura (Isc)	[%/°C]	0,04478
Coeficiente de temperatura (Voc)	[%/°C]	-0,30537
Coeficiente de temperatura (Pmp)	[%/°C]	-0,41004

Anexo 3- Especificaciones técnicas del inversor ABB. Fuente: (ABB Italy S.p.A., s. f.)

Modelo	UNO-7,6-OUTD-US-S-A (208 V)
Fabricante	ABB
Tensión MPP Mínima (V)	120
Tensión Mínima para Pnom (V)	200
Corriente Máxima para MPPT (A)	19,6
Tensión MPP Máxima (V)	580
Tensión FV máxima absoluta (V)	600
Lado de Salida- Frecuencia	Monofásica- 60 Hz
Umbral Potencia (W)	38,0
Tensión de Red (V)	208
Potencia Nominal CA (kW)	7,60
Potencia máxima CA (kW)	8,30
Corriente CA nominal (A)	36,0
Corriente CA máxima (A)	36,0