

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología

Unidad Valle de las Palmas



“Evaluación y alcances técnicos de las energías renovables para un sistema de aeración camaronícola en el Alto Golfo de California”

Tesis para obtener el título de:

Ingeniero en Energías Renovables

Presenta:

Joel Onofre Sanchez Michel

Director de tesis:

Dr. Juan Carlos Tapia Olivas

Tijuana, Baja California

Octubre, 2016

Jurado Asignado

Nombre: **Juan Carlos Tapia Olivas**

Grado académico: Doctorado

Miembro del comité sinodal: *Presidente*

Nombre: **Rene Delgado Rendón**

Grado académico: Maestría

Miembro del comité sinodal: *Secretario*

Nombre: **José Ángel Olivas Valdez**

Grado académico: Doctorado

Miembro del comité sinodal: *Sinodal*

Nombre: **María Cristina Castañón Bautista**

Grado académico: Doctorado

Miembro del comité sinodal: *Sinodal suplente*

Nombre: **Eric Efrén Villanueva Vega**

Grado académico: Maestría

Miembro del comité sinodal: *Sinodal suplente*

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas que han tenido la convicción de crear y lo han reflejado dedicando sus vidas a lo largo de la historia y a través del tiempo. En cualquier área y en la investigación y el desarrollo tecnológico con la finalidad de crear paz y una convivencia armoniosa con el medio ambiente. Dedico este trabajo a todos aquellos emprendedores que fomentaron la investigación en energías renovables y a los seres humanos que formaron parte en todas sus etapas del proceso. Este trabajo lleva la esperanza de resultar útil como fuente de información para todos aquellos que están en el camino de la investigación y a al que desee aprender, por ultimo dedico este trabajo a todos los seres humanos que se han desarrollado en sus áreas con la intención de trascender.

Agradecimiento

Mi más profundo sentimiento de gratitud al Dr. Juan Carlos Tapia Olivas, por sus enseñanzas profesionales y su ejemplo en la vida diaria, por depositar su confianza en mí, sus horas de paciencia, compartir su inmensa experiencia, capacidad y por su dedicación a la formación profesional de los estudiantes, en lo particular el de su servidor.

Mi agradecimiento a todos los Profesores que me impulsaron y motivaron a concluir esta etapa de estudio y todas las subsecuentes, en especial a los honorables maestros sinodales por tomar la responsabilidad y dedicar su invaluable tiempo a mi crecimiento profesional.

A Paulina Perea e Ivana Gonzales quienes trabajaron como colaboradoras en el proyecto de investigación generando información útil y de valor para la elaboración de esta tesis.

A la Universidad Autónoma de Baja California por brindarme la oportunidad de realizar un estudio de grado de gran calidad, con excelentes instalaciones, grandes maestros y en especial por haberme apoyado en realizar mi intercambio, el viaje más maravilloso e infinitamente rico en experiencias y aprendizajes.

Quiero agradecer a mi Padre por su apoyo en toda mi vida, por el gran ejemplo que ha sido para mí, por su paciencia y amor, a mi hermana y a toda mi familia.

Por ultimo quiero agradecerme a mí mismo por haber tomado el reto y dedicado el tiempo y el esfuerzo para llegar al punto en el que me encuentro y presentar esta tesis.

INDICE

Índice de tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Índice de ecuaciones	9
Nomenclatura	10
Resumen Ejecutivo	11
Objetivo.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos	13
Propósito.....	13
Localización geográfica y zona de influencia	14
Tipo de proyecto y sector económico.....	14
CAPÍTULO 1 Antecedentes, situación sin proyecto y posibles soluciones	15
1.1 Panorama Mundial.....	15
1.2 Pistresa, Andalucía, España.....	17
1.3 Panorama Nacional	17
1.4 Panorama Estatal	18
1.5 Capacidad instalada y su evolución en otros países	18
1.6 Diagnóstico de la situación actual.....	19
1.7 Estudio de mercado (Sector Acuícola en Baja California).....	19
1.8 Descripción de la Empresa	21
1.9 Delimitación del sitio	22
1.10 Clima	22
1.11 Precipitación	23
1.12 Topografía.....	23
1.13 Hidrología superficial y subterránea.....	24

1.15 Vegetación terrestre.....	25
1.16 Fauna.....	26
1.17 Demografía.....	26
1.18 Vías de comunicación y transporte.....	27
1.19 Líneas de transmisión	28
1.20 Factores socioculturales.....	28
1.21 Áreas Naturales protegidas.....	28
1.22 Principales equipos e insumos sector acuícola	30
Capítulo 2, Metodología	32
2.1 Alternativas de solución que no requieran utilización de energía eléctrica.....	33
2.2. Estimación del Recurso Energético Renovables Aprovechable en la zona de estudio.....	35
2.3 Cálculo de consumo eléctrico del paquete tecnológico:	39
2.4 Calculo de potencia y generación media anual.	40
2.5 Dimensionado del generador FV	41
2.6 Cálculo del número mínimo de módulos requeridos	43
2.7 Componentes del Esquema de Generación de Energía Renovable.....	44
2.8 Diseño del Arreglo de los paneles FV.....	46
2.9 Cálculo de distancia entre paneles solares	48
2.10 Planos de paneles solares	49
2.11 Conexión del sistema	50
2.12 Cálculo de ahorro en combustibles fósiles.	51
CAPITULO 3 RESULTADOS	54
3.1 Producción media anual	54
3.2 Vida útil.....	57
3.3 Metas totales y anuales de producción	59
3.4 Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación: Inversión inicial	60

3.5 Flujo de Efectivo.....	63
3.6 Retorno de Inversión	65
3.7 Valor Actual Neto del proyecto.....	66
3.8 Tasa Interna de Retorno	67
3.9 Afectaciones por la realización del proyecto.....	68
3.9.1 Paisaje	68
3.9.2 Suelo.....	68
3.9.3 Flora	68
3.9.4 Fauna.....	70
3.10 Programas de apoyo	73
3.11 Apoyos Fiscales	75
3.12 Bonos de carbono	76
3.13 Análisis FODA	77
CAPÍTULO 4. Discusión de Resultados y Conclusión	79
4.1 Discusión de Resultados.....	79
Capítulo 5 Conclusión	87
Capítulo 6 Recomendaciones	90
Bibliografía	92

Índice de tablas

1	Tabla 1.1. Empresas candidatas a incorporar fuentes de ER.....	20
2	Tabla 1.2: Equipos instalados en la empresa Pacar.....	21
3	Tabla 1.3: Consumo diésel, generador de 50 kVA.	21
4	Tabla 1.4 Sierras de Baja California.....	24
8	Tabla 1.7: Demografía en el municipio de Ensenada.....	27
13	Tabla 2.1 Comparación aireadores convencionales y generador de oxígeno líquido.....	34
14	Tabla 2.2. Estaciones meteorológicas en Baja California.....	35
15	Tabla 2.3 Escala de vientos Beaufort.....	37
16	Tabla 2.4 Análisis de velocidad de vientos en Baja California.....	38
17	Tabla 2.5. Radiación solar en Baja California.....	39
18	Tabla 2.6: Demanda diaria, diurna.....	40
19	Tabla 2.7: Valor k de diseño según la estación.....	42
20	Tabla 2.8: Componentes del sistema.....	45
21	Tabla 2.9. Voltaje del sistema.....	50
22	Tabla 2.10 Amperaje del sistema.....	50
26	Tabla 2.11 Consumo de diésel por unidad de generación de 10 kW mensual.....	51
27	Tabla 2.12 Costo de diésel por ciclo.....	53
23	Tabla 3.1 Pérdidas de eficiencia en el sistema FV.....	55
24	Tabla 3.2 Generación de energía media.....	56
25	Tabla 3.3 Principales distribuidoras regionales.....	57
28	Tabla 3.4 Inversión Inicial.....	61
29	Tabla 3.5 Flujo de Efectivo.....	63
31	Tabla 3.6 Retorno de inversión.....	65
32	Tabla 3.7 Especies de flora en Baja California en categoría de riesgo.....	69
33	Tabla 3.8 Especies de fauna de Baja California en categoría de riesgo.....	70
34	Tabla 3.9: Huella de carbono.....	76
35	Tabla 4.1 Elementos e Inversión Inicial.....	85
36	Tabla 4.2 Elementos e Inversión Inicial.....	86

Índice de figuras

2	Figura 1.2: Carta de climas	22
3	Figura 1.4: Áreas Naturas protegidas.....	29
4	Figura 1.5 High Pressure Blower.....	31
5	Figura 2 Panel solar ITS 250W	43
6	Diagrama 2.1 Diagrama de conexiones	46
7	Plano 2.2 Espacio mínimo necesario para el sistema fotovoltaico.....	49
8	Grafica 2.3 Proyección de consumo de diésel en 25 años	52
9	Grafica 2.4 Premisa costo diésel.....	53
10	Gráfica 3.1: Disminución de eficiencia de marcas comerciales en función del tiempo.....	58
11	Grafica 3.2 Producción eléctrica diaria del sistema en principio, mitad y final del ciclo.....	59
12	Grafica 3.3 Generación eléctrica mensual en kWh.....	60
13	Grafica 3.4 Inversión inicial con apoyo gubernamental	62
14	Grafica 3.5: Flujo de efectivo con FIRCO	65
15	Figura 4.1: Ficha técnica batería BAE PVV	83

Índice de ecuaciones

1	Potencia eólica.....	37
2	Consumo diario wh/día	40
3	Potencia pico mínima.....	41
4	Módulos requeridos.....	44
5	Módulos en serie.....	46
6	Módulos en paralelo.....	47
7	Distancia mínima entre paneles	48
8	Valor Actual Neto	66
9	Tasa Interna de Retorno	67
10	Capacidad banco de baterías	81
11	Consumo diario en Ah.....	82
12	Baterías en serie	82
13	Número de baterías	83

Nomenclatura

A	Ampere, unidad de corriente.
Ah	Ampere-hora
CA	Corriente Alterna
CD	Corriente directa
CO2	Bióxido de carbono
ER	Energías Renovables
HP	Horse Power (Caballo de fuerza)
K	Índice de claridad. El importe medio mensual de la incidencia total de la radiación solar sobre una superficie horizontal en la superficie de la tierra dividida por el promedio mensual de la insolación entrante tope de la atmósfera durante un determinado mes, en promedio para ese mes en el período de 22 años.
Kw	kilowatt, unidad de potencia equivalente a 1000 W
kWh	Kilowatt-hora, unidad de energía
kWp	Kilowatt pico
SFV	Sistema Fotovoltaico
OD	Oxígeno disuelto
Pls	Postlarvas
W	Watt, unidad de potencia

“Evaluación y alcances técnicos de las energías renovables para un sistema de aeración camaronícola en el Alto Golfo de California”

Resumen Ejecutivo

La finalidad del proyecto de investigación es la incorporación de las ascendentes energías renovables en el sector acuícola de Baja California. Con la intención de presentar una solución técnica, económica y ambiental viable para presentar una producción de energía eléctrica renovable que se utiliza en los procesos de aireación en las granjas acuícolas.

La tesis consiste en la evaluación de las limitantes naturales que presenta la zona de estudio y las limitantes técnicas para la incorporación de energías renovables en el sector primario en el Alto Golfo de California así como la factibilidad económica, estimada a partir de la proyección de ahorro de combustible diésel que se presentará durante la vida útil del proyecto. El objetivo alcanzado a través del diseño de un paquete tecnológico para abastecer las necesidades eléctricas de la empresa acuícola “Pacar” ubicada en el municipio de Mexicali, Baja California la empresa es una granja acuícola que se dedica a la producción de camarón blanco (vannamei).

La tecnología del paquete comprende un sistema híbrido fotovoltaico-diésel autónomo con 265 paneles solares sumando un total de 40 kW de potencia instalada.

La manera en la que se realizó el proyecto fue evaluando y cuantificando los recursos energéticos eólico y solar disponibles para su aprovechamiento por medio de datos satelitales, analizando el “*modus operandi*” de las granjas acuícolas para sistemas de producción de camarón y en específico los equipos de operación utilizados actualmente en la empresa Pacar. Con la finalidad de elevar la eficiencia de sus procesos y equipos, reducir su consumo energético y abastecer la mayor parte posible de su demanda con energía solar.

Los beneficiados del proyecto de investigación serán en primera instancia los empresarios de Pacar y por otra parte los productores interesados en desarrollar actividades que requieran energía eléctrica en la zona del Alto Golfo de California, en particular los productores del sector

acuícola. Asimismo el medio ambiente se ve beneficiado, al reducir emisiones contaminantes provenientes del uso de combustibles fósiles resultado de los métodos actuales de generación eléctrica.

Para la promoción de la incorporación de energías renovables al del sector primario Mexicano, existen diversas secretarías como: el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) que apoya a proyectos de generación de energía, en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La realización del proyecto requiere de un tiempo mínimo de 2 meses, esto debido a los tiempos de entrega del equipo de 3 a 4 semanas, instalación, etapa de pruebas y puesta en marcha.

Objetivo.

Objetivo General

El objetivo general de la investigación es reconocer las áreas aprovechables para la integración de energías renovables en granjas acuícolas ubicadas en el Alto Golfo de California y en el sector primario de la región en general.

El objetivo a la vez es el diseñar un sistema de energía solar-híbrido con motores diésel que sea utilizado en la granja acuícola Pacar para incrementar su eficiencia y reducir sus costes e impacto medioambiental, y que este diseño pueda ser replicable y escalable para otras granjas acuícolas en la región o bien para cualquier actividad del sector primario que requiera de energía eléctrica y actualmente obtenga su energía eléctrica bajo un esquema de motores diésel, la finalidad es que el diseño sea técnicamente viable para su implementación, factible ambientalmente y económicamente rentable mediante una corrida financiera de costo-beneficio.

Objetivos específicos

- Determinar el potencial energético en la zona de estudio para el aprovechamiento del recurso solar y eólico en Mexicali y el Alto Golfo de California.
- Describir el consumo eléctrico de los equipos utilizados en la granja acuícola Pacar y la manera en la que se abastecen eléctricamente.
- Plantear posibles soluciones para optimizar la situación actual con el fin de reducir el consumo eléctrico.
- Definir el tipo de tecnología óptima para la implementación en el sitio de estudio.
- Diseño de un sistema de producción de energía que sustituya total o parcialmente los equipos que ya no sean eficientes y/o rentables.
- Evaluar la factibilidad económica de implementar un sistema de energías renovables sustituyendo a los generadores eléctricos diésel que actualmente se utilizan para el suministro eléctrico.

Propósito.

El propósito de esta tesis es recopilar y generar información que permita analizar la viabilidad de implementar tecnologías de energías renovables evaluando los aspectos técnicos, ambientales y económicos mediante el dimensionamiento de un paquete tecnológico, capaz de abastecer las necesidades eléctricas del sector acuícola en el Alto Golfo de California.

El diseño realizado para la granja acuícola Pacar servirá de guía para la futura integración de fuentes de energías renovables en el sector primario o en cualquier otra actividad que utilice energía eléctrica del Alto Golfo de California. Con la finalidad de ahorrar costos de operación por consumo de diésel y disminuir la emisión de gases efecto invernadero ocasionados por su combustión.

Localización geográfica y zona de influencia

La granja Pacar se encuentra ubicada en el lote # 38 A de la colonia Venustiano Carranza en el municipio de Mexicali, sin embargo el estudio tiene un alcance mayor incorporando todo Baja California, con una superficie de 70,113 km² sin incluir su territorio insular ya que cuenta con recursos de irradiación solar similares en toda su superficie, el contar con un recurso solar similar permite homologar el proyecto a prácticamente todo el estado. La figura 0 muestra el promedio de radiación solar en México, en el cual se observa un promedio de más de 5.8 kWh/m² diarios en Baja California.

Figura 0. Energía solar en México



Fuente: Instituto de investigaciones eléctricas

Tipo de proyecto y sector económico.

El tipo de proyecto es de inversión de “Infraestructura Económica”, aplicable al sector económico y de electricidad.

CAPÍTULO 1 Antecedentes, situación sin proyecto y posibles soluciones

En la actualidad se han logrado concretar proyectos de generación de energía eléctrica integrando fuentes renovables en granjas acuícolas en diversos lugares del mundo bajo diferentes regímenes los cuales exponen la viabilidad técnica y económica de este tipo de proyectos similares al caso de estudio. A continuación se presenta casos de éxito en la incorporación de energías renovables en panorama mundial, nacional y local:

1.1 Panorama Mundial

AQUASEF, Isla Cristalina, España.

El proyecto AQUASEF entrelaza diferentes acciones encaminadas a mejorar la sostenibilidad energética y medioambiental de la producción acuícola de peces y moluscos.

El objetivo del proyecto es demostrar en una forma rentable en términos de costo-eficiencia que se pueden evitar emisiones derivadas de la producción energética mediante la aplicación de energía fotovoltaica y eólica. Aplicaron sistemas de producción de oxígeno *in situ* por medio de electrólisis para suministrar oxígeno a los tanques de cultivo aplicados por medio de sistemas de distribución de micro burbujas.

El proyecto se divide en 4 grandes acciones:

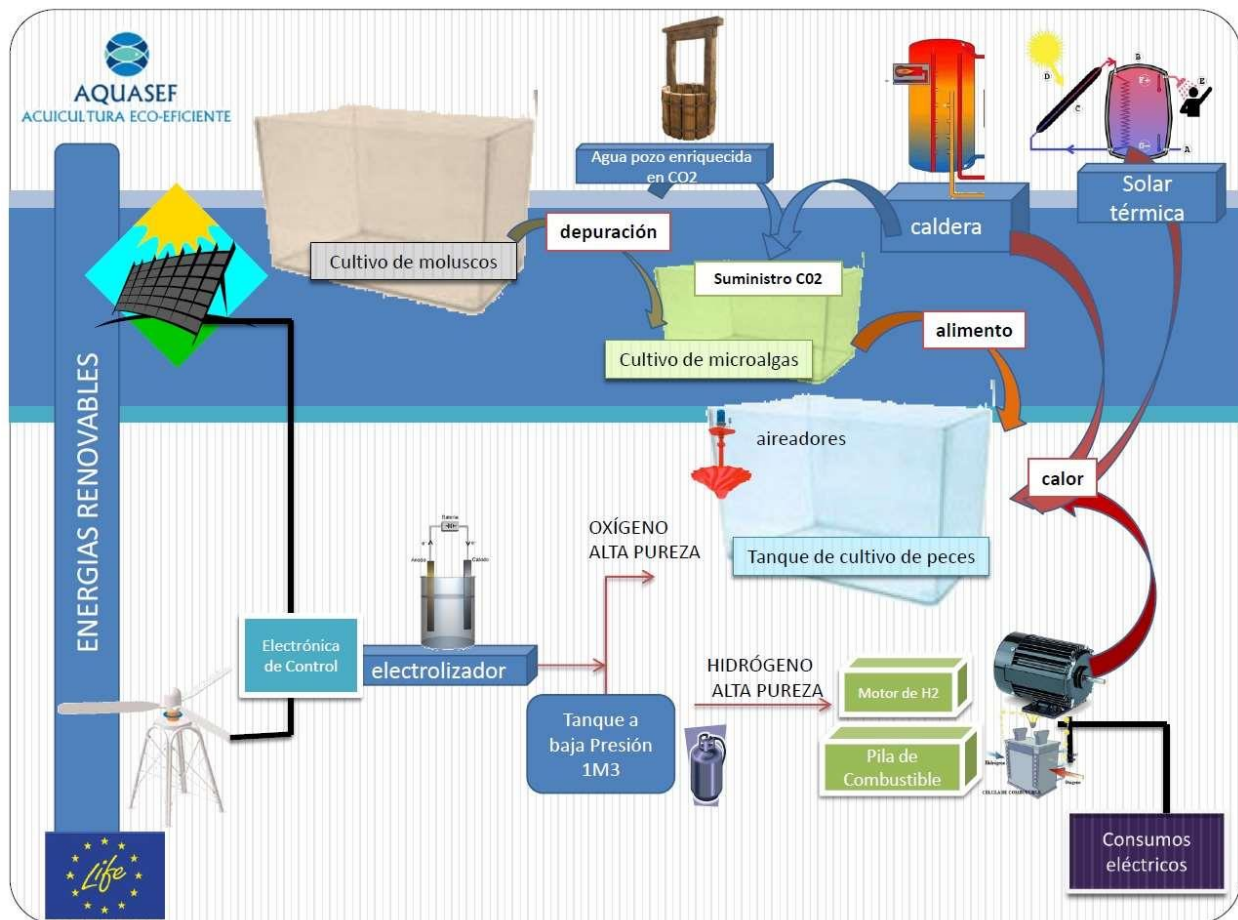
La primera consiste en la optimizar el consumo de energía mediante la aplicación de buenas prácticas en el manejo de la instalación y uso de energías renovables de manera aislada e interconectada con electrólisis.

La segunda acción consta en demostrar las ventajas medioambientales del uso de tecnologías de hidrógeno para el sector de la acuicultura. Con un equipo de generación de oxígeno *in situ* de 5 kW de potencia el cual obtiene su energía eléctrica del sistema de energías renovables anteriormente mencionado.

La tercera acción consiste en poner a prueba nuevas técnicas para la aireación y oxigenación en acuicultura instalando aireadores de micro burbujas de alta eficiencia.

Y por último demostrar las posibilidades de fijación de CO₂ por medio del cultivo de microalgas. Además de tener un valor añadido por complementar la dieta de los peces y moluscos cultivados y como sistema natural en la depuración de efluentes. La figura 1 muestra un diagrama de los procesos de operación del proyecto Aquasef.

Figura 1. Diagrama de operación proyecto AQUASEF



Fuente: (Super user, 2016)

En cuanto a optimización de energía y utilización de sistemas de energías renovables, tema a tratar en esta tesis, el proyecto AQUASEF cuenta con un sistema fotovoltaico de 30kW de potencia, 30m² de térmica y 5kW de mini eólica. En conjunto con la aplicación de buenas prácticas y control de los procesos energéticos se estima un ahorro del 20% del consumo energético total de la granja acuícola y reducción de emisiones contaminantes en 17.4 TCO₂/año. (Super user, 2016)

1.2 Pistresa, Andalucía, España

Piscifactoría Trebujena ha marcado un hito en la producción acuícola europea al incorporar a sus instalaciones un huerto solar que le provee de energía fotovoltaica para el bombeo de 3,000 litros por segundo (3 m³/s) del agua de entrada a la instalación, la granja, deja de depender entre 25 y 30% del uso de combustibles derivados del petróleo: diésel, gasolina, aceite combustible para motores. Provee de una potencia de 250 kW (333 hp) pico que se utilizan para el funcionamiento de 3 bombas (120 hp) de un caudal de 1,000 litros por segundo cada una. Cabe destacar que fue necesario el drenar un estanque de producción acuícola para crear el espacio necesario para instalar el sistema fotovoltaico, lo cual es un buen indicador de las ventajas económicas de utilizar esta tecnología. Sobre los plazos de amortización de la instalación. La instalación se amortiza en cuatro años según la empresa (Magramagobes, 2015).

Lasho fish farm, Boucan Carre, Haiti

La granja se ubica en el Caribe en el centro de Haití en un poblado llamado Boucan Carre, cuenta con 6 tanques de 12 mil galones (45.4 m³) cada uno. Tiene una capacidad de producción de 90,000 tilapias en total (15,000 tilapias por estanque). El sistema de Energía Renovable (ER) cuenta con 63 paneles fotovoltaicos marca Trinasolar de 230 watts de potencia unitaria para captar la energía solar y generar 15 kW en condiciones normales en una superficie de 103 m², el sistema cuenta con una banco de baterías con 24 unidades marca “flooded acid” con capacidad de almacenamiento de 3,000 amp/hr.

El arreglo solar convierte la energía en corriente directa para alimentar los oxigenadores de los tanques. Así mismo almacena energía en las baterías para usar en días nublados y por las noches (Nrgcom. (2015). Nrgcom).

1.3 Panorama Nacional

Actualmente se desarrolla en la comarca de La Laguna, Coahuila. El “Parque Solar Coahuila” un proyecto solar de 20 MW de generación eléctrica a cargo de la empresa solar Coahuila. El parque estará situado en un terreno de 50 Hectáreas, se instalaran 87,000 módulos fotovoltaicos poli cristalinos de 230 W de potencia cada uno en estructuras fijas. Una subestación elevara la tensión a 115 kV para la conexión a CFE a través de una línea de alta tensión de 2.2 km.

La energía generada se suministrará, bajo la modalidad de autoabastecimiento, al gobierno de Estado de Coahuila y a los principales municipios del área de La Laguna, para su utilización en escuelas, dependencias estatales y en alumbrado público municipal.

La energía solar se suministra a un coste inferior al precio establecido por CFE. Esto libera recursos para disposición del gobierno (Pedro Ruiz, 2015). Solarcoahuilacom).

1.4 Panorama Estatal

El estado de Baja California tiene un área aproximada de 70,113 km² de altitud variable, se encuentra localizado entre los paralelos de los 28 y 32 grados cuenta con una extensa superficie de terrenos desérticos óptimos para la instalación de proyectos solares más favorable aún es la incidencia de radiación solar media que se estima en la península de hasta 6.5 kW/m², la más alta en toda Latinoamérica. Cuenta con cuatro cadenas montañosas y otras de menor importancia lo que le permite de tener un potencial de recursos eólicos que no han sido aprovechados (Unammx, 2015).

La empresa Acuacultura Integral de Baja California, es la primera que cuenta con un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red de 34 kW, el sistema compuesto por paneles genera 53,700 kWh/año y evita la emisión de 32 toneladas de CO₂ anuales (EI, 2016).

1.5 Capacidad instalada y su evolución en otros países

La energía solar en el mundo ha estado escalando rápidamente, triplicando su capacidad instalada en los últimos 4 años.

Las instalaciones más recientes en el 2015 sumaron 50 GW a la capacidad de generación global, con un incremento del 28.1% en comparación del año 2014 y con una capacidad total de 231 GW al finalizar el año.

Los incrementos más importantes en el 2015 fueron en la región de Asia-Pacífico; China aumento su capacidad con 15.2 GW, mientras que Japón lo hizo con 12 GW, estas dos potencias sumaron más de la mitad del aumento en capacidad instalada en el mundo. Los países con mayor capacidad instala en energía solar son: China con 43.5 GW, Alemania con 39.7 GW, Japón con 35.4 y Estados Unidos de América con 25.6 GW.

1.6 Descripción de la situación actual.

Una de las problemáticas en la granja acuícola Pacar y demás empresas acuícolas en Baja California es la necesidad de utilizar equipos de aeración en los estanques de producción para mantener oxigenada el agua y asegurar el sano desarrollo del camarón.

Para las granjas acuícolas que se encuentran fuera del área de cobertura de la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) los productores han adaptado como medida el generar su propia energía eléctrica con generadores de diésel en los rangos de 5 kW a 15 kW, por otra parte los equipos que representan mayor carga eléctrica son los sistemas de aireación y bombeo.

En las granjas de cultivo de camarón en Ensenada, Baja California se está comenzando a utilizar tecnología solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica por parte de la *empresa acuicultura Integral de Baja California*. (Acuaculturaintegralcom, 2016)

1.7 Estudio de mercado (Sector Acuícola en Baja California)

En Baja California se encuentran las siguientes empresas productoras de camarón blanco del sector Acuícola, las cuales debido a su tamaño, con superficies de producción mayores a 1 hectárea. Son candidatas al uso del paquete tecnológico de incorporación de energías renovables, mismas que se muestran en la Tabla 1.1:

1 Tabla 1.1. Empresas candidatas a incorporar fuentes de ER

Empresa	Producción	Ubicación	Fichas Técnicas
ACUICOLAS DE CAMARON			
Acuícola Pacar S.P.R. de R.L.	Camarón blanco	Calle Casa blanca #1071 Frac. Villa Fontana. Mexicali B.C	http://www.cesaibc.org/sitio/archivos/Acuicola%20Pacar_200313155545.pdf
Granja Acuícola El Caimán	Camarón blanco	Col. Carranza. Mexicali B.C.	http://www.cesaibc.org/sitio/elemento.php?r=FT_GRANJA%20ACUI%CC%81COLA%20EL%20CAIMA%CC%81N2_100413205604.png&o=fichas-crustaceos
Acuamos S.P.R. de RL.	Camarón blanco	Km. 53.5 car. A San Felipe. Mexicali B.C	http://www.cesaibc.org/sitio/elemento.php?r=FT_ACUAMOS2_100413204830.png&o=fichas-crustaceos
Arfa Bros S.P.R. de R.L. de C.V.	Camarón blanco	Colonia Juárez, Lote agrícola # 5, Mexicali B.C	http://www.cesaibc.org/sitio/elemento.php?r=Alfa%20bros_130513194601.png&o=fichas-crustaceos

Fuente: Comité de Sanidad e Inocuidad de Baja California. (Cesaibcorg, 2016).

1.8 Descripción de la Empresa

La empresa acuícola Pacar se constituyó en el año 2003, se encuentra ubicada en el lote # 38A de la Colonia Venustiano Carranza en el Municipio de Mexicali, Baja California. México. Se dedica al desarrollo y engorda de camarón blanco en sistemas controlados, cuenta con 9 estanques de 3,100 m² y 6 estanques de pre-cría de 300 m², cada uno de los estanques están recubiertos con lona y cuenta con un sistema de aireación descrito en la tabla 1.2:

2 Tabla 1.2: Equipos instalados en la empresa Pacar

Equipos	Unidades	Potencia (W)
Aireadores tipo paleta	20	1,490
Sopladores	3	2,237
Soplador	1	3,728

Fuente: Entrevista con la empresa Pacar

A si mismo se tiene un cuarto frío con motor de 3 hp, un transformador de 45 kVA y un generador de 50 kVA.

Se puede estimar el consumo de diésel por hora del generador de 50 kVA en función a la carga a la que se encuentra, como se muestra en tabla 1.3:

3 Tabla 1.3: Consumo Diésel, generador de 50 kVA.

Potencia (kVA)	Potencia (kW)	¼ de carga (L/hr)	½ carga (L/hr)	¾ carga (L/hr)	Plena carga (L/hr)
50	40	6.05	8.7065	12.1133	15.1416

Fuente: (Joe Romano, 2016)

La empresa acuícola Acuamos se localiza en el Valle de Mexicali, B.C., produce camarón blanco en un esquema semi-intensivo y cuenta con 10 estanques de 1 hectárea cada uno, un almacén para alimento y una oficina, se abastece del afluente proveniente del Río Hardy obteniéndose el agua por medio de una bomba que conduce el fluido a los estanques, cada estanque cuenta con 4 aireadores de tipo paleta de 5 hp sumando un total de 20 hp por estanque.

La empresa Arfa Bros se encuentra ubicada en la colonia Juárez, en el Valle de Mexicali, produce camarón blanco en los meses de mayo a octubre. Cuenta con 3 estanques de 0.5 hectáreas de superficie cada uno y cada estanque se encuentra con un sistema de aireación de tipo paleta e inyectores de oxígeno para poder cultivar camarón blanco en un esquema de alta densidad de 65 postlarvas por metro cuadrado (Pls/m²).

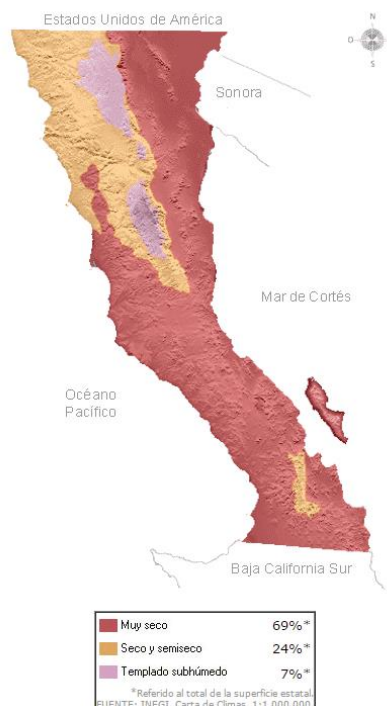
1.9 Delimitación del sitio

1.10 Clima

El clima en Baja California predomina el clima Muy seco (69%), en la figura 1.2 se muestran la distribución de zonas secas. También se encuentra el Seco (24 %). Las sierras de Juárez y San Pedro Mártir presentan un clima templado subhúmedo y semifrío (7%). La temperatura media anual es de 18 °C a 19°C.

Las temperaturas más altas, se presentan en los meses de mayo a septiembre con temperaturas mayores a los 30°C y las más bajas con temperatura alrededor de 5 °C en el mes de enero. En la ciudad de Mexicali se han registrado temperaturas máximas extremas de hasta 45°C en Julio.

1 Figura 1.2: Carta de climas



Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

1.11 Precipitación

En la zona donde se encuentra la granja acuícola Pacar en el municipio de Mexicali, predomina el clima muy seco con lluvias escasas a lo largo del año, la precipitación promedio anual es de 79mm y la clasificación del clima de Koppen-Geiger es BWh.

En las costas del Golfo de California se presenta la menor incidencia de precipitación pluvial del país, con registros medios anuales cercanos a los 40 mm. La presencia de altitudes importantes, a lo largo de la cadena montañosa de Sierra de Juárez y San Pedro Mártir, ocasionan climas templados y semifríos, ambos subhúmedos en las cimas y mesetas altas.

Esta característica climatológica de Mexicali representa una ventaja en cuanto al aprovechamiento de energía fotovoltaica, si bien la lluvia presenta un decremento en la producción de energía en los paneles fotovoltaicos debido al bloqueo de los rayos solares por las nubes, pocas lluvias al año apoyan a mantener las superficies de los paneles fotovoltaicos limpias removiendo el polvo que se acumula sobre ellos.

1.12 Topografía

A lo largo del estado se encuentran sierras conformadas por rocas ígneas (volcánicas), metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas), sedimentarias (se forman en las playas, los ríos, océanos y en donde se acumulen la arena o barro) y volcano-sedimentarias (se constituyen a partir de una erupción volcánica). En la tabla 1.4 se muestran las sierras, una de estas sierras es la de San Pedro Mártir con 3,100 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Hay lomeríos en todo el territorio y algunos valles, el más representativo es el de San Felipe. En el extremo nororiente y sur occidental hay zonas bajas formadas por llanuras como la Sonorense y El Berrendo. Existen zonas de dunas (montañas de arena) distribuidas en toda la entidad

4 Tabla 1.4 Sierras de Baja California.

Nombre	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Sierra San Pedro Mártir	3,100
Sierra San Miguel	2,100
Sierra Juarez	1,980
Cerro la Sandia	1,180
Pico Matomi	1,700
Sierra Peralta	1,680
Sierra la Asamblea	1,660

Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (inegi), 2016)

1.13 Hidrología superficial y subterránea.

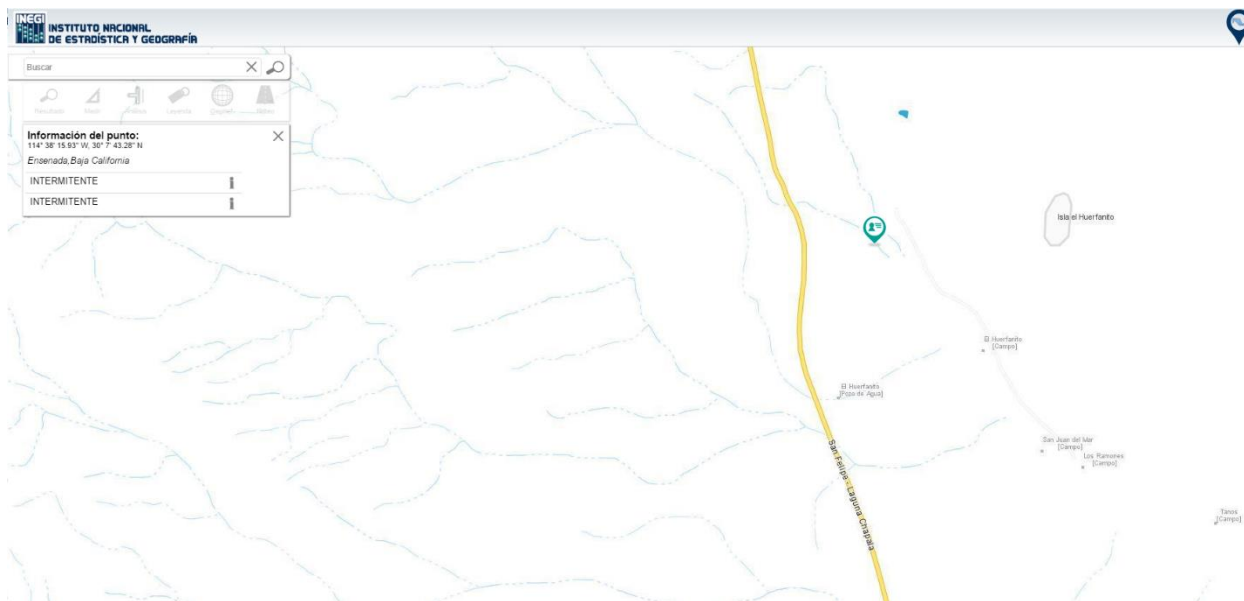
Se entiende por región hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca como la unidad básica para el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua. (INEGI, 2016)

Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuentas hidrológicas, la zona de estudio se encuentra en la región hidrológica 4 de Baja California Noroeste de acuerdo a la división de CONAGUA.

Dentro de la región hidrológica se encuentra la zona de estudio en la cuenca con nombre “Agua Dulce”, clave 407, con un volumen disponible en km³ de 6.926 y área de 1414.7 km²

La zona de estudio cuenta con agua subterránea Intermitente, con los principales efluentes mostrados en la figura 1.3.

5 Figura 1.3: Hidrología subterránea



Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

1.15 Vegetación terrestre.

El 80% está constituida por matorrales, gran parte se localiza en el Área de Protección de Flora y Fauna en el Valle de los Cirios y en la vertiente costera de la península; 4% por bosques de coníferas y encinos, 9% de chaparrales en las partes altas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir. También se encuentran las dunas costeras en los límites de los litorales, además de los palmares naturales en la parte alta de las sierras; 7% del suelo del territorio es de uso agrícola.

1.16 Fauna.

En zonas de matorrales: víbora de cascabel, lagarto escorpión, cacomixtle, correcaminos, zorra del desierto, topo ciego y borrego cimarrón. En los bosques: ratón de Monserrat y de San Lorenzo, murciélago, ardilla, zorra gris, musaraña, gato montés, puma, tlalcoyote y venado bura. En ambientes acuáticos: coral, sardinilla peninsular, delfín nariz de botella, delfín común, ballena azul, gris y jorobada; elefante marino, orca, foca común y cachalote. Animales en peligro de extinción: Berrendo, rata cambalachera de Cedros y de San Martín, rata canguro de San Quintín, ratón de Isla Ángel, nutria marina, lobo marino de Guadalupe, tortuga marina verde y vaquita marina.

1.17 Demografía.

La edad mediana de la población del municipio de Ensenada es de 24 años, es decir, la mitad de la población tiene 0 y 24 años. La esperanza de vida de la población registrada en el Estado ha llegado a 76.34 años; siendo para los hombres de 74.26 años y para las mujeres de 78.42 años.

La población de 1970 en la zona urbana era de 77,687 y para el 2000, de 305,557 reflejando un crecimiento de 227,870 habitantes, incrementándose cuatro veces en esas tres décadas, mientras que para la zona rural, en el mismo período el crecimiento fue de 24,437 habitantes; casi dos veces más que la población en el mismo período. La tabla 1.7 muestra la densidad de población en el municipio de Ensenada. (INEGI, 2016)

6 Tabla 1.7: Demografía en el municipio de Ensenada

Delegación	Habitantes	KM2	Densidad
Ensenada	192,550	325.00	592.46
La Misión de San Miguel	733	171.92	4.26
El Porvenir	1,434	184.19	7.78
Francisco Zarco	3,189	597.90	5.3
Real Del Castillo (Ojos Negros)	1,141	3,985.18	0.28
El Sauzal de Rodriguez	7,278	205.72	35.38
San Antonio de Las Minas	632	97.54	6.48
Chapultepec	290	82.48	3.57
Rodolfo Sánchez Taboada (Maneadero)	15,692	568.41	27.60
Santo Tomas	405	650.3	0.62
Eréndira	1,097	190.54	5.76
San Vicente	3,669	1,380.05	2.66
Valle de La Trinidad	2,982	3,227.07	0.92
Punta Colonet	2,155	2,488.38	0.87
Camalú	6,651	237.39	28.02
Vicente Guerrero	10,635	189.83	5.69
San Quintín	5,132	1,625.89	3.16
El Rosario de Arriba	2,122	6,632.13	0.33
Puertecitos	78	7,050.89	0.01
Guayaquil (El Mármol)	80	5,808.95	0.01
Punta Prieta	151	5,231.44	0.03
Bahía de los Ángeles	543	4,440.51	0.12
Villa Jesús María	410	6,353.00	0.06
Isla de Cedros	1,721	367.50	4.68

Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

1.18 Vías de comunicación y transporte

La empresa Pacar se encuentra a 61.2 km del municipio de Mexicali, se puede llegar desde Mexicali por la carretera Mexicali-San Felipe /México 5 o por la carretera BC 1 a 73.1 km.

Baja California cuenta con carreteras que unen los municipios así como los principales destinos de la entidad y el punto meridional de la península. Baja California cuenta con 5 carreteras federales. Entre ellas se encuentra la carretera transpeninsular, también conocida como federal 1, que une a Baja California Norte y Baja California Sur desde Tijuana a La Paz.

1.19 Líneas de transmisión

El último punto de red de distribución eléctrica de Comisión Federal de Electricidad, con voltaje de 13 kV se encuentra en el kilómetro 11 de la carretera San Felipe-Puertecitos en la localidad de Joya del Mar.

1.20 Factores socioculturales

El 3% de población de la zona vive en hogares indígenas se habla un idioma indígena, el 60% de la población tiene derecho a atención médica por el seguro social. Hay un total de 3,610 hogares. El 90% de las viviendas cuenta con acceso a servicios públicos y luz eléctrica.

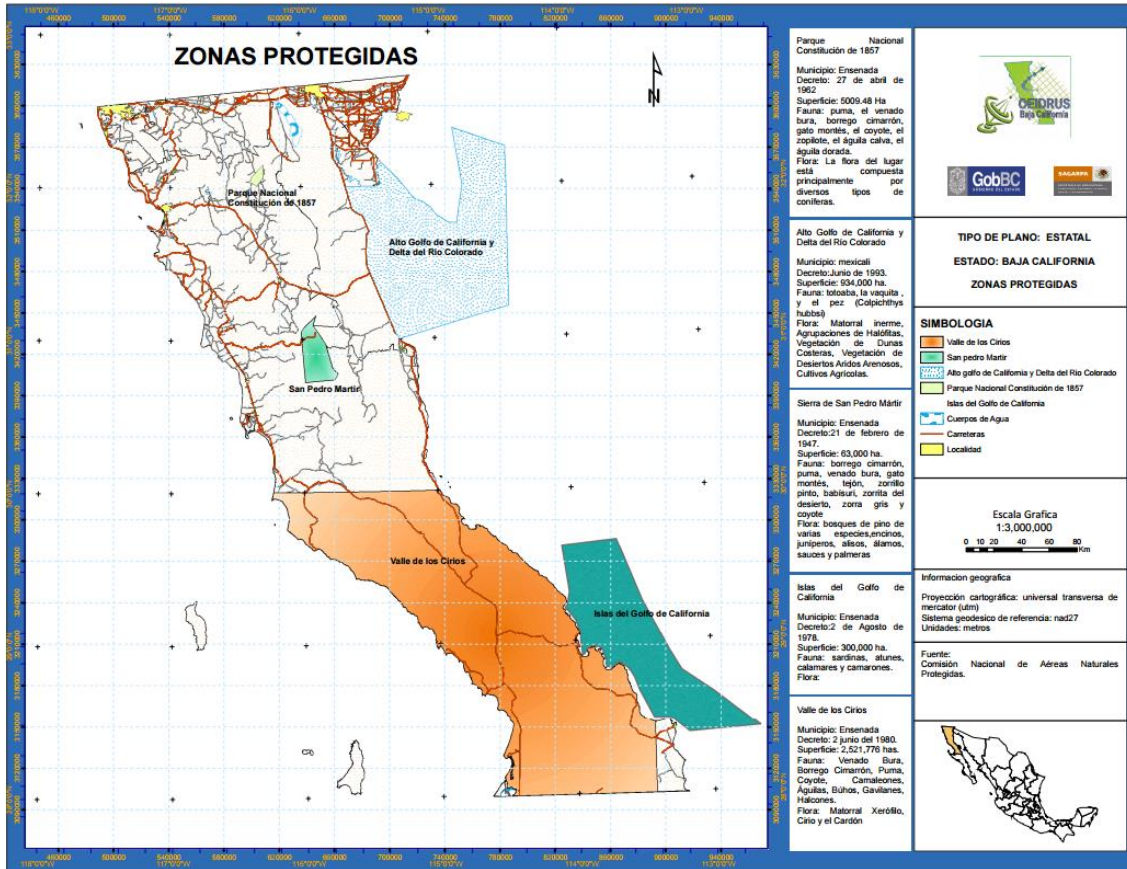
Mexicali cuenta con una población de 988,417 habitantes, de los cuales de los cuales 473,203 son hombres y 463,623 son mujeres.

1.21 Áreas Naturales protegidas

En el municipio de Mexicali se considera como área protegida gran parte del su desierto y del río colorado, en específico la laguna salada y cauces de río los cuales forman parte de la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Colorado, por lo tanto estas zonas se excluyen como zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía solar.

Existen otras zonas Baja California que se encuentran catalogadas como áreas protegidas por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Las siguientes áreas se encuentran como patrimonio nacional: El Puerto de San Felipe, Dunas de San Felipe, Valle de los Gigantes, Dunas de los Algodones, y Puertecitos. La figura 1.4 muestra la localización de las zonas protegidas.

2 Figura 1.4: Áreas Naturas protegidas



Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2016)

1.22 Principales equipos e insumos sector acuícola

Aireación

Filtración

Bombas

Iluminación

Tanques

Controladores

Calentadores

Aditivos

Criaderos

Equipo de Laboratorio

Plomería

Redes

Suministros de campo

Control de depredadores

Eléctricos

HIGH-PRESSURE BLOWERS

La empresa emplea 2 tipos de tecnologías distintas para el proceso de aireación, una de ellas es por medio de sopladores o “blowers”, los cuales consisten en motores eléctricos que toman aire del exterior y lo hacen girar impulsándolo a través de un tubo estrecho, el cual posee una pequeña abertura. Debido a la fuerza centrífuga, la presión se acumula y el aire sale expulsado con una velocidad alta. Los equipos seleccionados en esta sección se muestran a manera de ejemplo, actualmente se cuenta en la empresa acuícola Pacar con 4 equipos, de los cuales 3 de ellos operan a 2.2 kW y uno de mayor potencia a 3.7 kW. La figura 1.5 muestra un soplador:



3 Figura 1.5 High Pressure Blower

AIREADORES TIPO PALETA

Los aireadores de tipo paleta incorporan el oxígeno atmosférico llevándolo de la interfaz gas a líquido, este tipo de equipos se utiliza en tanques poco profundos y tiene como ventaja el cubrir gran parte del estanque debido a su movilidad, en la granja Pacar se utilizan 20 equipos de 1.5 kW de potencia cada uno distribuidos en los estanques de producción.

Capítulo 2, Metodología

En Estados Unidos, Tailandia y otros países donde la industria acuícola de camarón es implementada en métodos intensivos y semi intensivos, se ha encontrado una manera más sustentable de cultivo. Estos son los sistemas de producción cerrados, la industria acuícola tradicional cuenta con sistemas de producción “abiertos” extensivos los cuales degradan ecológicamente sus alrededores creando efluentes tóxicos provenientes del acumulamiento de tantos especímenes juntos y sus ambientes, además de depender completamente de las condiciones del ambiente.

La producción en sistemas de recirculación acuícola es una alternativa al cultivo de organismos acuáticos por medio de la reutilización del agua previamente tratada de manera física, química y biológica. Se utiliza menos del 10 % de agua requerida por estanque en comparación a la producción convencional como se utiliza en la empresa Pacar sin impactar negativamente los rendimientos.

Este tipo de sistemas permite el monitoreo y control de los parámetros físico-químicos tales como: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, dióxido de carbono, potencial de hidrogeno, alcalinidad y los metabolitos como el nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos.

Para que un sistema de recirculación sea eficiente y provea un ambiente adecuado debe de poseer 5 procesos: 1) Remoción de sólidos, 2) Biofiltración, 3) Aireación u oxigenación, 4) desgasificación y 5) recirculación del agua. Las diferentes etapas del proceso dependen de alimentación de energía eléctrica al ser un ambiente 100% controlado.

La operación del sistema demanda energía eléctrica y la interrupción de la misma puede producir serios problemas. En cerca de 15 minutos a 1 hora, la concentración de oxígeno en el agua puede caer hasta niveles letales. El consumo de energía eléctrica se ve incrementado en comparación a de un sistema convencional.

El consumo de energía eléctrica para la producción de camarón por medio de sistemas de recirculación de agua puede llegar a alcanzar un 40 % del costo total de producción (Sare nationwide, 2016). El abastecimiento con energía solar podría plantearse como una opción viable para la disminución de costos operativos de la granja Pacar y presentar una opción viable gracias a los altos índices de irradiación solar que inciden en Mexicali.

Además de los beneficios ecológicos los sistemas cerrados pueden adaptarse para producir el alimento necesario de acuerdo a la demanda anual. El riesgo económico inicial es alto, aun así los sistemas cerrados eliminan muchos de los riesgos de producción a los que se enfrentan los sistemas convencionales así como: contaminación y enfermedades provenientes del agua de las costas, predadores naturales, peculiaridades climatológicas, etc. Se espera que los sistemas de producción cerrados superen en eficiencia y costos a los sistemas convencionales (Faorg, 2016).

Los sistemas de producción cerrados tienen un gran potencial para algún día abastecer la demanda del mercado, especialmente hoy en día en que la demanda supera en gran medida a la capacidad de producción de camarón en la naturaleza y acuicultura convencionales (Nistgov. 2016).

2.1 Alternativas de solución que no requieran utilización de energía eléctrica.

Como alternativa para oxigenar en vez del uso de aireadores en instalaciones acuícolas se han estado utilizando sistemas de inyección de oxígeno puro. Son particularmente útiles en mantener condiciones de oxígeno saturado en sistemas de recirculación con altas densidades de especímenes. El oxígeno puro se puede suministrar y almacenar en tanques en forma líquida o puede ser producido *in situ* por un generador de oxígeno.

La tecnología de oxígeno líquido es relativamente sencilla, eficiente y costo efectiva. Los sistemas de oxígeno líquido consisten de un tanque de almacenamiento, vaporizadores que convierten el oxígeno líquido en gas, y líneas de suministro a los estanques. Normalmente su aplicación no requiere de fuentes de energía externas lo que lo hace efectivo para adversidades eléctricas.

Los generadores de oxígeno *in situ* son particularmente útiles en sitios remotos donde las entregas de oxígeno líquido pueden llegar a ser costosas. Los generadores producen oxígeno utilizando energía eléctrica. Son caros inicialmente para operar, y son propensos a fallas eléctricas. Es importante para seleccionar la capacidad correcta del generador tomar en cuenta el costo de la energía eléctrica.

Para hacer efectivo la difusión del oxígeno líquido se utilizan Tubos-U, inyectores de flujo contracorriente, o generadores de micro-burbujas. El propósito es disolver la mayor cantidad de oxígeno para hacerlo disponible para los peces, buscando evitar que se disipe en la atmosfera.

Los tubos-U consisten en pozos-de 12m de profundidad donde dentro se encuentran dos tubos concéntricos, el exterior con un diámetro de 6" y el interior de 3". El agua, se inyecta con oxígeno líquido en la parte superior del tubo-u, fluye por la tubería interior hasta el fondo, sale por la parte de adentro de la tubería exterior hacia el estanque. Los tubos-U incrementan la transferencia de oxígeno debido a el prolongado tiempo de contacto y que la presión atmosférica es mayor (de dos atm en el fondo del tubo U). Cabe mencionar que el uso de los tubos-U no es indispensable para suministrar oxígeno, sin embargo es un método de enriquecimiento que incrementa en gran parte la eficiencia de este método (Tamuedu, 2016).

La tabla 2.1 muestra una comparación en cuanto a consumo eléctrico expresado en watts de equipo convencional aireador de paleta y generador de oxígeno líquido:

7 *Tabla 2.1 Comparación aireadores convencionales y generador de oxígeno líquido*

	Aireadores paleta	Generador de Oxígeno Líquido
Potencia Operacional	208 V	208 V
Consumo	1,495 W	3,600 W
Costo aproximado por m³/hr	-	0.125 USD**

Fuente: Elaboración propia

**A un costo de \$0.1 el kwh (Pci-intlcom, 2016)

2.2. Estimación del Recurso Energético Renovables Aprovechable en la zona de estudio.

Para la medición del tiempo en el estado de Baja California se cuenta con estaciones climatológicas diseminadas en toda la extensión del estado, mismas que son operadas por personal que habita en las mismas localidades. Las estaciones meteorológicas ubicadas en Baja California miden:

- ✚ Temperatura: máxima, mínima, absoluta y media.
- ✚ Humedad: relativa, absoluta, relación de mezcla, específica, presión del vapor.
- ✚ Viento: dirección y velocidad, ráfaga máxima.
- ✚ Nubosidad: tipo, altura, cantidad.
- ✚ Presión: máxima absoluta, máxima media, media, mínima media, mínima absoluta.
- ✚ Precipitación: cantidad, frecuencia, intensidad
- ✚ Radiación

El estado Baja California cuenta con 5 estaciones meteorológicas en la zona costa colindante al mar de Cortez tal como se muestra en la Tabla 2.2. :

8 Tabla 2.2. Estaciones meteorológicas en Baja California

Estación	Nombre	Estado	Municipio	Latitud	Longitud
2046	San Felipe	B.C.	Mexicali	31 01'39.69"N	114 50'07.16"W
2148	San Felipe OBS	B.C.	Mexicali	31 01'44.82"N	114 50'22.05"W
2107	Percebú	B.C.	Ensenada	30 53'08.68"N	114 46'44.46"W
2151	Agua de Chale	B.C.	Ensenada	30 38'17.20"N	114 44'59.52"W
2149	Puertecitos	B.C.	Ensenada	30 22'03.69"N	114 48'44.45"W
2052	San Luis Gonzaga	B.C.	Ensenada	30 05'01.57"N	114 37'06.34"W

Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

Las mediciones hidroclimáticas contribuyen a mejorar el desarrollo socio-económico de la comunidad, para efecto del trabajo de esta tesis es de particular interés el obtener los datos de viento, precipitación, nubosidad, humedad y radiación.

El viento se puede clasificar en función a su velocidad, existe una escala empírica para la intensidad de viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza de su viento, la escala Beaufort de la fuerza de los vientos se muestra en la tabla 2.3:

9 Tabla 2.3 Escala de vientos Beaufort

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vitrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad menudada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles

Fuente: (Wikipediaorg, 2016)

La viabilidad técnica y económica de un sistema eólico depende en la producción de electricidad que se pueda generar. La potencia del viento nos da un primer límite para la potencia de un aerogenerador, la potencia de un aerogenerador depende directamente de la velocidad al cubo:

1 Potencia eólica

$$\text{Potencia} = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

La problemática con el viento es que la velocidad del mismo cambia continuamente, por lo que es necesario describirlo de forma estadística, para lo cual la distribución de Weibull es comúnmente utilizada. Está definida por 3 parámetros y es la más empleada en el campo de la confiabilidad.

En la Tabla 2.4 muestran los resultados de un análisis obtenido mediante el Atlas de Eólico el cual muestra la potencia disponible para generación de energía eólica en la zona de estudio. Los datos de viento utilizados fueron obtenidos de simulaciones de 13 años con 3 kilómetros de resolución horizontal, de densidades de potencia media a 50 metros de altura mensual de viento en w/m^2 :

10 Tabla 2.4 Análisis de velocidad de vientos en Baja California

Viento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Diciembre
W/m ²	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W/m ²	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	200
W/m ²	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
W/m ²	200	200	200	200	0	200	200	200	0	200	0	200
W/m ²	300	400	400	500	0	900	700	500	300	400	300	200

Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

De la misma manera la producción eléctrica de un sistema fotovoltaico dependerá directamente de la irradiación disponible en la zona de implementación, a mayor irradiación mayor será la producción de energía eléctrica, lo cual determinara que tan viable es un sitio para la instalación de equipos fotovoltaicos. En la Tabla 2.5 se muestran los resultados de un análisis del potencial de irradiación solar obtenido mediante el Atlas de solar en el Alto Golfo de California. Los datos de irradiación solar diaria mensual utilizados fueron obtenidos a partir de INEGI.

11 Tabla 2.5. Radiación Solar en Baja California

Estación	Irradiación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Diciembre
H11B47	Kw/m ²	6	6	8	7	7	7	7	7	6	6	5	5
H11B57	Kw/m ²	5	5	6	7	8	8	7	7	7	6	5	5
H11B67	Kw/m ²	6	6	8	9	10	10	8	7	7	6	5	5
H11B77	Kw/m ²	7	7	8	10	10.5	10.5	8	7	7	6	6	5
H11B88	Kw/m ²	5	5	7	9	10	10	9	9	8	6	5	5

Fuente: (Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), 2016)

2.3 Cálculo de consumo eléctrico del paquete tecnológico:

En base a la información recabada en las tablas anteriores el recurso eólico se muestra como no favorable para su aprovechamiento, ya que 4 de 5 estaciones meteorológicas presentaron velocidades de viento cercanas a 0 la mayor parte del tiempo e inconstantes a lo largo del año, por esto mismo se descarta la opción de aprovechamiento de recurso eólico en este estudio.

En cambio la irradiación solar es favorable en el caso de estudio, mismo que se encuentra en el “cinturón solar” + 35 grados con respecto al ecuador, zona que es reconocida por tener los niveles más altos de radiación solar al año del planeta (Renovablesverdescom, 2010).

Por tanto la tecnología que se estudiará para su aprovechamiento en este estudio será la energía solar fotovoltaica.

El consumo medio diario que deberá entonces suministrar el sistema fotovoltaico para abastecer la demanda energética actual de la granja acuícola Pacar por la demanda de los equipos de aireación y las horas de operación del sistema fotovoltaico las cuales se tomaran como 8 horas de luz efectiva promedio anual, como se muestra en la tabla 2.6:

12 Tabla 2.6: Demanda diaria, diurna

Sistema	Potencia	Horas diarias	Consumo diario
Aireación	40.2 kW	8	321 kWh

Fuente: Elaboración propia

2.4 Cálculo de potencia y generación media anual.

El cálculo de potencia se obtuvo a partir de las demandas energéticas por parte de los equipos de aireación actualmente instalados en la granja Pacar y por el tiempo de utilización de los mismos.

El sistema fotovoltaico tendrá que ser dimensionado tomando en cuenta sus limitantes técnicas de horas de sol, los generadores podrán estar en funcionamiento 8 horas al día, tomando en cuenta que su funcionamiento será exclusivamente diurno.

El instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE) en España recomienda la siguiente metodología para el cálculo de consumo total diario (Idaees, 2016):

$$2 \text{ Consumo diario wh/día} \quad (1)$$

$$E_D = E_{CC} + E_{CA}$$

$$E_D = \text{es el consumo total diario} \left(\frac{\text{wh}}{\text{día}} \right)$$

$$E_{CC} = \text{es el consumo diario de energía continua} \left(\frac{\text{wh}}{\text{día}} \right)$$

$$E_{CA} = \text{consumo diario de energía alterna} \left(\frac{\text{wh}}{\text{día}} \right)$$

$$E_D = 321 \text{ kWh}$$

2.5 Dimensionado del generador FV

Dimensionar un sistema fotovoltaico significa hacer el arreglo de sus componentes y describir su conexión en base a las necesidades energéticas del proyecto, buscando abastecer la demanda eléctrica y asegurar la disponibilidad de electricidad durante el máximo tiempo posible.

El dimensionado mínimo del generador en primera instancia, se realizara según la expresión (Idaees, 2016):

3 Potencia pico mínima (2)

$$p_{mp,min} = \frac{E_D}{K * G_{dm} * PR}$$

Donde:

$p_{mp,min}$ = es la potencia pico minimo del generador FV (kWp)

E_D = es el consumo total diario $\left(\frac{wh}{día}\right)$

PR = es el rendimiento energético de la instalación

G_{dm} = irradiación diaria sobre el plano del generador

Para seleccionar el parámetro K, se requiere establecer un período de diseño según las necesidades de consumo y la radiación, los valores de k se muestran en la tabla 2.7 (Idaees, 2016).

Ya que el proceso de producción de camarón se lleva a cabo en verano debido a las condiciones favorables climatológicas el valor de K=1.

13 Tabla 2.7: Valor k de diseño según la estación

Periodo de diseño	β_{opt}	$K = \frac{G_{dm}(\alpha=0, \beta_{opt})}{G_{dm}(0)}$
Diciembre	$\phi + 10$	1,7
Julio	$\phi - 20$	1
Anual	$\phi - 10$	1,15

Fuente: (Idaes, 2016)

Para seleccionar el valor de PR, los valores típicos son:

- Sistemas con inversor, 0.7
- Sistemas con inversor y batería, 0.6
- Sistemas directos, 1.0

El sistema propuesto es un sistema directo debido a la ausencia de banco de baterías y de uso de inversor. El valor para PR=0.7.

Para seleccionar el valor de G_{dm} se utilizó la herramienta de NASA "Surface meteorology and Solar Energy: RetScreen Data" tomando a considerarse el periodo de producción en verano el valor mínimo a abastecer el mes de noviembre que es el mes de cosecha de 5.19 kWh/m² /día. (Nasagov, 2016)

$$P_{mp,min} = \frac{321,000}{1 * 6.93 * 0.7} = 66,172W \text{ ó } 66.171kW$$

2.6 Cálculo del número mínimo de módulos requeridos

Ya calculada la capacidad teórica del sistema fotovoltaico es posible estimar la cantidad de módulos Fotovoltaicos, seleccionando previamente un modelo específico. (Idaees, 2016).

El modelo de panel propuesto dada su disponibilidad en la región es un Panel Solar Fotovoltaico Policromático, Innotech Solar, de 250W, 31.7 v, DC, 8.6 Amperes (Amp). Con dimensiones de 1.65,*0.987m*0.340m, con un peso de 18kg. Que se muestra en la Figura 2.



4 Figura 2 Panel solar ITS 250W

Fuente: (Innotechsolarcom, 2016)

$$N_{\min_total} = \frac{P_{mp}}{P_{\max_mod}} \quad (3)$$

N_{\min_total} = es el número mínimo de módulos requeridos.

P_{mp} = es la potencia pico del generador FV (kWp)

P_{\max_mod} = es la potencia pico del módulo FV seleccionado (kWp)





$$N_{\min_total} = \frac{66,172W}{250W} = 265 \text{ paneles}$$

Siguiendo la metodología propuesta por IDEA, se estima que será necesario un total de 265 paneles para cubrir la demanda eléctrica de la granja Pacar.

2.7 Componentes del Esquema de Generación de Energía Renovable

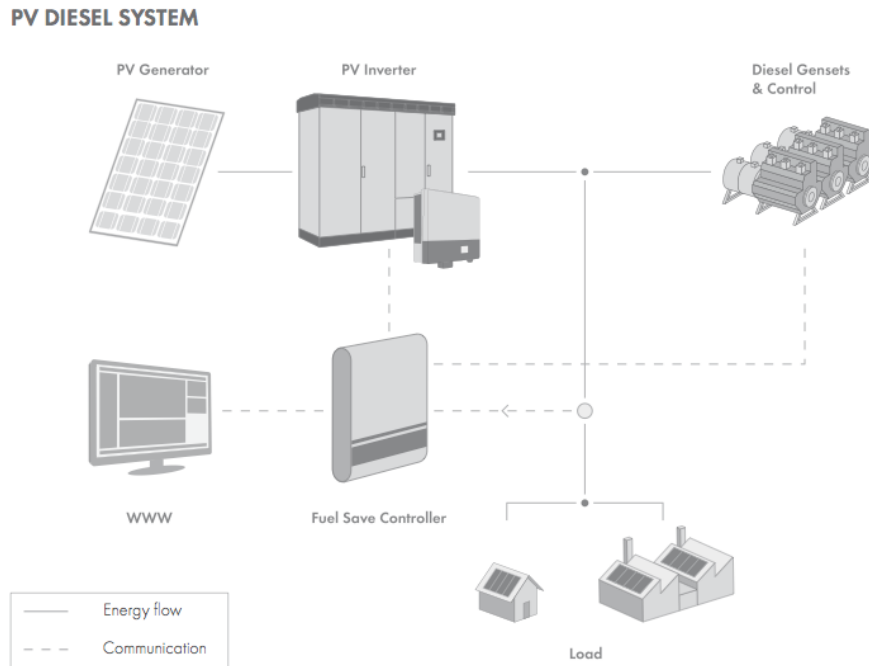
El diseño esta operado por una unidad de control inteligente que permite obtener un suministro balanceado de FV-diésel sin el uso de baterías. Durante el día el sistema fotovoltaico producirá energía y en la noche la planta de Diésel entrara en operación para mantener los sistemas de aireación operacionales. En la tabla 2.8 se muestran los componentes necesarios para el sistema.

14 Tabla 2.8: Componentes del sistema

Componentes	 Paneles solares ITS 250W
	 Estructuras de montaje
	 SMA Fuel Controller
	 Inversor Sunny Island 4548-US

Fuente: Elaboración propia

El diagrama 2.1 muestra de forma general las conexiones del sistema fotovoltaico:



5 Diagrama 2.1 Diagrama de conexiones

Fuente: (Africa-greenfieldscom, 2012)

2.8 Diseño del Arreglo de los paneles FV

Ya calculado el sistema y la cantidad de paneles necesarios para abastecer eficientemente el proyecto y después de haber seleccionado un modelo de panel fotovoltaico es posible hacer el arreglo de conexiones en serie y en paralelo para suministrar el voltaje requerido por los equipos:

5 Módulos en serie (4)

$$N_{\text{serie}} = \frac{V_{\text{nom}}}{V_{\text{mp_mod}}}$$

Donde:

N_{serie} = es el número mínimo de módulos requeridos conectados en serie

V_{nom} = es la tensión nominal del equipo en V.

V_{mp_mod} = es el voltaje de máxima potencia del módulo FV seleccionado

El V_{nom} está dado directamente por los equipos utilizados en campo, los aireadores utilizados en el estudio operan de manera monofásica a 230V. El voltaje de máxima potencia del módulo FV está dado directamente por el fabricante, en este caso para el modelo ITS eco-plus 250 utilizado son 31V, el número de módulos conectados en serie será entonces:

$$N_{serie} = \frac{230}{31} = 7.4193$$

Para asegurar el óptimo funcionamiento del sistema será necesario redondear la cantidad de paneles a su inmediato superior 8.

El número de paneles necesarios conectados en paralelo estará dado por la ecuación

6 Módulos en paralelo (5)

$$N_{paralelo} = \frac{N_{total}}{N_{serie}}$$

Donde:

$N_{paralelo}$ =es el número de módulos conectados en paralelo

N_{total} = es el número de módulos FV

N_{serie} = es el número de módulos conectados en serie

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{265}{8} = 33$$

De igual manera para asegurar el óptimo funcionamiento del sistema se tomara como valor definitivo el número inmediato superior al cálculo anterior, siendo este **8**.

Los arreglos para abastecer los equipos de aireación de todos los estanques en la granja acuícola Pacar serán de *8 paneles en serie y 33 en paralelo*.

2.9 Cálculo de distancia entre paneles solares

La importancia de la distancia entre paneles solares recae en evitar que un panel sombree a otro que esté detrás del mismo. Esto se produce cuando la inclinación de los paneles tiene una inclinación diferente a la normal (Idaees, 2016).

7 Distancia mínima entre paneles (6)

$$D_{\text{paneles}} = \frac{h}{\text{tg}(61 - \theta)}$$

Donde:

D_{paneles} = Distancia mínima entre paneles

θ = latitud del lugar

H= altura del panel solar

Puesto que el proyecto está diseñado para ser implementado en el Alto Golfo de California la latitud de Mexicali (32.6519 grados) es la óptima a utilizar, por su cercanía con la zona de estudio y por ser ubicación de granjas acuícolas, la altura del panel solar ITS está dada por el fabricante en este caso 1.65m.

Entonces:

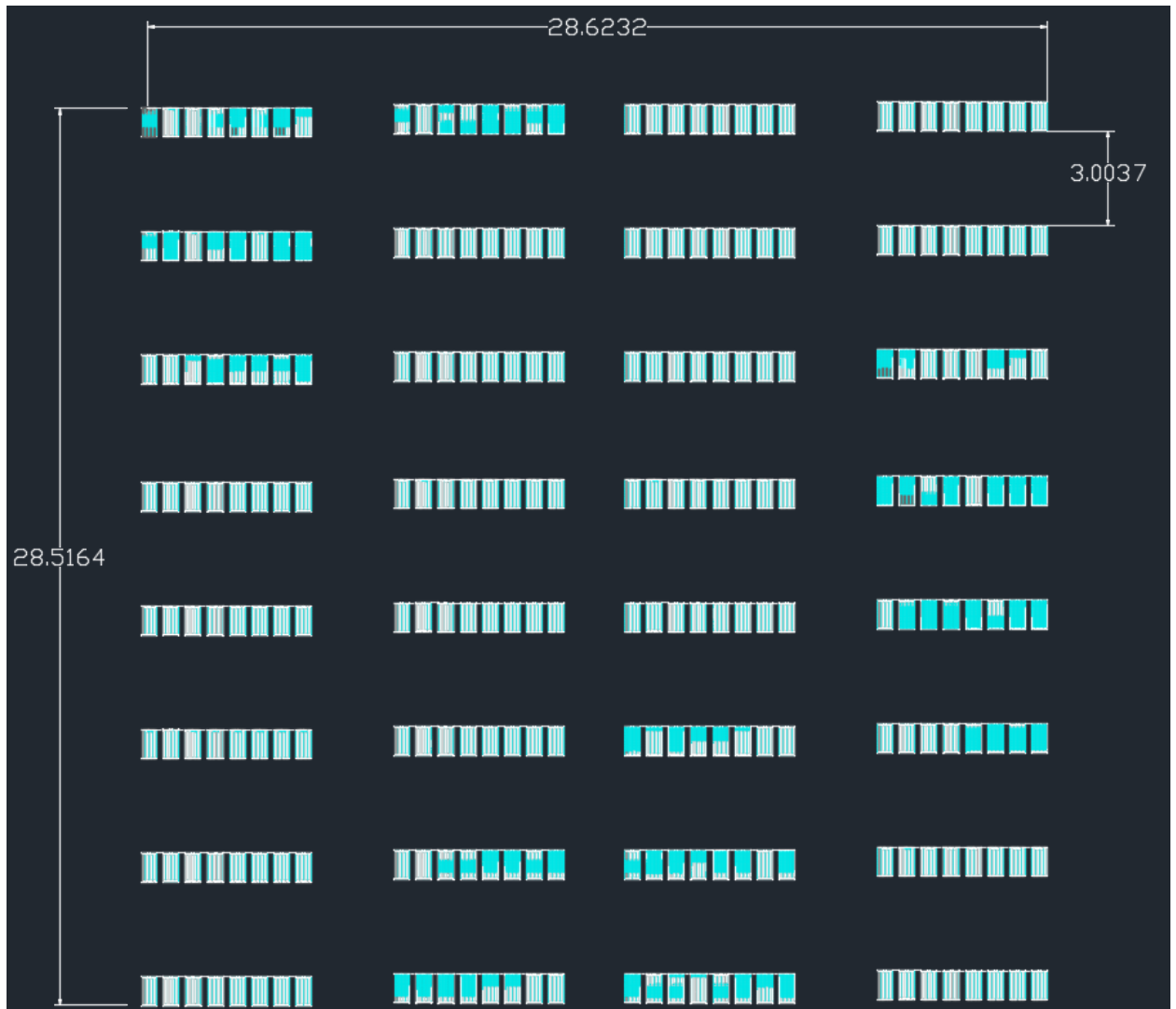
$$D_{\text{paneles}} = \frac{1.65}{\text{tg}(61 - 32.6519)} = 2.97m$$

La distancia mínima para evitar sombreado entre cada fila de paneles deberá ser de **2.97m**.

2.10 Planos de paneles solares

Una vez obtenido el número de paneles y las dimensiones del modelo de panel a utilizar y la distancia entre módulos se puede estimar el espacio libre mínimo necesario para instalar el sistema, se elaboró el plano 2.2 el cual muestra la distribución mínima necesaria para el óptimo funcionamiento del sistema, con la debida distancia entre las filas de paneles. El área mínima a ocupar por el sistema es de **803 m²**.

6 Plano 2.2 Espacio mínimo necesario para el sistema fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia

2.11 Conexión del sistema

Para la conexión del sistema serán necesarios arreglos por cada 10 kW, esto con la finalidad de disminuir costes de materiales, y con la ventaja de operar sistemas independientes en caso de alguna falla.

Cada fila de paneles fotovoltaicos deberá estar conectado en serie para proveer el voltaje necesario para el equipo, esto quiere decir que la terminal negativa de un panel estará conectada a la positiva del consiguiente. La suma del voltaje de cada panel en una hilera determina el voltaje final, tal como se muestra en la tabla 2.9:

15 Tabla 2.9. Voltaje del sistema

Voltaje Unitario paneles(V)	Numero de Paneles/fila	Voltaje a suministrar
31	8	248

Fuente: Elaboración propia

Tener un voltaje de 248 asegura el correcto funcionamiento de los equipos conectados al sistema, los cuales operan a 230 Voltios. Asimismo las filas de paneles estarán interconectadas en paralelo, lo cual no afectara el voltaje

Se usa la corriente de cortocircuito para el cálculo de la corriente de entrada al regulador por que será la máxima corriente que podría ser generada por el módulo fotovoltaico y ha de ser esa la que tengamos en cuenta para evitar pérdidas de rendimiento:

16 Tabla 2.10 Amperaje del sistema

Amperaje Unitario paneles(A)	Número de Paneles en paralelo	Factor de seguridad	Amperaje a suministrar
8.79	8	1.25	87.9

Fuente: Elaboración propia

La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito (I_{sc}), en este caso, para el modelo seleccionado Innotech solar 250w, es de $I_{sc} = 8.79$ A. (Sfe-solarcom, 2016)

2.12 Cálculo de ahorro en combustibles fósiles.

El cálculo de ahorro en combustibles permite cuantificar la cantidad de litros utilizados por ciclo y el costo aproximado en pesos para su posterior evaluación económica. Así mismo este cálculo es necesario para estimar la huella de carbono producida por el proyecto actualmente y el beneficio ambiental que asume instalar el equipo fotovoltaico.

Los generadores Kubota de 10 kW de capacidad utilizados actualmente en la industria acuícola tienen un consumo aproximado de diésel de 3.7 litros por hora. Con una demanda de 40 kW se utilizan 4 generadores de 10 kW cada uno, totalizando un consumo de 14.8 litros por hora para abastecer a los 9 estanques (Centralmainedieselcom, 2016).

Si el sistema fotovoltaico está diseñado para operar eficientemente 8 horas al día, se puede calcular cuánto diésel se ahorraría diariamente una vez instalado el sistema fotovoltaico. En la tabla 2.11 se muestra el consumo de diésel que se ahorraría cada mes de producción:

17 Tabla 2.11 Consumo de diésel por unidad de generación de 10 kW mensual

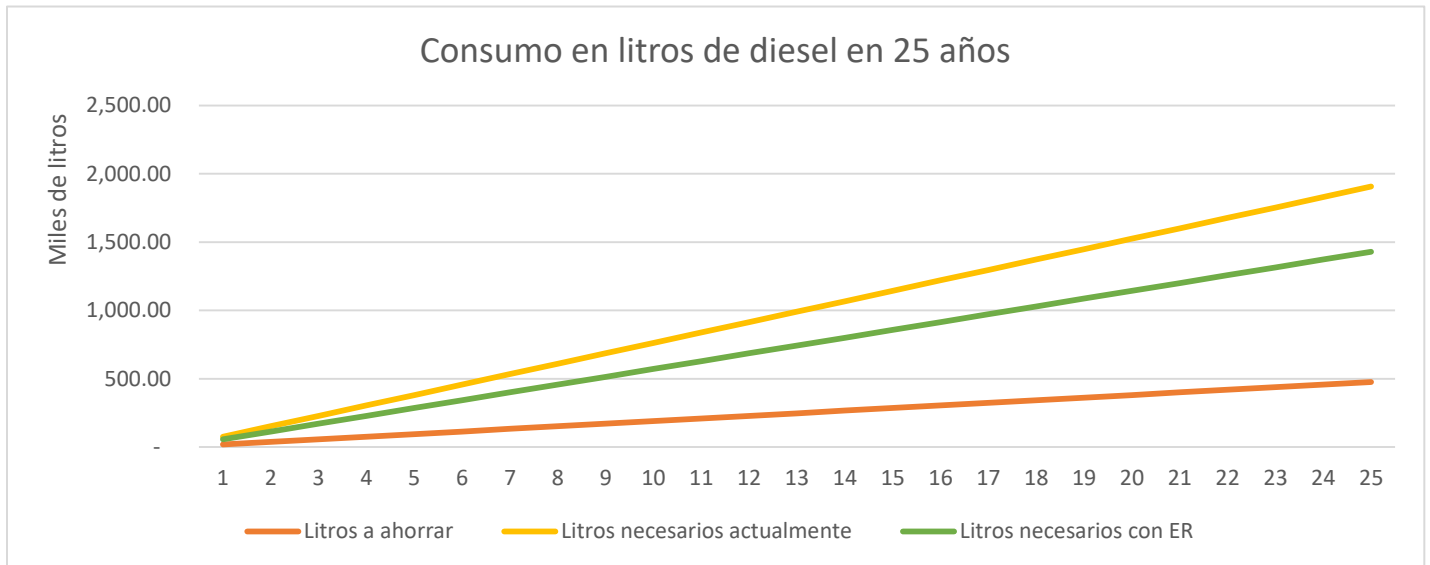
Mes	Horas solar pico (Hsp)	Hsp/mes	litros/hora	Litros ahorrados al mes
Mayo	7.76	232.80	14.8	3,444
Junio	7.8	234.00	14.8	3,460
Julio	7.37	221.10	14.8	3,272
Agosto	7.38	221.40	14.8	3,276
Septiembre	6.91	207.30	14.8	3,068
Octubre	5.72	171.60	14.8	2,536
Noviembre	5.19	155.70	14.8	2,304
Total				19,056

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado el consumo de diésel por ciclo es posible hacer una proyección de cuanto diésel será necesario para operar los equipos que están instalados actualmente en el periodo de vida útil del proyecto Fotovoltaico. La grafica .2.3 muestra una proyección del consumo de diésel

en miles de litros para los próximos 25 años, la comparación entre el consumo con el esquema de generación eléctrica actual y con la implementación de un sistema fotovoltaico, así como la cantidad de litros ahorrados con ER.

7 Grafica 2.3 Proyección de consumo de diésel en 25 años



Fuente: Elaboración propia

Cada año se requieren de 76,224 litros de diésel para el óptimo abastecimiento de aireación de para los estanques de producción acuícola de la empresa Pacar, la implementación de un sistema fotovoltaico representa un ahorro anual **de 19,056.43 litros** (cinco mil trescientos cuarenta y dos).

El implementar el sistema ER representa un ahorro de **476,400 litros** de diésel en 25 años.

De igual manera se puede hacer una premisa sobre el costo de diésel por concepto de los generadores, utilizando el precio promedio actual del diésel en la región.

El precio actual por litro de diésel es de \$13.77 MXN en Febrero 11 del 2016 para Mexicali, de acuerdo a la información de Servicios Pemex (Guruc webmasters, 2016).

En la tabla 2.12 se puede estimar que el costo por concepto de combustible cada ciclo es de:

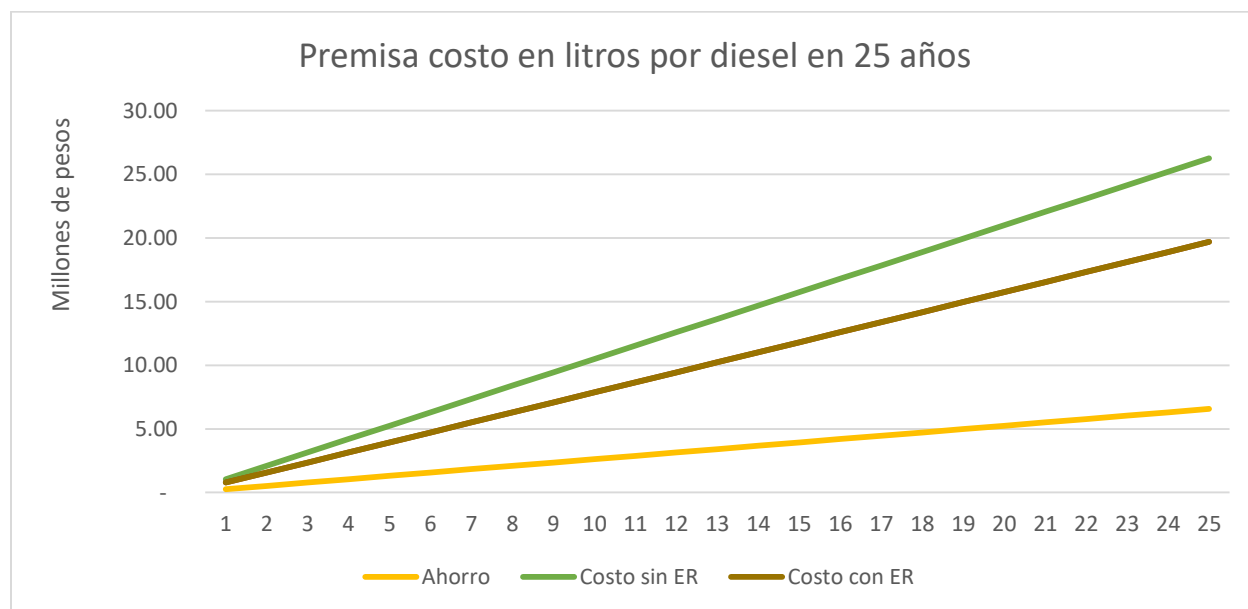
18 Tabla 2.12 Costo de diésel por ciclo

Precio (L)	Litros/ Ciclo	Costo total diésel por ciclo*
13.77	19,056	262,401.34

Fuente: elaboración propia

La grafica 2.4 muestra una premisa del costo de consumo de diésel, expresada en miles de pesos, mostrando cuánto dinero es necesario para seguir operando en las condiciones actuales de precio y consumo de diésel y su comparativa con sistema de generación fotovoltaico durante 25 años (periodo de vida del sistema FV)

8 Grafica 2.4 Premisa costo diésel



Fuente: Elaboración propia

La grafica muestra que tras la implementación del proyecto cada año se puede ahorrar **262,401 pesos** por ciclo de producción y en 25 años se podría ahorrar hasta **6, 560,028 pesos** tras la puesta en marcha del sistema fotovoltaico.

CAPITULO 3 RESULTADOS

3.1 Producción media anual

La producción media anual se puede determinar con los datos de irradiación de la ubicación del sistema y con la potencia del sistema, es importante tomar en cuenta las perdidas por eficiencias del sistema.

El sistema localizado en Mexicali con unas pérdidas de eficiencia generales de 14% por cuestiones difíciles de medir y estimar como se muestra en la tabla 3.1:(PVWATTS.2016.)

19 *Tabla 3.1 Pérdidas de eficiencia en el sistema FV*

Concepto	Perdida (%)	Descripción
Suciedad	2	Perdidas de eficiencia debido a polvo en la superficie del sistema Fotovoltaico que se interpone entre los rayos solares y las celdas.
Desajuste	2	Debido a las pequeñas diferencias causadas por imperfecciones del fabricante entre los módulos causando ligeras diferencias de corriente-voltaje
Cableado	2	Perdidas resistivas en los cables que conectan el sistema.
Conexiones	0.5	Debido a las conexiones eléctricas en el sistema
Mantenimiento	4	Reducción debido a los mantenimientos programados y no programados

Fuente: (Nrelgov, 2016)

La **generación** de energía media por ciclo de cosecha de camarón se muestra desglosada en los meses de producción en la tabla 3.2:

20 Tabla 3.2 Generación de energía media

Mes	Irradiación solar (kWh/m ² /día)	Energía generada (kWh)
Mayo	6.57	6,656.39
Junio	6.76	6,553.98
Julio	7.49	7,401.36
Agosto	7.36	7,250.06
Septiembre	6.21	5,992.48
Octubre	5.13	5,083.15
Noviembre	4.77	4,686.78
Total	70.56	69,638.16

Fuente: (Elaboración propia, 2016)

3.2 Vida útil

La mayoría de los productores de paneles solares ofrecen garantías estándar de 25 años, aseguran que la eficiencia de los paneles no debería ser menor a 80% en un periodo de 25 años (Energyinformativeorg, 2016).

Entre las principales distribuidoras de paneles solares a nivel regional se encuentran las empresas Baja solar, Geckologic México, Enjoy Solar, Solar Energy, se muestran en la tabla comparativa 3.3:

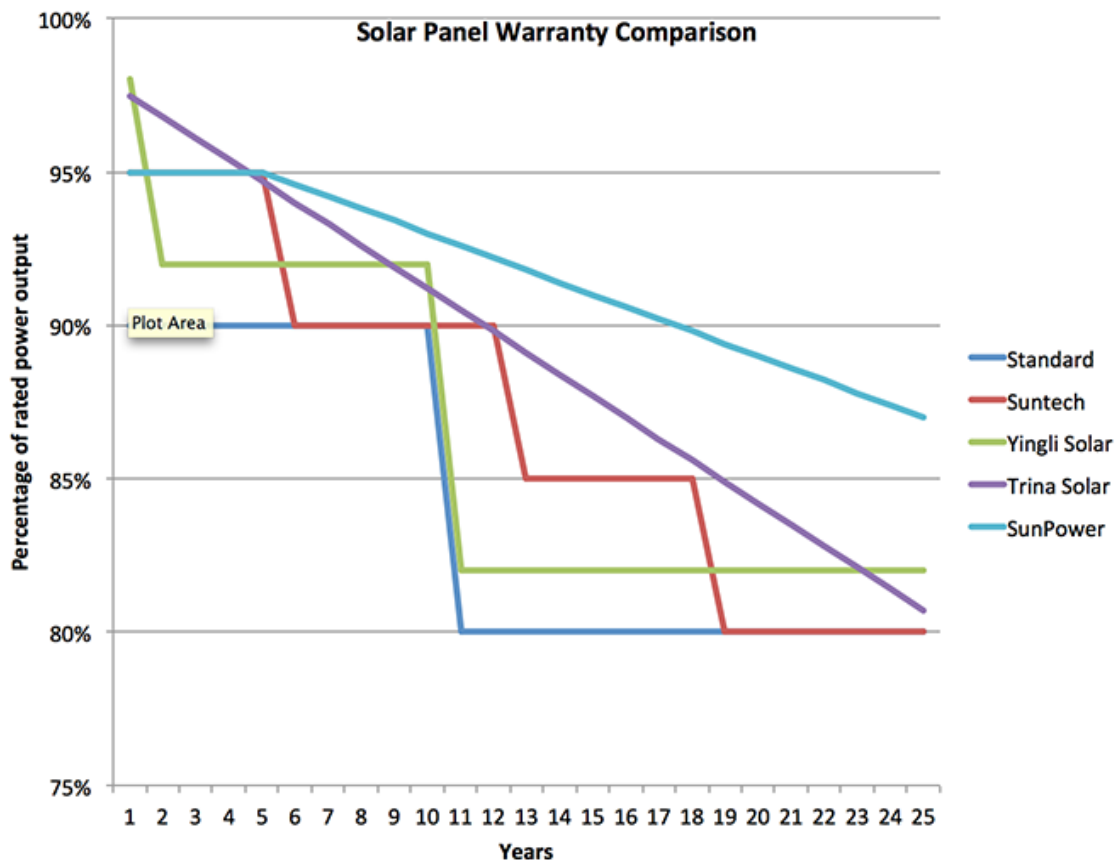
21 Tabla 3.3 Principales distribuidoras regionales

	Baja Solar	Geckologic	Thrive Solar	Solar Energy
Marca del panel	ITS Innotech Solar	ITS Innotech Solar	LN	Sol Energy
Potencia(W)	250	250	265	250
Voltaje(V)	34	31	30	31
Precio(USD)	200	211	-	250

Fuente: elaboración propia

La vida útil de los paneles se degrada típicamente en un 0.5% cada año. Sin embargo, existen paneles de película delgada que se degradan más rápido que su contraparte mono y poli cristalinos.

Sin embargo ya que la tecnología fotovoltaica se considera como relativamente nueva (la mayoría de los paneles en el campo tienen menos de 10 años) es difícil estimar la vida útil, existen reportes de Kyocera en los cuales instalaciones solares operan eficientemente a sus casi 30 años de antigüedad. La vida útil dependerá en gran medida del productor del panel, en la gráfica 3.1 se muestran algunas eficiencias (Energyinformativeorg, 2016).

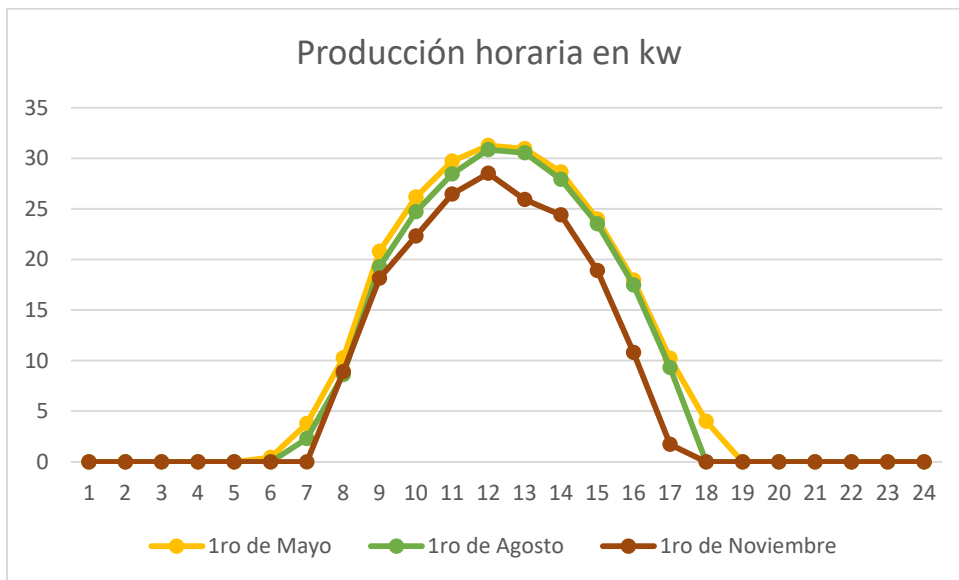


9 Gráfica 3.1: Disminución de eficiencia de marcas comerciales en función del tiempo

FUENTE: (Energyinformativeorg, 2016)

3.3 Metas totales y anuales de producción

El desarrollo del proyecto contempla las siguientes metas de producción eléctrica del sistema por paquete tecnológico instalado (cada hectárea): las metas totales se divide en 3 etapas, para el mes de menor irradiación, de mayor radiación y mitad del ciclo, ya que la irradiación solar varía con respecto al mes en el que se genera la energía. Se estimó también la meta de generación anual. La grafica muestra que en el mes de mayo a agosto la producción es virtualmente constante mientras que en el mes de noviembre la producción disminuye debido al nivel de irradiación menor que incide en este mes. Mientras que la demanda energética de los equipos de aireación se mantiene constante, la irradiación es un factor que varía dependiendo de las condiciones climatológicas.

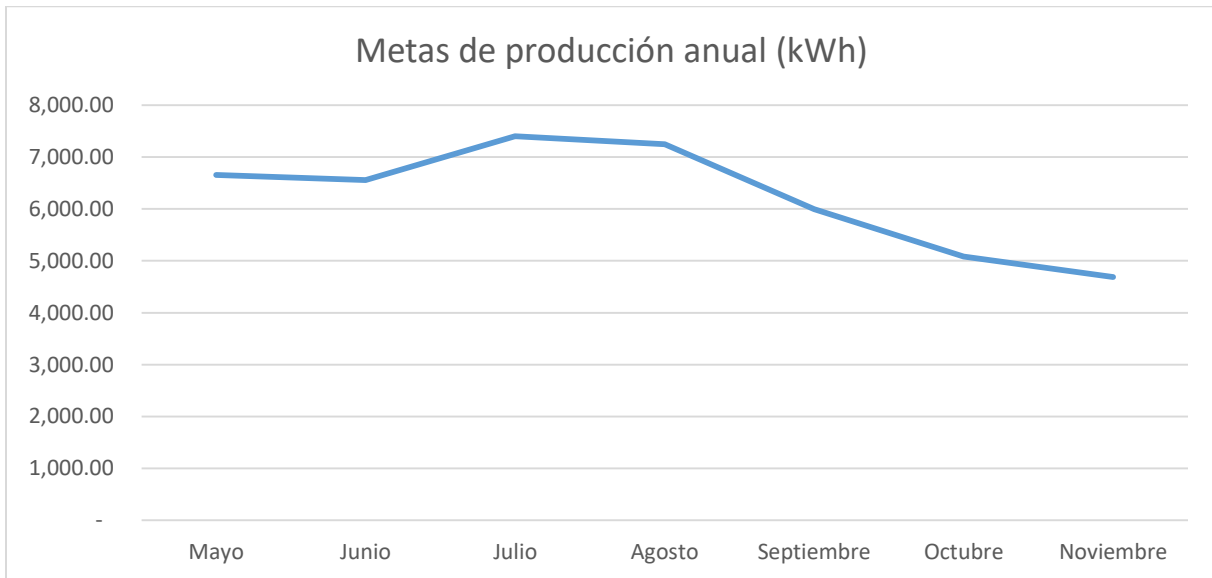


10 Grafica 3.2 Producción eléctrica diaria del sistema en principio, mitad y final del ciclo.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo podemos estimar la producción mensual en kWh del sistema con los datos horarios de irradiación a lo largo del periodo de estudio, como se muestra en la gráfica 3.3:

et



11 Grafica 3.3 Generación eléctrica mensual en kWh

Fuente elaboración propia

Las premisas de producción muestran que la generación de energía fluctúa dependiendo de la estación del año, mientras que la demanda energética se mantiene constante. Este resultado indica que es necesario contar con un sistema de respaldo para las necesidades de aireación del estanque por lo cual es indispensable para la producción de camarón el contar con el equipo de diésel.

3.4 Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación: Inversión inicial

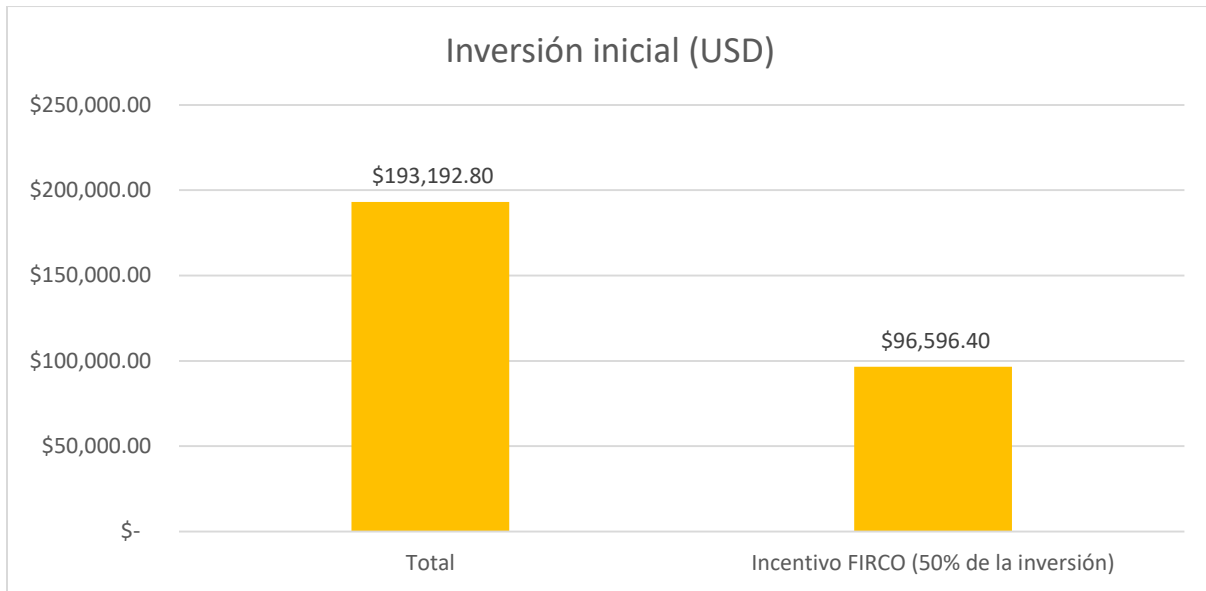
La estimación de costos del paquete tecnológico está dada en base a los precios unitarios de cada componente, en este caso los inversores, y el sistema inteligente controlador de diésel fueron cotizados en las páginas oficiales, y el precio de los módulos fue un precio dado al mayoreo por la distribuidora de paneles solares “CONSA”, también se tomaron en cuenta los costos de mano de obra considerando necesario el esfuerzo de 3 personas como mínimo, y los costos de equipo para instalación los cuales se tomaron como el **15%** del costo total y un factor de seguridad por contingencias del **20%**. Los costos se muestran en la tabla 3.4.

22 Tabla 3.4 Inversión Inicial

Costos	Unidades	\$/ Unidad (USD)	Total
Modulos	265	\$ 200.00	\$53,000.0
Inversores	16	\$ 4,110.00	\$ 65,760.00
SMA fuel controller	4	\$ 4,700.00	\$ 18,800.00
Subtotal			\$ 137,560.00
Mano de obra Instalación	\$ 5,543.00		
Costos de equipo para instalación	\$ 15,091.00		
Subtotal	\$ 20,630.00		
Contingencias (20%)	\$ 27,512.20		
Total	\$ 185,702.20		
Incentivo FIRCO (50% de la inversión)	\$ 92,851.60		
Total en moneda nacional (MXN)	\$ 3,342,636.60	<i>tipo de cambio 18 x 1</i>	
Total en moneda nacional con incentivo			
FIRCO	\$ 1, 671, 318	<i>tipo de cambio 18 x 1</i>	

Fuentes: Elaboración propia, (Civicsolarcom, 2016), (Asolmexorg, 2016)

12 Grafica 3.4 Inversión inicial con apoyo gubernamental



Fuente: Elaboración propia

3.5 Flujo de Efectivo

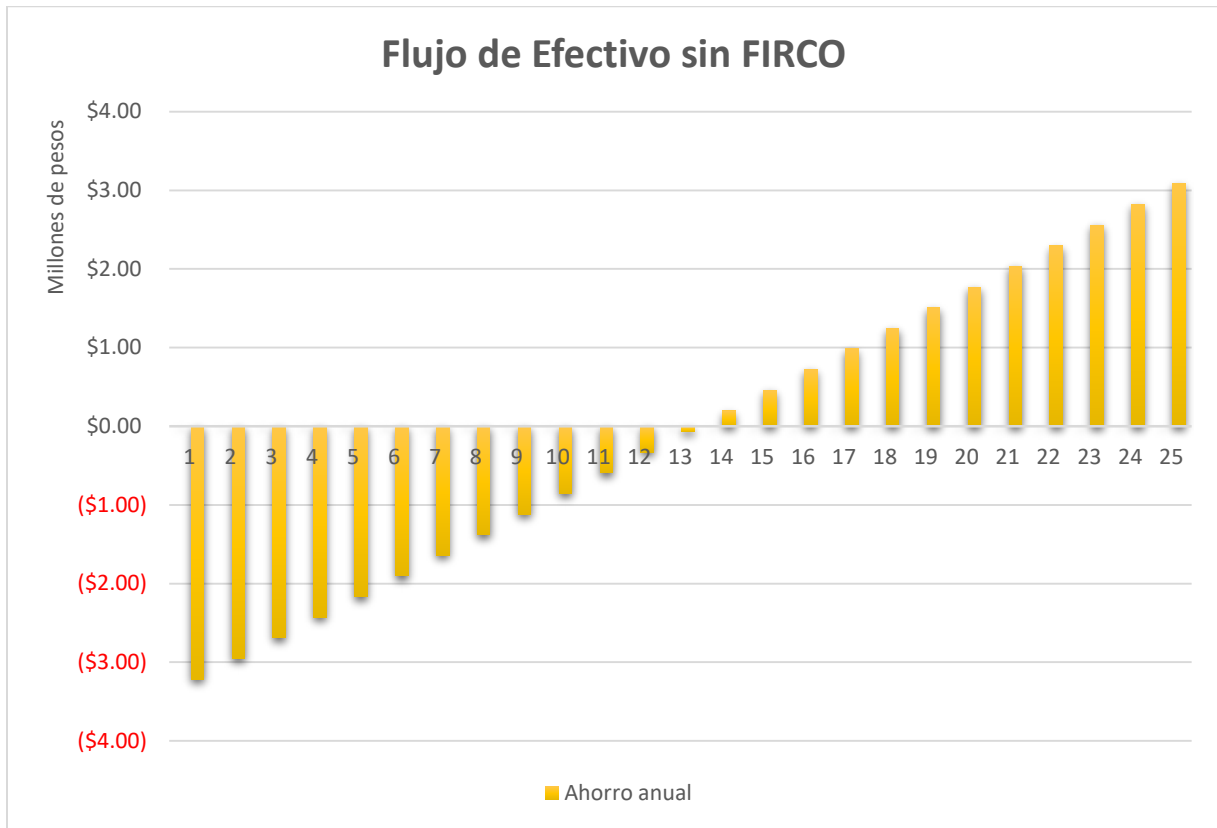
23 Tabla 3.5 Flujo de Efectivo

Vida útil del proyecto (años)	Costo con apoyo FIRCO	Costo (MXN)	Ahorro (MXN)	Flujo Neto	Flujo Neto Incentivo
1	\$ 1,738,735.20	\$ 3,477,470.40	\$ 262,401.00	\$ (3,215,069.40)	\$ (1,476,334.20)
2			\$ 262,401.00	\$ (2,952,668.40)	\$ (1,213,933.20)
3			\$ 262,401.00	\$ (2,690,267.40)	\$ (951,532.20)
4			\$ 262,401.00	\$ (2,427,866.40)	\$ (689,131.20)
5			\$ 262,401.00	\$ (2,165,465.40)	\$ (426,730.20)
6			\$ 262,401.00	\$ (1,903,064.40)	\$ (164,329.20)
7			\$ 262,401.00	\$ (1,640,663.40)	\$ 98,071.80
8			\$ 262,401.00	\$ (1,378,262.40)	\$ 360,472.80
9			\$ 262,401.00	\$ (1,115,861.40)	\$ 622,873.80
10			\$ 262,401.00	\$ (853,460.40)	\$ 885,274.80
11			\$ 262,401.00	\$ (591,059.40)	\$ 1,147,675.80
12			\$ 262,401.00	\$ (328,658.40)	\$ 1,410,076.80
13			\$ 262,401.00	\$ (66,257.40)	\$ 1,672,477.80
14			\$ 262,401.00	\$ 196,143.60	\$ 1,934,878.80
15			\$ 262,401.00	\$ 458,544.60	\$ 2,197,279.80
16			\$ 262,401.00	\$ 720,945.60	\$ 2,459,680.80
17			\$ 262,401.00	\$ 983,346.60	\$ 2,722,081.80
18			\$ 262,401.00	\$ 1,245,747.60	\$ 2,984,482.80
19			\$ 262,401.00	\$ 1,508,148.60	\$ 3,246,883.80
20			\$ 262,401.00	\$ 1,770,549.60	\$ 3,509,284.80
21			\$ 262,401.00	\$ 2,032,950.60	\$ 3,771,685.80
22			\$ 262,401.00	\$ 2,295,351.60	\$ 4,034,086.80
23			\$ 262,401.00	\$ 2,557,752.60	\$ 4,296,487.80
24			\$ 262,401.00	\$ 2,820,153.60	\$ 4,558,888.80
25			\$ 262,401.00	\$ 3,082,554.60	\$ 4,821,289.80

Fuente: Elaboración propia

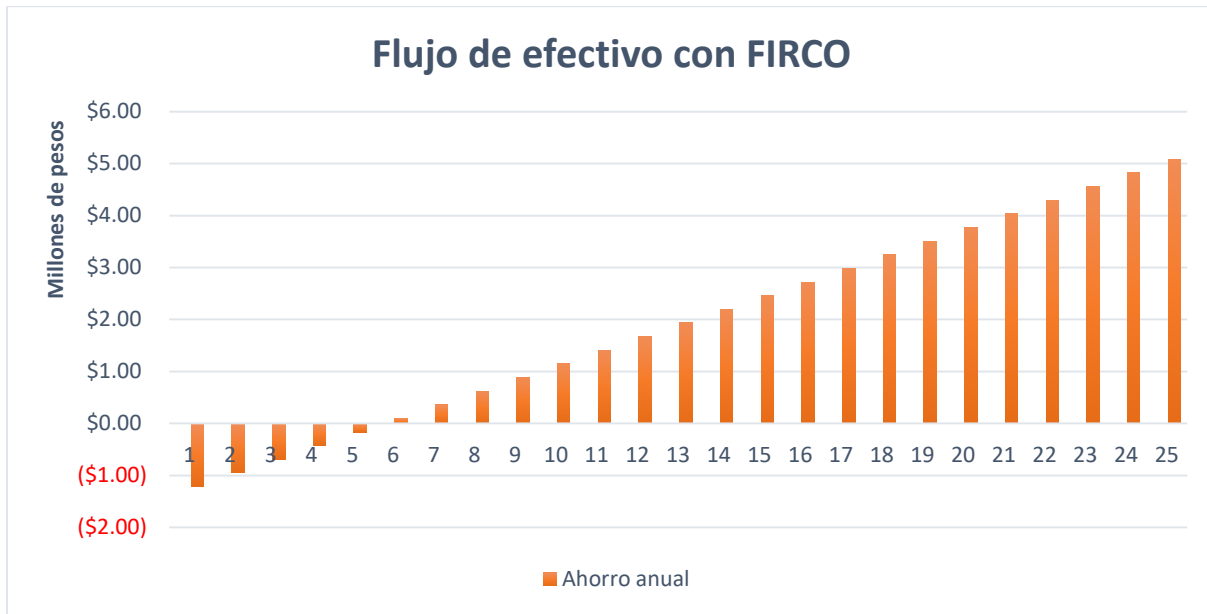
Las gráficas 3.4 y 3.5 muestran respectivamente el flujo de efectivo y retorno de inversión en años sin el apoyo gubernamental de FIRCO y con él. El retorno de inversión para la modalidad de pago total por el beneficiario es de 12 años, con apoyo de gubernamental es de 6 años.

24 Grafica 3.6: Flujo de efectivo sin FIRCO



Fuente: Elaboración propia

13 Grafica 3.5: Flujo de efectivo con FIRCO



Fuente: Elaboración propia

3.6 Retorno de Inversión

En todo proyecto en el cual se espera la característica de rentable se tiene como premisa la recuperación de la inversión, el tiempo que se demore en recuperar el dinero invertido se vuelve muy importante ya que de esto dependerá cuan rentable es. Cuanto más corto sea el periodo de recuperación, menos riesgoso será el proyecto.

25 Tabla 3.6 Retorno de inversión

Tempo de recuperación de la inversión	Inversión	Ahorro anual	Recuperación
Sin Apoyo gubernamental	\$ 3,477,470.40	\$ 262,401.00	13 años 3 meses
Con Apoyo	\$ 1,738,735.20	\$ 262,401.00	6 años 7 meses

Fuente: elaboración propia

3.7 Valor Actual Neto del proyecto

El VAN es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Proporciona una medida de la rentabilidad del proyecto analizado en valor absoluto, es decir la diferencia entre el valor actualizado de las unidades monetarias cobradas y pagadas.

El VAN sirve para tomar 2 tipos de decisiones: efectividad y jerarquización. Son efectivas, aquellas inversiones que tengan un VAN positivo, ya que en estos casos generan más cobros que pagos ($VAN > 0$). La jerarquización permite la toma de decisiones en base a la comparación de alternativas, son preferibles aquellas alternativas que tengan un VAN más elevado.

8 Valor Actual Neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

V_t = representa los flujos de cada periodo t

I_0 = es el valor del desembolso inicial de la inversión

n = es el número de períodos considerado

Valor Actual Neto (VAN)= **3,082, 555.00 pesos MXN**

Valor Actual Neto con incentivo (VAN)= **4, 821,290.00 pesos MXN**

3.8 Tasa Interna de Retorno

La tasa Interna de Retorno TIR, es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos de porcentaje. La TIR permite determinar si una inversión es factible así como realizar la jerarquización entre varios proyectos.

Un proyecto de inversión es factible cuando se tiene un TIR superior a la rentabilidad que se exige a la inversión. Entre los proyectos de inversión es preferible la que tenga una TIR más elevada.

9 Tasa Interna de Retorno

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Donde:

F_t = es el flujo de caja en el periodo t

I = es el valor del desembolso inicial de la inversión

n = es el número de períodos considerado

Tasa Interna de Retorno para inversión inicial de 3, 477, 470 pesos (TIR)= **5,62 %**

Tasa Interna de Retorno para inversión inicial de 1,738, 735 pesos (TIR)= **14, 59 %**

3.9 Afectaciones por la realización del proyecto.

3.9.1 Paisaje

El paisaje, es un factor de primer orden y es sobre el que más impacto incide este tipo de generación de energía. Las áreas de implementación del proyecto no se encuentran en zonas turísticas. El paisaje y su apreciación tienen un fuerte componente subjetivo por tratarse de algo estético. De acuerdo con los lineamientos para Áreas Especiales de conservación descritos en el Plan Organizacional Ecológico en áreas de belleza paisajista la infraestructura deberá diseñarse como parte integral del paisaje, incluyendo especies de vegetación nativa, evitando el uso e introducción de especies exóticas y mantener áreas de amortiguamiento, cinturones de vegetación nativa en las riberas de los cuerpos de agua para minimizar los efectos de erosión y disminuir los daños por inundación.

3.9.2 Suelo

La pérdida de suelo provocada por los parques es permanente durante la vida útil de los mismos, sin embargo la contaminación del suelo en el tiempo de vida útil del proyecto es nula, y las posibilidades de contaminación del suelo durante la fase de construcción son escasas.

Se debe evitar la implementación de este proyecto en espacios naturales de especial interés como son las Regiones terrestres prioritarias propuestas y áreas protegidas por CONABIO. Como lo son Valle de los Cirios, en las localidades: Bahía de los Ángeles, Cataviña, Guayaquil y San Agustín. Sierras La Libertad- La Asamblea, en las localidades: Bahía de los Ángeles, Parador Punta Prieta, Calamuje, Campo Harchelón. : El puerto de San Felipe, Dunas de San Felipe, Valle de los Gigantes, Dunas de los Algodones, y Puertecitos.

3.9.3 Flora

El proyecto deberá respetar los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, para la protección ambiental de especies nativas de México de flora silvestre, y no ubicar el paquete tecnológico en suelos que contengan las especies en ella catalogadas como especie en riesgo. La norma establece las categorías en la Tabla 9.1, se presentan algunas de las especies de la flora de Baja California en categoría de riesgo de acuerdo a la norma, donde las claves que son las siguientes: (E): probablemente extinta en el medio silvestre; (P): en peligro de extinción; (A): amenazada y (Pr): sujeta a protección especial.

26 Tabla 3.7 Especies de Flora en Baja California en Categoría de Riesgo

Especie	Nombre común	Estatus
<i>Abies concolor</i>	Oyamel de California	Pr
<i>Amoreuxia palmatifida</i>		Pr
<i>Brahea edulis</i>	Palma de Guadalupe	Pr
<i>Conocarpus erecta</i>		Pr
<i>Cupressus forbesii</i>	Ciprés negro	Pr
<i>Cupressus montana</i>	Ciprés rugoso	Pr
<i>Echinocereus lindsayi</i>	Órgano-pequeño de Jaraguay	P
<i>Ferocactus acanthodes</i>		Pr
<i>Ferocactus viridescens</i>	Biznaga-barril verdosa	Pr
<i>Garrya grises</i>		Pr
<i>Juniperus californica</i>	Enebro de California	Pr
<i>Lemna trisulca</i>		Pr
<i>Libocedrus decurrens</i>		A
<i>Lilium parryi</i>		A
<i>Lophocereus schottii</i>	Senita	Pr
<i>Mammillaria angelensis</i>	Biznaga angelina	Pr
<i>Mammillaria blossfeldiana</i>	Biznaga de Blossfeld	Pr
<i>Mammillaria goodridgei</i>		Pr
<i>Mammillaria neopalmeri</i>	Biznaga de Palmer	Pr
<i>Olneya tesota</i>		Pr
<i>Opuntia rosarica</i>	Cholla tasajo del Rosario	Pr
<i>Triglochim concinnum</i>		A
<i>Pinus attenuata</i>		Pr
<i>Pinus quadrifolia</i>	Piñón de California	Pr
<i>Pinus contorta</i>	Pino de San Pedro Mártir	Pr
<i>Pinus coulteri</i>	Pino de brea	Pr
<i>Pinus edulis</i>	Piñón de Colorado	Pr
<i>Pinus jeffreyi</i>	Pino negro	Pr
<i>Pinus monophylla</i>	Pinón simple	Pr
<i>Pinus muricata</i>	Pino peninsular	P
<i>Rhizophora mangle</i>		Pr

Fuente: (Congresobcgbmx, 2016)

3.9.4 Fauna

Los parques solares no tienen un impacto apreciable sobre la fauna, ya que carecen de piezas móviles, emisiones y contaminación auditiva. Sin embargo deben evitarse las afectaciones a las zonas donde se encuentren las especies de Fauna de Baja California protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 las cuales se muestran en la tabla 3.8 y, donde las claves que son las siguientes: (E): probablemente extinta en el medio silvestre; (P): en peligro de extinción; (A): amenazada y (Pr): sujeta a protección especial.²⁷

Tabla 3.8 Especies de Fauna de Baja California en categoría de riesgo

Especie	Nombre común	Estatus
AVES		
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Pr
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Pr
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	P
<i>Caracara plancus lutosus</i>	Caracara quebranta-huesos	E
<i>Contopus sordidulus peninsulae</i>	Pibí de La Laguna	Pr
<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Águila cabeza blanca	P
<i>Micrathene whitneyi graysoni</i>	Tecolote enano	E
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Pr
<i>Rallus longirostris levipes</i>	Rascón picudo californiano	P
<i>Sphyrapius thyroidus</i>	Carpintero de Williamson	Pr
<i>Strix occidentales</i>	Búho moteado	A
MAMIFEROS		
<i>Antilocapra americana</i>	Berrendo	Pr
<i>Arctocephalus townsendi</i>	Foca de Guadalupe	P
<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde	Pr
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Pr
<i>Bassariscus astutus insulicola</i>	Cacomixtle norteño	A
<i>Chaetodipus baileyi insularis</i>	Ratón-de abazones	Pr
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto	Pr
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de rostro largo	Pr
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Pr
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago-hocicudo curazao	A
<i>Lepus californicus deserticola</i>	Liebre cola negra	Pr
<i>Lepus californicus magdalenae</i>	Liebre cola negra	Pr
<i>Mirounga angustirostris</i>	Elefante marino	A
<i>Microtus californicus</i>	Meteoro de California	P
<i>Myotis evotis evotis</i>	Miotis oreja larga	Pr
<i>Myotis vivesi</i>	Miotis pescador	P
<i>Neotoma lepida abbreviata</i>	Rata-cambalachera desértica	A
<i>Notiosorex crawfordi</i>	Musaraña-desértica norteña	A
<i>Ovis canadiensis cremnobates</i>	Borrego cimarrón	Pr
<i>Odocoileus hemionus cerrosensis</i>	Bura de isla cedros	A
<i>Peromyscus eremicus cinereus</i>	Ratón de cactus	A
<i>Peromyscus eremicus cedrosensis</i>	Ratón de cactus	A
<i>Peromyscus eremicus insulicola</i>	Ratón de cactus	A
<i>Phocoena sinus</i>	Vaquita	P
<i>Phocoenoides dalli</i>	Marsopa de dall	Pr
<i>Scapanus latimatus</i>	Topo pata ancha	A
<i>Sylvilagus bachmani cerrosensis</i>	Conejo matorralero	Pr
<i>Tamiasciurus mearnsi</i>	Ardilla de San Pedro Mártir	A
<i>Taxidea taxu</i>	Tlalcoyote	A
<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino californiano	Pr

Especie	Nombre común	Estatus
PECES		
<i>Carcharodon carcharias</i>	Tiburón blanco	A
<i>Cetorhinus maximus</i>	Tiburón peregrino	A
<i>Chromis limbaughi</i>	Damisela azul y amarillo o castañeta mexicana	Pr
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Espinocho	Pr
<i>Lampetra tridentata</i>	Lamprea del Pacífico	A
<i>Oncorhynchus myskiss</i>	Trucha de san Pedro Mártir	Pr
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	Ángel Cortés	Pr
<i>Rhincodon typus</i>	Tiburón ballena	A
<i>Totoaba macdonaldi</i>	Totoaba	
REPTILES		
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Crotalus cerastes</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Crotalus enyo</i>	Víbora de cascabel	A
<i>Crotalus mitchelli</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Crotalus viridis</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Crotalus viridis eliert</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Thamnophis elegans</i>	Culebra-listonada elegante	A
<i>Thamnophis hammondi</i>	Culebra-listonada dos rayas	A
INVERTEBRADOS		
<i>Tivela stultorum</i>	Almeja Pismo	Pr

Fuente: (Congresobcgo mx, 2016)

3.10 Programas de apoyo

En México la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ofrece programas de apoyo al sector primario a través de instituciones como lo son Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND). Que contribuyen al incremento de producción y productividad de unidades económicas del sector primario para la integración de cadenas productivas, inversión en capital físico, humano y tecnológico, reconversión productiva, agroinsumos, manejo postcosecha, uso eficiente de energía y uso sustentable de los recursos naturales. Dirigidos a personas físicas o morales que se dediquen a procesos productivos primarios en actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas y pesqueras. (Fircogobmx, 2016)

El proyecto de implementación de un sistema fotovoltaico en una granja acuícola para la producción de energía eléctrica para autoconsumo es candidato para aplicar al programa de fomento a la Agricultura, componente de bioenergía y sustentabilidad de SAGARPA.

Dentro de los conceptos de incentivos se encuentra:

2. Energías renovables	
a) Sistemas térmicos solares. b) Sistemas fotovoltaicos interconectados. c) Sistemas fotovoltaicos autónomos. d) Motogeneradores. e) Sistemas de biodigestión. f) Obras accesorias para interconexión.	Hasta 50% del costo del sistema sin rebasar \$2,000,000.00 (dos millones de pesos 00/100 M.N.).

Fuente: (Fircogobmx, 2016)

Los requisitos para la implementación de un sistema fotovoltaico para concursar en el programa anteriormente mencionado son:

Acta constitutiva y, de las modificaciones a esta y/o a sus estatutos, que en su caso haya tenido a la fecha de la solicitud, debidamente protocolizada ante Fedatario Público;

- Acta en la que conste la designación de su representante legal o poder debidamente protocolizado ante fedatario público
- Comprobante de domicilio fiscal, con una vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud
- RFC
- Identificación oficial vigente del representante legal;
- CURP del representante legal;
- Comprobante de la legal posesión del predio;
- Comprobante de domicilio del representante legal con vigencia no mayor a tres meses anteriores a la fecha de solicitud
- Listado de productores integrantes de la persona moral solicitante

Los requisitos específicos son:

- I. Documento que indique las especificaciones técnicas de la infraestructura, equipo y/o servicio para el que se solicita incentivo, así como las inversiones, beneficios e impacto;
- II. Para el caso de proyectos cuyo monto de incentivo solicitado sea mayor a 500,000.00 (quinientos mil pesos 00/100 M.N.), se deberá presentar un proyecto conforme al guion establecido en el anexo II.
- III. Carta suscrita por la persona física, o en su caso autoridad correspondiente o representante legal de la institución o empresa participante, en la cual establezca el compromiso de otorgar su aportación necesaria para llevar a cabo el proyecto.

3.11 Apoyos Fiscales

- IV. Existen incentivos fiscales para todo comprador de paneles solares, según la Ley del ISR Artículo 34 fracciones XIII, **es posible deducir el 100% de tu inversión inicial** en un solo ejercicio fiscal beneficiando al contribuyente:
- V. Artículo 34. Los por cientos máximos autorizados, tratándose de activos fijos por tipo de bien son los siguientes:
- VI. Artículo 32, XIII. 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente. Para los efectos del párrafo anterior, son fuentes renovables aquéllas que por su naturaleza o mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial, de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Asimismo, se considera generación la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía. Lo dispuesto en esta fracción será aplicable siempre que la maquinaria y equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción, salvo en los casos a que se refiere el artículo 37 de esta Ley. Los contribuyentes que incumplan con el plazo mínimo establecido en este párrafo, deberán cubrir, en su caso, el impuesto correspondiente por la diferencia que resulte entre el monto deducido conforme a esta fracción y el monto que se debió deducir en cada ejercicio en los términos de este artículo o del artículo 35 de esta Ley, de no haberse aplicado la deducción del 100%. Para estos efectos, el contribuyente deberá presentar declaraciones complementarias por cada uno de los ejercicios correspondientes, a más tardar dentro del mes siguiente a aquél en el que se incumpla con el plazo establecido en esta fracción, debiendo cubrir los recargos y la actualización correspondiente, desde la fecha en la que se efectuó la deducción y hasta el último día en el que operó o funcionó la maquinaria y equipo (Diputadosgobmx, 2016).

3.12 Bonos de carbono

Se denominan bonos de carbono a las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos en el protocolo de Kioto, los cuales son Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), Perfluoro-carbonos (PFCs), Hidrafluoruro-carbonos (HFCs) y Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Alrededor de 22.4 libras de dióxido de carbono (CO₂) son producidos cuando un galón de diésel es quemado. El dióxido de carbono es un gas de efecto invernadero directamente ligado al cambio climático. (Eiagov, 2016)

Podemos estimar entonces la cantidad de dióxido de carbono que se evitaría producir una vez instalado el sistema fotovoltaico, calculándose a partir del diésel que el proyecto evitaría consumir.

22.4 libras es el equivalente a 10.16 kg y un galón a 3.78 L. Cada litro de diésel produce al ser quemado 2.6878 kg de CO₂.

28 *Tabla 3.9: Huella de carbono*

Kg de CO2 por L	Litros de Diésel por ciclo	Kg de CO2 anuales	Kg de CO2 en 25 años
2.6878	19, 056.2	51,070.08	1, 276, 750.195

Fuente: Elaboración propia

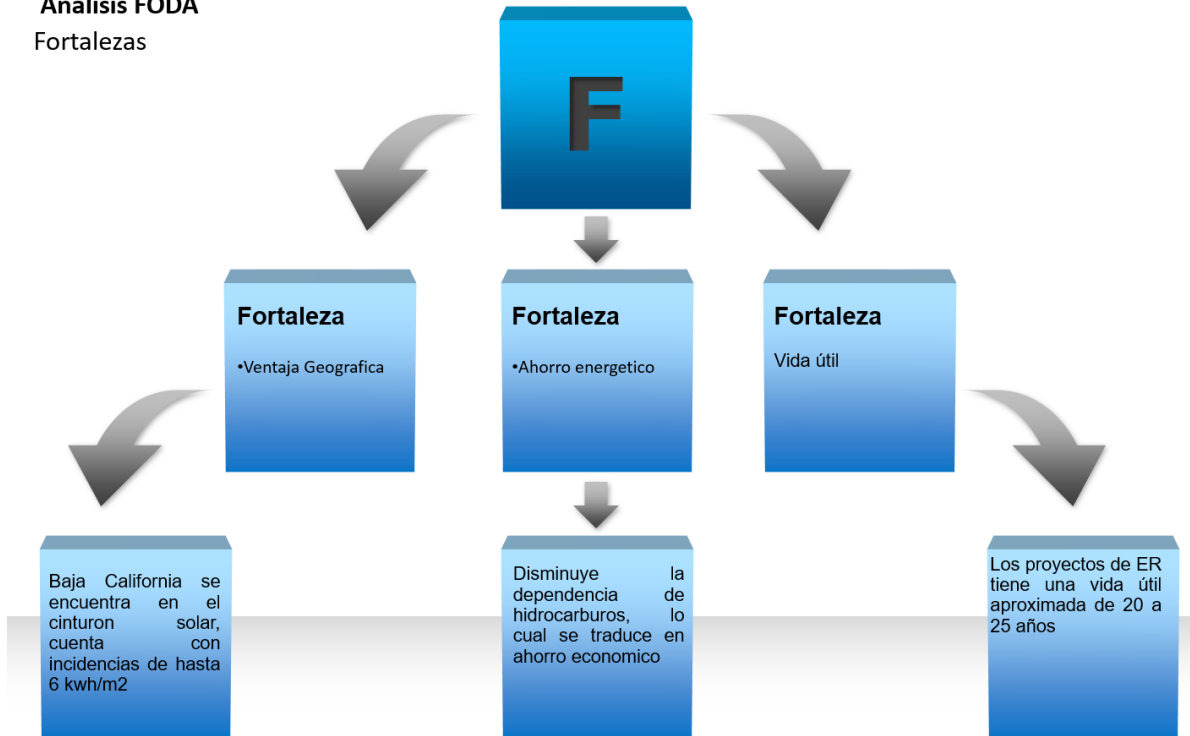
Según arbor environmental alliance, un solo árbol puede absorber 21.77 kg de CO₂ cada año (Eiagov, 2016).

El dejar de producir 1, 276, 750 kg de CO₂ equivale al trabajo que **58, 643 árboles** tendrían absorber para mitigar la contaminación de dicho gas.

3.13 Análisis FODA

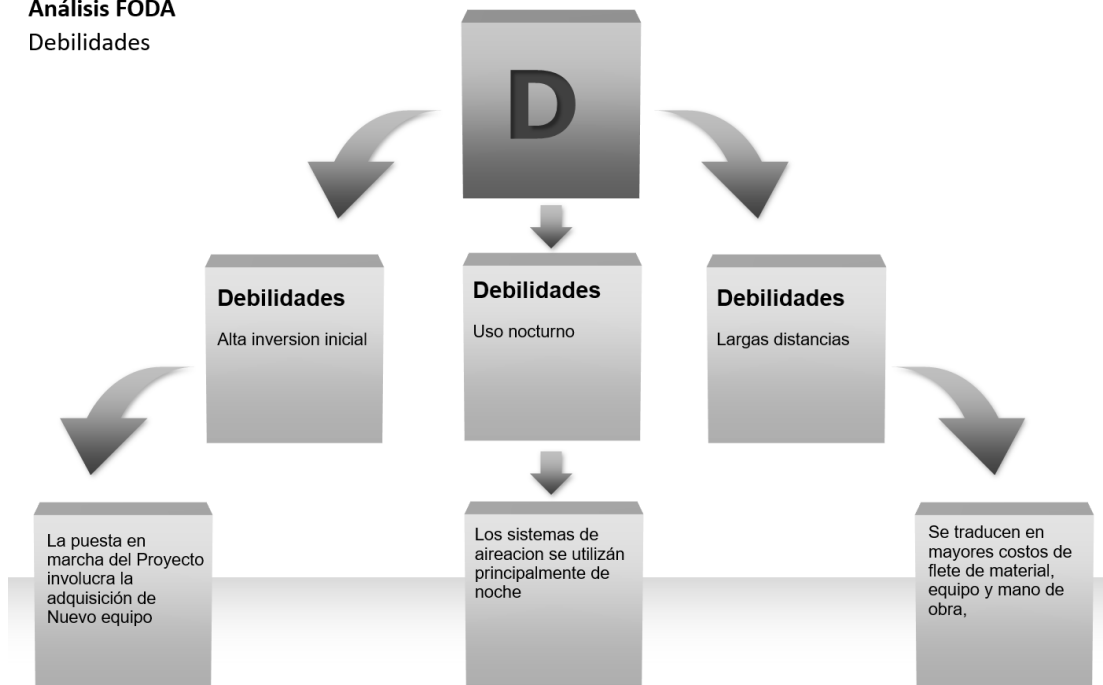
Análisis FODA

Fortalezas

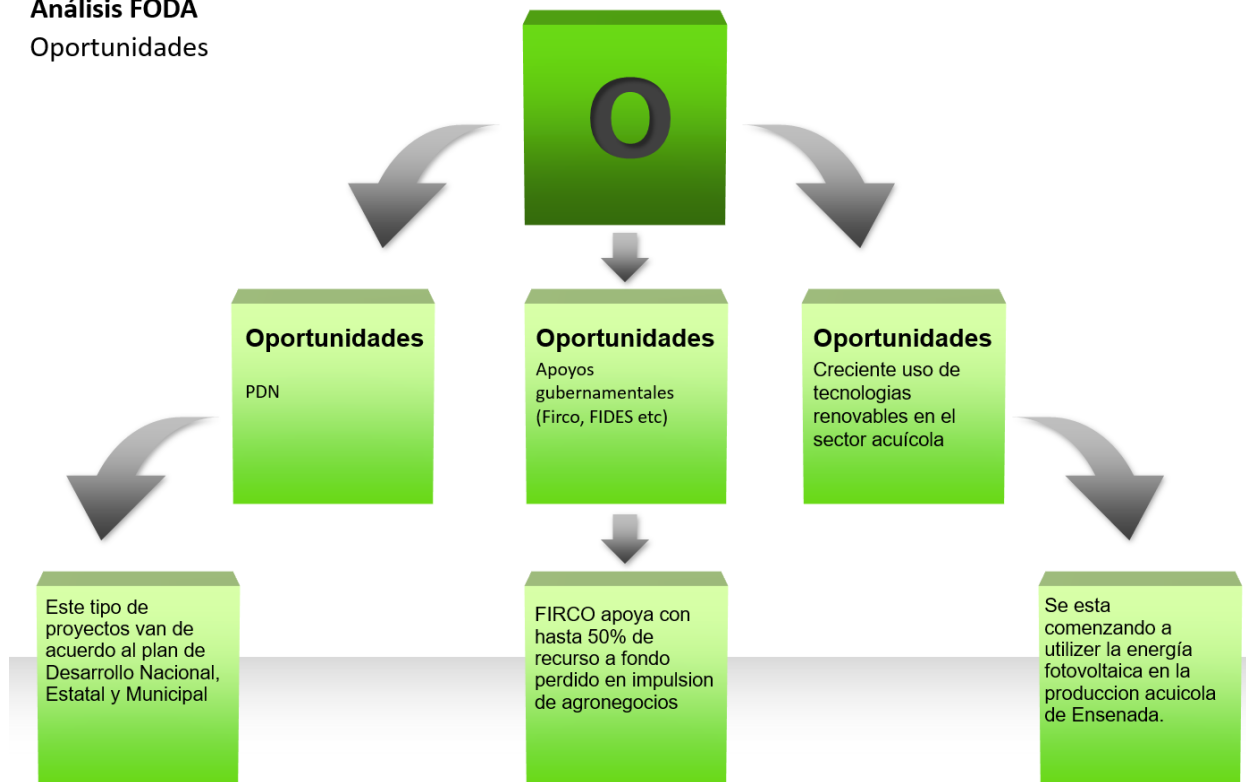


Análisis FODA

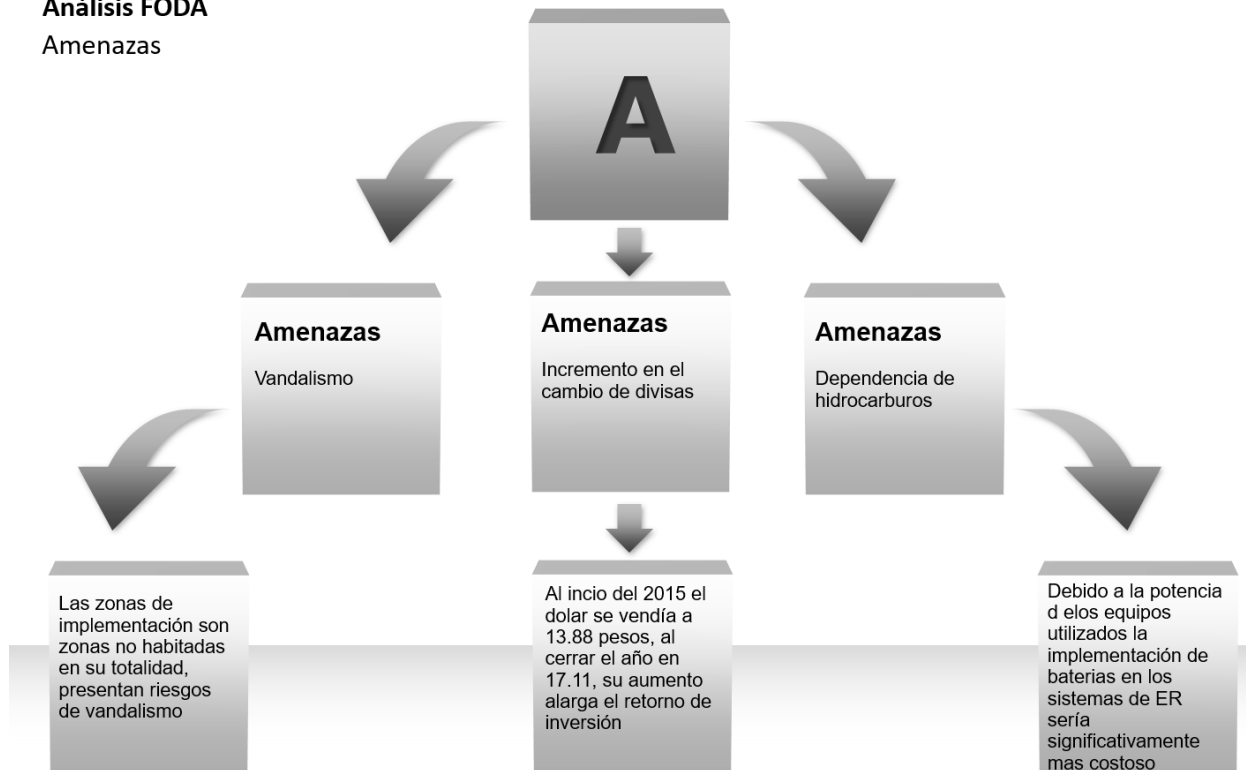
Debilidades



Análisis FODA
Oportunidades



Análisis FODA
Amenazas



CAPÍTULO 4. Discusión de Resultados y Conclusión

4.1 Discusión de Resultados

Las granjas acuícolas que operan en Baja California funcionan mediante un sistema semi-intensivo, abierto, una buena opción a considerar es el operar en sistemas de producción cerrados para aprovechar al máximo el recurso hídrico mismo que se encuentra escaso en la región, aprovechar al máximo los alimentos suministrados al camarón y controlar las condiciones climatológicas que propicien un óptimo crecimiento a la especie.

En Champotón, Campeche se presentó un proyecto denominado “Granja acuícola San Felipe”, el cual consiste en una granja acuícola para la producción de tilapia, el proyecto consta en resumen con dos estanques de producción de 1 hectárea de superficie cada uno. La granja que se propone cuenta con equipo de bombeo, una planta generadora de energía con motor de gasolina, sistema de aireación y equipo de monitoreo. Asimismo se contempla la construcción de un canal para el desalojo de las aguas provenientes de los estanques que llevara el agua de descarga a una laguna de sedimentación/oxidación de 30x30x2m cuya función es alojar las descargas de agua residuales generadas durante el cultivo de tilapia que posteriormente servirá para el riego de un cañaveral y así aprovechar los residuos como fertilizantes y minimizar el impacto ambiental del mismo (Semarnatgobmx, 2016). El proyecto no toma a consideración el impacto ecológico a partir de la quema de combustible para energizar la granja.

Este tipo de proyectos como el realizado en Campeche demuestra la posibilidad de operar granjas acuícolas con sistemas tecnificados para el cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Un factor importante a considerar para implementar estanques de sedimentación en el Alto Golfo de California es el impacto del aprovechamiento del material orgánico para ser utilizado como fertilizante, en el caso “Granja acuícola San Felipe” a escasos 1,000m del estanque de sedimentación se encuentra un sembradío de caña en el cual se aprovecha el residuo. La distancia del estanque de sedimentación a un área agrícola es entonces un factor importante a considerar. En el Alto Golfo de California y como se menciona en el capítulo 5, el clima que predomina es muy seco y con lluvias escasas lo cual no favorece a la producción agrícola, así

mismo el tipo de suelo predominante es arenisca el cual cuenta con un índice de porosidad de hasta 30%, en el área del Valle de Mexicali se practica la agricultura de riego por lo cual se podría aprovechar el efluente de desecho como fertilizante, los principales cultivos en el municipio son: trigo, cebada, algodón, alfalfa, avena, y otras.

El uso de aireadores para proveer oxígeno disuelto permite operar las granjas con densidades de población de hasta 40 kg/m³, mientras que el uso de oxígeno puro puede fácilmente soportar densidades de población de 120kg por m³. En la acuicultura se utilizan comúnmente 3 fuentes de oxígeno: oxígeno en forma de gas a alta presión, oxígeno líquido y generadores de oxígeno *in-situ*. Para asegurar un abastecimiento continuo generalmente se cuenta con 2 fuentes disponibles, debido a su costo los cilindros con oxígeno son comúnmente utilizados solo como sistemas de respaldo en emergencias. (Arizonaedu, 2016)

Es importante entonces considerar la densidad de población y el sistema de cultivo bajo el cual operan las granjas acuícolas a la cual se quiera implementar un sistema ya que de ello dependerá la factibilidad de utilizar sistemas de aireación con oxígeno puro en vez de aireadores. El paquete tecnológico propuesto está diseñado para sistemas de producción extensivos y semi-intensivos, a la vez, los sistemas de producción de oxígeno *in situ* requieren de energía eléctrica para operar, lo cual los hace propensos a fallas eléctricas y pone en riesgo al cultivo.

De acuerdo con los datos del Instituto nacional de estadística y geografía que se muestran en la tabla 7.2 la potencia disponible promedio para generación de energía eólica en los meses de febrero a noviembre es de 0 W/m² en 4/5 estaciones meteorológicas, meses en los cuales las granjas acuícolas están en operación.

Baja California se encuentra en el cinturón solar mundial lo cual lo hace uno de los sitios que reciben mayor cantidad de radiación solar del planeta con más de 5.8 kWh/m²/día haciéndolo un lugar idóneo para implementar y desarrollar tecnologías en materia de energía solar.

Los organismos acuáticos obtienen el oxígeno por parte del medio en el que habitan, en forma de oxígeno disuelto. La temperatura y el oxígeno disuelto están íntimamente relacionados entre sí, de tal forma que la solubilidad del oxígeno en el agua disminuye a medida que aumenta la temperatura (Pahoorg, 2016).

Un punto importante a considerar es la cantidad de materia orgánica que se presenta en el estanque, la cantidad de organismos presentes altera el oxígeno disuelto presente en el medio, de manera que entre mayor es la cantidad de materia orgánica, el crecimiento bacteriano se ve favorecido enormemente y los niveles de oxígeno disuelto disminuyen considerablemente. En este factor afectan mayormente 2 variables, los organismos que se producen como objetivo de las granjas acuícolas y el alimento orgánico que estos demandan. La finalidad de las granjas acuícolas es tener una mayor producción de camarón y así generar utilidad económica, por lo cual el factor a variar es la cantidad de alimento que se ingresa a los estanques, resulta interesante considerar un estudio de cuantificación de alimento, para lo cual esta tesis presenta únicamente los limitantes técnicos y factibilidad económica de un sistema solar fotovoltaico. (BAEDECKER, 1980)

Durante el día suelen encontrarse mayores concentraciones de oxígeno disuelto cuando la fotosíntesis llega a sus mayores niveles luego del mediodía, se registran concentraciones menores durante la noche. (Fcieneduuy, 2016)

Los niveles de oxígeno disuelto disminuyen durante la noche, mientras que los paneles solares funcionan únicamente durante el día, El sistema solar fotovoltaico como tal resulta insuficiente para abastecer energía eléctrica las 24 horas del día ya que son solo 8 horas aprovechables de radiación solar, por lo cual resulta indispensable el seguir utilizando equipos de generación diésel durante las noches por lo que se propone utilizar baterías para almacenar la energía y poder operar los aireadores por las noches: El cálculo está basado en la metodología del idaees:

Calculo de la capacidad del banco de baterías:

10 Capacidad banco de baterías

$$C_{20} = \frac{A * L_d}{PD_{max} * \eta_{inv} * \eta_{rb}}$$

Donde:

C20= La capacidad del banco de baterías en Ah.

A= son los días de autonomía del sistema elegido. Generalmente son de 3 días como mínimo.

Ld=Es el consumo diario medio de la carda en Ah

PDmax= es la profundidad de descarga máxima, dadas por el proveedor de baterías, en el caso del modelo seleccionado es de 80%.

Ninv= es el rendimiento energético del inversor, el cual se estima en el 85%.

Nrb=es rendimiento energético del acumulador + regulador, el cual se estima en 81%.

Siendo el consumo diario calculado 80kw/h, podemos determinar el Ld a partir del factor de conversión: la corriente en Amperes (A) es igual a 1,000 veces el poder en kilowatts (kW), dividido por el voltaje en volts (v):

11 Consumo diario en Ah

$$I_A = 1000X \frac{P_{(kW)}}{V_V} = 1,337.27 A$$

El valor de autonomía se tomara según la recomendación por IDAAES en 3 días al igual que los valores de rendimiento energético.

$$C_{20} = \frac{3 \cdot 1,337}{.8 \cdot .85 \cdot .81} = 7,282$$

El cálculo del número de baterías en serie se calcula a partir de la ecuación:

12 Baterías en serie

$$Bat_{serie} = \frac{V_{nom}}{V_{bat}}$$

Donde:

Batserie= al número de baterías en Serie.

Vnom=es el voltaje nominal del banco de baterías.

Vbat= es el voltaje de la batería.

Para el sistema de acumulación se eligieron las baterías solares marca BAE, modelo 26 PPV 4940 de 4,060 ah a 20 horas de rango de descarga, para un voltaje nominal de 110. Con una profundidad de descarga del 80%. como se muestra en la figura:



1. Application
BAE PVV cell solar batteries are maintenance-free and used to store electric energy in medium and large solar photovoltaic installations.

2. Technical data (Reference temperature 20°C)

Type	C _{1h} Ah	C _{10h} Ah	C _{20h} Ah	C _{72h} Ah	C _{100h} Ah	C _{120h} Ah	C _{240h} Ah	R _i 1) mΩ	I _c 2) kA	Length mm	Width mm	Height mm	Weight kg
U _e [V per cell]	1.65	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80						
4 PVV 280	136	239	262	315	329	334	348	1.20	1.70	105	208	420	20
5 PVV 350	165	286	314	378	394	400	415	0.96	2.15	126	208	420	23
6 PVV 420	198	344	378	453	473	481	499	0.80	2.57	147	208	420	28.8
5 PVV 550	252	444	496	573	587	594	609	0.71	2.88	126	208	535	32
6 PVV 660	303	532	596	688	705	712	732	0.60	3.46	147	208	535	36.7
7 PVV 770	341	597	666	763	785	793	813	0.51	4.04	168	208	535	41
6 PVV 900	391	700	794	907	932	942	979	0.45	4.58	147	208	710	52
8 PVV 1200	506	903	1 022	1 166	1 190	1 200	1 255	0.34	6.10	215	193	710	68.9
10 PVV 1500	647	1 150	1 312	1 504	1 530	1 548	1 620	0.27	7.63	215	235	710	84.6
12 PVV 1800	762	1 360	1 540	1 764	1 800	1 812	1 896	0.23	9.15	215	277	710	99.6
12 PVV 2280	954	1 640	1 854	2 160	2 200	2 220	2 294	0.24	8.58	215	277	855	115
16 PVV 3040	1 291	2 240	2 520	2 944	3 010	3 036	3 120	0.18	11.40	215	400	815	156.2
20 PVV 3800	1 618	2 820	3 160	3 700	3 780	3 816	3 936	0.14	14.30	215	490	815	195
22 PVV 4180	1 749	3 020	3 400	3 960	4 040	4 080	4 200	0.13	15.67	215	580	815	216
24 PVV 4560	1 960	3 430	3 860	4 521	4 610	4 656	4 800	0.12	17.10	215	580	815	236
26 PVV 4940	2 067	3 570	4 000	4 680	4 770	4 824	4 968	0.11	18.52	215	580	815	250

1) R_i and 2) I_c values according to IEC 60950-2-1
All values given in the table correspond to 100 % DOD. Please consider item 7.

14

4.1:

técnica

BAE PVV

Fuente: (Suneleccomau, 2016)

Para calcular el número de bancos de baterías que se necesitaran, se utilizó la siguiente ecuación:

13 Número de baterías

$$N_{bat} = \frac{\text{Tamaño de la batería (Ah)}}{C_{10h,bat}}$$

Donde:

N_{bat}= Número de bancos de baterías

C_{10hbat}=Capacidad de descarga de la batería a 10 horas (Ah)

Sustituyendo valores en la ecuación:

$$N_{bat} = \frac{7282}{4,060} = 2$$

Figura
Ficha
batería

El sistema de acumulación estará compuesto por 2 bancos de baterías marca BAE. Sin embargo la vida útil de este tipo de baterías es en promedio de 8 años con una capacidad de descarga de hasta 70%, En el capítulo 7.14 se menciona que el arreglo fotovoltaico estudiado tiene una vida útil de hasta 25 años, para el estudio económico se contemplan 2 reemplazos totales del banco de baterías para así cubrir una vida útil de aproximadamente 24 años. Ahora el diseño del arreglo fotovoltaico esta dado de tal manera que suministre en tiempo real los aireadores, para poder mantener un flujo continuo y además cargar el banco de baterías es necesario redimensionar al doble el sistema fotovoltaico por tanto los elementos del sistema fotovoltaico con baterías resultaría como se muestra en la tabla 4.1:

29 Tabla 4.1 Elementos e Inversión Inicial

Costos	Unidades	\$/ Unidad (USD)	Totales
Modulos	265	\$ 200.00	\$ 53,000.00
Inversores	16	\$ 4,110.00	\$ 65,760.00
SMA fuel controller	4	\$ 4,700.00	\$ 18,800.00
Baterias	\$ 6.00	\$ 18,835.00	\$ 113,010.00
Subtotal			\$ 250,570.00
Mano de obra Instalación	\$ 2,800.00		
Costos de equipo para instalación	\$ 37,585.50		
Subtotal	\$ 40,385.50		
Contingencias (20%)	\$ 58,191.10		
Total	\$ 349,146.60		
Incentivo FIRCO (50% de la inversión)	\$ 174,573.30		
Total en moneda nacional (MXN)	\$ 6,284,638.80	<i>tipo de cambio 18 x 1</i>	
Total en moneda nacional con incentivo FIRCO	\$ 4,284,638.80	<i>tipo de cambio 18 x 1</i>	

Fuentes: Elaboración propia, (Civicsolarcom, 2016), (Asolmexorg, 2016)

El incentivo de FIRCO es hasta un monto de 2, 000,000 de pesos mexicanos.

En el capítulo 8, valoración económica, obtenemos la cifra de que se ahorra el uso de 19,056 Litros de diésel promedio al año por cada 8 horas de suministro eléctrico por parte del sistema fotovoltaico en base a las horas solar pico disponibles, el abastecer de energía eléctrica las 24 horas sin uso de generadores diésel supone un ahorro de 57,168 litros de diésel, lo cual en base al costo del diésel en la tabla 8.3, genera un ahorro de 787,203 pesos por ciclo.

Los indicadores económicos de VAN y TIR siguiendo la metodología presentada en el capítulo 8.6 y 8.7 para el proyecto con banco de baterías presentan resultados de VAN 13, 395,437 y TIR de 11.75 por lo cual el uso de bancos de baterías para abastecer al 100% la granja acuícola con energía fotovoltaica resulta factible económicamente.

Los organismos acuáticos, crecen más rápido cuanto mayor es la temperatura del agua y transforman mejor el alimento pero esto reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Por lo cual es indispensable la adición de equipos de aireación, los cuales operan 24 horas al día.

Por lo cual se propone una opción híbrida solar fotovoltaica–diésel en la cual el sistema fotovoltaico opera durante el día y el sistema diésel durante la noche cuando la temperatura disminuye y la concentración de oxígeno se ve más afectada por la ausencia del proceso de fotosíntesis que generan las algas.

Los principales factores que afectan la rentabilidad del proyecto son los cambiantes precios del cambio de divisas y del precio del barril del petróleo. Si ubicáramos el proyecto en base al valor del dólar hace apenas un par de años tomando el precio del dólar de la tabla 12.1 , el retorno de inversión sería de 9 años sin apoyo gubernamental y de 4.5 años con apoyo gubernamental.

30 Tabla 4.2 Elementos e Inversión Inicial

Histórico dólar americano

Tipo de cambio interbancario, valor 48 horas a la venta (cierre de mes). Años 2009 al 2016 ▼

Mes	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Enero	18.1268	14.995	13.346	12.6884	13.0063	12.1594	12.9755	14.3795
Febrero	18.0643	14.971	13.2518	12.7509	12.8042	12.1268	12.7835	15.1349
Marzo	-	15.2835	13.0643	12.3152	12.8161	11.9076	12.364	14.2145
Abril	-	15.221	13.099	12.1259	13.0036	11.5144	12.2649	13.855
Mayo	-	15.4085	12.846	12.7509	14.2925	11.5814	12.9456	13.192
Junio	-	15.721	12.971	12.9384	13.4456	11.721	12.8759	13.179
Julio	-	16.0643	13.221	12.7835	13.3188	11.7961	12.6585	13.2246
Agosto	-	16.6893	13.096	13.4085	13.1888	12.346	13.2509	13.3505
Septiembre	-	16.8768	13.471	13.096	12.8451	13.8242	12.6392	13.5045
Octubre	-	16.5018	13.4085	13.0335	13.0951	13.1583	12.3514	13.2298
Noviembre	-	16.5643	13.846	13.096	12.9384	13.6974	12.509	12.98
Diciembre	-	17.1893	14.721	13.096	12.8759	13.9755	12.3451	13.067

Fuente: (Banamexcom, 2016)

Capítulo 5 Conclusiones

En Baja California se encuentran varias empresas acuícolas dedicadas a la producción de camarón que utilizan actualmente generadores diésel para abastecer su consumo eléctrico, las cuales pueden ser beneficiadas por este proyecto. Sus principales necesidades energéticas son a razón de los equipos de aireación. La mayoría de las granjas acuícolas en la región se ubica en zonas rurales en las que no existe abastecimiento eléctrico por parte de CFE, lo cual obliga a los productores a generar su propia energía eléctrica generalmente utilizando generadores diésel.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la energía solar fotovoltaica es viable técnicamente para incorporarse a las granjas acuícolas de Baja California en sistemas híbridos solar-diésel. Los sistemas de energía fotovoltaica permiten alimentar de energía eléctrica durante el día a las granjas, mientras que por las noches es necesario el abastecimiento de energía eléctrica con motores eléctricos- diésel. La irradiación solar permite aprovechar de más de 5.8 kWh/m²/día de que incide en la mayor parte del estado por su ubicación global, está disponible de forma sostenible, pudiendo sustituir al combustible diésel durante el día y evita la emisión de 51,070 kg de CO₂ al año.

Los resultados de la investigación muestran que el uso de tecnología solar fotovoltaica en el sector acuícola ha sido implementado en diferentes proyectos globalmente y han tenido resultados favorables en el abastecimiento de energía eléctrica, ahorro de combustibles fósiles, el evitar emisiones de gases efecto invernadero a la atmosfera y ahorro económico. Algunos de los proyectos que se han demostrado exitosos son: Pistresa en España, Lastho fish arm en Haití y Acuicultura Integral en México.

El estudio de mercado demostró que en Baja California se encuentran más de 5 empresas acuícolas que pudieran aprovechar el recurso solar. Para caso de este estudio se seleccionó a la empresa acuícola “Pacar” la cual cuenta con 9 estanques de producción en los cuales se encuentran equipos de aireación tipo paleta y blowers de diferentes potencias los cuales son abastecidos de energía eléctrica por motores diésel. Para la empresa Pacar el instalar un sistema fotovoltaico puede abastecer sus necesidades energéticas y resulta un proyecto viable, tanto técnicamente como económicamente.

El estudio valida la viabilidad técnica para la implementación de sistemas fotovoltaicos híbridos incorporados en la acuicultura produciendo una tercera parte de la energía requerida anualmente para operar los equipos de aireación.

Como solución energética para la acuícola Pacar se diseñó un paquete tecnológico, que consiste en el equipo fotovoltaico necesario para abastecer 40 kW de carga para abastecer el suministro energético en sus 9 estanques de producción, el paquete consta de 265 paneles fotovoltaicos, 16 inversores y 4 controladores de combustible.

La producción eléctrica del sistema fotovoltaico depende invariablemente de las condiciones climatológicas que se presentan diariamente y la estación del año, los principales factores que afectan la producción del sistema fotovoltaico son la irradiación diaria y nubosidad. Al ser la irradiación un factor fortuito es necesario el contar con un sistema alternativo para la generación de energía eléctrica y así poder asegurar un flujo continuo en el suministro de oxígeno disuelto a los estanques, esto lleva a la conclusión de que es inevitable el utilizar equipos de generación eléctrica de diésel.

El estudio ambiental para la realización del proyecto en la empresa Pacar demostró ser factible ya que no se encuentra fauna o flora en peligro de extinción o protegidos. Asimismo la instalación del sistema fotovoltaico no representa emisiones de gases efecto invernadero, riesgos de derrame u otro factor de potencial riesgo ambiental. Sin embargo, Baja California cuenta con áreas naturales protegidas dentro de las cuales no podría ser implementado el sistema de energía fotovoltaica por normatividad, siendo algunas de estas: El Puerto de San Felipe, Valle de los Gigantes, Dunas de los Algodones y Puertecitos.

El costo de inversión inicial con los equipos planteados es de 3, 477,470 pesos mexicanos, también es necesario contar con un espacio libre de 800 m² mínimo para la instalación de los paneles.

Para la implementación de este tipo de proyectos se encuentran a disposición de los productores apoyos federales a fondo perdido por parte de la secretaria FIRCO. El estudio de rentabilidad económica se evaluó de dos maneras; una con aportación gubernamental de 50% de la inversión inicial y la otra sin el apoyo de gobierno, los resultados fueron no favorables en el caso de no

contar con el apoyo gubernamental, los indicadores de rentabilidad mostraron que se requieren 13 años y 7 meses para recuperar la inversión y una tasa de retorno de inversión del 5.62%.

Capítulo 6 Recomendaciones

Para utilizar un sistema de energía fotovoltaica tal y como se propone en este estudio se hacen las siguientes recomendaciones para que se mejore la factibilidad financiera del sistema,

- ✚ Considerar la distancia de la granja acuícola a la fuente de energía eléctrica de CFE más cercana, considerar también el costo de instalar postes de transmisión de CFE en caso de ser cercano, esto podría reducir los costos considerablemente en cuanto a utilización de diésel y mitigar la necesidad de bancos de baterías.
- ✚ Utilizar equipos de aireación con buena eficiencia energética para así reducir el consumo eléctrico y por ende el dimensionamiento del arreglo fotovoltaico.
- ✚ Evaluar la correcta utilización de la energía, verificando que las potencias de los equipos sea la necesaria y no este excedida. Crear un plan del buen uso de energía eléctrica y capacitar al personal.
- ✚ Verificar la correcta dosificación de alimento que se suministra a los camarones, ya que un exceso de alimento puede reducir los niveles de OD.
- ✚ Utilizar un sistema híbrido, con generadores de diésel para poder suministrar la corriente de arranque necesaria al momento de iniciar la etapa de aireación.
- ✚ Tener un equipo con generadores diésel de respaldo en caso de que las condiciones climatológicas sobrepasen la capacidad de generación del sistema fotovoltaico.
- ✚ Para el correcto funcionamiento y maximizar la eficiencia del sistema fotovoltaico aplicar las siguientes medidas de mantenimiento:
 - Limpiar la superficie de vidrio con agua y esponja al menos 2 veces al año,

puede usarse un agente de limpieza suave y no abrasivo.

- Verificar las conexiones eléctricas y mecánicas cada 6 meses para asegurar que se encuentren limpias, seguras y libres de daño.

Bibliografía

Bajacaliforniagobmx. (2015). Bajacaliforniagobmx. Retrieved 20 October, 2015, from http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/recursos/geologia.jsp

In-text citation: (Bajacaliforniagobmx, 2015)

Inegiorgmx. (2015). Inegiorgmx. Retrieved 20 October, 2015, from <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/bc/territorio/relieve.aspx?tema=me>

In-text citation: (Inegiorgmx, 2015)

Conaguagobmx. (2015). Conaguagobmx. Retrieved 26 October, 2015, from http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/09/index_svg.html

In-text citation: (Conaguagobmx, 2015)

Nuestro mexico - claudio giovannelli. (2015). Nuestro Mexico. Retrieved 27 October, 2015, from <http://www.nuestro-mexico.com/Baja-California/Mexicali/San-Felipe/>

In-text citation: (Nuestro mexico - claudio giovannelli, 2015)

Acuaculturaintegralcom. (2016). Acuaculturaintegralcom. Retrieved 5 April, 2016, from <http://www.acuaculturaintegral.com/>

In-text citation: (Acuaculturaintegralcom, 2016)

Cesaibcorg. (2016). Cesaibcorg. Retrieved 5 April, 2016, from <http://www.cesaibc.org/sitio/>

In-text citation: (Cesaibcorg, 2016)

Generatorjoenet. (2016). Generatorjoenet. Retrieved 5 April, 2016, from <http://www.generatorjoe.net/html/fueluse.html>

In-text citation: (Generatorjoenet, 2016)

Pmadesinaloacommx. (2016). Pmadesinaloacommx. Retrieved 5 April, 2016, from <http://pmadesinaloa.com.mx/>

In-text citation: (Pmadesinaloacommx, 2016)

Pentairaescom. (2016). Pentairaescom. Retrieved 5 April, 2016, from <https://pentairaes.com>

In-text citation: (Pentairaescom, 2016)

Nistgov. (2016). Nistgov. Retrieved 5 April, 2016, from <http://www.nist.gov/>

In-text citation: (Nistgov, 2016)

Tamuedu. (2016). Tamuedu. Retrieved 5 April, 2016, from <http://fishcamp.tamu.edu/>

In-text citation: (Tamuedu, 2016)

Pci-intlcom. (2016). Pci-intlcom. Retrieved 5 April, 2016, from <http://pci-intl.com/>

In-text citation: (Pci-intlcom, 2016)

Magramagobes. (2016). Magramagobes. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.magrama.gob.es/es/>

In-text citation: (Magramagobes, 2016)

Nrgcom. (2016). Nrgcom. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.nrg.com/>

In-text citation: (Nrgcom, 2016)

Wikipediaorg. (2016). *Wikipediaorg*. Retrieved 13 October, 2016, from https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Beaufort

In-text citation: (Wikipediaorg, 2016)

Pedro ruiz. (2016). Solarcoahuilacom. Retrieved 6 April, 2016, from <http://solarcoahuila.com/>

In-text citation: (Pedro ruiz, 2016)

Unammx. (2016). Unammx. Retrieved 6 April, 2016, from <https://www.unam.mx/>

In-text citation: (Unammx, 2016)

Renovablesverdescom. (2016). Renovables Verdes. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.renovablesverdes.com/>

In-text citation: (Renovablesverdescom, 2016)

El mexicano gran diario regional. (2016). Periódico El Mexicano. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.el-mexicano.com.mx/inicio.htm>

In-text citation: (El mexicano gran diario regional, 2016)

Energyinformativeorg. (2016). Energy Informative. Retrieved 6 April, 2016, from <http://energyinformative.org/>

In-text citation: (Energyinformativeorg, 2016)

Idaes. (2016). Idaes. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.idae.es/>

In-text citation: (Idaees, 2016)

Nasagov. (2016). NASA. Retrieved 6 April, 2016, from <https://www.nasa.gov/>

In-text citation: (Nasagov, 2016)

Innotechsolar-usacom. (2016). Innotechsolar-usacom. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.innotechsolar-usa.com/>

In-text citation: (Innotechsolar-usacom, 2016)

Nrelgov. (2016). Nrelgov. Retrieved 6 April, 2016, from <http://pwwatts.nrel.gov/>

In-text citation: (Nrelgov, 2016)

Africa-greenfieldscom. (2012). Greenfields Energy Corporation. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.africa-greenfields.com/pv-diesel-systems-save-cost>

In-text citation: (Africa-greenfieldscom, 2012)

Centralmainedieselcom. (2016). Centralmainedieselcom. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.centralmainediesel.com/>

In-text citation: (Centralmainedieselcom, 2016)

Guruc.com. (2016). Guruc Marketing Digital. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.guruc.com/>

In-text citation: (Guruc.com, 2016)

Civicsolar.com. (2016). Civicsolar.com. Retrieved 6 April, 2016, from <https://www.civicsolar.com/>

In-text citation: (Civicsolar.com, 2016)

Asolmexorg. (2016). Asolmexorg. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.asolmex.org/>

In-text citation: (Asolmexorg, 2016)

Congresobcgoemx. (2016). Congresobcgoemx. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.congresobc.gob.mx/w22/>

In-text citation: (Congresobcgoemx, 2016)

Fircogobmx. (2016). Fircogobmx. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.firco.gob.mx/Paginas/default.aspx>

In-text citation: (Fircogobmx, 2016)

Eiagov. (2016). Eiagov. Retrieved 6 April, 2016, from <https://www.eia.gov/>

In-text citation: (Eiagov, 2016)

Arizonaedu. (2016). The University of Arizona, Tucson, Arizona. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.arizona.edu/>

In-text citation: (Arizonaedu, 2016)

Diputadosgoemx. (2016). Diputadosgoemx. Retrieved 6 April, 2016, from <http://www.diputados.gob.mx/>

In-text citation: (Diputadosgoemx, 2016)

Pahoorg. (2016). Pahoorg. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/tomol/uno.pdf>

In-text citation: (Pahoorg, 2016)

Fcieneduuy. (2016). Fcieneduuy. Retrieved 13 October, 2016, from [http://www.fcien.edu.uy/index.php?searchword=oxigeno disuelto](http://www.fcien.edu.uy/index.php?searchword=oxigeno%20disuelto)

In-text citation: (Fcieneduuy, 2016)

Aquasefcom. (2016). Aquasefcom. Retrieved 13 October, 2016, from <http://www.aquasef.com/index.php/es/>

In-text citation: (Aquasefcom, 2016)

Daviddarlinginfo. (2016). Daviddarlinginfo. Retrieved 13 October, 2016, from http://www.daviddarling.info/encyclopedia/S/AE_solar_hot_water_for_aquaculture.html

In-text citation: (Daviddarlinginfo, 2016)