



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN LA GRANJA AVÍCOLA YOJOA,
HONDURAS.**

SUSTENTADO POR:

**NENCY XIOMARA GONZÁLEZ LÓPEZ
CARMEN ALEJANDRA DÍAZ ENAMORADO**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN FINANZAS**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

SEPTIEMBRE, 2019

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S

CARLA MARÍA PANTOJA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO VALLE

**PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
PLANTA FOTOVOLTAICA EN LA GRANJA AVÍCOLA YOJOA,
HONDURAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN FINANZAS

ASESOR METODOLÓGICO

JUAN JACOBO PAREDES HELLER

ASESOR TEMÁTICO

DIANA IVETTE BRIZUELA MARTÍNEZ

MIEMBROS DE LA TERNA

CARLOS TRIMINIO

ALEX DOUGLAS BANEGAS

THELMA AURORA JIMENEZ VASQUEZ

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2019
NENCY XIOMARA GONZÁLEZ LÓPEZ
CARMEN ALEJANDRA DÍAZ ENAMORADO

Todos los derechos son reservados

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores,

**CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)**

SAN PEDRO SULA,

Estimados Señores:

Yo, Nancy Xiomara González López y Carmen Alejandra Díaz Enamorado de San Pedro Sula, autor del trabajo de postgrado titulado: Pre-factibilidad para la implementación de una planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, Honduras, presentado y aprobado en 29 de Julio del 2019, como requisito previo para optar al título de máster en Finanzas y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de UNITEC, para que con fines académicos puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.

- 2) Permita la consulta y/o la reproducción a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables. Asimismo, el autor cede de forma ilimitada y exclusiva a UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula, Cortes, a los 25 días del mes de Septiembre de 2019.

Nency Xiomara González López
21713077

Carmen Alejandra Díaz Enamorado
21713054



FACULTAD DE POSTGRADO

PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN LA GRANJA AVÍCOLA YOJOA, HONDURAS

Autores:

Nency Xiomara González López

Carmen Alejandra Díaz Enamorado

Resumen

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo presentar los resultados de un análisis sobre la factibilidad técnica y financiera de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico conectado a red en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, ya que el precio de la energía eléctrica impacta directamente en el costo de producción y es un factor económico no controlado por las empresas con tendencia alcista. Partiendo de la demanda energética histórica de la Granja, la disponibilidad del recurso solar, las características tecnológicas del sistema y sus costos actuales, se realizó el análisis técnico y financiero y se evaluaron los impactos de complementar el suministro energético actual con energía solar. Los resultados demostraron que si es posible implementar un sistema de energía solar fotovoltaica para las condiciones climáticas diagnosticadas como radiación solar, temperatura y precipitación del lugar y las especificaciones técnicas requeridas en la Granja Avícola Yojoa. La TIR evaluada da un resultado mayor a la tasa de costo de capital, por lo que la hipótesis de investigación planteada se acepta. Se concluyó que el proyecto de implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa es factible.

Palabras clave: Energía Eléctrica, Energía Solar, Factibilidad Financiera, Factibilidad Técnica, Planta Fotovoltaica.



POSTGRADUATE FACULTY

PRE-FEASIBILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC PLANT IN THE POULTRY FARM YOJOA, HONDURAS

Authors:

Nency Xiomara González López

Carmen Alejandra Díaz Enamorado

Abstract

This research project aimed to present the results of an analysis on the technical and financial feasibility of the implementation of a grid-connected solar photovoltaic energy system at Poultry Farm Yojoa, S. de R.L. de C.V, given the fact that the price of electricity directly impacts the cost of production and is an economical factor not controlled by companies with an uptrend. Based on the farm's historical energy demand, solar resource availability, and system's technological characteristics and current costs, technical and financial analysis was performed and the impacts of supplementing the current energy supply with solar energy were assessed. The results showed that it is possible to implement a solar photovoltaic energy system for weather conditions diagnosed such as solar radiation, temperature and precipitation of the site and the technical specifications required at the Poultry Farm Yojoa. The assessed IRR gives a higher result than the capital cost rate, so the proposed research hypothesis is accepted. It was concluded that the project for the implementation of a solar photovoltaic energy system at the Poultry Farm Yojoa is feasible.

Keywords: Electric Power, Financial Feasibility, Photovoltaic Plant, Solar Energy, Technical Feasibility.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, que me ha dado la fortaleza para perseverar en los momentos más difíciles, guiándome en todo momento y me ha permitido alcanzar un logro más en mi vida. A mis padres que con mucho esfuerzo me han brindado lo mejor que han podido dentro de sus posibilidades, formándome con valores, con su ejemplo de perseverancia, trabajo y sacrificio, inspirándome a siempre ir por más y no conformarse. A mis seres queridos, compañeros y amigos por todo su amor y apoyo incondicional, brindando ánimos para no darse por vencido. A Jorge, que con mucha paciencia y cariño, estuvo siempre como apoyo, alivio en los momentos difíciles y siendo una luz positiva.

Carmen Alejandra Díaz Enamorado

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la fortaleza y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por ser los pilares más importantes en mi vida, que con sus palabras de aliento, y ejemplo de esfuerzo y sacrificio me han enseñado que todo es posible con la ayuda de Dios. A mi amado esposo por ser el principal apoyo en este éxito profesional, quien me ha acompañado en todo momento y me dio fuerza día a día para poder culminar este proyecto. A mis compañeros y amigos, quienes sin esperar nada a cambio me han apoyado, y han compartido sus conocimientos, experiencias, mis alegrías y tristezas, así como todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

Nency Xiomara González López

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de obtener un triunfo más en nuestras carreras y por darnos fortaleza, salud y entendimiento para llegar a la meta.

Agradecemos a nuestros padres, hermanos y demás familiares, porque siempre estuvieron animándonos en todo momento.

A nuestros queridos amigos, porque siempre estuvieron estrechándonos su mano, por siempre apoyarnos en las buenas y en las malas. Gracias por ser nuestra guía y por todas las enseñanzas compartidas. Por todos los momentos que pasamos juntos y que hicieron de esta etapa tan ardua una experiencia maravillosa en nuestras vidas.

A todos nuestros compañeros que conocimos a lo largo de la carrera, por compartir bonitos momentos.

A nuestros maestros, gracias por su paciencia y conocimientos compartidos.

A nuestros asesores, por dedicarnos su esfuerzo. Sin su ayuda y consejos este proyecto no hubiera sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 JUSTIFICACIÓN	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO	9
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO	16
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO	19
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO	20
2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO	21
2.2.1.1 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS NO RENOVABLES	22
2.2.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES	23
2.2.1.3 ENERGÍA FOTOVOLTAICA	25
2.2.1.4 CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	28
2.2.1.5 ENERGÍA SUMINISTRADA POR UN GENERADOR DIESEL	29
2.2.2 ESTUDIO FINANCIERO	30
2.2.2.1 TEORÍA DE COSTOS DE STIGLER	30
2.2.2.2 TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DE CAPITAL	31
2.2.2.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL	31
2.2.2.4 TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO	32
2.2.2.5 FLUJO DE EFECTIVO RELEVANTE	32

2.2.2.6 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	33
2.2.2.7 VALOR PRESENTE NETO (VPN).....	34
2.2.2.8 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	34
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN	35
2.3.1 CLIMA TROPICAL MONZÓNICO (AM).....	35
2.3.2 CLIMOGRAMA	35
2.3.3 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.....	35
2.3.4 CORRIENTE ALTERNA	35
2.3.5 ENERGÍA.....	35
2.3.6 ENERGÍAS ALTERNATIVAS	36
2.3.7 ENERGÍA ELÉCTRICA	36
2.3.8 ENERGÍA HIDRÁULICA	36
2.3.9 ENERGÍA NUCLEAR.....	36
2.3.10 ENERGÍA EÓLICA	36
2.3.11 ENERGÍA SOLAR	36
2.3.12 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	37
2.3.13 GALLINAZA	37
2.3.14 GALPONES	37
2.3.15 GRANJA AVÍCOLA	37
2.3.16 INVERSOR.....	37
2.3.17 IRRADIACIÓN.....	38
2.3.18 KILOWATT.....	38
2.3.19 KILOWATT-HORA	38
2.3.20 PLAN DE MEJORA	38
2.3.21 RADIACIÓN SOLAR	38
2.3.22 SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO	39
2.3.23 SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	39
2.3.24 WATT (VATIO)	39
2.4 MARCO LEGAL.....	39
2.4.1 MARCO LEGAL APLICABLE A LA INVESTIGACIÓN.....	41
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	42

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA	42
3.1.1 LA MATRIZ METODOLÓGICA	42
3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	43
3.2 HIPÓTESIS	46
3.3 ENFOQUE Y METODOLÓGICA	47
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.4.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	50
3.4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA	50
3.4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.	50
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	51
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	51
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	52
3.6 LIMITANTES	52
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y ANÁLISIS	54
4.1 ESTUDIO TÉCNICO	54
4.1.1 DETERMINACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL PROYECTO	54
4.1.1.1 MACROLOCALIZACIÓN.....	55
4.1.1.2 MICROLOCALIZACIÓN	59
4.1.2 ANÁLISIS ÓPTIMO Y DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ...	60
4.1.2.1 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	60
4.1.2.2 SECTOR ENERGÉTICO	60
4.1.2.3 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	62
4.1.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	70
4.1.3.1 CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	70
4.1.3.1.1 EQUIPOS DE PLANTA	70
4.1.3.2 COSTOS DE LOS SUMINISTROS E INSUMOS.....	74
4.1.3.3 DISEÑO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	76
4.1.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	80
4.1.3.5 ESTIMACIÓN DE ÁREAS	82
4.1.3.6 MANTENIMIENTO DE LA PLANTA	84
4.1.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL	85

4.1.4.1 PUESTA A TIERRA.....	86
4.1.4.2 PROTECCION ZONA DC	86
4.1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	87
4.1.6 ASPECTOS LEGALES	87
4.1.7 CRONOGRAMA	88
4.2 ESTUDIO FINANCIERO.....	89
4.2.1 VIDA ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	89
4.2.2 MONTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	90
4.2.3 ESTRUCTURA Y COSTE DE CAPITAL.....	91
4.2.4 PROYECCIÓN DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA GRAN JA	92
4.2.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON LA PROYECCIÓN DE LOS PANELES SOLARES	95
4.2.6 ESTRUCTURA DE COSTOS Y GASTOS ANUALES	97
4.2.7 FLUJO DE CAJA.....	98
4.2.8 VAN.....	100
4.2.9 PRI	100
4.2.10 TIR.....	101
4.2.11 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	102
4.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	103
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1 CONCLUSIONES.....	104
5.2 RECOMENDACIONES	105
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD	106
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA	106
6.2 OBJETIVO DEL PLAN DE ACCION.....	106
6.3 PLAN DE ACCION	106
6.4 PRESUPUESTO	107
6.5 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION.....	108
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS	116
ANEXO 1. OFERTAS DE LOS PROVEEDOR	116

ANEXO 2. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS.....	120
ANEXO 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DETALLADO	125
ANEXO 4. CARTA DE COMPROMISO DE ASESOR TÉCNICO.....	126
ANEXO 5. INFORME GENERADO POR SISTEMA PVSYST	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Líderes en crecimiento energético	14
Tabla 2. Producción de energía generada por el SICA	15
Tabla 3. Incrementos tarifa energética	18
Tabla 4. Matriz Metodológica	43
Tabla 5. Operacionalización de las variables	45
Tabla 6. Datos ubicación de sitio disponible	55
Tabla 7. Detalle consumo de energía y potencia	61
Tabla 8. Irradiación Global Horizontal del sitio seleccionado, (kWh/m ² /día).	64
Tabla 9. Irradiación Global Horizontal e Inclinada de Latitud del Sitio seleccionado.	65
Tabla 10. Producción energía solar por hora	68
Tabla 11. Demanda Operativa de Granja (Energía Activa en KWh)	69
Tabla 12. Comparativo Ofertas Proveedores	75
Tabla 13. Dimensionamiento de la planta	80
Tabla 14. Estructura Organizacional	87
Tabla 15. Cronograma de actividades	88
Tabla 17. Monto de inversión requerida del proyecto	90
Tabla 18. Estructura de costo de capital promedio ponderado	91
Tabla 19. Amortización del financiamiento	92
Tabla 21. Proyección demanda energía eléctrica con planta fotovoltaica	96
Tabla 22. Estructura de Costos y Gastos Anuales	98
Tabla 23. Flujos de Efectivo Proyectados	99
Tabla 24. Valor Actual Neto.....	100
Tabla 25. Período de recuperación de la Inversión.....	101
Tabla 26. Tasa interna de retorno	101
Tabla 27. Análisis de escenarios	102
Tabla 28. Presupuesto	107
Tabla 29. Cronograma de actividades	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo Electricidad a nivel Mundial	10
Figura 2. International Energy Agency, miembros	10
Figura 3. International Energy Agency, miembros	11
Figura 4. Generación Energía Solar Fotovoltaica	13
Figura 5. Matriz Energética Honduras, 2018.....	16
Figura 6. Generación Energía Honduras	17
Figura 7. Componentes de la radiación solar.....	26
Figura 8. Diagrama sistemas aislados o autónomos	28
Figura 9. Diagrama sistemas conectados a red.....	29
Figura 10. Operacionalización de las variables	44
Figura 11. Diseño del Esquema MetodológicoTabla 4.	44
Figura 12. Diseño del Esquema Metodológico	47
Figura 13. Mapa Departamento de Cortés	55
Figura 14. Climograma del clima tropical monzónico.....	56
Figura 15. Perfil de elevación del sitio de los galpones	57
Figura 16. Zonificación Sísmica Honduras.....	58
Figura 17. Ubicación geográfica del sitio	59
Figura 18. Visualización galpones.	60
Figura 19. Visualización galpones.	60
Figura 20. Mapa de radiación solar en Honduras	63
Figura 21. Métodos de captación de radiación solar	65
Figura 22. Horas sol pico GHI y LTI.....	65
Figura 23. Cambio de elevación del Sol.....	66
Figura 24. Módulo Canadian Solar Policristalino.....	71
Figura 25. Inversor SMA	72
Figura 26. Estructuras de soporte para módulos fotovoltaicos IRONRIDGE.	74
Figura 27. Visualización Galpones.....	77
Figura 28. Ubicación paneles solares en el agua sur de los techos de los galpones 13 y 14.....	78
Figura 29. Ubicación paneles solares en el agua sur de los techos de los galpones 15 y 16.....	79
Figura 30. Diagrama unifilar de Conexión para los galpones 15 y 16	79

Figura 31. Posición y agrupamiento de módulos fotovoltaicos	82
Figura 32. Mantenimiento Paneles solares.....	84
Figura 33. Equipo de Protección personal	85

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presenta el análisis del problema, donde se fundamenta el origen de la investigación, que en este caso es la evaluación financiera y técnica de la mejora en el suministro de la energía eléctrica a través de energía limpia en un sistema mixto. Esta metodología se enfoca en un rigor científico objetivo, estableciendo un paradigma, planteando un modelo, un problema específico y una solución objetiva, clara y precisa, que puede ser verificable, medible consecutivamente, es decir, las herramientas a utilizar están vinculadas entre si generando estándares técnicos como los costos de adquisición en determinado tiempo; ya que los avances tecnológicos son continuos y en corto tiempo se vuelven obsoletos por lo que los precios de estos varían no solo de empresa proveedora, sino en nivel de tecnología que poseen en determinado momento.

1.1 INTRODUCCIÓN

La industria avícola en Honduras es un sector productivo, económicamente sensible, dado que sostiene la base de la alimentación de la mayor parte de las familias hondureñas a través de la producción de huevo y carne de pollo en todas sus presentaciones, ya que se comercializa a un precio menos del 63% de la carne de res y al 44% menos de la carne de cerdo en los mercados populares, haciendo de este rubro una primera opción de compra para los consumidores que pueden aun adquirirlo. Así mismo el consumo de huevos es un producto inelástico, el cual es esencial en la dieta alimenticia del hondureño (Euceda, 2018).

De igual manera, este rubro es vulnerable a los cambios de los precios de las materias primas e insumos de producción, los cuales a su vez están vinculados a la devaluación de la moneda y el constante aumento a los combustibles, carga financiera que es proyectada y absorbida por el consumidor final en el precio de venta. Esta realidad en el sector avícola ha obligado a las asociaciones y empresas a buscar la tecnificación de sus procesos, instalaciones y optimización de sus recursos reales y potenciales, con la finalidad de mantener un margen aceptable de utilidad (Gutierrez, 2017).

Razón por la cual la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V. necesita diseñar, analizar y evaluar la implementación de un plan de mejora, que reduzca los costos de producción de forma sustancial en el renglón energético, pues este cambia rápidamente semana a semana, sin presentar parámetros que permitan su planificación, afectando las proyecciones de las ganancias en torno a los costos de producción. La alta gerencia visualiza una oportunidad de reducción de costos en la obtención de energía limpia, ya que el plantel puede tener las condiciones climáticas o geológicas para la generación de energía limpia, por lo que es prioritario revisar cuál de las diferentes tecnologías es amigable con la industria avícola, así como cuál tiene los menores costo de inversión y mayor beneficio desde su instalación.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

A continuación, se presentan diferentes elementos que describen y caracterizan el sector avícola del país. Para comprender el desarrollo de la industria avícola es fundamental retroceder al origen de este sector, ya que esta actividad se realiza con fines de lucro o simplemente por razones alimenticias en su principio. Hoy en día es un renglón importante en la producción agrícola y seguridad alimenticia. El origen de esta es de hace más o menos 8mil años cuando lo pobladores de ciertas regiones de la India, China, entre otros lugares de Asia, iniciaron la domesticación del “gallus”, acompañando a las tribus nómadas que avanzaban al oeste hasta llegar a Grecia (Salvador, 2006).

En la década de 1920 a 1930 el sector avícola en Estados Unidos de América inicia la comercialización a gran escala de aves, desarrollándose posteriormente unos diez o 15 años en Europa en una forma similar, lo que motivó las investigaciones en los sistemas de producción basadas en las leyes de Mendel, siendo el investigador George H. Chull, el primero en introducir el concepto de *heterosis* para designar el vigor de la primera generación de híbridos, mejorando de esta manera la producción, sin embargo, fue el norteamericano Warren, en 1924, quien comenzó los estudios de hibridaje en aves en la estación experimental avícola de Kansas (Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia, CDPC, 2011) En la actualidad la industria avícola en el país ha venido experimentando cambios tecnológicos representativos en los últimos 20 años, lo que ha provocado un aumento en la producción de carne de pollo y huevo a nivel centroamericano(Ardon, 2016).

Este desarrollo en Honduras se debe a la organización del sector avícola en diferentes Asociaciones tales como ANAVIH (Asociación Nacional de Avicultores de Honduras, PROAVIH (Productores Agrícolas de Honduras) y la FEDAVIH (Federación Nacional de Agricultores de Honduras), logrando unificar las empresas avícolas del país con el propósito de planificar la producción nacional de huevos y carne, así como ofrecer un producto de óptima calidad (Ardon, 2016). Otro elemento que se destaca en el país es que se cuenta con características climáticas favorables para la producción avícola, ya que se tienen dos estaciones, lo cual lo hace óptimo para la explotación avícola, ejemplo de ello es el gran desarrollo prácticamente en todos los países centroamericanos con climas similares, expresó la FEDAVIH (Federación de Avicultores de Honduras).

El fenómeno del niño que se espera para este año 2019 no tendrá los impactos como los del 2016 y 2004, pero coincidirá en este primer trimestre con la tradicional primera estación seca, por lo que los avicultores del país deben mantener las especificaciones técnicas y cuidados necesarios en sus granjas, de igual manera, este cambio en el clima asegura incrementos en las tarifas eléctricas, ya que los sistemas, equipo técnicos y maquinaria requerida demandarán un esfuerzo mayor debido al clima, otras propuestas buscan la automatización del sector como el caso de Uruguay y Colombia que gozan de mercados más amplios (Maldonado, 2016).

Según el Banco Central de Honduras (BCH), el sector avícola del país tuvo un crecimiento del 3.2% para finales del año 2018, aunque en los primeros cinco meses se observó un aumento del 4.8% en la producción de carne y un 4.4% en la producción de huevos, satisfaciendo el consumo interno del país. Sin embargo, para el mes de diciembre del mismo año se generó un incremento del 10% en el consumo de estos productos. Organización que ha llevado a la ANAVIH a expresar que el sector avícola participa en la manufactura de producto para consumo humano de gran demanda en el país y bajo costo y que forma parte esencial de la canasta básica (Honduras, 2019).

Honduras introduce al mercado regional alrededor de 325 millones de unidades de huevos al año, dejando de esta forma la práctica importadora que se practicaba hace dos décadas atrás, tomando un papel protagónico en la industria avícola (Euceda, 2018). Según el empresario Alberto Bográn, presidente de la ANAVIH, la debilidad del sector avícola se encuentra en las

cargas tributarias, con lo que respecta a la tramitología que encarece todo y las políticas públicas para el sector productivo y por otro lado en tema de financiamiento.

Central América Data expresa que Honduras se centra en el tercer lugar de precios más altos en la gasolina regular con \$3.62 al 22 de abril del 2019. Para marzo del 2019 el crecimiento mensual del Índice de Precio del Consumidor (IPC) fue de 0.40%, generado principalmente por el aumento en los precios de suministros de electricidad, combustible, algunos artículos para el hogar y prendas de vestir, lo que significa que este impacto es en todos los sectores económicos, es decir, alojamiento, agua, electricidad, gas y otros combustible, ya que registraron un aumento mensual de 0.53% en su índice de precio, debido a la disminución del subsidio en el precio de la energía eléctrica, según informe del IPC emitido por el BCH. Adicionalmente, el transporte presenta un crecimiento mensual de 0.50% impulsado por el incremento en el precio de los carburantes a nivel internacional manifestado (Honduras, 2019).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Honduras ser productor del sector agrícola es complejo por las múltiples dinámicas económicas que se desarrollan en el proceso de comercialización desde la óptica de producción, distribución y venta, dado que los cambios en el precio de los combustibles, inflación y devaluación de la moneda son elementos del diario vivir que condicionan la oferta y demanda de los productos avícolas, por lo que este rubro busca mantener los estándares de calidad e inocuidad internacionales, para alcanzar mercados donde sus diferentes productos poseen mejores precios de compra, pero no todo el sector avícola tiene la estructura productiva para exportar, por lo que la tendencia es mejorar los sistemas de producción o disminuir los costos significativamente sin disminuir la calidad de los productos, de esta manera mantener la plaza consumidora satisfecha y abastecida, esperando una oportunidad para ingresar al campo de las exportaciones.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Partiendo de los elementos anteriores se percibe un impacto negativo en el sector avícola, en el contexto macro y micro económico, afectando financieramente la red de comercialización,

desde su capacidad productiva hasta su competitividad en los diferentes mercados, ya sean consumidores de huevo, carne o ambos, dejando vulnerable esta industria ante otros competidores del contexto internacional, que aumentan ya sus exportaciones al país vía marítima y terrestre, dado que sus costos de producción son menores y cubren los requerimientos mínimos de inocuidad.

Esto ha generado una serie de reuniones con las autoridades del estado, pidiendo mejorar las condiciones del mercado, sin embargo, estas acciones duermen el sueño de los justos, puesto que la política económica actual no contempla la instrumentalización para mantener los costos del combustible parametrizados, generando de esta manera un alza en las tarifas de energía eléctrica por sector como catalizador inflacionario incidiendo también en temas como transporte, producción y el acceso a insumos y materias primas de manera directamente proporcional con las ganancias esperadas por periodo.

La Empresa Avícola Yojoa S de RL de CV, visualiza como prioridad mejorar las fases de producción, a través de la implementación de energía limpia en un sistema mixto, logrando de esta forma reducir sustancialmente los costos de la factura de energía eléctrica, los cuales aumentan constantemente por el incremento de los combustibles, por el uso de este recurso y las altas temperaturas, impactando en el desarrollo financiero de la empresa (Maldonado, 2016).

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para poder determinar la factibilidad de la implementación de un sistema de energía limpia que permita reducir los costos del renglón energético en la granja avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, se pretende encontrar la respuesta a la siguiente interrogante:

¿Qué tan factible, desde los factores técnicos y financieros, es la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación que a continuación se presentan constituyen la ruta y la guía que aseguran la resolución del problema de investigación, así como del objetivo general y objetivos específicos planteados.

- 1) ¿Cuáles son los recursos tecnológicos que convendrían para la implementación y desarrollo de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.?
- 2) ¿Cuánto sería el costo de inversión inicial e impacto financiero que tendría la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se presenta el propósito más importante del estudio de investigación. El propósito general resulta de la pregunta de investigación formulada inicialmente, para poder determinar el objetivo y la meta que se persigue al realizarse este estudio de investigación.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

A continuación, se presenta el objetivo general que indica el propósito que se pretende alcanzar con la investigación, cuyo resultado final será la resolución ante el problema planteado, sustentado por una amplia presentación de la teoría para dicha resolución. El objetivo general de la investigación es: “Evaluar los factores técnicos y financieros de la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.”

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En este segmento se presentan los objetivos específicos, derivados de las preguntas de investigación, dando respuesta en su desarrollo al objetivo general. De esta manera, la investigación sigue siempre un camino metodológico y estratégico para la obtención de la información.

- 1) Realizar un estudio técnico para la implementación y desarrollo de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, recomendado para disminuir el costo de energía.
- 2) Desarrollar un estudio financiero de la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Honduras es un país con una extensión territorial de 112,492 km² y una población aproximada de 9,133,926 personas, con clima que favorece la diversidad de la producción agrícola, además el 70% del territorio nacional es apto para bosques de pino de diferentes especies, es decir estas características naturales presentan diferentes recursos potenciales para la generación de energía limpia que satisfaga las necesidades de los sectores productivos en el campo, aunque esta tendencia se ha venido visualizando desde hace tres décadas por los múltiples incrementos que se generan en los precios internacionales de los combustibles fósiles, entrando de esta manera a la práctica de diferentes energía como la eólica, hidroeléctrica, biomasa, y la energía solar.

Como país en vía de desarrollo obtener los recursos financieros para este tipo de proyecto a gran escala, es un reto para el estado y a niveles micro es un compromiso para las diferentes empresas, ya que se debe tener un mercado consolidado, que facilite el retorno de estas inversiones a través de la adquisición de los productos y servicios que se ofrecen en la plaza; la planificación estratégica de la alta gerencia de la Granja Avícola Yojoa S de RL de CV debe considerar muchos aspectos, no solo el precio y la calidad, si no también, el crecimiento y expansión del mercado al asumir un suministro nuevo de energía que se complemente con el actual.

Por lo que es necesario para la unidad técnica que desea implementar este proyecto de mejora, analizar la estructura de la matriz energética de la región donde se ubica su centro de producción, desde las aristas financieras, técnicas y operativas, dado que esta matriz está constituida casi exclusivamente por el consumo de combustibles fósiles y el uso de la biomasa en

un 87% aproximadamente en la generación de energía eléctrica, y el resto en energía renovable. Esta alta dependencia a las fuentes energéticas no sostenibles establece una alta oscilación y volatilidad del precio internacional de los hidrocarburos, afectando enormemente la economía nacional y por ende a los sectores productivos, que pagan altos costos de producción, sin contar el efecto que se produce en el medio ambiente afectando los diferentes ecosistemas.

Partiendo de esta información se considera que las perspectivas para este año son alcistas en las tarifas energéticas por las dependencias del combustible, otro elemento que se considera por el área financiera y técnica de la Empresa Avícola Yojoa S de RL de CV es el que la energía eléctrica es fundamental para la industria avícola, ya que las aves necesitan el máximo bienestar térmico, calidad de aire y luminosidad adecuada en las diferentes etapas de crecimiento y producción de huevos independientemente de las condiciones climáticas externas. Esto sin considerar que también la energía eléctrica es vital para la obtención de agua, movilizar alimento, equipo, desechos, y disponer de la mortalidad, de igual manera en el contexto ambiental se debe reducir la emisión de olores y gases, incluyendo la emisión de CO₂, por lo que es necesario visualizar procesos productivos más eficientes a través de la energía limpia, ya que diferentes tratados y normas de calidad buscan el logro de estas metas.

Razón por la cual es fundamental implementar un plan de mejora que reduzca los costos en las tarifas de energía eléctrica implementando energía limpia que ayude a mantener la eficiencia y eficacia de la producción de huevos, al mismo tiempo que apoye el mejoramiento de las condiciones climáticas o que por lo menos su impacto sea menor en el ambiente, es así que se puede mantener y mejorar la rentabilidad financiera de la empresa, desarrollando este plan de mejora mixto en el suministro de energía. Por lo que se analizará desde el punto de vista costo beneficio las diferentes formas de obtención de energía limpia a la realidad del país, así como el impacto económico y financiero de la empresa Avícola Yojoa S de RL de CV.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Partiendo de lo expresado anteriormente, se presenta el desarrollo de la teoría que sustentará y conceptualizará el estudio de la investigación planteada en el capítulo previo, a través del análisis y revisión de la literatura, visualizando de diferentes ópticas las múltiples opciones que se encuentran para fortalecer la finalidad de esta investigación, desde un nivel macro hasta llegar al interior del objeto de estudio para construir el marco teórico. El cual facilitará la estructura metodológica con la que se realizará la investigación, garantizando de esta forma cada fase del estudio sin comprometer la veracidad de este, ya que lo que se desea es mejorar el suministro de energía desde una fuente privada interna que permita el ahorro del costo energético y mantenga siempre un fluido constante de energía para alcanzar la excelencia productiva.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se presenta el análisis de las fuerzas externas las cuales inciden en la empresa, al mismo tiempo que se estudian las fuerzas cercanas a la organización e influyen de manera directa en su capacidad de producción.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO

En la actualidad el consumo energético mundial tiene una tendencia alcista ya que es producto de múltiples causas sociales y geopolíticas, entre las sociales se encuentra el crecimiento poblacional y económico, dado que las sociedades incrementan sus actividades económicas y por ende el consumo. En la figura 1 se puede apreciar la tendencia en el consumo energético mundial.

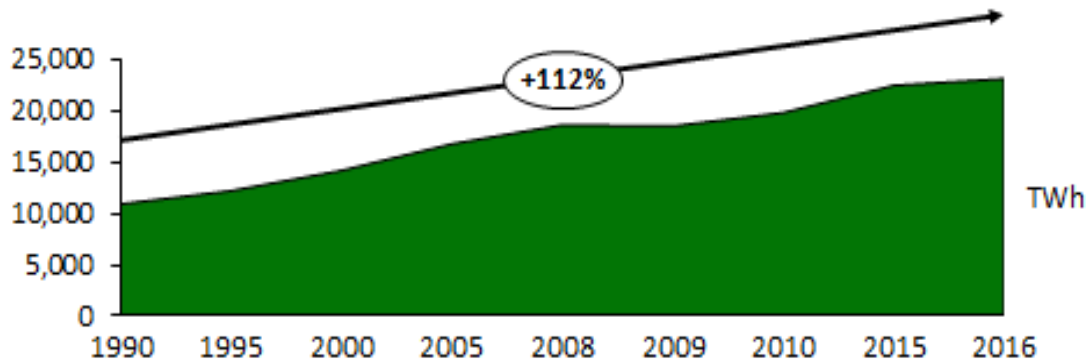


Figura 1. Consumo Electricidad a nivel Mundial

Fuente: (International Energy Agency, 2019)

En 2016, el consumo mundial de electricidad bruta fue un 2.9% mayor que la del 2015. Año con año, el consumo mundial de electricidad ha crecido continuamente, excepto entre 2008 y 2009, cuando la crisis económica en los países pertenecientes a la OCCD causó una disminución visible en el consumo mundial. Al mismo tiempo, en las condiciones geopolíticas el petróleo es un instrumento político de represión de los países productores a los condicionamientos y normas internacionales. Es decir, esto se manifiesta en aumentos al precio como es el caso del barril de petróleo referencial Brent subió su precio hasta los \$65.00 en el primer trimestre del 2019, ya que se espera que Arabia Saudita y el resto de la OPEP siga adelante con sus políticas de recorte de producción, lo que impacta en los países desarrollados y en vía de desarrollo (Vargas, 2019).

Para la primera semana del mes de Mayo del 2019 el presidente de Estados Unidos de América, Donald Trump, aumentó la producción de barriles de petróleo logrando una disminución en los precios de \$65.00 a \$62.85, disminuyendo de esta manera la banda de precios internacionales, ya que económicamente el petróleo es un producto volátil y bursátil (Vargas, 2019). Sin embargo, esto para los países de Latinoamérica no productores de petróleo siempre significa un incremento en el precio de los productos derivados del petróleo, ya que ellos parametrizan los movimientos de la bolsa en periodos de veintidós días aproximadamente, lo que afectará la canasta básica familiar, el transporte y por ende el sector productivo y de servicios de los países. De igual manera los expertos como Olivier Jakob, Analista Petrolero, desestimaron la posibilidad de que vaya a cambiar algo en la actual política de suministros de la OPEP (Vargas, 2019).

Estos factores de recesión ya se han generado anteriormente en 1973, 1979 y en 1990 con la Guerra del Golfo, afectando en los dos primeros casos todas las economías introduciéndolas a una recesión estructural por lo que los países desarrollados implementaron políticas de ahorro y la investigación para fuentes renovables y sostenibles para evitar este tipo de fenómenos como fue la tercera que impacto, pero en menor escala. Sin embargo, para los países de Latinoamérica el incremento produjo reducción en su crecimiento por lo que optaron de forma urgente las nuevas tendencias de la energía amigable (Trochez, 2005).

Con la crisis de la Guerra de Medio Oriente, entre 1973-1974, surgió la IEA (International Energy Agency), con el objetivo de auxiliar a los países a coordinar una respuesta colectiva a las mayores interrupciones en el suministro del petróleo. La organización ha evolucionado y se ha expandido significativamente examinando hoy en día el panorama completo de los problemas de energía, incluyendo el suministro y demanda de petróleo, gas, carbón y tecnologías de energías renovables (International Energy Agency, 2019).

Dentro de sus funciones principales está abogar por políticas que mejoren la confiabilidad, asequibilidad y sustentabilidad de la energía en los 30 países miembros de la entidad y más allá, así como recolectar información y proporcionar análisis autorizado y respaldado mediante datos estadísticos, informes, entrenamientos, talleres, presentaciones, entre otros recursos disponibles (International Energy Agency, 2019). En la figura 2 se puede apreciar los países miembros de la organización.



Figura 3. International Energy Agency, miembros

Fuente: (International Renewable Energy Agency, 2018)

Estos países previo a formar parte de la IEA cumplieron una serie de requisitos para lograr ser miembro, como ser el demostrar un compromiso con la seguridad energética colectiva, tener legislaciones y medidas que garanticen que todas las compañías petroleras bajo su jurisdicción informen sobre la información que se solicite, así como ser miembro de la OECD (Organización para la cooperación y el desarrollo económico), cabe mencionar que el ser miembro de esta organización no garantiza la membresía automática a la IEA (International Energy Agency, 2019).

Hoy en día es de resaltar el rol de la energía como parte esencial del progreso de la humanidad que repercute significativamente en el aumento de su calidad y esperanza de vida, dado que para todas las actividades productivas, culturales, deportivas, tecnológicas, educativa, financieras, familiares, entre otras, es fundamental el uso de la misma, por lo que los países implementan políticas de estado para la generación de este suministro, la cual apoya en el uso de los derivados del petróleo como base integral de su matriz energética (Rodriguez, 2017).

La cosmovisión actual en el tema de generación de energía presenta desventajas para la demanda existente, tanto por las actividades productivas como por el consumo de los otros sectores económicos en el contexto global, ya que todavía se articula la producción energética con los productos derivados del petróleo. Por lo que desde hace cinco décadas aproximadamente atrás se ha incentivado en la producción de energía limpia, abriendo de esta manera líneas de acción que benefician a todos los sectores de la economía y al medio ambiente, ya que se disminuyen las emisiones de CO₂, aparte que se utiliza energía alternativa obteniendo igual rendimiento. La reunión de Johannesburgo originó una serie de iniciativas nacionales, regionales y planetarias, con diferentes propósitos e intereses con la misma meta que es aumentar de manera sustancial la participación y contribución de las fuentes renovables en la oferta de energía mundial (Coviello, 2003).

Esta transición es una labor de largo plazo por los países desarrollados que invierten en estas tecnologías dadas las metas de reducción de impacto ambiental. Ejemplo de esto es el programa “Plan de Energía Limpia de Estados Unidos” cuyo objetivo es la reducción de las emisiones generadas por las plantas energéticas con base en combustibles en un 32% para el año

2030, tomando como punto de partida los niveles del 2005, esta iniciativa se desarrolló en el gobierno del presidente Obama (Plan Energía Limpia de Estados Unidos, 2015).

Para el 2017, la energía renovable se incrementó en un 8.3% a nivel mundial, con 167GW (gigavatios) más que el 2016, esta información obtenida por Datos Oficiales de la Agencia de Energía Renovable (IRENA) manifiesta también que las expectativas energéticas que cubren las energías renovables no van más allá del autoconsumo y la perspectiva a corto plazo, y a su vez motiva a que la energía renovable sea la solución para los países que buscan apoyar el crecimiento económico y la creación de empleo (Onassi, 2018).

El Sr. Adna Z. Amín, Director General de IRENA (International Renewable Energy Agency), expresó que la energía renovable es una solución para los países que desean apoyar el crecimiento económico, la creación de empleo y la seguridad energética, identificando la energía fotovoltaica como la más amigable de todas las fuentes sostenibles que existen al día de hoy. Teniendo un crecimiento de un 32% en 2017, seguida de la energía eólica, que creció un 10% con respecto al último año en el mercado mundial. En la figura 3 se puede apreciar la tendencia en la generación de energía solar fotovoltaica (Agency, 2018).

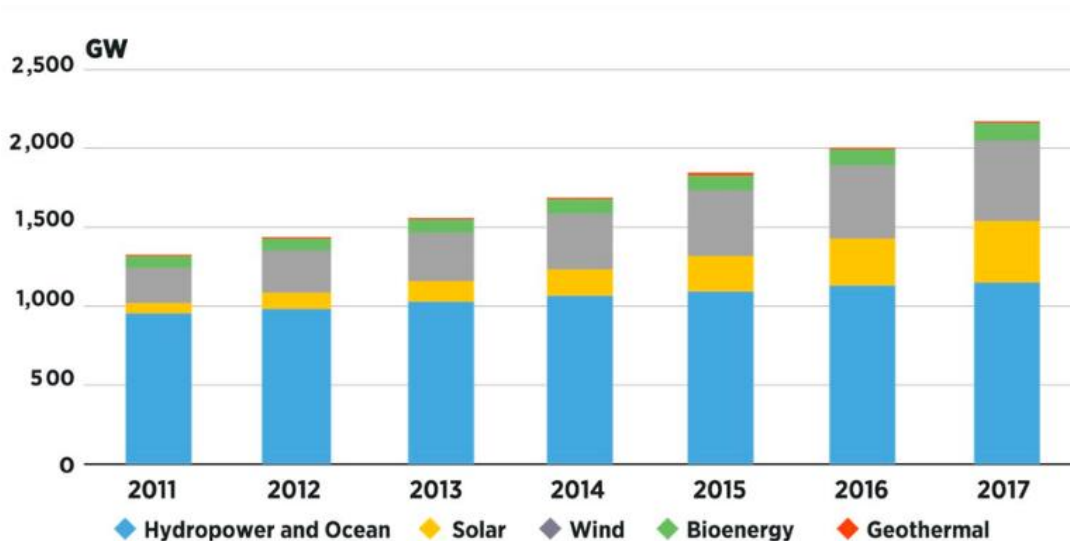


Figura 4. Generación Energía Solar Fotovoltaica

Fuente: (International Renewable Energy Agency, 2018)

Este crecimiento se debe a la reducción del precio en la instalación de paneles solares o kit solares, en lo que respecta a la energía eólica su crecimiento se debe al aprovechamiento de los espacios geográficos (Onassi, 2018). Según esta organización los países que han liderado el crecimiento energético a nivel mundial se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Líderes en crecimiento energético

País	Capacidad Megawatt	%	País	Capacidad Megawatt	%
China	618,803	51.8%	Canada	98,697	6.5%
Estados Unidos	229,913	19.2%	Japón	82,695	5.4%
Brasil	128,293	10.7%	Italia	51,951	3.4%
Alemania	113,058	9.5%	Rusia	51,779	3.4%
India	105,282	8.8%	España	47,989	3.1%

Fuente: (Onassi, 2018)

Visualizando los tres países con mayor liderazgo en la producción de energía renovable, China 40.49%, Estados Unidos 15.04% y Brasil con 8.39%, lo que hace interesante este cambio en las tendencias dado que en el Siglo XIX el 95% de la energía primaria que se consumía en el mundo procedía de fuentes renovables, pero no se tenían los alcances productivos de hoy en día. Un siglo después tal porcentaje llegó hasta un 38% y a principio del presente siglo era solo del 16%. Sin embargo, hoy en día esta tendencia está cambiando ya que en muchos países industrializados la proporción de este tipo de energías ha crecido de manera considerable en las últimas dos décadas (André, Castro, & Cerdá, 2012).

La CEPAL a través del informe Rol y perspectiva del sector eléctrico en la transformación energética de América Latina, expresa en su objetivo de desarrollo social de energía número siete, la estrategia de aseguramiento y acceso de energía en forma económica, confiable, sostenible y moderna para todos, partiendo de la energía renovable y sostenible, facilitando de esta manera el acceso tecnológico en sus capacidades esto a través de una matriz donde se presentan los indicadores de seguimiento, haciendo de las regiones sistemas eficientes y eficaces de producción energética (André, Castro, & Cerdá, 2012). De esta manera, se percibe la gestión y creación de una infraestructura eléctrica flexible, robusta y confiable que pueda asegurar un mayor despliegue de las energías renovables en los países, y a la vez apoyar a la consecución de una real integración eléctrica de la región.

Una de las características energéticas de América del Sur es su alta dependencia de la energía hidroeléctrica haciéndolo vulnerable a las constantes variaciones climáticas y la escasez de la oferta, que se ha manifestado en los últimos años. Razón por la cual la complementariedad entre la energía hidroeléctrica y las nuevas formas de energía renovable, como ser eólica y solar, podrían ser un gran beneficio para los países y sus economías. Todo esto si se focaliza desde la perspectiva Regional para aprovechar las economías de escala y robustecer las cadenas de valor (Eugenio, 2018).

Partiendo de este concepto Centroamérica se evalúa a través del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), el cual manifestó en el informe “Estadística de producción de electricidad” (Eugenio, 2018) que en el 2017 la industria eléctrica de los ocho países que conforman el SICA (República Dominicana, Honduras, El Salvador, Belice, Nicaragua, Guatemala, Panamá, Costa Rica) alcanzó por primera vez el 60% de energía generado con fuentes renovables, producto principalmente de un régimen de lluvia favorable que posibilitó una producción hidroeléctrica récord, es decir las adiciones de capacidad instalada de los sistemas interconectados superaron los 800Mw de los que cerca del 75% corresponden a fuentes renovables (Eugenio, 2018). Así mismo, la producción generada por cada país que integra el SICA.

Tabla 2. Producción de energía generada por el SICA

País	%
República Dominicana	24.0%
Guatemala	16.9%
Costa Rica	16.5%
Panamá	16.1%
Honduras	12.7%
El Salvador	7.3%
Nicaragua	5.9%
Belice	0.6%

Fuente: (Eugenio, 2018)

De estas cifras referidas el 60.8% provino de fuentes renovables, y el restante 39.2% correspondió a Hidrocarburos y combustible fósil. En el 2017 el total de energía renovable fue producida en un 71% de forma hidráulica, el 8.7% Geotermia, 8.6% eólica, 8.6% Cogeneración con biomasa en ingenios azucareros, 3.5% solar y 0.1% energía eléctrica a partir de biogás (André, Castro, & Cerdá, 2012).

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO

Honduras está ubicado en el corazón de Centroamérica, siendo un país montañoso y con un sistema hídrico amplio, lo que permite el desarrollo de diversos proyectos hidroeléctricos, tales como el de la Central Hidroeléctrica Francisco Morazán (El Cajón) inaugurada en 1985 con una capacidad de almacenamiento de agua de 5.7 miles de millones de metros cúbicos y una capacidad energética de 300Mega vatios por hora en su capacidad de producción óptima, siendo una de las cinco represas del estado. En la actualidad el sector privado se ha desarrollado con 35 centrales hidroeléctricas, 2 eólicas, 16 Biomasa y 12 solares, que venden su servicio al estado (Empresa Energía Honduras, 2018).

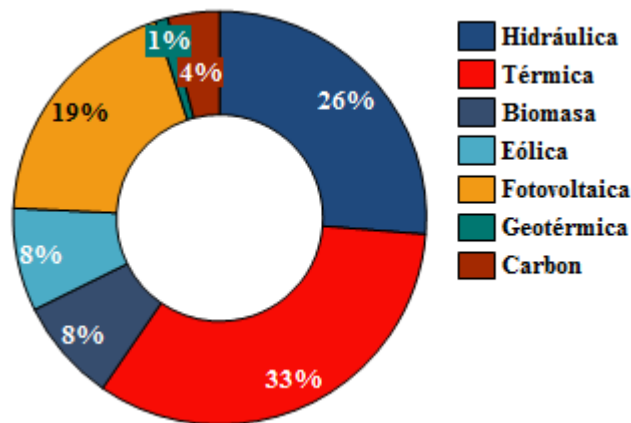


Figura 5. Matriz Energética Honduras, 2018

Fuente: (Empresa Energía Honduras, 2018)

Este emprendimiento en la matriz energética vino a fortalecer la red productiva de energía, ya que en la década de los 90's el país sufrió una de las crisis profundas en este sistema, generando apagones constantes arriba de las cuatro horas en los sectores productivos, por lo que

se diseñó como parte de la política energética de estado la contratación de empresas térmicas a base de combustibles, con contratos amplios y prebendas fiscales, ocasionando un fuerte impacto en las tarifas de este servicio (Barahona, 2018).

Para el 2016 este suministro energético presentaba un déficit de 300Mw en potencia firme, es decir, la demanda máxima de potencia en Honduras fue de 1514.8Mw, por lo que el estado fomenta la Ley de Incentivos a la generación eléctrica con energía renovable, a través del decreto 70-2007 y su reforma. Lo cual representa en esta fecha una inversión de \$2kmio. De acuerdo a la CEPAL, Honduras tuvo el mayor nivel de pérdida de energía eléctrica en Centroamérica con 31.2% (el promedio para la región fue de 17.1%) (Barahona, 2018).

Durante varias décadas se ha analizado el impacto de una refinería en el país lo que ha sido desechado porque se afectaría la industria turística a través del impacto ambiental que esta ocasionaría en los puntos costeros que cuentan con las condiciones para este tipo de tratamiento por lo que la importación se hace directa de los diferentes productos del periodo. Hoy en día Honduras produce entre energía eólica y fotovoltaica 676Megabites de acuerdo a los datos del ente operador regional encargado de administrar y operar técnica y comercialmente las transacciones de energía entre Centroamérica y México. En la figura 5 se puede apreciar la tendencia de la generación de energía por diferentes fuentes en el país (Angelis, 2018).

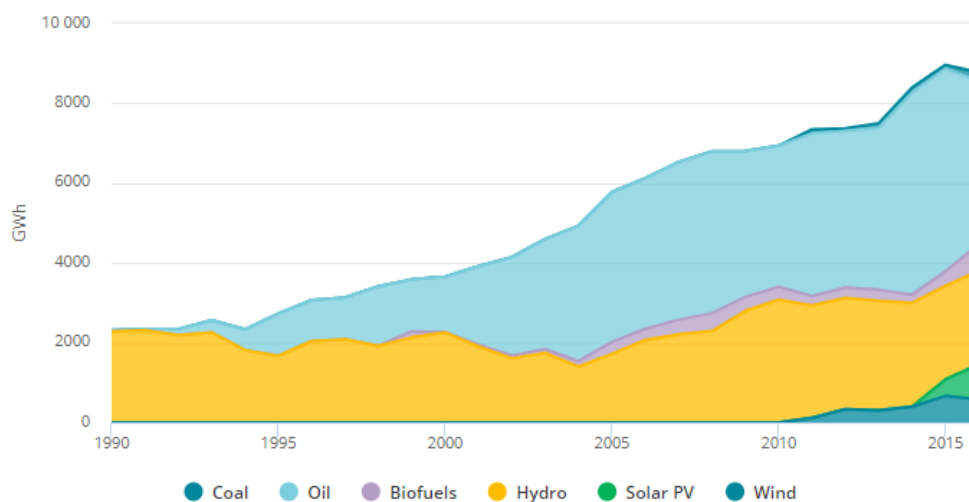


Figura 6. Generación Energía Honduras

Fuente: (International Energy Agency, 2019)

En los últimos años muchas empresas hondureñas han optado por instalar paneles solares en sus techos para generar energía fotovoltaica como una opción amigable con el medio ambiente y como una oportunidad para ahorrar en el consumo de energía eléctrica. El creciente interés en los sistemas de energía renovable por parte del sector económico del país ha sido influenciado por los altos e impredecibles crecimientos en las tarifas del suministro eléctrico. En la tabla a continuación se puede apreciar los incrementos que han sufrido las tarifas desde el 2018 a la fecha en los diferentes sectores (Eugenio, 2018).

Tabla 3. Incrementos tarifa energética

Año Sector	2018				2019	
	Enero	Marzo	Junio	Octubre	Enero	Marzo
Residencial 0 - 50 KWh	1.6210	1.6427	1.6776	3.7041	3.6430	4.0274
Residencial Mayores a 50 KWh	4.0051	4.0588	4.1450	4.8199	4.7404	5.2406
Baja Tensión	4.3140	4.3140	4.3140	4.7928	4.7373	5.3266
Media Tensión	2.7133	2.7133	2.7299	3.1611	3.0883	3.4056
Alta Tensión	2.5472	2.5472	2.5472	2.9417	2.8755	3.1710

Fuente: (Empresa Energía Honduras, 2018)

Las tarifas de energía eléctrica se ven directamente afectas por el aumento internacional del bunker y del diésel, así como la devaluación de la moneda nacional creando un impacto en cadena a la economía del país. Otro elemento que incide negativamente en la producción de energía eléctrica en el país es la deuda de 68, 000,000 de Lempiras, por lo que el gobierno anuncio un plan de rescate financiero que aún no se concretiza desconociéndose los avances de la renegociación al contrato con EEH y los generadores expresado por (Prensa.hn, 2019). Sin embargo, otras opiniones como (Hondudiaro, 2019) manifiestan que las propias autoridades del gobierno han sostenido que no se firmara ningún acuerdo con el fondo monetario internacional si no se obtenido una solución a la crisis de la EEH, que sigue sin rumbo administrativo y endeudándose por las malas decisiones de las contrataciones de la empresa EEH.

Por su parte el periódico Diario Tiempo, citó la opinión del economista Rafael Delgado, Directivo del colegio hondureño de economistas, el cual manifestó que la generación de contratos de maletín seria parte de la solución en la crisis que tiene la EEH al igual que los actos de corrupción y los despilfarros de la empresa (Tiempo, 2019).

Así mismo, el diario El Heraldó manifestó en entrevista al presidente de la república que los cobros realizados a través de promedios y los diferentes incrementos del combustible han ocasionado un impacto negativo al bolsillo del consumidor por lo que se actuara legalmente en el marco del estado del derecho y del valor justicia hacia la Empresa Eléctrica de Honduras persiguiendo un sistema justo y competitivo de carácter humano que favorezca a los abonados de menores recursos (Heraldo, 2019).

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

La Granja Avícola Yojoa S. de R.L. de C.V. fue fundada en el 2010, con la finalidad de contribuir con el Desarrollo y Economía del País, generando empleo y produciendo alimentos de alta calidad y valor nutricional, en beneficio de la Salud de la población, se encuentra ubicada en el área rural del municipio de Santa Cruz de Yojoa a 2km de la carretera CA5. También, es de resaltar que esta empresa desde su fundación ha emprendido un Programa de Mejora Continua respaldado por una fuerte inversión económica, contando con una sólida infraestructura de Naves y Galeras; Tecnología de Punta y Personal Capacitado, haciendo uso de la vestimenta y herramientas adecuadas para la realización de sus tareas diarias, cumpliendo así con los más altos estándares de Salubridad; Inocuidad y Bioseguridad en las Naves, Flota Vehicular, Aves, Huevos, Empaques y en todos los Procesos de Producción (Nuñez, 2010).

De igual manera su infraestructura cuenta con instalaciones eléctricas de primera, en un territorio amplio, fuentes alternas del suministro eléctrico, fuentes de agua pura, silos de alimentos de alta calidad para la parvada, sólida infraestructura de naves totalmente herméticas y climatizadas, programas de Inspección médica y vacunación para la parvada y una amplia flota vehicular, todo esto con el objetivo de garantizar la continuidad de la producción y el proceso de comercialización. En la actualidad esta empresa cuenta con 100 colaboradores, los que cubren las diferentes áreas administrativas y operativas; y su ambiente en un 90% es controlado con tecnología europea y americana, su producción es de 1,600 cajas de huevos diarias, ya que cuenta con un millón de aves ponedoras de huevo. Su producción de huevos está consolidada con las siguientes características: Huevos pequeños, medianos, grandes, extra grandes, doble yema, los que definen su precio en el mercado (Nuñez, 2010).

En el marco de la sostenibilidad ambiental, la Granja Avícola Yojoa S. de R.L. de C.V. cuenta con una guía que persigue en su propósito fundamental congruente con el sector avícola de Centroamérica, el cual establece una industria avícola de bajo impacto ambiental, es decir, esta instrumentalización facilite los cumplimientos de la legislación ambiental del país, logrando la sostenibilidad, competitividad y productividad de los sectores en el mediano y largo plazo. Sin embargo, en la actualidad el costo energético reflejado en las facturación de las tarifas se ha incrementado, por lo que mantener suministros de generación de energía, a través de derivados del petróleo ya no es una opción para los constantes interrupciones que se dan en la red, por lo que es necesario estudiar otras alternativas de suministros de energía y valorar que tan rentable son desde la óptica costo – beneficio en el tiempo, esto porque las tendencia de hoy en día en el costo de carburantes y tarifas del servicio eléctrico son alcistas, por los diferentes elementos que se dan en los precios internacionales, la devaluación frente el Dólar, y la inflación que constantemente afecta a los productores como a los consumidores finales (Nuñez, 2010).

2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

A continuación, se presenta el bosquejo de las teorías de sustento que consolidan el enfoque del marco teórico de la investigación, para lo cual es importante tener en cuenta: Un plan de mejora se define como el conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento (Navarra, 2013). Las cuales son sistemáticas y estructurales partiendo de los enfoques financieros, tecnológicos y productivos, garantizando los estándares de calidad a menor costo, pero mayor beneficio tanto para la organización como para el consumidor, motivo por el cual es necesario entender varios elementos de la teoría del crecimiento económico, la que hoy en día se cimienta en el enfoque neoclásico, la cual se basa en tres factores de producción: capital, trabajo y tecnología (Navarra, 2013).

Estos académicos neoclásicos desde su óptica expresan que la tecnología es descriptiva como el acervo de conocimientos disponibles en una economía. Dejando por fuera a la energía, ausente de la actividad de la economía, teorizándola solamente como la fuerza principal que impulsa todas las actividades económicas. La energía no es considerada como un factor de producción, sin embargo, la teoría del equilibrio económico establece que, si los hechos alteran el curso de la demanda y de la oferta, en cuanto los mismos desaparecen, el proceso económico

vuelve siempre a sus condiciones previas. Factor que en la realidad no se cumple ya que el sistema económico no está conformado para este ciclo, en torno a la energía (Ezequiel, 2010).

2.2.1 ESTUDIO TÉCNICO

Este análisis conforma una de las etapas del proyecto de inversión o mejora que se desea aplicar en la Granja Avícola Yojoa. En el cual se contemplan múltiples aspectos técnico-operativos necesarios para el uso eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción y a su vez se evalúa y valoran el tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y la organización requerida para el cumplimiento de los objetivos y metas esperadas desde las diferentes ópticas financieras, suministrando la información fundamental para un análisis ampliamente financiero. De esta manera se podrá demostrar la viabilidad técnica del proyecto de mejora que justifique la alternativa técnica que mejor se adapte a los criterios de optimización (Prada, 2018).

Es fundamental comprender en este estudio el ciclo e importancia de la tecnología para el crecimiento y desarrollo de una planta de producción de huevos, por lo que se define que la tecnología es el conjunto de conocimientos con los que el hombre desarrolla un mejor entorno, más saludable, agradable y sobre todo cómodo para la optimización de la vida (Raffino M. E., 2019). Es decir, la energía y la tecnología son esenciales para la construcción y estructuración del sistema eléctrico, esto a través de componentes, máquinas y sistemas necesarios en una zona concreta con seguridad y calidad (Mujal, 2003).

Las exigencias y tendencias tecnológicas han abierto el mercado eléctrico junto a los condicionantes medioambientales, lo que bosqueja un escenario futuro orientado a la diversificación energética fundamentada en la utilización de fuentes de energía renovables y configurando un sistema eléctrico en el que los centros de generación se sitúan en zonas cercanas a los puntos de consumo (Cabrera, 2017). Para la comprensión de esta articulación entre la energía y la tecnología, es elemental determinar que la energía se visualiza como toda causa capaz de producir un trabajo, dado que la energía no se destruye ni se crea, solo se transforma y en esta transformación es donde se producen nuevas fuentes de energía que facilitan los procesos productivos (Sardón, Garcia, Gonzalez, & García, 2009).

Las energías se pueden clasificar por el origen de su fuente, en especial si ésta es o no agotable, por lo que se exponen a continuación (Gonzalez, 2018).

2.2.1.1 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS NO RENOVABLES

Son aquellas que se obtienen de fuentes limitadas, y cuya velocidad de consumo es mayor a la de su regeneración, entre las cuales se pueden citar:

- 1) Carbón: teniendo su origen en los restos oceánicos de árboles del bosque que se hundieron en el agua de pantano, se descomponen como consecuencia de la acción del agua y de las bacterias. Las características físicas de este carbón lo hacen ver esponjoso, ligero y de aspecto terroso (Gonzales, 2013). Las proyecciones de la industria del carbón en el 2017 muestran un repunte en el contexto mundial, sin embargo, dos años atrás este sector manifestó una baja, pero las decisiones financieras de inversión en las nuevas centrales eléctricas de carbón estuvieron muy por debajo de las expectativas de los últimos años, debido al alto costo ambiental, ya que es uno de los más contaminantes (Agency, 2018). Una vez concluida la obra de proyectos de centrales de carbón que están actualmente en fase de construcción, el ritmo de nuevos proyectos que se ponen en marcha disminuye drásticamente después del 2020.
- 2) Gas natural: este se encuentra en yacimientos aislados y en ocasiones junto al petróleo, los cuales son distribuidos por gasoducto del gas metano y etano (Gonzalez, 2018). Financieramente el gas tiene un costo menor que el carbón y los productos derivados del petróleo, su uso es compatible con las tecnologías industriales, no obstante, el deterioro que este ocasiona en ellas es mayor y el equipamiento correcto para el funcionamiento de ciertas maquinas es relativamente más alto en su costo (Esteban, 2017). Hoy en día el gas natural es la tercera fuente energética más utilizada y de menor impacto ambiental por ser menos contaminante que los combustibles fósiles y el carbón (Diban, 2017).
- 3) Petróleo: Este recurso se encuentra en diferentes puntos de la corteza terrestre y su composición es un líquido espeso compuesto por una cantidad de hidrocarburos, de los cuales al ser procesados en las refinerías se obtienen diferente tipo de combustibles, aceites de

calentamiento, asfalto, alquitrán, parafina, lubricantes y otros aceites pesados (Gonzalez, 2018). Se estableció que para el 2018 fue el año donde se consumió más petróleo que en ningún otro año, según datos de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), el consumo diario a nivel global fue de 98.82 millones en el 2018. Siendo esta la principal fuente de energía hasta que las energías renovables logren sustituir el llamado oro negro. Pues su tendencia para el año 2019 sigue en alza hasta los 123 millones de barriles por día (Mundo, 2019).

- 4) Nuclear: este tipo de energía se inicia con fines militares, aunque en la actualidad se ha visualizado como una fuente generosa de energía, sin embargo, las restricciones y los riesgos de la misma son muy altos y pueden ocasionar zonas inhabitables para el ser humano, como el caso de Chernóbil (Gonzalez, 2018).

2.2.1.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Estas energías se caracterizan porque provienen de fuentes naturales, son recursos limpios y casi inagotables y se dividen en múltiples fuentes para su obtención, entre ellas se encuentran las siguientes:

- 1) Hidráulica: Este tipo de energía aprovecha la fuerza de los ríos, sin embargo, ocasiona variados cambios en los ecosistemas afectando indirectamente a las poblaciones que dependen de estos recursos. La generación de energía hidroeléctrica es una tecnología renovable madura que puede proporcionar electricidad, así como una variedad de otros servicios a bajo costo en comparación con muchas otras tecnologías de energía. El costo de edificación de este tipo de proyectos se clasifica en dos grupos principales, los costos de construcción civil, que normalmente son los mayores costos del proyecto de energía hidroeléctrica y el costo de los equipos electromecánicos para la transformación de la energía. Adicionalmente, entran en consideración costos de planificación, análisis de impacto ambiental, concesión de licencias, la mitigación de la pesca y vida silvestre, el monitoreo de la calidad del agua, entre otros (Gregory, 2012).

- 2) **Biomasa:** Este tipo de energía está compuesto de material vegetal, madera, cultivos y sus residuos, así como desechos de animales. Es una de las energías más antiguas utilizadas por la humanidad. El análisis de los costos de la implementación de la biomasa es compleja, debido a la alta variabilidad regional en los costos de producción, suministros de materias primas y la amplia variedad de tecnologías de conversión de biomasa (Gregory, 2012) Esto se debe a la previsión del suministro para su generación.
- 3) **Energía Eólica:** Necesita las condiciones óptimas desde los campos geográficos y climáticos, ya que es generada por la energía del aire en movimiento. La energía disponible varía según la disponibilidad del viento. Generalmente, más energía potencial significa un menor costo por la cantidad específica de energía (Timmons, Harris, & Roach, 2014). Los costos más relevantes en este tipo de energía son los costos de inversión y el factor de planta agregados a costos de mantenimiento, costo de combustibles y la tasa de descuento usada para valorizar el capital (Timmons, Harris, & Roach, 2014).
- 4) **Energía Solar:** Desde la conceptualización de costos el análisis de la energía solar generalmente depende del costo de los componentes individuales del sistema, así como la ubicación y otros factores que afectan el rendimiento global del sistema. Su mayor componente del costo es el costo del panel o módulo fotovoltaico, estos en la actualidad han disminuido su precio a más de 10 veces su precio en los últimos 30 años según (Gregory, 2012).

Técnicamente la energía solar es el uso de la radiación solar emitida desde el sol utilizado para generar flujos de energía eléctrica. En la actualidad hay cuatro tipos de tecnologías principales para aprovechar la energía proveniente del sol, estas son (Gregory, 2012).

- 1) **Cilindros Parabólicos:** Son espejos curvos dispuestos como “media tubería” que concentran los rayos solares en largos tubos colectores de calor. Los cilindros parabólicos representan la tecnología más madura y la mayor parte de los proyectos actuales. Algunos tienen almacenamiento de grandes cantidades y su conversión de energía solar a eléctrica puede llegar al 15% de eficiencia (valor medio anual) (Gregory, 2012).

- 2) Reflectores Lineales de Fresnel: Utilizan espejos curvos que reflejan los rayos solares en un receptor fijo largo (Gregory, 2012).
- 3) Receptores Centrales: Un conjunto de heliostatos se ubican de modo de concentrar los rayos del sol en la parte superior de una torre fija (Gregory, 2012).
- 4) Discos Parabólicos: Concentran los rayos del sol en un punto focal que se mueve junto con el disco siguiendo al sol, ofreciendo la más alta eficiencia óptica en capacidades mucho más pequeñas (por lo general decenas de kW) (Gregory, 2012)

Las tendencias de este sistema de energía son altamente competitivas lo cual proyecta su capacidad instalada superando para el 2025 la energía eólica, la energía hidroeléctrica al 2030 y la del carbón antes del 2040. Esta proyección se debe a la capacidad de la escala comercial (Agency, 2018).

2.2.1.3 ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Este estudio se centra en la energía fotovoltaica, la cual posee un ciclo que inicia con el sol, con un radio de 700mil Km y una masa de 2.10×10^{30} Kg, unas trescientas treinta mil veces el área de la tierra., siendo su temperatura en la superficie de seis mil grados Celsius, aunque en sus manchas solares es de cuatro mil ochocientos grados Celsius aproximadamente y la fuente de toda su energía se encuentra en su núcleo, dado que es en este donde ocurren las fusiones nucleares expandiendo en millones de millones de rayos la energía, que atraviesa todo el sistema solar en forma de radiación (Antakira, 2007).

Según llegue la luz solar a la superficie de la tierra, la radiación se encuentra en tres tipos diferentes: directa, dispersa o difusa y albedo:

- 1) La radiación solar directa es la que incide sobre cualquier superficie con un ángulo único y preciso (Antakira, 2007).
- 2) La radiación dispersa es aquella que viaja en línea recta, pero los gases y partículas en la atmosfera desvían esta energía (Antakira, 2007).

3) La radiación difusa o albedo es la fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie, variando de un lugar a otro y de un instante a otro (Antakira, 2007).

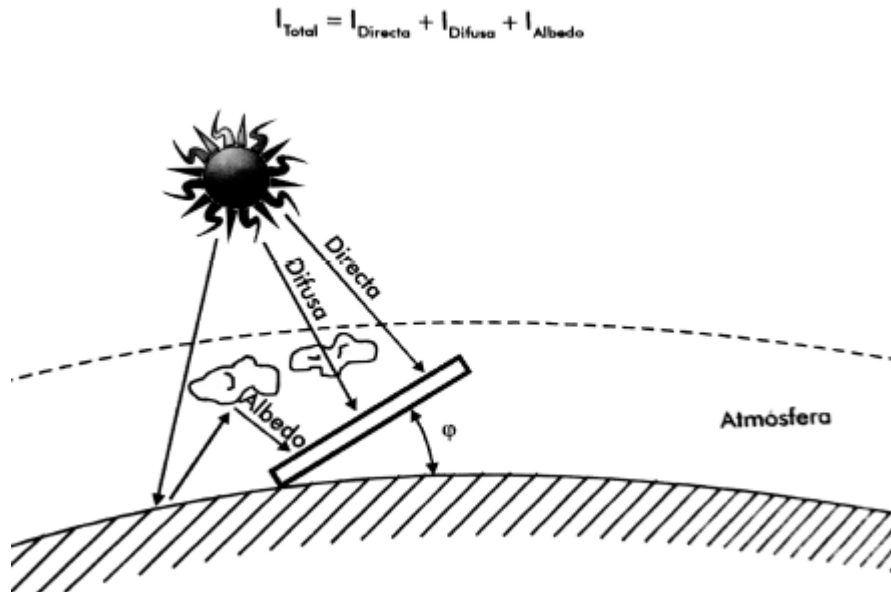


Figura 7. Componentes de la radiación solar

Fuente: (Antakira, 2007)

La radiación total que incide sobre una superficie inclinada es la suma de los tres tipos de la radiación: directa, difusa y albedo. Una de las características que se observa en el comportamiento de la radiación que se recibe en la superficie, es que esta depende de las condiciones meteorológicas, la inclinación de la superficie respecto al plano horizontal y de la presencia de superficies reflectantes. Otra condición del ciclo es la variación de la radiación solar, ya que la posición varía diariamente desde el amanecer hasta el ocaso. Con respecto a la instalación de los paneles solares, su orientación debe ser hacia el sur en el hemisferio norte, y hacia el norte en el hemisferio sur, es decir siempre instalarlos mirando al Ecuador (Antakira, 2007).

Por las estaciones climáticas estos paneles no deben ser colocados en una posición fija si se quiere aprovechar en todo momento el sol, ya que la radiación no se encuentra a la misma altura sobre el horizonte en invierno que en verano. Partiendo de estas especificaciones, es necesario determinar los picos solares que son un parámetro fundamental para el dimensionamiento de los

sistemas fotovoltaicos, referente al número de horas en las que cada metro cuadrado de superficie captadora obtiene de modo constante 1,000 W de energía (Antakira, 2007).

Es aquí, en el panel solar donde se produce el efecto fotovoltaico que corresponde a la captación de la radiación solar para lo cual es necesario que el material sea sensible a la radiación de la luz solar, debido a que el efecto de conversión resulta de la interacción entre los fotones y los átomos que integran el material. Donde los materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo electrónico constante se construyen las células solares, las que están formadas por planchas de silicio en su fabricación. Siendo el silicio un elemento que se encuentra en todo el mundo, ya que forma la arena y en su forma más pura el silicio semiconductor se emplea en la industria de la microelectrónica, donde es la base de los microchips (Antakira, 2007).

Los componentes de un sistema fotovoltaico son:

- 1) Módulos fotovoltaicos: Son los principales elementos de cualquier sistema solar fotovoltaico y captar la energía solar para generar una corriente eléctrica es su objetivo. (Antakira, 2007)
- 2) Baterías de acumulación: Su función es almacenar la energía que los paneles generan diariamente, y así utilizarla en horas donde la energía consumida es mayor a la generada por los paneles. (Antakira, 2007)
- 3) Regulador de carga: Evita las sobrecargas o descargas profundas, ya que se encarga de gestionar el consumo directo de las placas, baterías y la carga, alargando su vida útil. (Antakira, 2007)
- 4) Inversor: Son los que se encargan de convertir la corriente continua producida en los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. (Antakira, 2007)

2.2.1.4 CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

La instalación de este sistema se puede realizar de dos formas descritas a continuación, sistemas aislados o autónomos (stand alone): Es el tipo de instalación que cuenta con un sistema autónomo o aislado de una red de distribución pública de electricidad y con un sistema de almacenamiento a base de batería. Entre sus diferentes aplicaciones, los más utilizados son los sistemas de bombeo y la electrificación de vivienda (Antakira, 2007).

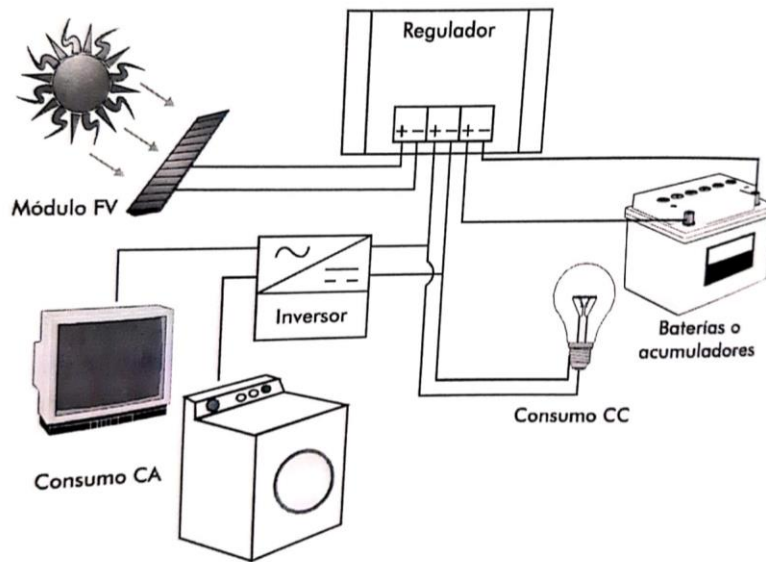


Figura 8. Diagrama sistemas aislados o autónomos

Fuente: (Antakira, 2007)

Cada sistema es diseñado de acuerdo a las necesidades del usuario. Estas instalaciones disponen de baterías para suministro nocturno o en etapas de escasa radiación solar. El módulo fotovoltaico recibe radiación solar y genera la corriente directa, luego el regulador regula la carga que se alimenta y extrae de las baterías, evitando sobrecargas. Seguidamente la energía generada es almacenada en las baterías, permitiendo el uso de la energía durante la noche siendo independiente de la red eléctrica y por último el inversor aislado convierte la electricidad corriente directa a corriente alterna para poder ser usada en las viviendas o equipo que la requiera (Antakira, 2007).

Sistemas conectados a red (grid connected): Este sistema consiste en implementar un generador fotovoltaico acoplado a un inversor y vinculado con una red de energía pública u otra línea eléctrica disponible. Es la opción más sencilla, barata y ecológica para este tipo de sistema. Es una instalación modular, independiente de la electricidad que se prevé consumir y no hay riesgo de quedar sin corriente eléctrica por agotamiento o averías de las baterías (Antakira, 2007).

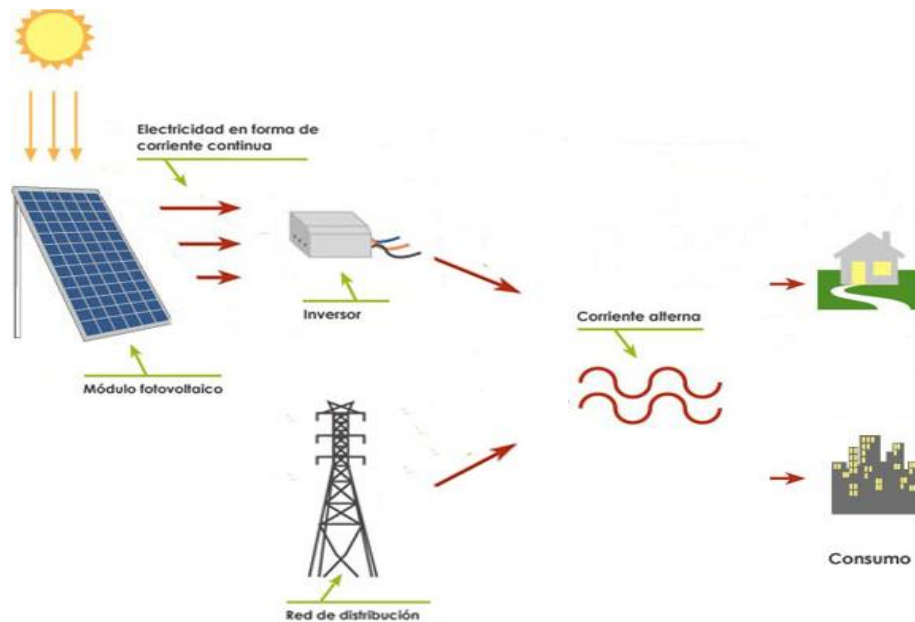


Figura 9. Diagrama sistemas conectados a red

Fuente: (Soluciones Integrales, 2018)

Los paneles solares capturan los rayos del sol transformándolos en energía limpia o corriente directa, la cual es transformada por el inversor en energía alterna, dicha energía viaja al centro de carga para ser utilizada. Por otra parte, el inversor se interconecta a la red de la compañía suministradora de energía eléctrica y el medidor bidireccional cuantifica la energía inyectada a la red (Antakira, 2007).

2.2.1.5 ENERGÍA SUMINISTRADA POR UN GENERADOR DIESEL

Este tipo de generador eléctrico es uno de los más demandados en el mercado por su capacidad de convertir el combustible en energía eléctrica mediante la combustión de diésel. Es importante aclarar que, aunque este se llame generador, en realidad este no es un dispositivo que genera energía, ya que, en lugar de ello, la transforma de una forma a otra, es decir, transforma la

energía térmica a energía mecánica y posteriormente a energía eléctrica (Grupel, 2017).

De forma general el funcionamiento del generador con diésel es el siguiente: Primero el aire es impulsado hacia el interior del generador hasta que sea comprimido, posteriormente, se inyecta el diésel. La combinación de estos procesos, la compresión del aire y la inyección del combustible genera el calor que libera la inflamación del combustible. De esta manera, entra en combustión y hace que el generador entre en funcionamiento. Así, el generador comienza a producir la energía eléctrica necesaria para ser distribuida en función de las necesidades de los equipos conectados a este o del local / espacio que va a abastecer (Grupel, 2017).

2.2.2 ESTUDIO FINANCIERO

Este análisis es fundamental en la evaluación de un proyecto de inversión o mejora que se desea realizar, el cual visualiza un nuevo emprendimiento, una organización en marcha o bien una nueva inversión para una empresa. Ya que busca medir su capacidad para mantenerse operando en el tiempo, dado que las empresas persiguen la viabilidad la cual está ligada con su rentabilidad o margen de ganancia. (Johns, 2018).

2.2.2.1 TEORÍA DE COSTOS DE STIGLER

Esta teoría de George J. Stigler aporta a la organización industrial un análisis de costos, el cual se aleja del análisis de costos neoclásicos, teoría que se divide en el análisis de costos medios a corto plazo y el análisis a largo plazo. Es decir, introduce el concepto en el cual las empresas pueden adaptarse a los cambios en la demanda y ser flexibles, incluso en el corto plazo (Stigler, 1939).

El argumento principal de esta concepción, es que cada vez que una organización construye una fábrica ésta tendría lo que se conoce como reserva de capacidad. La existencia de esta reserva se justifica por razones financieras y técnicas. Entre las razones financieras se incluyen las posibles demandas del bien debido a razones cíclicas, o cómo un método preventivo para evitar una para de la producción en caso de que haya una avería o una reparación. Entre las prioridades técnicas está el hecho de que algunas instalaciones básicas son indivisibles (Stigler, 1939).

Dado que la máxima eficiencia existe durante cierto tiempo, lo que difiere completamente de la visión neoclásica que ve la máxima eficacia como un punto de inflexión en lugar de una línea recta. El otro enfoque de esta teoría de costos mide los costos de gestión y producción, ya que los costos medios disminuirán hasta un punto donde ya no puedan hacerlo, tornándose constantes. Los costos de producción se reducen dado que alcanzan su nivel óptimo y luego permanecen fijos. Una reducción del costo medio de producción podría darse gracias a una mejora de la tecnología (Stigler, 1939).

2.2.2.2 TÉCNICAS DE ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO DE CAPITAL

Los gerentes financieros utilizan diferentes herramientas que les ayuda a evaluar la información financiera y tomar decisiones de inversión enfocados en aquellos proyectos que les ayude a incrementar el valor de la empresa. Dichas herramientas integran técnicas que les ayudan a evaluar el valor del dinero en el tiempo, riesgo y rendimiento, así como conceptos de valuación para seleccionar los desembolsos de capital e identificar que estos proyectos sean congruentes con la meta de la empresa (Gitman & Zutter, 2012).

2.2.2.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL

La estructura de capital es la combinación de la deuda a largo plazo y de capital propio que las empresas utilizan para financiar sus operaciones en inversiones; en otras palabras, una entidad se puede financiarse con dinero propio (capital) o con dinero prestado (pasivos). La proporción entre una y otra cantidad es lo que se conoce como estructura de capital (Gitman & Zutter, 2012).

Para poder determinar cuál es la estructura óptima, los inversores deben considerar (Gitman & Zutter, 2012):

- 1) El riesgo financiero del capital de la empresa, ya que a medida que la empresa dependa de financiamiento externo, el beneficio requerido del capital accionario incrementará, esto debido a que el financiamiento por medio de deuda, aumenta el riesgo que asumen los accionistas (Gitman & Zutter, 2012).

- 2) Beneficio fiscal para la empresa, ya que la carga financiera (interés) es deducible, lo cual reduce el costo efectivo de la deuda (Gitman & Zutter, 2012).
- 3) Facilidad, capacidad y disposición de fuentes de financiamientos externos en términos razonables (Gitman & Zutter, 2012).
- 4) Actitudes conservadoras o agresivas de la empresa (inversionista) (Gitman & Zutter, 2012).

La estructura de capital óptimo es aquella que se da cuando existe un equilibrio entre el rendimiento y el riesgo financiero asumido, minimizando de esta forma el costo de capital y maximizando el valor de la empresa; en otras palabras el valor presente de los flujos de efectivo futuros obtiene su punto máximo cuando la tasa de descuento (costo de capital) es mínima (Gitman & Zutter, 2012).

2.2.2.4 TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO

La TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento), es la rentabilidad mínima que el inversionista está dispuesto a obtener de una inversión y se debe de realizar sumando dos factores, primero debe de ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios y el segundo término debe ser un premio o sobre tasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. El índice inflacionario que se debe tomar en cuenta para calcular la TMAR es el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años. Cuando un inversionista arriesga su dinero, para él no es atractivo mantener el poder adquisitivo de su inversión, sino que ésta tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación (Urbina, 2010).

$$TMAR = i + f + if; \quad i = \text{premio al riesgo}; \quad f = \text{inflación}$$

Ecuación (1): Cálculo tasa mínima aceptable de rendimiento (Urbina, 2010).

2.2.2.5 FLUJO DE EFECTIVO RELEVANTE

Muestra el incremento de salida de efectivo después de impuestos, inversión y las entradas resultantes relacionadas con un desembolso del capital propuesto. El flujo de efectivo es fundamental para la empresa, ya que este indica o garantiza la solvencia de la compañía, así como la magnitud del riesgo en relación a los flujos de efectivo (Gitman & Zutter, 2012).

2.2.2.6 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El periodo de recuperación de la inversión es el tiempo requerido para que una compañía recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo. Dentro de esta técnica se considera un periodo de recuperación máximo aceptable, el cual es determinado de acuerdo al criterio y la necesidad del inversionista. Para el análisis de esta técnica, se aplican los siguientes criterios (Gitman & Zutter, 2012):

- 1) Se acepta el proyecto, si el periodo de recuperación de la inversión es menor que el periodo de recuperación máximo aceptable.
- 2) Se rechaza el proyecto, si el periodo de recuperación de la inversión es mayor que el periodo de recuperación máximo aceptable.

$$PRI = Inversión\ inicial \div FE\ despues\ de\ impuestos$$

Ecuación (2): Cálculo periodo de recuperación de flujos de efectivo de una anualidad (Gitman & Zutter, 2012).

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Ecuación (3): Cálculo periodo de recuperación de flujos de efectivo mixtos (Gitman & Zutter, 2012).

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión

b = Inversión inicial

c = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en que se recupera la inversión

d =Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

2.2.2.7 VALOR PRESENTE NETO (VPN)

Este método es el que utiliza la mayoría de las empresas para tomar sus decisiones de inversiones, ya que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo descontando los flujos de efectivo de la empresa del costo de capital a una tasa de rendimiento mínima que se debe ganar en un proyecto para satisfacer los requerimientos del inversionista (Gitman & Zutter, 2012).

Los criterios de evaluación son (Gitman & Zutter, 2012):

- 1) Se acepta la inversión, si VPN es mayor o igual a 0.
- 2) Se rechaza el proyecto, si VPN es menor que cero.

Ecuación (4): Cálculo VPN (Valor presente neto) (Gitman & Zutter, 2012)

$$VPN = \sum_{(t=1)}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

El valor presente neto se obtiene restando la inversión inicial de un proyecto (FE₀) del valor presente de sus flujos de entrada de efectivo (FE_t), descontando a una tasa (k) equivalente al costo de capital de la empresa (Gitman & Zutter, 2012).

2.2.2.8 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Al igual que el valor presente neto es una de las técnicas más utilizadas por los empresarios, ya que muestra la tasa de rendimiento que ganará la empresa si invierte en un determinado proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas (Gitman & Zutter, 2012).

Los criterios de evaluación son (Gitman & Zutter, 2012):

- 1) Se acepta el proyecto, si TIR es mayor que el costo de capital.
- 2) Se rechaza el proyecto, si TIR es menor que el costo de capital.

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

La conceptualización pretende dar un punto de referencia a palabras clave que facilitan la comprensión del tema de investigación que se realiza en este estudio de mejora.

2.3.1 CLIMA TROPICAL MONZÓNICO (AM)

Es un subtipo de clima tropical AM en la clasificación de Koppen que se encuentra en la zona intertropical. Está dominado por las masas de aire tropical marítimo, cálida y húmeda que proceden de los bordes occidentales de los anticiclones subtropicales (Decología, 2018).

2.3.2 CLIMOGRAMA

Una herramienta muy utilizada en la meteorología para representar las dos variables más empleadas: precipitaciones y temperatura. Un climograma no es más que un gráfico donde se representan estas dos variables y se establecen sus valores (Portillo, 2018).

2.3.3 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

El principio de conservación de la energía indica que la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras, manteniéndose la energía constante, es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación (Alvarado & Cifuentes, 2011).

2.3.4 CORRIENTE ALTERNA

Es aquella en que la que la intensidad cambia de dirección periódicamente en un conductor como consecuencia del cambio periódico de polaridad de la tensión aplicada en los extremos de dicho conductor (Angel, 2017).

2.3.5 ENERGÍA

En la dimensión de las ciencias físicas la energía es la causa capaz de transformarse en trabajo mecánico. El sentido práctico que le da significado económico al concepto, se manifiesta en la utilización de los recursos generadores en trabajo útil y calor (Alvarado & Cifuentes, 2011).

2.3.6 ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Se refiere a cualquier grupo de fuentes de energías no tradicionales que no consumen combustibles fósiles o que utilizan recursos naturales para perjudicar al medio ambiente. Son una alternativa sostenible, limpia y no afecta el medio ambiente (Bello & Paez, 2018).

2.3.7 ENERGÍA ELÉCTRICA

Energía electromagnética producida a su raíz de una diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, que se resuelve en un intercambio de electrones llamado electricidad (Raffino, 2019).

2.3.8 ENERGÍA HIDRÁULICA

Energía que se obtiene del aprovechamiento del empuje cinético del agua, ya sea de ríos, mareas o caídas de agua (Raffino, 2019).

2.3.9 ENERGÍA NUCLEAR

Derivada de los núcleos atómicos y las fuerzas que mantienen unidas a las partículas subatómicas: las fuerzas nucleares fuertes y débiles, respectivamente (Raffino, 2019).

2.3.10 ENERGÍA EÓLICA

Energía asociada al empuje del viento (Raffino, 2019).

2.3.11 ENERGÍA SOLAR

Es un tipo de energía en forma de radiación electromagnética de tipo natural esta llega a nuestro planeta de tres tipos, radiación directa, difusa y reflejada. Sus principales usos energéticos pueden ser como fuente de calor o fuente de electricidad (Bello & Paez, 2018).

2.3.12 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación en energía eléctrica se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas (Swawson, 2019).

2.3.13 GALLINAZA

Es la mezcla de los excrementos de las gallinas con los materiales que se usan para camas o gallineros, los cuales son ricos en nitrógeno y muchos otros nutrientes, por lo que es utilizada como abono orgánico (Sanchez, 2012).

2.3.14 GALPONES

Infraestructura independiente dentro de un planten destinado a los jarabes de una sola especie y de una sola edad que permite el adecuado rendimiento de las mismas (Sanchez, 2012)

2.3.15 GRANJA AVÍCOLA

Espacio geográfico que consta de uno o varios galpones donde se encuentran las aves de corral, bajo un manejo sanitario, administrativo y de registro con propósitos comunes (Sanchez, 2012).

2.3.16 INVERSOR

Son equipos que se encargan de transformar la energía producida en una instalación fotovoltaica, que se transmite en forma de corriente continua, en corriente alterna para que los electrodomésticos y otros productos eléctricos puedan funcionar en sus niveles normales (Teknosolar, 2018).

2.3.17 IRRADIACIÓN

Rapidez de incidencia y se refiere a la magnitud que se utiliza para describir la potencia por unidad de superficie mientras que la irradiación es la energía que incide en un periodo de tiempo determinado (Bello & Paez, 2018).

2.3.18 KILOWATT

Un kilowatt equivale 100 watts. Se usan muy a menudo para en los sistemas de potencia para hacer referencia a la potencia instalada en una red, puesto que 1 Watt resulta muy poco a nivel de red eléctrica (Gonzalez, 2018).

2.3.19 KILOWATT-HORA

Es una forma de cuantificar la energía que consume un equipo eléctrico. Esta es la principal forma de cuantificar la energía consumida por los clientes en los mercados eléctricos alrededor del mundo (Gonzalez, 2018).

2.3.20 PLAN DE MEJORA

Es un conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento, ser sistemáticas, no improvisadas ni aleatorias, planificado cuidadosamente, llevarse a la práctica y constatar sus efectos (Navarra, 2013).

2.3.21 RADIACIÓN SOLAR

Es la energía emitida por el sol en forma de radiación electromagnética que llega a la atmosfera. Se mide en superficie horizontal, mediante el sensor de radiación o pirómetro, que se sitúa orientado al sur y en un lugar libre de sombras. La unidad de medida es vatios por metro cuadrado (W/m^2) (Navarra L. , 2012).

2.3.22 SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

Una instalación solar fotovoltaica aislada es un sistema de generación de corriente sin conexión a la red eléctrica que proporciona al propietario energía procedente de la luz del sol. Normalmente requiere el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada en acumuladores solares o baterías y permite utilizarla durante las 24 horas del día. Este sistema fotovoltaico normalmente está compuesto por paneles solares, regulador de carga, acumuladores solares, inversor fotovoltaico, entre otros (Bello & Paez, 2018).

2.3.23 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua (Lamiguero, 2013).

2.3.24 WATT (VATIO)

Es una unidad de medida de potencia. De hecho, es la unidad de medida utilizada en el Sistema Internacional, este es equivalente a 1 J/s (Gonzalez, 2018).

2.4 MARCO LEGAL

Honduras cuenta con una gama de leyes y reglamentos que protegen y promueven la inversión en materia de energía, cabe destacar que la atracción de inversiones es prioridad nacional. A continuación, se describen las principales leyes y reglamentos que rigen el sector eléctrico de Honduras (ProHonduras, 2019):

- 1) Constitución de la República
- 2) Ley General de la Industria Eléctrica Honduras - Decreto 404-2014: Aprobada en 2014, regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de

electricidad. De igual manera regula las actividades de importación y exportación del sector y la operación del sistema eléctrico nacional.

- 3) Código de Comercio de Honduras: de aquí se rigen los comerciantes, los actos de comercio y las demás leyes mercantiles.
- 4) Reglamento Ley Marco del Subsector Eléctrico: corresponde a las disposiciones contenidas en la Ley Marco del Subsector eléctrico.
- 5) Ley de Hidrocarburos – Decreto 194 - 84: La ley establece el régimen jurídico de la investigación, exploración y explotación de los yacimientos de hidrocarburos y demás sustancias asociadas, así como de las actividades de transformación o refinación, transporte por oleoductos o gasoductos, comercialización y almacenamiento de las sustancias explotadas.
- 6) Ley de promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables – Decreto 70-2007: esta ley tiene por objeto promover la inversión pública y /o privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables nacionales.
- 7) Ley de Biocombustibles – Decreto 144-2007: esta ley establece el marco jurídico para la producción de materia prima, fabricación, distribución, comercialización y uso de los biocombustibles.
- 8) Ley de Promoción de la Alianza Público – Privada – Decreto 143-2010: Su finalidad es gestionar y regular los procesos de contratación que permitan la participación público – privada en la ejecución, desarrollo y administración de obras y servicios públicos, potenciando la capacidad de inversión en el país a fin de lograr el desarrollo integral de la población.
- 9) Ley para la Promoción y Protección de Inversiones – Decreto 51 – 2011: con esta ley se busca otorgar todas las facilidades y garantías para fomentar su crecimiento y desarrollo.

2.4.1 MARCO LEGAL APLICABLE A LA INVESTIGACIÓN

Ley General de la Industria Eléctrica Honduras y su reglamento- Decreto 404-2014: Aprobada en 2014, regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. De igual manera regula las actividades de importación y exportación del sector y la operación del sistema eléctrico nacional. Esta ley y su normativa es la única que aplica en la investigación, dado que la producción de energía que se realizará es para el sector privado de una empresa avícola y no se comercializará (ProHonduras, 2019).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Seguidamente se presenta la estructura metodológica que abarca un conjunto de conocimientos teóricos y técnicos, con el cual se desarrollará, definirá y sistematizará el grupo de técnicas, métodos, procesos y procedimientos que se seguirán en el desarrollo de la investigación de mejora para la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, dirigiendo este enfoque, en su forma de recopilación, análisis, clasificación y estructuración de los datos obtenidos, con el propósito de generar validez científica para la investigación.

Partiendo de esta línea de acción uno de los enfoques en los cuales se centra esta investigación de mejora en el suministro de energía eléctrica es la metodología cualitativa que describe los beneficios, estándares y comparativos de la energía que se desea implementar, dado que se evaluará al mismo tiempo con la metodología cuantitativa los costos, rendimientos, rentabilidad y el ciclo de retorno. Motivo por el cual el investigador se centra en una plataforma metodológica mixta, afinando nuevos criterios de uso, consumo y racionalización de los recursos, de igual manera esta metodología es sistemática y rigurosa en su planteamiento técnico y financiero.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Se establecerá según el planteamiento de problema junto a cada objetivo la utilización de las variables que permitan estructurar la mejora para la granja avícola productora de huevos. Esto facilitará la descripción de la coherencia de las variables junto al problema y las preguntas de investigación planteadas en la investigación.

3.1.1 LA MATRIZ METODOLÓGICA

La Matriz metodológica ayuda a garantizar la estructura del estudio llevando una continuidad articulada en cada criterio expuesto, en el desarrollo del capítulo 2 del proyecto. Como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 4. Matriz Metodológica

Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variables	
		General	Específicos	Independiente	Dependiente
¿Qué tan factible, desde los factores técnicos y financieros, es la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V?	1. ¿Cuáles son los recursos tecnológicos que convendrían para la implementación y desarrollo de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V?	Evaluar los factores técnicos y financieros de la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.	1. Realizar un estudio técnico para la implementación y desarrollo de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, recomendado para disminuir el costo de energía.	Técnico	Factibilidad
	2. ¿Cuánto sería el costo de inversión inicial e impacto financiero que tendría la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V?		2. Desarrollar un estudio financiero para la implementación de un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.		

Según la Matriz metodológica expuesta, se puede observar que el problema y las preguntas de investigación son coherentes y tienen una relación directa con el objetivo general y sus objetivos específicos. El detalle de las variables independientes son los estudios técnico y financiero de quienes depende la determinación de la viabilidad del proyecto de mejora en la granja avícola.

3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Este segmento del estudio en la investigación se conoce como el proceso que detalla y define la función y relación supuesta de cada variable en el estudio de factibilidad de una forma esquemática y lógica (FERRER, 2010). En el siguiente cuadro se detalle la Operacionalización de cada variable.

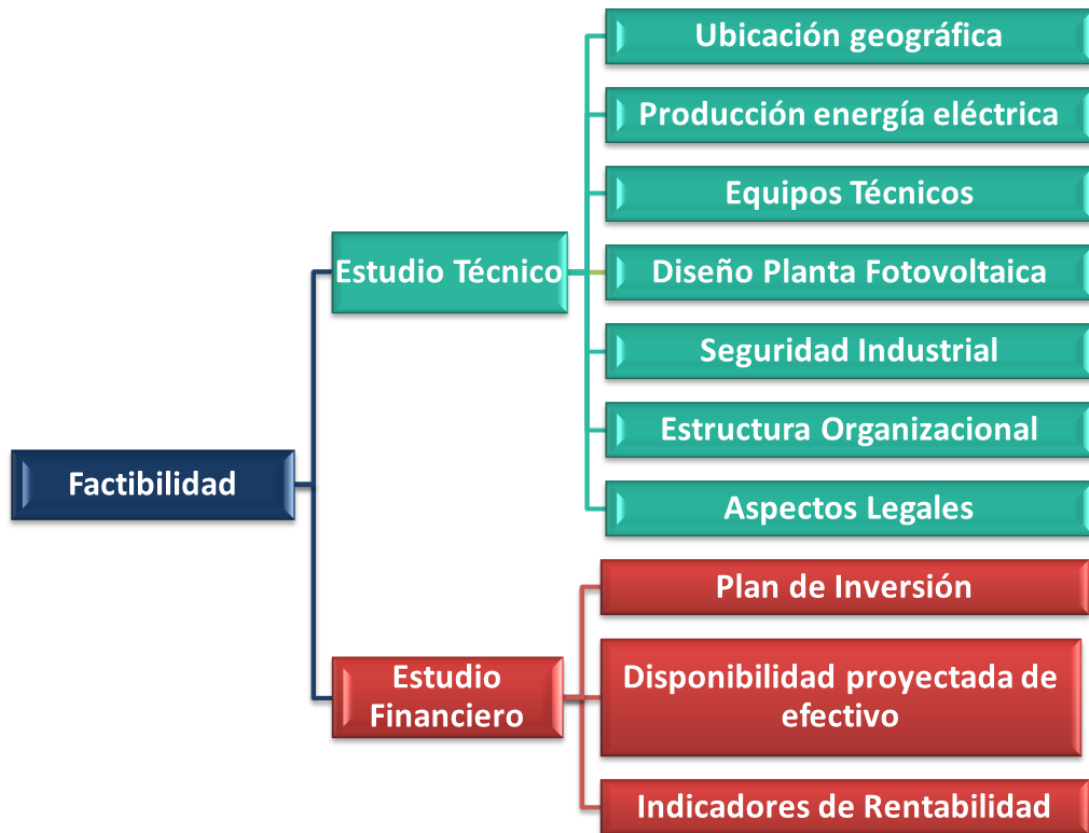


Figura 10. Operacionalización de las variables

Ante la figura expuesta se puede observar cómo se define cada una de las variables independientes: estudio técnico y financiero, las cuales muestran sus dimensiones de quienes depende la rentabilidad del proyecto. A continuación se muestra la tabla de operacionalización de las variables, su definición conceptual y operacional, sus dimensiones e indicadores, ítems y sus unidades de medida.

Tabla 5. Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Items	Unidad		
	Conceptual	Operacional						
Técnico	El estudio técnico es aquel que analiza las diferentes opciones tecnológicas para producir o mejorar los bienes y servicios que se requieren y que permite verificar la factibilidad técnica de cada uno de ellos.	Detallar el funcionamiento y operatividad a través de los diferentes métodos, procesos y procedimientos de producción de un bien o servicio a través del manejo óptimo de la organización industrial y sus medios de producción.	Ubicación geográfica	Macrolocalización	Localización	Área (m2), Latitud, Longitud		
					Datos Meteorológicos	Temperatura y Precipitación (Grados centígrados - mm de lluvia)		
					Topografía	Elevación del sitio		
				Microlocalización	Cargas sísmicas	Magnitud sísmica		
					Área de instalación	Galpones		
					Producción energía eléctrica	Sector energético	Tarifa según su consumo de energía actual	Dólares/Kilowatt hora (\$/kWh)
			Demanda Actual	Lempiras/Kilowatt hora (Lps/kWh)				
			Estimación de la producción de energía	Irradiación en el sitio		Horas sol pico (PSH)		
				Elevación anual del sol		Horas		
				Producción y Demanda Anual		kWh/kWp/día		
				Equipos de Planta		Módulos fotovoltaicos	Tipos de Celdas	Celdas Monocristalinas o Policristalinas
							Dimensión del panel	Pulgadas
			Peso		Kg o Lbs.			
Cobertura Frontal	Vidrio temperado "mm"							
Capacidad Nominal Máxima	Watts (W)							
Voltaje de Operación Óptimo	Voltaje (V)							
Potencia Corriente Directa	Kilowatt (KW)							
Potencia Corriente Alterna	Kilowatt (KW)							
Eficiencia del Equipo	%							
Conectores	MC4, MC3, etc							
Inversor	Potencia CC Máxima	Watts (W)						
	Tensión Entrada Máxima	Voltaje (V)						
	Rango de Tensión	Voltaje (V)						
	Corriente Entrada	Amperio (A)						
	Número de Entradas de punto máxima	1						
Estructuras de Soporte	Rendimiento	%						
	Inclinación	Grados						
	Área del techo	m2						
	Media de la altura del galpón	Pies (ft)						
Diseño de la planta fotovoltaica	Distribución de Planta	Galpones	Cantidad					
		Paneles solares en cada techo	kWp					
	Dimensionamiento de la Planta	Arreglo Fotovoltaico	cantidad					
		Posición y módulos por panel	Cantidad					
	Estimación de área	Distancia mínima entre paneles	m2					
		Arreglo estructura soporte	m2					
		Espacios para instalación y mantenimiento	m2					
		Área requerida para inversor	m2					
		Cableado Eléctrico	Amperio (A)					
		Caida de Tensión	Voltaje (V)					
	Mantenimiento Planta	Frecuencia de Mantenimiento	veces al año					
		Tipo de Mantimiento	Preventivo, Detectivo, Correctivo,					
		Costo Mantenimiento	Lempiras					

Continuación Tabla 5

Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Items	Unidad
	Conceptual	Operacional				
Técnico			Seguridad Industrial	Protección de la planta	Puesta a tierra	Pies (ft)
				Protección Zona DC	Sobre corrientes en las cajas de juntura	Fusible o interruptor termomagnético
			Estructura Organizacional	Recursos Humanos	Personal Técnico	# personas
					Personal Administrativo	# personas
			Aspectos Legales	Permisos legales de operación	CREE (Comisión Reguladora de la Energía Eléctrica)	Permiso
					ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica)	Carta Permiso
Financiero	Análisis de la capacidad de una empresa para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo.	Proceso cuantitativo para medir, evaluar y analizar la decisión de la implementación de un nuevo proceso, tecnología o método que facilite la producción de forma rentable.	Plan de Inversión	Equipo e instalación	Inversión Inicial	Lempiras
				Estructura de Capital	Financiamiento de la inversión (fondos propios y externos)	%
			Disponibilidad proyectada de efectivo	Flujos de Efectivos Proyectados	Consumo energía eléctrica proyectado	Lempiras
					Consumo energía eléctrica con producción de los paneles solares proyectado	Lempiras
					Depreciación acumulada	Lempiras
					Gastos financieros	Lempiras
					Otros Gastos	Lempiras
			Indicadores de Rentabilidad	PIR	Tiempo de recuperación de la inversión a valor descontado	Años, meses
				VAN	Beneficios netos descontados de proyecto	Lempiras
				TIR	Rentabilidad del Capital Invertido	%

Variable Dependiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Items	Unidad
	Conceptual	Operacional				
Factibilidad	La posibilidad de que un proyecto o negocio pueda progresar, garantizando a largo plazo su rentabilidad económica.	Capacidad de un proyecto de lograr un buen desempeño financiero, es decir una tasa de rendimiento aceptable.	Capacidad Financiera	Plan de Inversión	Equipo e instalación	Lempiras
					Estructura de Capital	%
				Disponibilidad proyectada de efectivo	Flujos de Efectivos Proyectados	Lempiras
						Lempiras
				Indicadores de Rentabilidad	PIR	Años, meses
					VAN	Lempiras
TIR	%					

Este cuadro, es resultado de toda la investigación sobre el proyecto de viabilidad, para la implementación de una planta fotovoltaica en la granja avícola Yojoa, sirviendo como guía para el investigador, al momento de evaluar cada variable.

3.2 HIPÓTESIS

Partiendo de la congruencia metodológica de este plan de mejora se define la hipótesis cómo las explicaciones tentativas del problema investigado y deben formularse a manera de proposiciones.

En base a la descripción de una hipótesis se plantea las Hipótesis nula y la alternativa:

Hi: La tasa interna de retorno para la implementación de la planta fotovoltaica en la granja avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V. en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, es mayor a la tasa de costo de capital, de modo que el costo por el suministro de fluido eléctrico se reducirá en el mediano y largo plazo.

Ho: La tasa interna de retorno para la implementación de la planta fotovoltaica en la granja avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V. en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, es menor o igual a la tasa de costo de capital, de modo que el costo por el suministro de fluido eléctrico sería mayor en el mediano y largo plazo.

3.3 ENFOQUE Y METODOLÓGICA

El enfoque de este estudio en su investigación es cuantitativo con un alcance descriptivo, el cual define los diferentes entornos donde el investigador estructurará y sistematizará la información obtenida para sus diferentes análisis.

Descripción del diagrama de investigación:

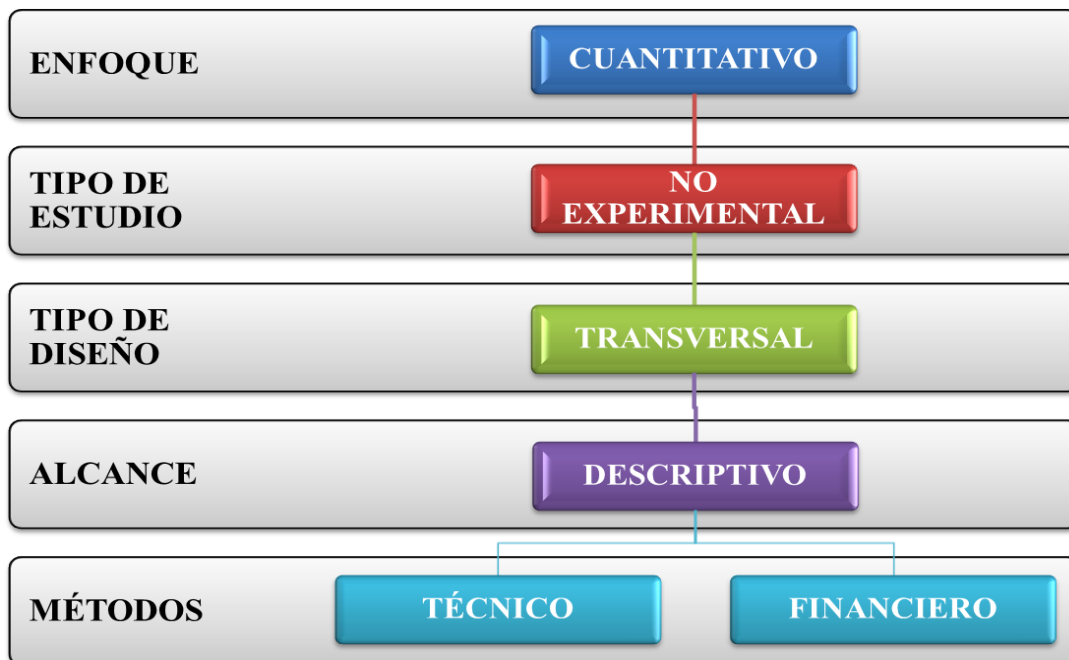


Figura 12. Diseño del Esquema Metodológico

En este esquema se presenta la dinámica y estructura de la metodología, la cual sirve para que el investigador se guíe y profile las fases, instrumentos y herramientas necesarias para la realización o elaboración de la investigación, es decir, este diseño metodológico es un mapa que facilita la interpretación de cada paso que se realice. Así mismo se conjuga una fase con la otra, facilitando la comprensión técnica y financiera que se pretenda realizar en la planta de producción avícola.

- 1) Enfoque: Es cuantitativo buscando obtener información cuantitativa y descriptiva para poder obtener una fotografía de lo que está pasando en la industria, usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (Roberto Hernández Sampieri, 2010, pág. 546).
- 2) Tipo de investigación: Se determina no experimental, porque no existe una manipulación de las variables independientes donde solo se toma información del entorno para el análisis de los datos, dado que la información que se obtendrá es geológica y climática obtenida estadísticamente, la que será parametrizada según los estándares requeridos por la tecnología a ampliar. Al mismo tiempo que se registrarán las cargas de consumo eléctrico para establecer el tipo de panel solar necesario para el funcionamiento de la planta productora de huevos.
- 3) Tipo de diseño de investigación: Tiene un diseño transversal, porque es realizado en un momento único en el tiempo, es decir, su propósito es describir variables y analizar su ocurrencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede y puede abarcar varios indicadores, entre otros aspectos.
- 4) Alcance: La investigación tiene un alcance descriptivo porque se da a conocer la situación actual y la que se espera en la recopilación de datos en el desarrollo de sus variables independientes.
- 5) Métodos: El desarrollo de la investigación se sustenta con los resultados obtenidos del análisis en los resultados del estudio técnico y el estudio financiero.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La delimitación de esta investigación cuenta con varias etapas donde el investigador combinará diferentes métodos de análisis, ya que en algunos puede ser descriptivo como numérico, dependiendo del propósito que se desea alcanzar a niveles técnicos o financieros. Es decir, no prevalece una sola metodología por lo que a continuación se presentan las siguientes fases del diseño de la investigación;

- 1) Recopilación de la información y datos, en esta fase se investiga los beneficios, cualidades y costos de las diferentes tecnologías fotovoltaicas. Ya que, comparativamente los modelos de inversión son más bajos que las antes descritas en el marco teórico, dado que su inversión de infraestructura es relativamente baja, al igual que el suministro básico que se obtiene de la radiación del sol.
- 2) En esta segunda fase se describen los procesos tecnológicos de instalación y uso de la tecnología fotovoltaica, es allí donde se obtiene la información inicial para el desarrollo de un estudio financiero.
- 3) Descripción de procesos e influencia en la producción. En esta fase se desarrolla toda la lista técnica del estudio, la cual concretiza la base financiera para medir los diferentes tipos de financiamiento que se desarrollan en el estudio financiero.
- 4) Fase financiera, es en esta que se determinan los flujos financieros y proyecciones a través de todo el proceso del análisis del sistema financiero correlacionado con la parte técnica.
- 5) En esta quinta y última fase se presentan el impacto que generará esta inversión a la alta gerencia en forma de conclusiones y recomendaciones para determinar su instalación y desarrollo desde la perspectiva de la reducción de costos y gestión del ahorro para absorber el costo financiero de la inversión al mediano y largo plazo.

3.4.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo con Sampieri, población es el conjunto de elementos objeto de estudio. Cada elemento se denomina individuo (Roberto Hernández Sampieri, 2010). En este caso de estudio, la población a investigar es la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V. que consta de 16 galpones, la cual se ubica en el municipio de Santa Cruz de Yojoa.

La muestra se define como el subconjunto de la población y tiene que ser representativa de la misma, sin embargo, en este estudio no se define una muestra como tal, ya que la instalación de los paneles solares no se generará a través de un proceso estadística, sino por la capacidad financiera de la empresa, por lo que solo se instalará en cuatro galpones.

3.4.2 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

La unidad de análisis se fundamentará en aspectos y criterios técnicos y financieros, lo que facilitará el registro de datos y análisis de la información en tiempo real, logrando de esta manera relacionar los aspectos técnicos y financieros de la planta de producción. Es decir, en este segmento se tomarán las métricas como consumo obtenido por los medidores, en horas, en lempiras, kilowatts, desde un periodo de un año. De igual manera se determinará peso, área, datos climáticos, topográficos, cantidades de elementos, al mismo tiempo que financieramente se establecerán ingresos, costos, inversión inicial, flujos proyectados, entre otros.

Lo que facilitará a la unidad de respuesta la comprensión y dimensión del proyecto de mejora en Lempiras, Dólares, porcentajes, cantidades unitarias, especificaciones técnicas de la planta fotovoltaica a instalar, comparativos técnicos que permitan visualizar la optimización del recurso a implementar facilitando la mejor manera un análisis financiero en los tiempos de recuperación y beneficio financiero.

3.4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.

En este segmento de la investigación se elaborará el estudio y análisis del sitio y ubicación de la planta, consumo de la producción de energía eléctrica, diseño de la planta fotovoltaica y

organización de la planta. Al mismo tiempo que se estructurará la capacidad de inversión, métrica del financiamiento y la rentabilidad.

Siendo la metodología cuantitativa la que se empleará en este estudio, se realizarán diferentes cuadros comparativos donde se refleje tarifas y cambios en los precios, de igual manera se trabajan tablas en hojas de cálculo de Excel que muestren el ahorro que generará la implementación de una planta fotovoltaica. Para este propósito se utilizarán herramientas como Google Earth, información actualizada de los diferentes centros que registran el clima para establecer climogramas de la región, así mismo la información del centro Explora Honduras, datos sísmicos actuales de la USGS (United States Geological Survey's), como también el programa de simulación fotovoltaica PVsyst. Lo que permitirá un análisis completo de la región, aparte de los requerimientos estándares de la tecnología a emplear que facilitarán el cálculo y métrica del consumo en tablas en hojas de cálculo de Excel, aporte que fundamenta los diferentes campos del estudio financiero.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizadas para este estudio son las primarias y secundarias las cuales se definen como:

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Hernández, Fernández, & Baptista (2010) Estos expertos las definen de la siguiente manera:

“Las fuentes primarias más utilizadas para elaborar marcos teóricos son libros, artículos de revistas científicas y ponencias o trabajos presentados en congresos, simposios y eventos similares, entre otras razones, porque estas fuentes son las que sistematizan en mayor medida la información; generalmente profundizan más en el tema que desarrollan y son altamente especializadas”, (57).

Las fuentes primarias utilizadas en esta investigación fueron:

- 1) Información o datos proporcionados por la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V.
- 2) Facturación mensual de Energía Eléctrica
- 3) Programa de simulación de energía solar fotovoltaica PVSyst.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias son de suma importancia en esta investigación ya que nos dan la información para la construcción del proyecto en el proceso de búsqueda de la misma, brindándonos información primaria sintetizada que contiene en su totalidad referencias bibliográficas para el estudio del proyecto, las cuales se utilizaron para para confirmar los hallazgos y ampliar el contenido de la información primaria. (ALDA RAQUEL, 2015)

Las fuentes secundarias utilizadas en el estudio del presente proyecto fueron:

- 1) Libros de texto (Metodología de la investigación Roberto Hernández Sampieri)
- 2) CRAI
- 3) Tesis de otros maestrantes
- 4) Buscadores en Google y artículos de sitios web de varias universidades.

3.6 LIMITANTES

Las limitantes son todas aquellas carencias y situaciones que no permiten tener un mejor o mayor alcance en la investigación, pudiendo afectar las conclusiones y recomendaciones que surgen en el estudio. Limitantes se refiere a los factores externos que impiden obtener más información, convirtiéndose en obstáculos para el equipo que realiza la investigación. Dentro de las limitantes de la investigación nos encontramos con el factor tiempo, ya que contamos con 10

semanas lo que consideramos un tiempo corto para una labor tan exhaustiva. Adicionalmente, la empresa suministro información financiera parcial, ya que no fue posible obtener el consumo del generador de energía que se alimenta con bunker, sin embargo, el impacto de dimensionar este consumo no se considera importante e influyente para la decisión de los inversionistas, dado que este aumentaría en un porcentaje no muy significativo la rentabilidad del proyecto. Por otro lado, la poca o nula accesibilidad con las empresas que proveen la comercialización de los sistemas fotovoltaicos, dado que al saber que es un proyecto de tesis de maestría, pierden el interés de colaborar.

CAPÍTULO IV. RESULTADO Y ANÁLISIS

Una vez determinado el planteamiento del problema, se procedió a redactar el marco teórico de la investigación, así mismo, se determinó la metodología a aplicar, lo cual sirve de base para sustentar, realizar y determinar los resultados y análisis del proyecto. Por lo que en el presente capítulo se detallan los resultados y análisis obtenidos a través de las distintas técnicas e instrumentos que fueron aplicados en la investigación. Esta parte del estudio es esencial para poder responder las preguntas de investigación y además servirá de guía para poder aceptar o rechazar la hipótesis mediante los resultados del análisis técnico y financiero.

4.1 ESTUDIO TÉCNICO

El proyecto de mejora se llevará a cabo en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de CV específicamente en su área de producción bajo la premisa de implementar un sistema de energía solar (planta) fotovoltaica como una red de consumo complementaria en su esquema energético. A través de este estudio técnico se podrá identificar y analizar la mejora en el suministro de energía eléctrica en la empresa, específicamente en el área de producción mediante el sistema de energía fotovoltaica. Por lo que se verificará la factibilidad técnica, lo que permitirá definir los equipos, la maquinaria y la condición de las instalaciones necesaria para esta mejora, evaluando la localización y ubicación del plantel y por ende los costos de inversión, capital de trabajo y costos de mantenimiento requeridos para su funcionamiento.

4.1.1 DETERMINACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DEL PROYECTO

A continuación, se presenta el análisis de la localización del plantel en el cual se evaluará la macro localización y micro localización con el propósito de determinar las condiciones atmosféricas y geográficas que aseguren la mayor optimización de la planta fotovoltaica.

4.1.1.1 MACROLOCALIZACIÓN

Partiendo de estos criterios la macro localización cuenta con los siguientes aspectos que definen la ubicación del proyecto de forma específica.

Tabla 6. Datos ubicación de sitio disponible

PAÍS	Honduras
DEPARTAMENTO	Cortés
MUNICIPIO	Santa Cruz de Yojoa
ÁREA (Km2)	725.6
LATITUD (Norte)	15.01°
LONGITUD (Oeste)	-88.00 °

Fuente: (XplorHonduras, 2018)

El departamento de Cortés, tiene su cabecera departamental que es San Pedro Sula y consta de 12 municipios siendo los siguientes: San Pedro Sula, Choloma, Omoa, Pimienta, Potrerillos, Puerto Cortés, San Antonio de Cortés, San Francisco de Yojoa, San Manuel, Santa Cruz de Yojoa, Villanueva y La lima.



Figura 13. Mapa Departamento de Cortés

Fuente: (EspacioHonduras & Peralta, 2015)

Esta localización como región ofrece varios beneficios, ya que se encuentra

geográficamente posicionado entre los lugares de Tegucigalpa, Comayagua, Siguatepeque, El Lago de Yojoa y San Pedro Sula, aparte que por el oeste se encuentra Santa Barbara y Copan, donde su mercado siempre está en constante crecimiento, motivo por el cual es necesario garantizar una producción continúa (XplorHonduras, 2018).

4.1.1.1.1 DATOS METEOROLOGICOS DEL SITIO

El clima de esta zona en el país es tropical. La mayoría de los meses del año están marcados por lluvias significativas, con una corta estación seca de bajo impacto. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Am, clima tropical monzónico. La temperatura media anual en el municipio de Santa Cruz de Yojoa se encuentra a 25.6 °C. En un año, la precipitación media es 2214 mm (Climate-Data, 2018).

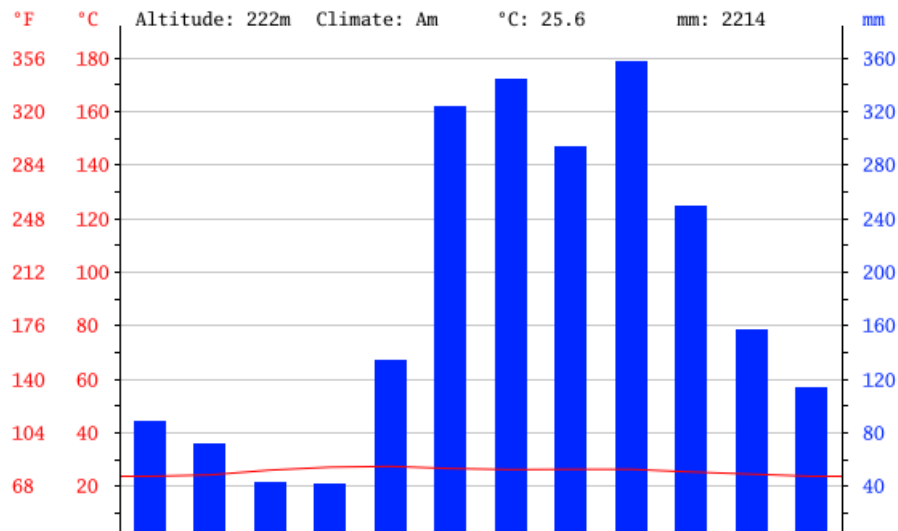


Figura 14. Climograma del clima tropical monzónico

Fuente: (Climate-Data, 2018)

Este climograma es una herramienta estadística que permite manejar la información del tiempo y clima como ser la radiación solar que se necesita para la implementación de un sistema de energía fotovoltaico, científicamente se le llama diagrama ombrotérmico (Portillo, 2018). El clima general en la zona cercana al Lago de Yojoa es tropical, caluroso, con un período de lluvias que va de mayo a octubre. El mes más seco es abril, con 42 mm de lluvia. La mayor cantidad de

precipitación ocurre en septiembre, con un promedio de 357 mm, mayo es el mes más cálido del año. La temperatura en mayo promedio es de 27.4 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en enero, cuando está alrededor de 23.7 ° C. Hay una diferencia de 337 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 3.7 ° C (Climate-Data, 2018).

4.1.1.1.2 TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE ACCESO

La topografía es un factor importante para medir la capacidad de radiación de la zona ya que esta determina la exposición respecto a los rayos solares, en lo que respecta a la localización donde se llevará a cabo el proyecto solar fotovoltaico es en su mayoría regular plana. La Figura muestra la topografía del terreno de oeste a este (de izquierda a derecha en la imagen).



Figura 15. Perfil de elevación del sitio de los galpones

Fuente:(Google Earth,2019)

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Santa Cruz de Yojoa tiene variaciones significativas de altitud, con un cambio máximo de altitud de 468 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 466 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones muy grandes de altitud (1.580 metros). Por otro lado en un radio de 80 kilómetros contiene variaciones extremas de altitud (2.718 metros).

4.1.1.2 MICROLOCALIZACIÓN

En este segmento se presentan los aspectos específicos en torno a la empresa y el proyecto que se desea realizar en sus aspectos técnicos. La planta productora de huevos se encuentra ubicada en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, en un área rural de 1,580 Km cuadrados, la cual garantiza condiciones óptimas para la producción de huevos, ya que las aves se encuentran en un ambiente estable, alejadas del ruido, por lo que se presenta a continuación la ubicación del plantel.

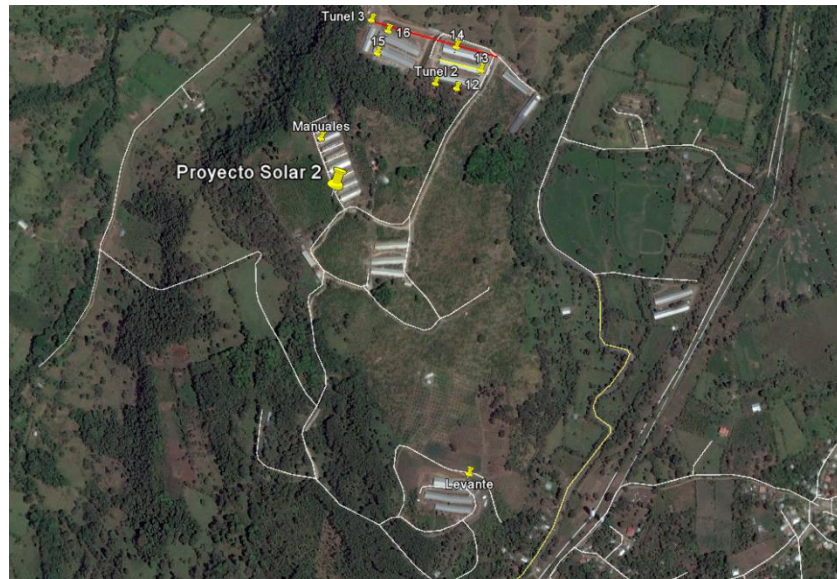


Figura 17. Ubicación geográfica del sitio

Fuente:(Google Earth,2019)

Las condiciones del servicio de energía eléctrica pública en esta zona presentan un suministro ineficiente para la demanda, ya que las interrupciones del fluido eléctrico son constantes por más de 10 horas al día aproximadamente, afectando directamente la producción de huevos y elevando los costos de producción, dado que se tiene que activar el suministro de energía por bunker para equilibrar la producción. Por esta razón la instalación de la planta solar será en los techos de los galpones 13, 14, 15 y 16, con sus respectivas estructuras soporte de los módulos, las calles internas del plantel son de tierra y están en buen estado. La planta de producción de huevos se encuentra a 2km de la carretera CA5, lo que facilita el acceso a los diferentes puntos de comercialización, la igual que a los proveedores de materias primas e insumos.

4.1.2 ANÁLISIS ÓPTIMO Y DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Seguidamente se presentan los parámetros que influyen para la mejora en el suministro eléctrico a través de un sistema fotovoltaico en la planta de producción de huevos, considerando datos como costos y demanda en KW de energía actual, capacidad de producción anual de la planta fotovoltaica a implementar, y otros factores que influyen en la capacidad de producción de la planta fotovoltaica y financiera de la empresa tanto a nivel técnico como operativo, así mismo se presentan los beneficios que ofrece la tecnología a emplear según los proveedores, ya que este mercado tecnológico es cambiante constantemente por las mejoras al sistema fotovoltaico, dado que el crecimiento de este sector ha estimulado a condicionar y generar mayor sostenibilidad en la eficiencia de cada equipo a instalar.

Es importante recalcar que los módulos fotovoltaicos son un complemento que se utilizará en el día integrándose con el suministro estatal, el cual se utilizará en la noche en su mayoría de tiempo, garantizando de esta manera un suministro eficiente y eficaz en la producción de huevos, ya que las aves necesitan luz, para que su metabolismo sea más productivo, desapareciendo de esta forma las interrupciones, tiempos muertos, así como una reducción del costo de energía.

4.1.2.1 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es necesario cuantificar la demanda energética del sistema eléctrico público para realizar las métricas y comparativos que apoyen la información técnica y financiera que garantice la rentabilidad de la mejora que se desea implementar la Granja Avícola Yojoa, así como determinar la necesidad de la granja que suplirá la energía solar, y de esa forma proceder a identificar los componentes que integran una planta fotovoltaica, los cuales deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas, presupuestaria y expectativas de rentabilidad de los inversionistas.

4.1.2.2 SECTOR ENERGÉTICO

El sector energético en el que se desarrollará el proyecto de mejora con una planta fotovoltaica es el sector media tensión. Esta categorización se desarrolla a nivel nacional creando sectores como residencial, comercial, industrial, entre otros. La resolución CREE-019 establece

que tiene derecho a la tarifa de media tensión los usuarios conectados en una tensión de 13.8 o 34.5 kV con un único punto de medición en ese nivel. El precio de la potencia se calculará de acuerdo a dos condicionantes: la demanda máxima registrada en el mes o el 85% de la más alta registrada en los últimos 11 meses, el sistema automáticamente hace esta comparación (Gaceta, 2016). Sin embargo, las deficiencias en la red de distribución que suministran este recurso no son óptimas en la zona del municipio de Santa Cruz de Yojoa, por lo que se complementa la demanda con la generación que realizará el sistema solar fotovoltaica.

4.1.2.2.1 DEMANDA ACTUAL DE LA GRANJA

Para el desarrollo del proyecto se consideró el consumo energético de la Granja Avícola Yojoa de tres años completos, tanta energía activa en kWh, demanda en kW, el consumo total por mes en Lempiras. Cabe recalcar que, dentro del valor del costo total de la energía eléctrica, se incluye el costo del alumbrado público, gastos de comercialización y gastos de regulación, generando un costo de energía eléctrica mayor a lo establecido por lo tarifado de la ENEE.

Tabla 7. Detalle consumo de energía y potencia

Mes	Activa (kWh)	Demanda (kWh)	Tarifa Energía		Cargo por tarifa Lempiras			Otros Cargos	Lempiras	
			Energía	Demanda	Energía	Demanda	Contratada		Total Factura	(kWh)
Año 2016										
Mayo	151,179	816	2.399	247	L. 362,663	L. 201,062	L. 563,725	L. 2,374	L. 566,099	L. 3.74
Junio	126,000	392	2.399	247	L. 302,261	L. 96,647	L. 398,909	L. 13,504	L. 412,413	L. 3.27
Julio	133,000	406	2.399	247	L. 319,054	L. 100,099	L. 419,153	L. 6,751	L. 425,904	L. 3.20
Agosto	126,000	413	2.399	247	L. 302,261	L. 101,825	L. 362,318	L. 6,682	L. 327,231	L. 2.60
Septiembre	119,000	378	2.399	247	L. 285,469	L. 93,196	L. 378,665	L. 6,709	L. 385,374	L. 3.24
Octubre	112,000	420	2.399	247	L. 268,677	L. 103,551	L. 372,227	L. 6,584	L. 378,811	L. 3.38
Noviembre	98,000	378	2.399	247	L. 235,092	L. 93,196	L. 328,288	L. 6,482	L. 334,769	L. 3.42
Diciembre	84,000	385	2.460	251	L. 206,665	L. 96,545	L. 303,211	L. 10,319	L. 313,529	L. 3.73
Año 2017										
Enero	105,000	364	2.460	251	L. 258,332	L. 91,279	L. 349,611	L. 10,669	L. 360,280	L. 3.43
Febrero	84,000	378	2.460	251	L. 206,665	L. 94,790	L. 301,455	L. 10,054	L. 311,509	L. 3.71
Marzo	98,000	378	2.546	251	L. 249,459	L. 95,022	L. 344,481	L. 10,625	L. 355,107	L. 3.62
Abril	91,000	378	2.631	252	L. 239,394	L. 95,255	L. 334,648	L. 10,208	L. 344,856	L. 3.79
Mayo	119,000	406	2.716	253	L. 323,192	L. 102,560	L. 425,752	L. 10,372	L. 436,124	L. 3.66
Junio	147,000	413	2.707	253	L. 397,900	L. 104,690	L. 502,589	L. 10,197	L. 512,787	L. 3.49
Julio	140,000	399	2.707	253	L. 378,952	L. 101,141	L. 480,093	L. 9,931	L. 490,024	L. 3.50
Agosto	119,000	399	2.707	253	L. 322,109	L. 101,141	L. 423,250	L. 9,937	L. 433,187	L. 3.64
Septiembre	105,000	413	2.691	252	L. 282,597	L. 104,206	L. 386,803	L. 9,917	L. 396,720	L. 3.78
Octubre	105,000	406	2.691	252	L. 282,597	L. 102,440	L. 385,037	L. 9,760	L. 394,797	L. 3.76
Noviembre	105,000	406	2.691	252	L. 282,597	L. 102,440	L. 385,037	L. 9,951	L. 394,988	L. 3.76
Diciembre	84,000	406	2.713	252	L. 227,917	L. 102,512	L. 330,429	L. 10,269	L. 340,698	L. 4.06

Continuación Tabla 7

Mes	Activa (kWh)	Demanda (kWh)	Tarifa Energía		Cargo por tarifa Lempiras			Otros Cargos	Lempiras	
			Energía	Demanda	Energía	Demanda	Contratada		Total Factura	(kWh)
Año 2018										
Enero	77,000	351	2.713	252	L. 208,924	L. 88,625	L. 297,549	L. 10,490	L. 308,039	L. 4.00
Febrero	88,800	351	2.713	252	L. 240,941	L. 88,625	L. 329,566	L. 10,785	L. 340,351	L. 3.83
Marzo	115,200	380	2.713	252	L. 312,572	L. 95,947	L. 408,519	L. 8,204	L. 416,724	L. 3.62
Abril	134,400	395	2.713	252	L. 364,668	L. 99,734	L. 464,402	L. 10,758	L. 475,160	L. 3.54
Mayo	144,000	406	2.713	252	L. 390,715	L. 102,512	L. 493,227	L. 10,215	L. 503,442	L. 3.50
Junio	126,000	409	2.730	258	L. 343,967	L. 105,367	L. 449,334	L. 9,880	L. 459,214	L. 3.64
Julio	117,600	400	2.730	258	L. 321,036	L. 103,048	L. 424,084	L. 11,943	L. 436,028	L. 3.71
Agosto	140,400	388	2.730	258	L. 383,278	L. 99,957	L. 483,235	L. 12,134	L. 495,369	L. 3.53
Septiembre	151,200	400	2.730	258	L. 412,761	L. 103,048	L. 515,809	L. 11,601	L. 527,410	L. 3.49
Octubre	148,800	454	3.161	261	L. 470,372	L. 118,329	L. 588,700	L. 11,718	L. 600,419	L. 4.04
Noviembre	164,400	440	3.161	261	L. 519,685	L. 114,680	L. 634,365	L. 13,001	L. 647,365	L. 3.94
Diciembre	150,000	452	3.161	261	L. 474,165	L. 117,807	L. 591,972	L. 13,108	L. 605,080	L. 4.03
Año 2019										
Enero	115,200	412	3.088	263	L. 355,772	L. 108,290	L. 464,062	L. 13,815	L. 477,877	L. 4.15
Febrero	114,000	392	3.088	263	L. 352,066	L. 103,033	L. 455,100	L. 13,484	L. 468,583	L. 4.11
Marzo	121,200	455	3.088	263	L. 374,302	L. 119,592	L. 493,894	L. 13,835	L. 507,730	L. 4.19
Abril	132,000	407	3.406	311	L. 449,539	L. 126,701	L. 576,240	L. 13,110	L. 589,350	L. 4.46
Mayo	145,200	448	3.406	311	L. 494,493	L. 139,464	L. 633,957	L. 14,008	L. 647,965	L. 4.46

Fuente: (Granja Avícola Yojoa, 2019)

Se puede observar que los costos de energía de la Granja Avícola han incrementado en el transcurso de los años, si bien es cierto, este está ligado al aumento del consumos en KW, sin embargo, cabe recalcar que este incremento en el costo energético en gran medida se debe a los cambios alcistas e impredecibles de las tarifas energéticas, así mismo se debe considerar el factor clima, ya que este repercute de forma negativa en el suministro eléctrico, y aún más a la Granja por su actividad industrial, ya que las altas temperaturas del país produce un aumento en la demanda energética para la climatización, iluminación y ventilación de las aves.

4.1.2.3 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para desarrollar este segmento es fundamental cuantificar la necesidad que requiere la granja avícola en su consumo de kilowatts de manera mensual para procesar los datos que determinen la información requerida con el propósito de parametrizar los niveles de consumo que el sistema fotovoltaico deberá generar dado que el suministro de este sistema complementará la energía obtenida por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, garantizando el buen funcionamiento de la planta productora, eliminando tiempos muertos y reduciendo el costo y así facilita el ahorro en lempiras proyectada. Por lo que es prioridad a través de este consumo

eléctrico determinar si la irradiación, elevación anual del sol y la producción anual del sistema fotovoltaico suplen las necesidades de energía en la granja.

4.1.2.3.1 DATOS DE IRRADIACIÓN

La radiación solar se mide en función de la cantidad de potencia sobre una superficie de un metro cuadrado. La irradiación solar que ya es el termino en función de potencia por unidad de tiempo ($\text{Wh}/\text{m}^2/\text{día}$) tiene diferentes niveles a lo largo y ancho del país, siendo la zona sur y suroeste las que reciben mayor cantidad de horas de sol en el día, como lo muestra el mapa solar de la Figura.

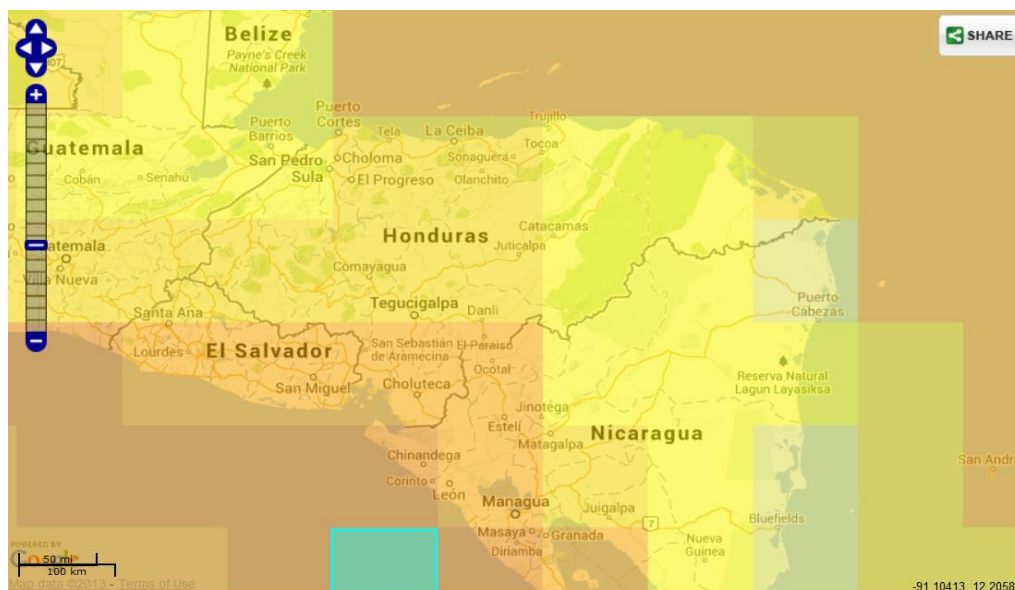


Figura 20. Mapa de radiación solar en Honduras

Fuente: (Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), 2019)

Los registros de las fuentes digitales que se utilizaron para determinar la GHI (Irradiación Global Horizontal) u horas sol pico en el sitio seleccionado para el proyecto se muestran en la tabla a continuación. La irradiación solar dada en $\text{Wh}/\text{m}^2/\text{día}$ también se puede medir en PSH (Peak Sun Hour u Horas Sol Pico) que es equivalente a $1000 \text{ W}/\text{m}^2$ durante una hora dado en $\text{kW}/\text{m}^2/\text{día}$.

Tabla 8. Irradiación Global Horizontal del sitio seleccionado, (kWh/m²/día).

Mes	SUNY	NREL	NASA
	(Alta Resolución)	(Resolución Moderada)	(Baja Resolución)
Ene	5.408	6.61	5.49
Feb	6.104	5.784	6.03
Mar	6.635	5.2	6.45
Abr	6.778	6.321	6.33
May	6.12	5.653	5.8
Jun	6.192	5.755	5.82
Jul	6.336	5.534	6.15
Ago	6.507	6.825	6
Sep	5.688	5.948	5.29
Oct	5.472	5.198	5.2
Nov	5.4	5.532	5.32
Dic	5.057	5.437	5.3
Promedio	5.975	5.816	5.765

Fuente: (SWERA, 2019)

Para fines de estimaciones de producción base o de referencia se utiliza la captación de Irradiación Global Horizontal que capta la radiación solar directa del sol y la difusa del cielo, esta se ve limitada ya que el sol cambia de posición durante el día, por lo tanto, solo se capta la mayor radiación cuando el sol esta al Cenit, o sea, a 90° con la superficie horizontal de captación. También está la Irradiación Global Inclinada, la cual se ajusta con una inclinación que está relacionada con el ángulo de latitud del sitio donde se capta la radiación solar; el objetivo de este método es captar la mayor radiación posible durante un día completo lo cual se logra identificando la posición geográfica del sitio seleccionado, determinando si está en el hemisferio norte o sur y determinar también si está dentro de los Trópicos de Cáncer y Capricornio. Este tipo de método es el más utilizado para la inclinación de módulos fotovoltaicos de las plantas solares, a que se puede ajustar para captar el máximo de radiación en épocas específicas o durante todo el año (Hernandez , 2014).

En algunas aplicaciones se utiliza otro método de captación que maximiza la radiación solar incidente en la superficie de la tierra, este método se denomina Irradiación Directa Normal; consiste en una superficie colectora de rastreo que sigue el movimiento diario del sol captando siempre la radiación de forma perpendicular (Hernandez , 2014). Un ejemplo gráfico de los métodos de captación de radiación solar expuestos se muestra en la Figura a continuación.

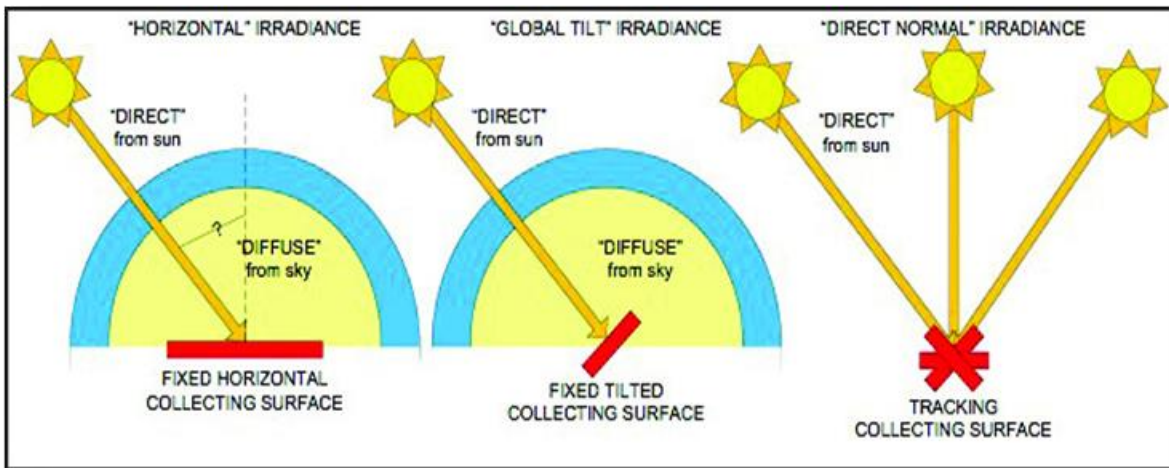


Figura 21. Métodos de captación de radiación solar

Fuente: (Hernandez , 2014)

Honduras está ubicada geográficamente de manera favorable para la captación de radiación solar ya que se encuentra en el hemisferio norte y entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio. La orientación de los paneles solares para el proyecto fotovoltaico Santa Cruz de Yojoa- 400 kW es hacia el hacia el ecuador terrestre, en este caso hacia el sur. El ángulo de inclinación de los paneles será la misma del techo de los galpones. El proyecto buscará la mayor optimización de la producción durante todo el año, maximizando al mismo tiempo la captación de radiación en la temporada de invierno; por lo tanto, se instalarán los paneles fotovoltaicos con la inclinación actual de los techos de los galpones.

4.1.2.3.2 CAMBIOS DE ELEVACIÓN ANUAL DEL SOL

El sol diariamente tiene un movimiento azimutal de este a oeste que coincide con la salida y puesta del sol. De igual manera el sol cambia su elevación con el pasar de los meses, esto sucede entre los solsticios de verano e invierno. La ventaja de la posición geográfica de Honduras de estar entre los trópicos es que el sol alcanza el Cenit 2 veces al año durante los equinoccios. A continuación, se presenta una figura que muestra el movimiento del sol en la región donde está ubicada la granja.

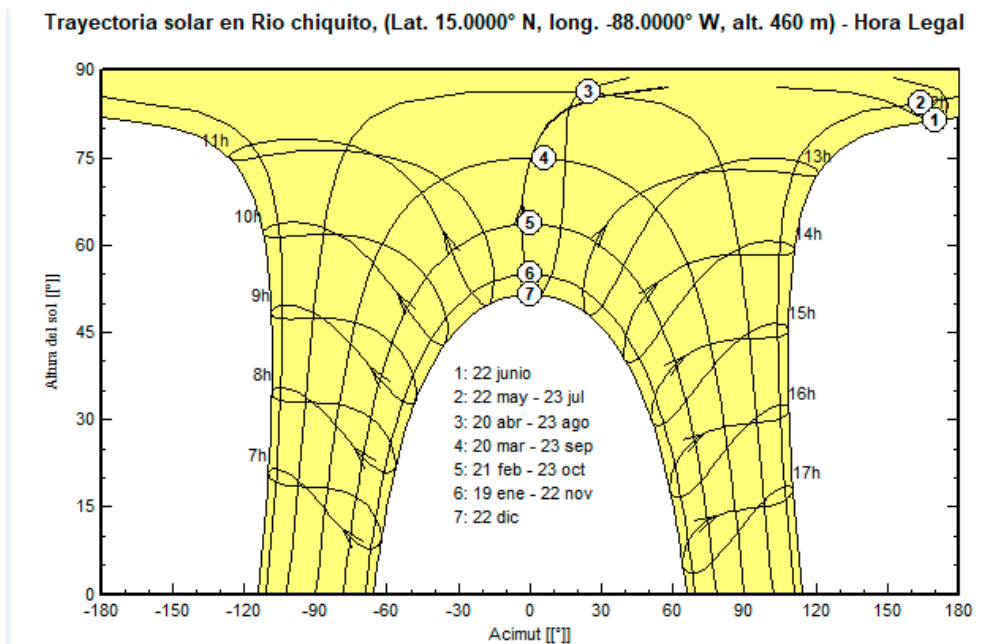


Figura 23. Cambio de elevación del Sol

Fuente: (PVSyst, 2019)

En la Figura se ilustra el movimiento del sol en el día y el cambio de elevaciones con el paso de los meses (de diciembre a junio) para la zona de Santa Cruz de Yojoa, Departamento de Cortés, donde estará ubicado el proyecto fotovoltaico. En las figuras se observa que la incidencia máxima de radiación solar durante el año será durante los mediodías y teniendo una elevación máxima (Cenit) solamente durante los mediodías de abril y agosto.

4.1.2.3.3 PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

En este segmento se observa la producción de energía que suministrará el sistema fotovoltaico, es decir, es aquí donde se muestran las tablas y gráficas de lo que se generará en toda la instalación lo cual es una sumatoria de la energía solar transformada por cada panel solar en periodos de tiempos determinados como mes y año, de igual manera los rendimientos de eficiencia del sistema se podrá parametrizar de acuerdo a la capacidad instalada según las especificaciones técnicas suministradas por los proveedores. Así mismo, esta información es un recurso indispensable para el estudio financiero, ya que es la base para realizar cálculos, análisis y diferentes proyecciones.

4.1.2.3.3.1 PRODUCCIÓN ANUAL

Para determinar la producción anual de la planta fotovoltaica se utilizan los datos de Irradiación Global Horizontal como base para la estimación de la producción. También se consideraron los factores siguientes:

- 1) Standard Test Conditions: es la condición de prueba que se realiza para metrizar el rendimiento de salida del panel, la cual se utiliza por la mayoría de los fabricantes: (STC = 1 kW/m²).
- 2) Capacidad Nominal Instalada: este término se refiere al nivel máximo de producción, transformación o transmisión del módulo fotovoltaico = 400,000 Wp.
- 3) Eficiencia Del Sistema: en esta medida se visualiza la capacidad del cumplimiento de la función esperada de manera conjunta por todo el módulo fotovoltaico = 85% (Estándar = 75-85%)
- 4) Días por mes: en este parámetro las evaluaciones se registran diariamente haciendo una sumatoria del mes para garantizar las capacidades, rendimientos y el abastecimiento que el módulo debe de cumplir. = 30.416

Considerando la información técnica anterior se utiliza la ecuación de producción de energía mensual para estimar la producción anual de la planta solar fotovoltaica Santa Cruz de Yojoa-400 kW. Así mismo se determina el factor de planta que se espera tener.

$$PRODUCCIÓN MENSUAL = \frac{HSP \times \#Días \times Capac.Nominal \times Efic.Sistema}{STC}$$

Ecuación (5) Producción de energía mensual (Antakira, 2007)

$$FACTOR DE PLANTA = \frac{PRODUCCIÓN MENSUAL}{Capac.Nominal \times \#Días \times 24 hrs}$$

Ecuación (6) Factor de Planta (Antakira, 2007)

Se procedió a vaciar los datos detallados anteriormente, en el Programa Informático para Sistemas Fotovoltaicos (PVsyst), el cual proyectó la producción de energía en KWH por cada hora del día considerando los diferentes meses, esto en vista del cambio climático, dicho dato es muy útil, ya que nos permite visualizar las horas en que se producirá más energía limpia, y así ver el comportamiento de alternación con el consumo actual de la energía eléctrica suministrada por la Empresa de Energía Eléctrica.

Tabla 10. Producción energía solar por hora

Nueva variante de simulación
Monthly Hourly sums for E_Grid [kWh]

MES	0H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H	20H	21H	22H	23H	
Enero	0	0	0	0	0	0	35	2,891	5,119	6,725	7,841	8,521	7,960	7,337	6,046	3,991	1,722	12	0	0	0	0	0	0	
Febrero	0	0	0	0	0	0	21	2,876	5,454	7,191	7,715	8,137	7,666	7,308	5,866	4,119	2,028	95	0	0	0	0	0	0	
Marzo	0	0	0	0	0	0	580	3,504	6,216	7,803	9,154	9,295	9,130	8,177	6,752	4,749	2,350	161	0	0	0	0	0	0	
Abril	0	0	0	0	0	0	1,460	3,978	6,321	7,711	8,631	8,589	8,291	7,212	5,986	3,995	1,769	232	0	0	0	0	0	0	
Mayo	0	0	0	0	0	4	1,703	4,046	5,902	7,052	8,273	7,612	6,915	6,560	5,076	3,536	1,604	295	0	0	0	0	0	0	
Junio	0	0	0	0	0	1	1,318	3,196	5,140	6,462	7,052	7,343	6,783	6,299	4,985	3,483	1,779	333	0	0	0	0	0	0	
Julio	0	0	0	0	0	0	1,428	3,706	5,686	7,295	8,182	7,290	6,818	6,408	5,382	3,940	2,082	352	1	0	0	0	0	0	
Agosto	0	0	0	0	0	0	1,294	3,516	5,781	7,120	8,197	8,079	7,326	6,523	5,491	3,789	1,816	268	0	0	0	0	0	0	
Septiembre	0	0	0	0	0	0	1,441	3,584	5,343	6,480	7,388	6,969	6,708	6,457	5,422	3,596	1,600	90	0	0	0	0	0	0	
Octubre	0	0	0	0	0	0	1,415	3,601	5,469	6,574	7,246	7,291	7,632	6,448	4,916	3,059	967	6	0	0	0	0	0	0	
Noviembre	0	0	0	0	0	0	996	3,726	5,587	7,229	7,896	7,912	7,057	6,273	4,644	2,868	795	-	0	0	0	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	0	0	0	107	3,004	5,307	7,127	8,023	8,195	7,546	6,769	5,411	3,322	1,084	1	0	0	0	0	0	0	
Año	0	0	0	0	0	4	11,799	41,629	67,325	84,771	95,598	95,232	89,832	81,771	65,977	44,446	19,598	1,845	1	0	0	0	0	0	
TOTAL ANUAL	699,828																								

Fuente: (PVsyst, 2019)

La tabla muestra la cantidad de kWh que se producirán en las diferentes hora del día y en los distintos meses del año, donde se puede ver que la planta fotovoltaica proveerá energía en un

promedio de 12 horas al día, alcanzando su mayores hora pico en verano entre las 10 a 11 hora, es decir cuando el sol se encuentra más elevado; La salida del sol más temprana es a las 5:20 el día 3 del mes junio, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 1 minuto más tarde a las 6:21 el 22 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 17:18 el 22 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 1 hora y 7 minutos más tarde a las 18:25 el 8 del mes de julio (Weather Spark, 2019). Para visualizar informe generado por el sistema ver Anexo 5.

A continuación se muestra el cuadro del consumo de la energía activa en KWh de la Granja Avícola Yojoa, proyectada durante el periodo de evaluación del proyecto, junto con la estimación de la producción de la planta solar fotovoltaica, tanto en el escenario optimo (total de los datos arrojados por el sistema PVSyst), como en el escenario normal o prudente (el 80% de la capacidad de la planta).

Tabla 11. Demanda Operativa de Granja (Energía Activa en KWh)

Mes	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Enero	115,315.20	115,430.52	115,545.95	115,661.49	115,777.15
Febrero	114,114.00	114,228.11	114,342.34	114,456.68	114,571.14
Marzo	121,321.20	121,442.52	121,563.96	121,685.53	121,807.21
Abril	132,132.00	132,264.13	132,396.40	132,528.79	132,661.32
Mayo	145,345.20	145,490.55	145,636.04	145,781.67	145,927.45
Junio	126,252.13	126,378.38	126,504.76	126,631.26	126,757.89
Julio	117,835.32	117,953.15	118,071.11	118,189.18	118,307.37
Agosto	140,680.94	140,821.62	140,962.44	141,103.41	141,244.51
Septiembre	151,502.55	151,654.05	151,805.71	151,957.51	152,109.47
Octubre	149,097.75	149,246.85	149,396.09	149,545.49	149,695.03
Noviembre	164,728.96	164,893.69	165,058.59	165,223.65	165,388.87
Diciembre	150,300.15	150,450.45	150,600.90	150,751.50	150,902.25
Consumo Proyectado	1,628,625.40	1,630,254.02	1,631,884.28	1,633,516.16	1,635,149.68
Escenario Optimo (87.20% de la capacidad de la planta)					
Producción Planta Solar	699,831.00	699,831.00	699,831.00	699,831.00	699,831.00
% Cubierto	42.97%	42.93%	42.88%	42.84%	42.80%
Escenario Conservador (80.00% de la capacidad de la planta)					
Producción Planta Solar	642,046.79	642,046.79	642,046.79	642,046.79	642,046.79
% Cubierto	39.42%	39.38%	39.34%	39.30%	39.27%

Dado los resultados mostrados en la tabla anterior podemos observar que según la proyección del consumo de la energía activa en KWh de la Granja Avícola Yojoa, y la estimación de la producción de la planta fotovoltaica, esta suplirá la necesidad de la granja entre un 39% y un 42%.

4.1.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

En el siguiente segmento se plasma la solución tecnológica a la necesidad requerida por la empresa avícola, a través del conjunto de instalaciones con el propósito de suministrar energía a la red interna del área de producción, mediante el sistema fotovoltaico donde su función es captar y transformar la radiación solar en electricidad de forma óptima y práctica. Esta planta eléctrica está compuesta básicamente por módulos fotovoltaicos, inversor y su estructura de soporte los cuales transforman la energía solar en energía continua y en energía alterna. Es importante mencionar que la planta fotovoltaica se instalara mediante un sistema conectado a red, es decir, trabajara de forma conjunta con la red de distribución pública, esto en vista que el costo de instalarla mediante el sistema aislado o autónomo es muy alto.

4.1.3.1 CONFIGURACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.1.3.1.1 EQUIPOS DE PLANTA

Para la comprensión del sistema fotovoltaico se presenta en este ítem la descripción de cada elemento que interviene en el proceso de generación de energía a través del sol, su estructura y dinámica que juega con el ambiente exterior, ya que este sistema es anclado a la superficie del techo y no colocado en la superficie de la tierra. Desde allí, las directrices técnicas cambian, desde la perspectiva de eficiencia al mismo tiempo que sus costos, por lo que cada módulo fotovoltaico que se instala es un kit de elementos seleccionados de manera personalizada a las necesidades de la empresa y sus expectativas en lo que a generación de energía se refiere, no existen dos módulos fotovoltaicos iguales para diferentes necesidades o empresas, ya que las condiciones externas son diferentes.

4.1.3.1.2 MODULO FOTOVOLTAICO

En base al análisis de la necesidad de energía demandada y los resultados arrojados por el sistema PVSystem, los módulos solares recomendados en la implementación del proyecto fotovoltaico de 400 kW será de silicio poli cristalino, ya que son los que tienen una buena eficiencia a un costo más bajo que los mono cristalinos que tienen una eficiencia un poco mayor, pero el costo es mayor inclusive. El fabricante de módulos fotovoltaicos a utilizar es Canadian Solar, el cual opera como proveedor de energía global con subsidiarias comerciales exitosas en 19 países, en 6 continentes. A su vez es un fabricante líder mundial de módulos fotovoltaicos solares, y un proveedor de soluciones de energía solar (Solar, 2016). Adicionalmente, es uno de los mayores fabricantes de productos fotovoltaicos verticalmente integrado, con más de 4.5 GW de módulos instalados a nivel mundial. Está clasificada y certificada por la TUV Rheinland para las ISO 9001: 2008, la ISO 14001: 2004 y la BS OHSAS 18001: 2007, IEC 61215, IEC 61730, CE, SA 8000 y PC CYCLE (Solar, 2016). El modelo recomendado es el poli cristalino Max Power_CS6U- de 72 celdas de 340 Wp, o similar. Las especificaciones técnicas de este tipo de módulo se detallan en el Anexo 2 y el modelo físico de módulo se detalla en siguiente figura.



Figura 24. Módulo Canadian Solar Policristalino

Fuente: (Canadian Solar, 2019)

La tecnología de Celdas de poli-PERC implementada en estos módulos incrementa la potencia del mismo, aseguran la fiabilidad de salida y sistema, respaldado por estrictas pruebas

de calidad de BOM y sus procesos de fabricación automatizados. La potencia pico, 340Wp, es el parámetro usado a la hora de calcular la cantidad de paneles (módulos) necesarios para la operación, como se verá detallado más adelante. Cabe mencionar que los datos del punto de potencia máxima son utilizados para diseñar el circuito en condiciones nominales, pero los paneles pueden operar en un rango de tensiones y corrientes dadas por su curva de operación.

4.1.3.1.3 INVERSOR

El inversor es una pieza fundamental en la instalación eléctrica fotovoltaica, ya que permite la conversión de la energía generada por los módulos de corriente continua a corriente alterna. Así como su adecuación a la tensión y frecuencia de la red. Los inversores seleccionados para el proyecto fotovoltaico de 400 kW son los de la marca SMA; estos productos han sido desarrollados basándose en décadas de experiencia en la industria y plataformas de tecnología probadas. Los inversores SMA son ideales para las plantas medianas fotovoltaicas, cuentan con eficiencias altas, componentes probados, diseños compactos y modulares. También cuentan con protecciones en los lados DC y AC, funcionalidad completa al soporte de red, fácil y rápida instalación e incluyen opciones de comunicación de dato y monitoreo remoto (SMA, 2019). El modelo de inversor a utilizar en el proyecto es el SMA Sunny Boy SB 11000TLUS-12, se utilizarán 36 inversores y el modelo cual se muestra en la figura. Las especificaciones técnicas de este inversor se detallan en el Anexo 2.



Figura 25. Inversor SMA

Fuente: (SMA Solar Inverters, 2019)

La gama de inversores SMA Sunny Boy está diseñada específicamente para aplicaciones de conexión a red a partir de un generador fotovoltaico. Estos inversores son adecuados tanto para entorno doméstico como industriales, debido a su facilidad de utilización, nulo mantenimiento y bajo nivel sonoro. Durante la noche el inversor permanece parado vigilando el comportamiento de la tensión de la red y del generador, al amanecer la tensión del generador aumenta, lo que pone en funcionamiento el inversor inyectando corriente en la red.

4.1.3.1.4 ESTRUCTURA SOPORTE

Uno de los elementos más importantes en una instalación fotovoltaica, para asegurar un óptimo aprovechamiento de la radiación solar es la estructura soporte, encargada de sustentar los módulos solares. Para una mejor interpretación de las estructuras, se ha tomado como referencia las estructuras de IronRidge, la cual ha sido diseñada para garantizar su eficacia y duración, facilitar su transporte y manipulación, y optimizar su integración en el medio ambiente. La estructura destaca por su sencillez, ya que no requiere ningún corte, es de rápida instalación y es compatible con diferentes tipos de módulos. Todos los componentes del sistema de montaje empotrado IronRidge se han probado hasta el límite, se han probado en entornos extremos: lluvia, viento y nieve y están totalmente certificados, cumplen con el código, están listados en UL 2703 y están respaldados por una garantía de 25 años (IRONRIDGE, 2019).

El diseño de la estructura permite una amplia variedad de aplicaciones utilizado universalmente para cualquier revestimiento del techo, incluso en techos planos o espacios abiertos. Es una solución global eficiente en costos, la cantidad requerida podría optimizar el costo, los plazos de entrega son manejables y sus fases de planificación e instalación no son extensas. La Figura muestra las estructuras IronRidge de soporte ya armadas adecuadas para plantas solares fotovoltaicas de gran escala mostrando la adaptabilidad que tiene la estructura para el tamaño de paneles solares que se pretende instalar, siendo una instalación básica sin necesidad de muchas variaciones técnicas o modificaciones a los paneles solares o superficie adonde serán instalados.

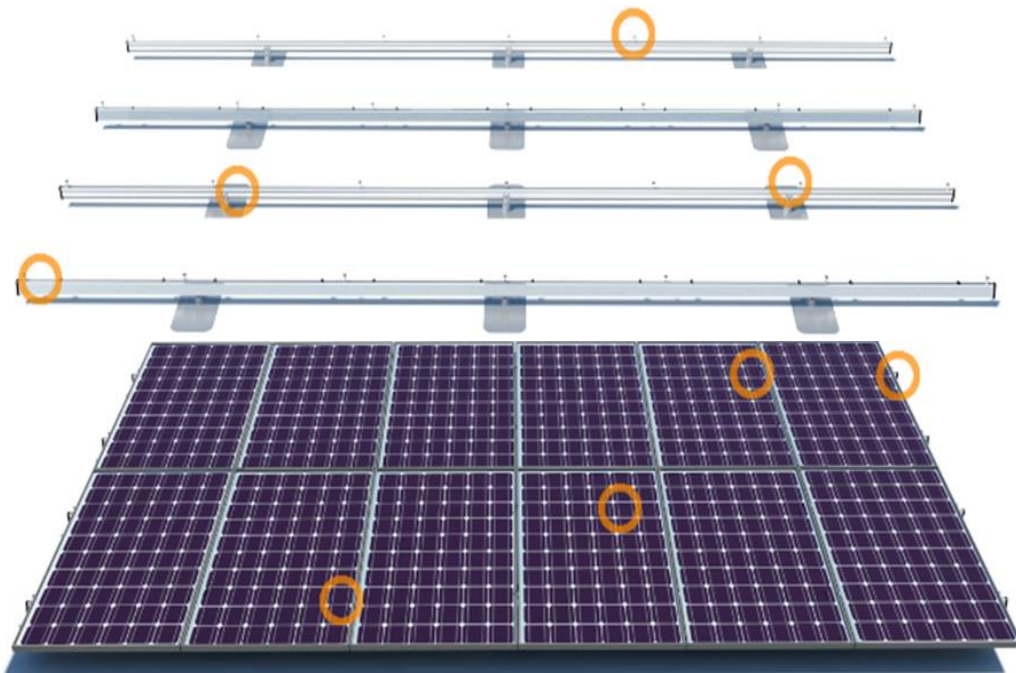


Figura 26. Estructuras de soporte para módulos fotovoltaicos IRONRIDGE.

Fuente: (IRONRIDGE, 2019)

Los rieles XR son la columna vertebral de la matriz solar. Su perfil curvado único aumenta la resistencia estructural y la capacidad de expansión, lo que permite menos penetraciones en el techo y diseños de sistemas más rentables. El OVNI (Objeto de sujeción universal) es un sujetador de una sola pieza que se adapta a todos y que une de forma rápida y segura los módulos solares a los rieles XR. Viene lubricado y ensamblado, con un diseño elegante y de bajo perfil. Con solo presionar una manga de tapón, el OVNI se transforma en una abrazadera de extremo. FlashFoot2 es un accesorio de techo todo en uno para el montaje de rieles XR en techos de tejas de composición. Su diseño integrado incorpora características estructurales e impermeables en un solo conjunto. Esto elimina la necesidad de separaciones separadas, flashes y pies en L, y reduce el número total de procedimientos de instalación (IRONRIDGE, 2019).

4.1.3.2 COSTOS DE LOS SUMINISTROS E INSUMOS

En este apartado se visualiza los costos de la tecnología a emplear en el sistema fotovoltaico, suministrado por diferentes proveedores, los cuales partieron de la mismas premisas e información para analizar y evaluar el sistema adecuado a la necesidad de la granja, a estas cotizaciones se le añaden el costo de instalación en el que incurrirá la empresa tomando las medidas de seguridad a nivel de equipo y personal técnico encargado de la instalación, es de

resaltar que los proveedores son locales, distribuidores exclusivos de sus tecnologías con empresas internacionales que se dedican a la comercialización e instalación de las diferentes tecnologías de las plantas fotovoltaicas, garantizando la calidad del módulo, y de la instalación, por lo que se compra el proyecto completo para su instalación, disminuyendo de esta manera el riesgo de manipulación de los equipos del sistema fotovoltaico, ahorrando de esta manera en el proceso la disminución de riesgo y en el suministro de los equipos del sistema fotovoltaico, contando con el personal calificado en la manipulación e instalación del sistema, dejando al personal de ingeniería de la granja la responsabilidad de supervisión y verificación de las pruebas en los periodos de garantía.

Tabla 12. Comparativo Ofertas Proveedores

COMPARATIVO DE OFERTAS			
DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
COTIZACION ENERCO			
Módulos solares poli cristalino CS6U - 340P 1500V P4 de alta eficiencia del 17.50%	1,188	\$ 203.67	\$ 241,959.96
Suministro e instalación de soportaría	1,188	\$ 50.49	\$ 59,982.12
Inversores Sunny Boy SB 11000TLUS-12 - 240V	36	\$ 2,690.80	\$ 96,868.80
Suministro e instalación de circuitos de cada arreglo a inversores	72	\$ 227.59	\$ 16,386.42
Suministro e instalación de alimentador de tableros de centro de distribución TCD a tablero principal de entrada ENEE	1	\$ 434.00	\$ 434.00
Suministro e instalación de red de tierra para sistema fotovoltaico.	4	\$ 190.00	\$ 760.00
Trámites legales ENEE y planos para aprobación del proyecto y firma del ingeniero	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Sub Total			\$ 417,391.30
15% de ISV			\$ 62,608.70

Continuación Tabla 12.

TOTAL			\$ 480,000.00
COTIZACION ECOENERGY			
Módulos solares poli cristalino CS6U - 340P 1500V P4 de alta eficiencia del 17.50%	1,178	\$ 216.75	\$ 255,331.50
Suministro e instalación de soportaría	1,178	\$ 53.67	\$ 63,226.79
Inversores Sunny Boy SB 11000TLUS-12 - 240V	49	\$ 2,084.03	\$ 102,117.57
Suministro e instalación de circuitos de cada arreglo a inversores	98	\$ 176.29	\$ 17,276.42
Suministro e instalación de alimentador de tableros de centro de distribución TCD a tablero principal de entrada ENEE	1	\$ 456.42	\$ 456.42
Suministro e instalación de red de tierra para sistema fotovoltaico.	5	\$ 120.37	\$ 601.85
Trámites legales ENEE y planos para aprobación del proyecto y firma del ingeniero	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
Sub Total			\$ 440,010.55
15% de ISV			\$ 66,001.58
TOTAL			\$ 506,012.13

Partiendo de las especificaciones que se le proporciono a los proveedores, presentaron su oferta económica encontradas en el Anexo1, donde se puede observar que el proveedor “ECOENERGY” presenta un inversor con una capacidad menor a la de los paneles solares, lo que incurre en pérdida de la capacidad de los modulo fotovoltaicos en su generación de energía, lo que a corto, mediano y largo plazo, representará una falla técnico en el sistema fotovoltaico y una pérdida en la eficiencia, así como en la rentabilidad financiera de la empresa, por esta razón se decide descartar esta oferta, de igual manera al costo de compra es mayor en un 5.4% en comparación a la oferta de ENERCO.

4.1.3.3 DISEÑO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

A continuación, se presentan las características más relevantes del diseño y construcción de los galpones existentes en la Granja Avícola Yojoa, dado que esta información garantiza la integridad del sistema fotovoltaico que se instalará en los techos de los galpones elegidos para iniciar un proceso de mejora que reduzca los tiempos muertos por falta de suministro eléctrico, costos de bunker en la generación de energía y genere un ahorro en el nuevo sistema fotovoltaico

que se desea implementar. Este propósito de investigación estructura la calidad con la que desempeñará el nuevo sistema. Ya que la industria avícola maneja estándares en los tamaños y dimensiones de cada galpón variando solamente las cargas sísmicas que se determinan según el terreno donde se desarrolla este tipo de proyectos en su infraestructura.

4.1.3.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS GALPONES EN LA GRANJA

El área de construcción de cada galpón es de 800 metros cuadrados, 10 metros de ancho y 80 metros de largo, lo que garantiza la instalación ya que solo se requiere 578 metros cuadrados para la colocación de los paneles solares, de igual manera su altura estándar es de 2 a 3 metros en sus paredes externas y la altura máxima del techo es de 4 a 5 metros, lo que permite mantener ventilado el área de las gallinas ponedoras, la longitud de las dos aguas en las que se compone el techo es de 5.38 metros sin tomar en cuenta el metro de alero que evita que la pared del galpón sea azotada por el agua lluvia por lado. Las columnas están construidas con varilla de $\frac{3}{4}$ de diámetro, sujeta con anillos de varilla de $\frac{1}{4}$ de diámetro a cada 15 cm y sus zapatas corridas con las especificaciones antisísmicas de la zona y sus paredes son de bloque de cuatro pulgadas, ya que en su interior el ambiente está climatizado. Es de resaltar que existe una separación entre galpones de dos metros promedio, esto con la finalidad de mantener ventilación entre ellos y fácil acceso.



Figura 27. Visualización Galpones

En el interior de los galpones se encuentra un área para almacenar alimento y otros insumos requeridos, e incluso un bloque de cal para desinfectar las suelas de los zapatos de las personas que ingresan a ellos, así mismo en el interior de estos galpones se encuentra, en el caso de gallinas ponedoras, un nido por cada 5 gallinas en postura. Los nidos se ubican entre los comederos y el dormitorio. Los nidos deben presentar 32 cm de largo * 28 cm de ancho * 30 cm de alto.

4.1.3.3.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

A continuación, se presenta la ordenación física óptima de los elementos que constituyen el módulo fotovoltaico en la planta de producción avícola. Esta ordenación comprende la ubicación a intervenir y los espacios de trabajo en el proceso de instalación, dado que los galpones ya se encuentran contruidos y con aves ponedoras en producción, por lo que esta asignación se realizará con mucho detalle y cuidado para no entorpecer el proceso productivo. La ubicación de los módulos fotovoltaicos está delimitada a los galpones seleccionados, en la ubicación que se describirá más adelante para el uso del equipo a instalarse.

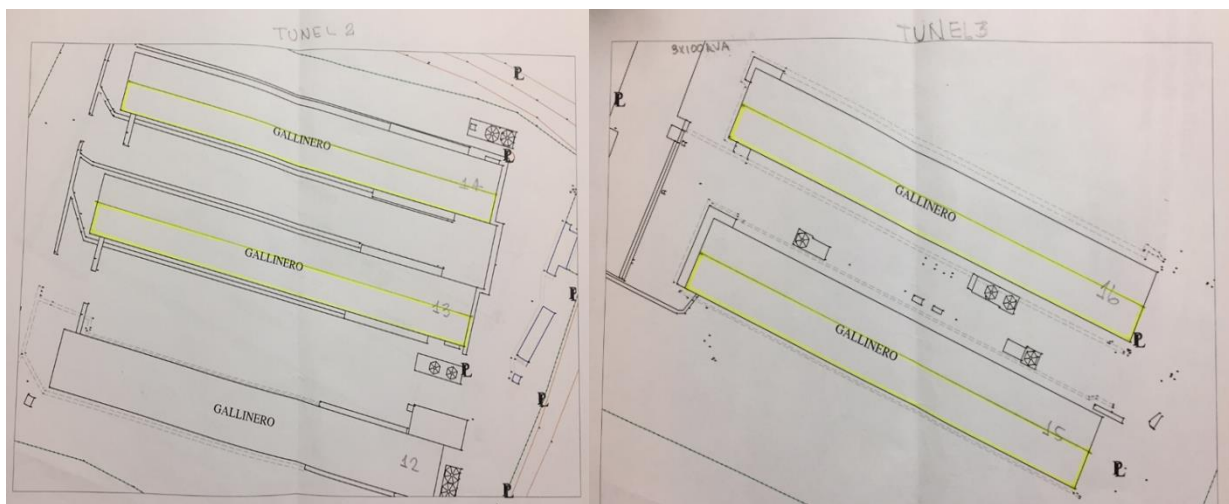


Figura 28. Ubicación paneles solares en el agua sur de los techos de los galpones 13, 14, 15 y 16.

El diseño preliminar del proyecto fotovoltaico tendrá una distribución de planta de la siguiente manera: Se colocarán 100 kWp de paneles solares en cada techo, y específicamente en

el agua sur, de los galpones 13, 14, 15 y 16. Se colocan en los techos con vista al sur para optimizar la radiación solar ya que por especificaciones técnicas los paneles deben estar orientados al ecuador, y así potencializar su eficiencia al máximo, de esta manera se garantiza un buen uso del módulo fotovoltaico según estándares y normas de los fabricantes.

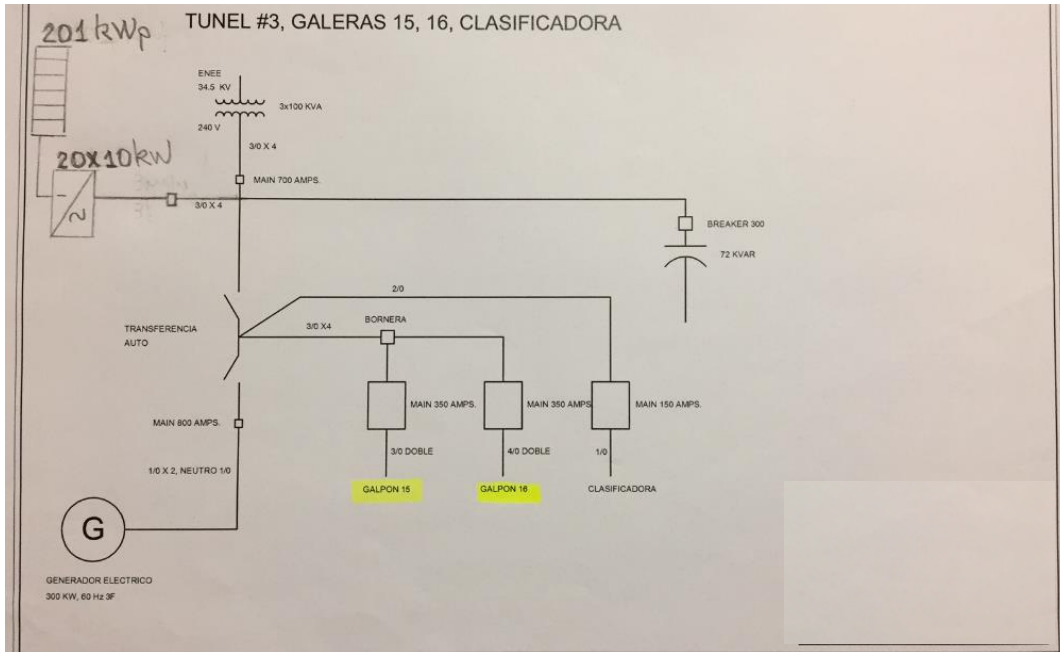


Figura 29. Diagrama unifilar de Conexión para los galpones 15 y 16

Zona DC Baja Tensión: Para cada Galpón de 100.98 kW: Los módulos fotovoltaicos de 340 Wp se agruparán en 9 arreglos de 3 cadenas de 11 módulos cada uno. Los arreglos fotovoltaicos se conectarán a 9 cajas de juntas o conexiones DC. Cada caja de junta o conexión DC de baja tensión va conectado a un inversor de 11.22 kW, haciendo un total de 9 inversores por galpón. (9 X 11.22kW= 100.98 kW) En total serán 36 inversores para toda la Granja. Es decir, esta conexión en serie aprovecha la sumatoria de las tensiones para cubrir la demanda que se debe producir, de igual manera el diagrama unifilar se define como el esquema general de conexión de todos los elementos y equipos, dado que es una sola línea entre todos los elementos, tanto de conducción como de protección y control.

Zona DC/AC Baja Tensión: A la salida de cada uno de los inversores de 11.22kW se conectará la cuchilla-AC de baja tensión.

4.1.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA

En el siguiente ítem se desglosará el cálculo del número de módulos necesarios para suministrar de modo fiable un determinado consumo durante un margen de tiempo determinado, tratando de mantener el balance entre la máxima fiabilidad del estimado con un costo de inversión aceptable para la parte interesada, definiendo la cantidad de cada componente en el arreglo fotovoltaico, inversor a instalar y la planta fotovoltaica como tal. Tomando los datos globales de la distribución de planta se determinan los parámetros y cálculos del dimensionamiento de la capacidad a instalarse en la planta.

Arreglo Fotovoltaico: este proceso práctico se define como el conjunto de módulos conectados eléctricamente en serie o paralelo, sin embargo, el que se utiliza en este proceso es en serie, siendo las características eléctricas del arreglo son de carácter análogo a la de módulos individuales, con la potencia, corriente y voltaje modificados de acuerdo al número de módulos conectados en serie o paralelo de acuerdo a las necesidades de generación de energía de la planta de producción avícola. La tabla muestra un resumen del dimensionamiento que tendrá la planta solar fotovoltaica junto con la capacidad de instalada

Tabla 13. Dimensionamiento de la planta

Arreglo FV		<i>kWp por Arreglo</i>
Módulos por Cadena	11	11.22
Cadena	3	
Módulos FV	33	
Wp de Módulo	340	
Caja de Juntura	1	
Inversor		<i>kWp por Inversor</i>
Inversor	1	11
Cajas de Juntura	1	
kWp de Arreglo	11.22	
Planta Fotovoltaica		<i>Total, kWp</i>
Inversores	36	403.92
Cajas de Juntura	36	
Módulos FV	1,188	
Cadenas	108	

Fuente: (Datos PVSyst,2019)

Cada arreglo fotovoltaico (PV Array) está formado por 11 módulos de 340 Wp conectados en serie, los cuales forman una cadena (PV String) y 3 cadenas, dando como resultado la siguiente capacidad por arreglo:

$$\text{Módulos/Arreglo} = 11 \text{ módulos} \times 3 \text{ cadenas} = 33 \text{ módulos}$$

Ecuación (7) Cálculo Módulos por arreglo fotovoltaico (Antakira, 2007)

$$\text{Capacidad/Arreglo} = 33 \text{ módulos} \times 340 \text{ Wp} = 11.220 \text{ kWp}$$

Ecuación (8) Cálculo capacidad en kWp por arreglo fotovoltaico (Antakira, 2007)

Cabe mencionar que los módulos fotovoltaicos CANADIAN Solar tienen un peso aproximado de 22.40 kg y un área de 1.752 m², por lo tanto, cada cadena de 11 módulos cubre un área total de 19.27 m² y una contribución de 12.8 kg/m². Los 33 módulos de cada arreglo fotovoltaico se agrupan en una caja de juntura por cada inversor y se tienen un total de 36 inversores, por lo tanto, el número total de módulos para toda la planta son:

$$\text{Total de Módulos de Planta} = 33 \times 36 = 1,188$$

Ecuación (9) Totalidad módulos fotovoltaicos (Antakira, 2007)

Inversores:

Ya que el esquema agrupa 3 arreglos fotovoltaicos por cada inversor, se tiene una potencia pico de entrada:

$$\text{kWp de } \frac{\text{Entrada}}{\text{Inversor}} = 3 \times 3.749 \text{ kWp} = 11.220 \text{ kWp}$$

Ecuación (10) Potencia pico por inversor (Antakira, 2007)

4.1.3.5 ESTIMACIÓN DE ÁREAS

A continuación, se presenta las medidas establecidas para el desarrollo de la mejora que se implementará en la empresa avícola Yojoa, estos criterios definen longitudes a través de procesos matemáticos que facilitan la comprensión del tamaño.

Para determinar el área a necesitar para el proyecto fotovoltaico hay que tomar en cuenta varios factores, tales como:

- 1) Posición y cantidad de módulos por panel o sistema de estructura.
- 2) La distancia mínima entre filas de paneles solares.
- 3) Arreglo de las estructuras de soporte de los módulos.
- 4) Espacios para los arreglos fotovoltaicos para instalación y mantenimiento.
- 5) Áreas requeridas para los inversores.

Los módulos se agrupan en cadenas de 11 piezas dispuestas en pares verticales como lo muestra la figura.

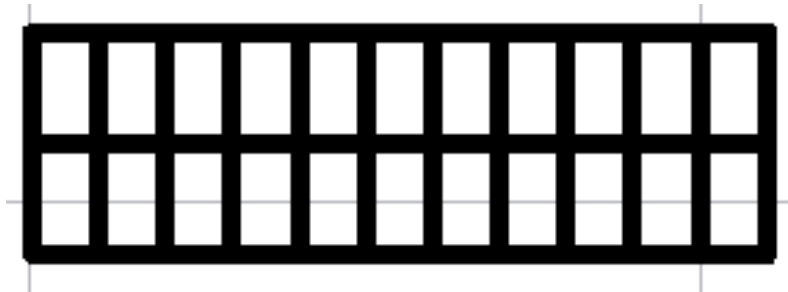


Figura 31. Posición y agrupamiento de módulos fotovoltaicos

Fuente: (Elaboración propia, 2019)

$$\text{Área FV por galpón} = 578 \text{ m}^2$$

$$\text{Área Total Planta Fotovoltaica} = 578 \text{ m}^2 \times 4 \text{ galpones} = 2,312 \text{ m}^2$$

Ecuación (11) Área total de la planta (Antakira, 2007)

4.1.3.5.1 CABLEADO ELÉCTRICO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para los cálculos del cableado eléctrico del sistema fotovoltaico se toman en cuenta los siguientes criterios establecidos por el NEC (National Electric Code):

Se recomienda conductores de cobre para el cableado de sistemas fotovoltaicos (NEC 1105). Se exige que se utilicen conductores de calibre #12 AWG o superiores (NEC 720-4). Se recomienda la utilizar cables con aislamiento resistente a la luz del sol y a la humedad UF o USE-RHH (NEC 690-31, 34). La capacidad de los conductores se debe ajustar al 125% de corriente nominal de los circuitos (NEC 690-8). Se recomienda manejar una caída de voltaje no mayor al 3% de la tensión de alimentación Nominal (NEC 715-2).

Zona 1/DC: Cableado de cadenas de módulos a caja de juntas.

$$I_{\text{zona 1 DC}} = I_{\text{de la cadena}} \times 1.25 = 8.41 \text{ A} \times 1.25 = 10.51 \text{ A}$$

Se selecciona un conductor calibre #8 AWG RHH (NEC/Tabla 310-16) con una ampacidad máxima de 55 amperios, una resistencia de 0.78 Ω /1000 pies (NEC/Tabla 9) y estimando una distancia desde la última cadena de módulos hasta la caja de juntas de 100 m (327 pies), se procede a calcular la caída de tensión:

$$CT = 2 \times L \times R_{\text{cond.}} \times I = \frac{2 \times 327 \times 0.78 \times 10.51}{1000} = 5.36 \text{ V}$$

$$\%CT = \frac{CT}{V_{\text{nom}}} \times 100 = \frac{5.36 \text{ V}}{230 \text{ V}} \times 100 = \mathbf{2.33\% < 3.00\%}$$

Ecuación (12) Caída de Tensión (Antakira, 2007)

Por lo tanto, el calibre de conductor seleccionado cumple con los requerimientos de ampacidad y caída de tensión.

Conductor para Zona 1/DC es \rightarrow **2#8 AWG (USE/RHH) o 10 mm².**

4.1.3.6 MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es de carácter preventivo y correctivo, ya que no tiene partes que corren con el riesgo de desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricante. adicional a esto la experiencia demuestra que los sistemas fotovoltaicos tienen muy pocas posibilidades de avería, especialmente si la instalación se ha realizado correctamente y si se realiza un mantenimiento preventivo correcto y oportuno. El mantenimiento preventivo que se define como el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema (García, 2012). Este mantenimiento se caracteriza principalmente en una limpieza periódica, ya que de esta manera la suciedad situada en los paneles puede bloquear parte de la irradiación, causando disminución en el rendimiento de capacidad de la instalación.



Figura 32. Mantenimiento Paneles solares

Fuente: (García, 2012)

La frecuencia del proceso de limpieza depende de la intensidad del proceso de ensuciamiento y la exposición del sistema fotovoltaico; lo cual según la localización de la Granja este no estará expuesto a grandes cantidades de polvo, por lo que se considera que estos se limpiaran 6 veces al año, es decir cada dos meses. Adicionalmente, se debe de realizar una inspección visual de los módulos fotovoltaicos, para detectar posibles errores o fallos en los módulos provocados por daños físicos a la estructura del panel, previendo una posible rotura del

vidrio temperado, que podría producirse por algún factor del ambiente ajeno a la instalación o alguna oxidación en la estructura y circuitos de las células. El otro tipo de mantenimiento que se realiza es el correctivo, que en este caso aplicaría si se tuviera una condición atípica natural dado que el módulo fotovoltaico está diseñado para una duración de vida útil de 20 años.

4.1.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad en este proyecto de mejora en la granja es un aspecto fundamental que se debe tener muy en cuenta en el proceso instalación de este tipo de sistema fotovoltaico tanto desde el punto de vista personal como del equipo. Durante el montaje se debe evitar cualquier deterioro o daño material de los elementos de la instalación fotovoltaica, así como cualquier posible daño personal. Se debe tener especial cuidado en la manipulación de los elementos del sistema (placas solares, inversores, cableado, estructura...) para evitar posibles daños tanto en el momento de transporte y almacenamiento como durante el montaje.



Figura 33. Equipo de Protección personal

Fuente: (Antakira, 2007)

La figura anterior nos muestra el equipo de seguridad que debe de utilizar el personal tanto al momento de la instalación del sistema fotovoltaico, como el momento de darle mantenimiento al mismo, dentro de los cuales se encuentra la protección anticaída utilizando arneses, anclajes y el uso de cuerdas de vida, así como elementos de protección personal (EPP) en buen estado como ser: cascos de seguridad y zapatos de tipo dieléctrico, guantes aislantes con cuero protector para

el nivel de tensión requerido, protección visual y es casos necesarios protección facial, y ropa de trabajo adecuada para lo cual se sugiere ropa de trabajo ignífuga (mínimo estándar recomendado de algodón y evitar fibras sintéticas, polar u otra ropa que favorece la combustión ante eventos de arco eléctrico).

4.1.4.1 PUESTA A TIERRA

Con la finalidad de hacer plenamente fiable el funcionamiento de las protecciones de la planta se deberá instalar un sistema de tierra eléctrico de prestaciones adecuadas al cual se conectarán estructuras no energizadas de equipos eléctricos y estructuras de soporte. La finalidad es proteger los equipos contra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas, las corrientes de cortocircuito de fallas de líneas con estructuras y de los posibles choques eléctricos a las personas que están en contacto con estructuras metálicas. El NEC Art. #690(E), sección 690-41 al 47 establecen: Que los puntos de conexión de puesta a tierra de deben ubicar lo más cerca posible a la fuente fotovoltaica para que los sistemas queden más protegidos contra las posibles sobretensiones producidas por los rayos. Que los electrodos deberán estar a no menos de 6 pies (1.83 m) uno del otro y que dichos electrodos deben estar en contacto con la tierra al menos en 8 pies.

Los electrodos junto con los conductores de puesta a tierra y las estructuras metálicas deben formar un anillo equipotencial al contorno de los equipos o edificaciones mismos que deben unirse a través de soldaduras exotérmicas. El calibre de cable para la red de tierra para el caso del proyecto fotovoltaico Santa Cruz de Yojoa-400 kW deberá ser de cobre calibre #4 AWG en las estructuras de los paneles solares y del #4/0 AWG para las estructuras los inversores.

4.1.4.2 PROTECCION ZONA DC

Las protecciones en la zona DC serán:

Contra sobre corrientes en las cajas de juntura, ya sea a través de fusibles o interruptores termo magnéticos los cuales desconectan las cadenas de módulos FV para aislar las fallas. En la entrada del inversor (DC), contra sobre tensiones, sobre corrientes, picos de potencia los cuales desconectaran los circuitos alimentadores individuales de las cajas de juntura o el bloque

completo de entrada. En la salida del inversor (AC), contra sobre tensiones y corrientes, baja frecuencia, bajo factor de potencia, pérdida de potencia, transigente y armónico.

4.1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

El proyecto fotovoltaico Santa Cruz de Yojoa-400 kW para la fase de instalación y desarrollo de proyecto contara con el apoyo de personal administrativo y de ingeniería para las gestiones de contratos, licitaciones y supervisión del montaje del proyecto. Así mismo el proyecto en su etapa de puesta en marcha u operación contar con el siguiente personal técnico y administrativo. Este personal ya trabaja en la Granja Avícola.

Tabla 14. Estructura Organizacional

Personal Administrativo	
Gerente de Planta	1
Secretaria	1
Personal Técnico	
Técnicos de Planta	1

Cabe mencionar que para los periodos de mantenimiento y limpieza de paneles no se necesitara la contratación temporal de personal técnico o la tercerización de dichas actividades.

4.1.6 ASPECTOS LEGALES

Este estudio también contempla la normativa legal que regula y verifica la instalación del suministro de energía eléctrica alternativa que las empresas privadas desarrollan para mejorar su suministro de energía eléctrica y de esta manera tornarse más competitivos y reducir costos, ya que en el sistema nacional se encuentran aún deficiencias por parte del sector público, entre las leyes que se consideran están la Ley General de la Industria Eléctrica Honduras y su reglamento- Decreto 404-2014: Aprobada en 2014, regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad. De igual manera regula las actividades de importación y exportación del sector y la operación del sistema eléctrico nacional. Esta ley y su normativa es la única que aplica en la investigación, dado que la producción de energía que se realizará es para el sector privado de una empresa avícola y no se comercializará.

La otra normativa que aplica en este contexto productivo es Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables – Decreto 70-2007 con el objeto de promover la inversión pública y privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables nacionales, lo que garantiza la promoción de otras energías renovables de bajo costo y de poco o nulo impacto ambiental.

4.1.7 CRONOGRAMA

A continuación se presenta el cronograma de actividades para la compra e instalación del módulo fotovoltaico de la Granja Avícola Yojoa, el cual muestra la planificación general de las diversas actividades que se desarrollaran y la estimación de tiempo de duración de cada una, favoreciendo así el desarrollo, seguimiento, y control de la implementación del sistema fotovoltaico, todo esto previsto en condiciones normales, es decir, pueden generarse cambios en la planeación por motivos climáticos, problemas de traslado del equipo o personal por situaciones sociales como huelgas, entre otros ajenos a la granja y la empresa proveedora del sistema fotovoltaico, por lo que se mantendrá una comunicación eficiente con el proveedor con el objetivo de llevar a cabo el proyecto en el tiempo planificado.

Tabla 15. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS (182 días / 30 días mensuales promedio = 6 meses)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P & I Diagramas e Ingeniería de diseño para Montaje	■	■	■																							
Fabricación de paneles solares	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
Fabricación de Inversores	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Fletes, transporte y nacionalización paneles solares													■	■	■	■	■	■	■							
Fletes, transporte y nacionalización de inversores													■	■	■	■	■	■	■							
Manuales de Operación de Equipos																			■	■						
Ejecucion de Montaje Mecanico/ Electrico y Automatizmo																					■	■	■	■	■	■
Pruebas y puesta en marcha del sistema																										■

El cronograma nos muestra las distintas fases que conlleva la implementación del sistema fotovoltaico, desde el diseño del montaje hasta las pruebas y puesta en marcha del sistema, el cual lleva un lapso de 6 meses en su totalidad, vemos que la etapa de mayor duración es la fabricación de los equipos, por lo que se considera prioridad que el proveedor ENERCO realice las gestiones de compra de forma oportuna, con el objetivo de no alargar el tiempo establecida en el cronograma. En el Anexo 3 se encuentra el detalle de las actividades por cada etapa.

4.2 ESTUDIO FINANCIERO

Este estudio en especial, conlleva el monto de los recursos económicos necesarios que implica la ejecución del proyecto previo a su puesta en marcha, así como la determinación del costo total requerido en su periodo de operación. Es decir, el estudio financiero es fundamental para la evaluación de un proyecto de inversión, dado que analiza y mide una nueva inversión para la empresa como es el caso de la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, ya que se perfila la capacidad de la empresa para ser sustentable y rentable en el tiempo. Esto a través de la información obtenida en el estudio técnico que presenta una estructura de costos por la adquisición del equipo del módulo fotovoltaico al mismo tiempo que los costos de instalación, contemplados en un global por la compra del proyecto.

4.2.1 VIDA ECONÓMICA DEL PROYECTO

En este segmento se presenta la vida económica del sistema fotovoltaico que se instalará en la Granja Avícola Yojoa, con el objetivo de reducir los costos de energía eléctrica y mejorar el suministro de la energía. Para este propósito, la vida económica del proyecto se mide a través de las especificaciones y garantías de uso del módulo fotovoltaico, a su vez el plazo de vencimiento establecido del financiamiento para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 16. Vida Económica del proyecto

Descripción:	Años
Vida útil de la planta fotovoltaica	20
Financiamiento de la inversión	5
Periodo de evaluación del proyecto	5

Como se muestra en la tabla anterior, la vida útil del modelo fotovoltaico según los estándares y especificaciones técnicas del equipo a utilizar y de los proveedores es de 20 años, así mismo el financiamiento se obtendrá a cinco años con El Banco de Occidente, S.A. de C.V. Es importante hacer mención que el periodo a lo largo del cual la planta fotovoltaica se depreciara, no es necesariamente igual a su vida económica, ya que la vida o periodo de depreciación del bien o activo, está basado en principios contables y/o fiscales que no necesariamente guardan relación con la vida económica del bien, por lo que establece un periodo de evaluación del proyecto de 5 años en la Granja Avícola Yojoa, S.A. de C.V.

4.2.2 MONTO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

En el siguiente ítem se presenta la inversión necesaria para llevar a cabo la instalación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, el cual se determinó a partir de la sumatoria de los equipos y componentes necesarios para iniciar y mantener en operación. Los precios que a continuación se detallan son los resultados de varias ofertas económicas presentadas por diferentes proveedores, de las cuales en el Estudio Técnico se decidió aceptar la oferta del proveedor ENERCO (Energética y Cogeneración) una empresa especializada en negocios de generación y comercialización de energía eléctrica, con criterios de sostenibilidad medioambiental, social y económica.

Tabla 17. Monto de inversión requerida del proyecto

Descripción del Producto:	Costo
Módulos Fotovoltaicos	\$ 241,959.96
Estructura Soporte	\$ 59,982.12
Inversores	\$ 96,868.80
Suministro e Instalación de la planta	\$ 17,580.42
Trámites Legales	\$ 1,000.00
15% de ISV	\$ 62,608.70
Inversión Total (USD)	\$ 480,000.00
Tasa de Cambio	L. 24.67
Inversión Inicial (HNL)	L. 11,842,272

Este monto de inversión incluye la compra de equipos, instalación de los paneles, acondicionamiento del área donde se instalarán los módulos, mano de obra, conexión con la red interna, equipos de protección, cableado, cajas de junta por cada arreglo fotovoltaico, así como trámites legales y permisos necesarios con las instituciones correspondientes para la puesta en marcha del proyecto, la cual asciende a la suma de \$480,000.00. Dentro de los equipos principales que se comprarán están los 1,188 módulos fotovoltaicos poli cristalinos marca Canadian Solar, 36 inversores marca SMA Sunny Boy y 1,188 estructuras de soporte de los paneles IronRidge.

4.2.3 ESTRUCTURA Y COSTE DE CAPITAL

En este segmento se muestra la estructura en que se financiara el proyecto, es decir, la composición o forma en que se cubrirá la inversión inicial de la plantan solar fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, cabe mencionar que es muy importante que los inversionistas conozcan cuánto cuesta su capital antes de embarcarse en un proyecto de inversión, ya que, si la rentabilidad que genera el proyecto de inversión es mayor que su costo de capital actual, estará agregando valor, de lo contrario, perderán valor económico. La siguiente tabla muestra la cantidad de la inversión inicial que se cubrirá con los recursos financieros propios de la granja y la cantidad que se suplirá con fuentes de financiamientos externas.

Tabla 18. Estructura de costo de capital promedio ponderado

Fuente de Financiamiento	Monto	% Proporción del total	Costo antes de ISR	Beneficio fiscal	Costo después de ISR	CCPP
Préstamo	L 9,473,817.68	80%	13.00%	25.0%	9.75%	7.80%
Fondos propios	L 2,368,454.42	20%	11.10%		11.10%	2.22%
Inversión Inicial	L11,842,272.10					10.02%
Determinación TMAR						
Inflación	3.83%					
Tasa CDF	7.00%					
TMAR	11.10%					

La tabla anterior muestra la estructura de costo de capital siendo un 20% de la inversión inicial cubierta por los inversionistas y el 80% restante con fuentes de financiamiento externo. Dicho apalancamiento será otorgado por Banco de Occidente al 13% anual y a un plazo de 5

(cinco) años, cabe mencionar que para llegar al costo de capital promedio ponderado se consideró un costo de oportunidad de 11.10%, siendo esta la rentabilidad que se puede obtener producto de invertir los fondos propios de los inversionistas en un certificado de depósito a plazo fijo considerando la fórmula del TMAR (tasa mínima aceptada de rentabilidad) con una inflación promedio a cinco años proyectada. Así mismo se considera la tasa tributaria impositiva, la cual asciende a un 25%, con el propósito de cuantificar el escudo fiscal producto del financiamiento. Y a continuación se presenta la tabla de amortización del financiamiento solicitado para el proyecto.

Tabla 19. Amortización del financiamiento

Año	Cuota	Pago de interés	Abono	Saldo
0				L. 9,473,817.68
1	L. 2,693,544.15	L. 1,231,596.30	L. 1,461,947.85	L. 8,011,869.83
2	L. 2,693,544.15	L. 1,041,543.08	L. 1,652,001.07	L. 6,359,868.76
3	L. 2,693,544.15	L. 826,782.94	L. 1,866,761.21	L. 4,493,107.55
4	L. 2,693,544.15	L. 584,103.98	L. 2,109,440.17	L. 2,383,667.39
5	L. 2,693,544.15	L. 309,876.76	L. 2,383,667.39	L. -

La tabla anterior refleja los pagos periódicos a realizar por la Granja Avícola Yojoa, S.A. de C.V. cada fin de año pagará una cuota nivelada que ascenderá a L2, 693,544.15, a una tasa de interés del 13% pagadero a 5 años, considerando que la tasa de interés otorgada por el banco es una tasa preferencial, dado que la granja es un cliente que hace uso de la mayoría de los productos ofrecidos por el mismo, desde el pago de nómina de los empleados, proveedores, cuentas de depósito de clientes, cuentas de ahorro, chequeras, tarjetas de crédito, entre otros productos.

4.2.4 PROYECCIÓN DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA GRANJA

Para la proyección de la demanda de la energía eléctrica de la Granja Avícola Yojoa, se utilizaron métricas estadísticas basadas en consumos históricos del periodo de Junio-2016 a Mayo-2019 con sus respectivos incrementos en las tarifas del servicio público de energía, en esta recopilación histórica no solo se evaluó el pago monetario en lempiras, sino el consumo de kWh marcando de esta forma tendencias de crecimiento, las cuales facilitaron la comprensión y fluctuación de los precios de la plaza energética pública. Es decir, se estableció un porcentaje de incremento mensual por consumo (KWh y KW) y otro por incremento en la tarifa obteniendo de esta forma una constante en el tiempo que se desea evaluar.

Tabla 20. Proyección demanda energía eléctrica sin planta fotovoltaica.

Mes	Activa (kWh)	Demanda (kW)	Tarifa Energía		Cargos por tarifa Lempiras			Otros Cargos Lempiras			Lempiras	
			Energía	Demanda	Energía	Demanda	Contratada	Alumbrado Público	Comercialización	Regulación	Total Factura	kWh
Periodo 2020												
Enero	115,315.20	422.97	3.73	317.78	430,482.36	134,410.55	564,892.91	10,786.78	2,280.00	1,207.86	L 579,168	L 5.02
Febrero	114,114.00	425.79	3.73	317.78	425,998.17	135,305.29	561,303.46	10,465.79	2,280.00	1,184.38	L 575,234	L 5.04
Marzo	121,321.20	423.13	3.85	319.96	466,978.86	135,386.83	602,365.70	10,730.79	2,280.00	1,283.32	L 616,660	L 5.08
Abril	132,132.00	424.60	3.85	319.96	508,590.84	135,856.07	644,446.92	9,762.27	2,280.00	1,489.62	L 657,979	L 4.98
Mayo	145,345.20	422.47	3.85	319.96	559,449.92	135,175.40	694,625.32	10,545.68	2,280.00	1,637.77	L 709,089	L 4.88
Junio	126,252.13	422.46	3.97	322.17	501,061.40	136,103.59	637,164.99	7,020.51	2,280.00	1,176.42	L 647,642	L 5.13
Julio	117,835.32	422.27	3.97	322.17	467,657.31	136,041.19	603,698.49	9,327.60	2,280.00	1,117.02	L 616,423	L 5.23
Agosto	140,680.94	421.76	3.97	322.17	558,325.56	135,875.68	694,201.24	9,374.49	2,280.00	1,269.04	L 707,125	L 5.03
Septiembre	151,502.55	420.97	4.09	324.38	619,960.35	136,554.22	756,514.57	8,707.72	2,280.00	1,351.13	L 768,853	L 5.07
Octubre	149,097.75	420.30	4.09	324.38	610,119.71	136,337.34	746,457.05	8,637.24	2,280.00	1,538.16	L 758,912	L 5.09
Noviembre	164,728.96	419.66	4.09	324.38	674,083.87	136,132.06	810,215.93	9,904.47	2,280.00	1,658.43	L 824,059	L 5.00
Diciembre	150,300.15	387.20	4.22	326.62	634,154.54	126,465.11	760,619.65	10,136.07	2,280.00	1,550.10	L 774,586	L 5.15
Total	1,628,625.40										L 8,235,729	
Periodo 2021												
Enero	115,430.52	419.15	4.22	326.62	487,030.69	136,899.74	623,930.42	11,249.64	2,280.00	1,224.23	L 638,684	L 5.53
Febrero	114,228.11	418.54	4.22	326.62	481,957.45	136,702.53	618,659.98	10,914.88	2,280.00	1,200.43	L 633,055	L 5.54
Marzo	121,442.52	418.13	4.35	328.86	528,321.38	137,506.20	665,827.58	11,191.24	2,280.00	1,300.71	L 680,600	L 5.60
Abril	132,264.13	417.54	4.35	328.86	575,399.53	137,312.66	712,712.19	10,181.16	2,280.00	1,509.80	L 768,683	L 5.49
Mayo	145,490.55	417.09	4.35	328.86	632,939.48	137,165.13	770,104.61	10,998.19	2,280.00	1,659.96	L 785,043	L 5.40
Junio	126,378.38	416.60	4.49	331.13	566,881.02	137,947.35	704,828.37	7,321.76	2,280.00	1,192.36	L 715,622	L 5.66
Julio	117,953.15	416.08	4.49	331.13	529,088.95	137,776.63	666,865.57	9,727.84	2,280.00	1,132.16	L 680,006	L 5.77
Agosto	140,821.62	415.57	4.49	331.13	631,667.42	137,605.84	769,273.26	9,776.74	2,280.00	1,286.24	L 782,616	L 5.56
Septiembre	151,654.05	415.08	4.62	333.41	701,398.58	138,389.33	839,787.91	9,081.36	2,280.00	1,369.44	L 852,519	L 5.62
Octubre	149,246.85	414.60	4.62	333.41	690,265.27	138,231.11	828,496.38	9,007.86	2,280.00	1,559.00	L 841,343	L 5.64
Noviembre	164,893.69	414.14	4.62	333.41	762,631.79	138,077.69	900,709.48	10,329.47	2,280.00	1,680.91	L 915,000	L 5.55
Diciembre	150,450.45	381.88	4.77	335.70	717,457.32	128,196.13	845,653.45	10,571.00	2,280.00	1,571.11	L 860,076	L 5.72
Total	1,630,254.02										L 9,111,247	
Periodo 2022												
Enero	115,545.95	413.20	4.77	335.70	551,007.22	138,712.90	689,720.12	11,732.35	2,280.00	1,240.82	L 704,973	L 6.10
Febrero	114,342.34	412.72	4.77	335.70	545,267.56	138,549.98	683,817.54	11,383.23	2,280.00	1,216.69	L 698,697	L 6.11
Marzo	121,563.96	412.23	4.92	338.01	597,721.88	139,337.43	737,059.31	11,671.45	2,280.00	1,318.34	L 752,329	L 6.19
Abril	132,396.40	411.74	4.92	338.01	650,984.23	139,174.27	790,158.50	10,618.03	2,280.00	1,530.27	L 804,587	L 6.08
Mayo	145,636.04	411.26	4.92	338.01	716,082.65	139,010.06	855,092.71	11,470.12	2,280.00	1,682.46	L 870,525	L 5.98
Junio	126,504.76	410.77	5.07	340.34	641,346.72	139,801.58	781,148.30	7,635.93	2,280.00	1,208.52	L 792,273	L 6.26
Julio	118,071.11	410.29	5.07	340.34	598,590.27	139,637.26	738,227.54	10,145.26	2,280.00	1,147.50	L 751,800	L 6.37
Agosto	140,962.44	409.81	5.07	340.34	714,643.49	139,473.97	854,117.46	10,196.26	2,280.00	1,303.67	L 867,897	L 6.16
Septiembre	151,805.71	409.33	5.23	342.68	793,534.56	140,269.84	933,804.40	9,471.04	2,280.00	1,388.00	L 946,943	L 6.24
Octubre	149,396.09	408.85	5.23	342.68	780,938.78	140,105.63	921,044.40	9,394.38	2,280.00	1,580.13	L 934,299	L 6.25
Noviembre	165,058.59	408.37	5.23	342.68	862,811.39	139,940.82	1,002,752.21	10,772.70	2,280.00	1,703.69	L 1,017,509	L 6.16
Diciembre	150,600.90	376.55	5.39	345.04	811,702.79	129,923.82	941,626.60	11,024.60	2,280.00	1,592.40	L 956,524	L 6.35
Total	1,631,884.28										L 10,098,357	
Periodo 2023												
Enero	115,661.49	407.45	5.39	345.04	623,387.74	140,585.30	763,973.04	12,235.78	2,280.00	1,257.63	L 779,746	L 6.74
Febrero	114,456.68	406.97	5.39	345.04	616,894.12	140,419.97	757,314.09	11,871.68	2,280.00	1,233.18	L 772,699	L 6.75
Marzo	121,685.53	406.49	5.56	347.41	676,238.85	141,220.36	817,459.21	12,172.27	2,280.00	1,336.20	L 833,248	L 6.85
Abril	132,528.79	406.01	5.56	347.41	736,497.76	141,054.43	877,552.19	11,073.64	2,280.00	1,551.00	L 892,457	L 6.73
Mayo	145,781.67	405.54	5.56	347.41	810,147.54	140,888.76	951,036.30	11,962.29	2,280.00	1,705.26	L 966,984	L 6.63
Junio	126,631.26	405.06	5.73	349.80	725,594.27	141,691.91	867,286.18	7,963.58	2,280.00	1,224.90	L 878,755	L 6.94
Julio	118,189.18	404.58	5.73	349.80	677,221.32	141,525.59	818,746.91	10,580.59	2,280.00	1,163.05	L 832,771	L 7.05
Agosto	141,103.41	404.11	5.73	349.80	808,519.33	141,359.41	949,878.74	10,633.77	2,280.00	1,321.34	L 964,114	L 6.83
Septiembre	151,957.51	403.63	5.91	352.21	897,773.56	142,165.13	1,039,938.70	9,877.44	2,280.00	1,406.81	L 1,053,503	L 6.93
Octubre	149,545.49	403.16	5.91	352.21	883,523.19	141,998.07	1,025,521.26	9,797.49	2,280.00	1,601.54	L 1,039,200	L 6.95
Noviembre	165,223.65	402.69	5.91	352.21	976,150.62	141,831.22	1,117,981.84	11,234.95	2,280.00	1,726.78	L 1,133,224	L 6.86
Diciembre	150,751.50	371.31	6.09	354.64	918,328.37	131,679.24	1,050,007.62	11,497.66	2,280.00	1,613.98	L 1,065,399	L 7.07
Total	1,633,516.16										L 11,212,099	
Periodo 2024												
Enero	115,777.15	401.78	6.09	354.64	705,276.19	142,484.94	847,761.13	12,760.81	2,280.00	1,274.68	L 864,077	L 7.46
Febrero	114,571.14	401.31	6.09	354.64	697,929.56	142,317.58	840,247.14	12,381.08	2,280.00	1,249.90	L 856,158	L 7.47
Marzo	121,807.21	400.83	6.28	357.08	765,069.85	143,128.78	908,198.63	12,694.57	2,280.00	1,354.31	L 924,528	L 7.59
Abril	132,661.32	400.36	6.28	357.08	833,244.39	142,960.67	976,205.06	11,548.81	2,280.00	1,572.02	L 991,606	L 7.47
Mayo	145,927.45	399.89	6.28	357.08	916,568.83	142,792.76	1,059,361.58	12,475.59	2,280.00	1,728.37	L 1,075,846	L 7.37
Junio	126,757.89	399.42	6.48	359.54	820,908.61	143,606.67	964,515.28	8,305.29	2,280.00	1,241.50	L 976,342	L 7.70
Julio	118,307.37	398.95	6.48	359.54	766,181.37	143,437.98	909,619.35	11,034.59	2,280.00	1,178.81	L 924,113	L 7.81
Agosto	141,244.51	398.49	6.48	359.54	914,726.74	143,269.48	1,057,996.21	11,090.06	2,280.00	1,339.24	L 1,072,706	L 7.59
Septiembre	152,109.47	398.02	6.68	362.01	1,015,705.44	144,086.09	1,159,791.53	10,301.27	2,280.00	1,425.87	L 1,173,799	L 7.72
Octubre	149,695.03	397.55	6.68	362.01	999,583.13	143,916.83	1,143,499.97	10,217.89	2,280.00	1,623.25	L 1,157,621	L 7.73
Noviembre	165,388.87	397.08	6.68	362.01	1,104,378.14	143,747.78	1,248,125.92	11,717.04	2,280.00	1,750.18	L 1,263,873	L 7.64
Diciembre	150,902.25	366.14	6.88	364.50	1,038,960.34	133,458.64	1,172,418.98	11,991.01	2,280.00	1,635.86	L 1,188,326	L 7.87
Total	1,635,149.68										L 12,468,993	

La tabla anterior indica la proyección de la demanda de energía de la Granja Avícola Yojoa en los próximos 5 años, tanto en energía activa kWh, demanda kW, así como dimensionado en cantidades monetarias considerando el incremento de las tarifas energéticas del sector de media tensión, adicionalmente, se procedió a proyectar otros cargos que intervienen en el cobro del suministro eléctrico mensual de la granja, como ser: alumbrado público, comercialización y regulación, dicha proyección se realizó en base a los datos históricos arrojados por las facturas del suministro eléctrico y en base a los kWh consumidos por la granja.

A continuación, se enumeran y describen los elementos que se consideraron para la proyección del consumo energético de la Granja Avícola Yojoa:

- 1) Energía activa en kWh: se proyectó considerando como años base el consumo de mayo 2018 a mayo 2019, considerando una tasa de crecimiento de 0.10%, esto bajo la premisa de que los kWh incrementarían únicamente por el factor clima, en vista que el otro factor que puede influir para el crecimiento en el consumo de energía activa kWh es el crecimiento en su capacidad instalada “galpones”, sin embargo, la administración manifestó que no tienen contemplado ampliar su planta productora dentro de los próximos cinco años.
- 2) Demanda en kW: dado que la demanda es la potencia requerida por la planta para poner en funcionamiento toda la maquinaria, equipo e instalación sin importar la hora, se determinó que el impacto será mínimo, ya que la granja necesitará la misma potencia para su funcionamiento cuando la planta fotovoltaica no esté produciendo energía. Es importante mencionar que la Empresa de Energía Eléctrica procede a determinar la demanda del mes considerando la demanda máxima registrada por el medidor, y esta es promediada en los once meses anteriores. Por lo que para la proyección se utilizó la misma metodología.
- 3) Tarifa de energía activa kWh y tarifa demanda: para proyectar el cobro del suministro eléctrico, se consideró, que estas incrementarían en un 3.11% y 0.69% respectivamente, dichas tasas se obtuvieron, de la tarifa histórica pagada de mayo 2016 a mayo 2019, considerando un incremento trimestral ya que es lo que estipula la ley de energía eléctrica en el país.

- 4) Otros gastos: para el alumbrado público y regulación se consideró una tasa de crecimiento mensual de 4.29% y 1.36% respectivamente, dichas tasas fueron determinadas del cobro histórico de mayo 2016 a mayo 2019, en lo que respecta al cobro por comercialización se dejó el valor fijo, en vista que este no está sujeto a cambio, y no se espera que a un futuro cercano sufra un cambio.

4.2.5 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON LA PROYECCIÓN DE LOS PANELES SOLARES

Esta proyección se diseñó a través de la demanda total del servicio de energía pública que se utiliza en la Granja Avícola Yojoa, a la cual se le disminuye la demanda producida por el modulo fotovoltaico estimada por el programa informático de diseño y simulación de una instalación fotovoltaica (PVsyst), ya que la granja obtendrá su suministro eléctrico necesario para la producción de la planta mediante un método mixto, elevando así la eficiencia y eficacia de producción por cada galpón. Este escenario está dimensionado a un 80% de la capacidad de la planta fotovoltaica.

Tabla 21. Proyección demanda energía eléctrica con planta fotovoltaica

CONSUMO DE ENERGIA CON PLANTA FOTOVOLTAICA												
Mes	Activa (kWh)	Demanda (kW)	Tarifa Energía		Cargos por tarifa Lempiras			Otros Cargos Lempiras			Lempiras	
			Energía	Demanda	Energía	Demanda	Contratada	Alumbrado Público	Comercialización	Regulación	Total Factura	kWh
Periodo 2020												
Enero	61,918.87	317.78	3.73	317.78	231,148.90	100,981.87	332,130.77	5,792.00	2,280.00	648.56	L 340,851	L 2.96
Febrero	60,465.38	317.78	3.73	317.78	225,722.87	100,981.87	326,704.74	5,545.49	2,280.00	627.56	L 335,158	L 2.94
Marzo	59,054.23	319.96	3.85	319.96	227,306.32	102,376.70	329,683.03	5,223.31	2,280.00	624.67	L 337,811	L 2.78
Abril	73,255.85	319.96	3.85	319.96	281,969.97	102,376.70	384,346.67	5,412.34	2,280.00	825.86	L 392,865	L 2.97
Mayo	91,604.83	319.96	3.85	319.96	352,597.24	102,376.70	454,973.95	6,646.49	2,280.00	1,032.21	L 464,933	L 3.20
Junio	76,550.29	322.17	3.97	322.17	303,807.92	103,790.80	407,598.72	4,256.74	2,280.00	713.30	L 414,849	L 3.29
Julio	64,101.37	322.17	3.97	322.17	254,401.45	103,790.80	358,192.25	5,074.13	2,280.00	607.65	L 366,154	L 3.11
Agosto	86,367.18	322.17	3.97	322.17	342,768.56	103,790.80	446,559.36	5,755.21	2,280.00	779.09	L 455,374	L 3.24
Septiembre	100,972.28	324.38	4.09	324.38	413,186.49	105,224.43	518,410.93	5,803.46	2,280.00	900.49	L 527,395	L 3.48
Octubre	98,983.99	324.38	4.09	324.38	405,050.26	105,224.43	510,274.69	5,734.15	2,280.00	1,021.16	L 519,310	L 3.48
Noviembre	114,285.85	324.38	4.09	324.38	467,666.66	105,224.43	572,891.10	6,871.54	2,280.00	1,150.59	L 583,193	L 3.54
Diciembre	99,018.50	326.62	4.22	326.62	417,784.22	106,677.87	524,462.08	6,677.69	2,280.00	1,021.22	L 534,441	L 3.56
Total	986,578.61										L 5,272,333	
Periodo 2021												
Enero	62,034.18	225.26	4.22	326.62	261,738.00	73,572.08	335,310.08	6,045.73	2,280.00	657.92	L 344,294	L 2.98
Febrero	60,579.49	221.97	4.22	326.62	255,600.27	72,498.52	328,098.79	5,788.57	2,280.00	636.63	L 336,804	L 2.95
Marzo	59,175.55	203.74	4.35	328.86	257,436.25	67,002.93	324,439.18	5,453.18	2,280.00	633.80	L 332,806	L 2.74
Abril	73,387.99	231.67	4.35	328.86	319,265.78	76,189.21	395,454.99	5,649.11	2,280.00	837.73	L 404,222	L 3.06
Mayo	91,750.18	263.03	4.35	328.86	399,148.34	86,499.95	485,648.30	6,935.75	2,280.00	1,046.82	L 495,911	L 3.41
Junio	76,676.54	252.76	4.49	331.13	343,939.19	83,695.69	427,634.88	4,442.27	2,280.00	723.43	L 435,081	L 3.44
Julio	64,219.21	226.54	4.49	331.13	288,060.75	75,012.03	363,072.78	5,296.29	2,280.00	616.40	L 371,265	L 3.15
Agosto	86,507.86	255.29	4.49	331.13	388,038.40	84,532.38	472,570.78	6,005.93	2,280.00	790.15	L 481,647	L 3.42
Septiembre	101,123.78	276.78	4.62	333.41	467,696.53	92,278.79	559,975.32	6,055.50	2,280.00	913.15	L 569,224	L 3.75
Octubre	99,133.09	275.39	4.62	333.41	458,489.59	91,816.19	550,305.78	5,983.22	2,280.00	1,035.52	L 559,605	L 3.75
Noviembre	114,450.57	287.45	4.62	333.41	529,332.83	95,837.94	625,170.77	7,169.55	2,280.00	1,166.70	L 635,787	L 3.86
Diciembre	99,168.80	251.71	4.77	335.70	472,909.06	84,499.95	557,409.01	6,967.83	2,280.00	1,035.59	L 567,692	L 3.77
Total	988,207.23										L 5,534,337	
Periodo 2022												
Enero	62,149.62	222.25	4.77	335.70	296,374.63	74,610.61	370,985.24	6,310.57	2,280.00	667.41	L 380,243	L 3.29
Febrero	60,693.72	219.07	4.77	335.70	289,431.85	73,543.30	362,975.15	6,042.30	2,280.00	645.83	L 371,943	L 3.25
Marzo	59,296.99	201.08	4.92	338.01	291,559.34	67,966.61	359,525.95	5,693.15	2,280.00	643.06	L 368,142	L 3.03
Abril	73,520.25	228.64	4.92	338.01	361,494.15	77,284.03	438,778.18	5,896.23	2,280.00	849.76	L 447,804	L 3.38
Mayo	91,895.67	259.50	4.92	338.01	451,844.86	87,714.71	539,559.57	7,237.59	2,280.00	1,061.62	L 550,139	L 3.78
Junio	76,802.92	249.39	5.07	340.34	389,371.15	84,875.62	474,246.77	4,635.89	2,280.00	733.71	L 481,896	L 3.81
Julio	64,337.16	223.57	5.07	340.34	326,172.93	76,088.60	402,261.53	5,528.17	2,280.00	625.28	L 410,695	L 3.48
Agosto	86,648.68	251.91	5.07	340.34	439,286.63	85,733.73	525,020.35	6,267.57	2,280.00	801.36	L 534,369	L 3.79
Septiembre	101,275.43	273.08	5.23	342.68	529,397.46	93,579.41	622,976.87	6,318.50	2,280.00	925.99	L 632,501	L 4.17
Octubre	99,282.33	271.71	5.23	342.68	518,978.92	93,108.28	612,087.20	6,243.11	2,280.00	1,050.09	L 621,660	L 4.16
Noviembre	114,615.47	283.57	5.23	342.68	599,129.88	97,173.88	696,303.75	7,480.48	2,280.00	1,183.03	L 707,247	L 4.28
Diciembre	99,319.25	248.33	5.39	345.04	535,306.97	85,682.99	620,989.96	7,270.57	2,280.00	1,050.17	L 631,591	L 4.19
Total	989,837.49										L 6,138,232	
Periodo 2023												
Enero	62,265.16	219.35	5.39	345.04	335,594.31	75,682.63	411,276.94	6,587.01	2,280.00	677.03	L 420,821	L 3.64
Febrero	60,808.06	216.21	5.39	345.04	327,740.88	74,601.72	402,342.61	6,307.13	2,280.00	655.16	L 411,585	L 3.60
Marzo	59,418.56	198.49	5.56	347.41	330,204.72	68,957.33	399,162.05	5,943.67	2,280.00	652.46	L 408,038	L 3.35
Abril	73,652.65	225.64	5.56	347.41	409,307.35	78,390.75	487,698.10	6,154.16	2,280.00	861.97	L 496,994	L 3.75
Mayo	92,041.30	256.04	5.56	347.41	511,498.02	88,952.09	600,450.11	7,552.56	2,280.00	1,076.64	L 611,359	L 4.19
Junio	76,929.43	246.08	5.73	349.80	440,803.88	86,078.88	526,882.76	4,837.93	2,280.00	744.13	L 534,745	L 4.22
Julio	64,455.23	220.64	5.73	349.80	369,327.03	77,181.90	446,508.92	5,770.19	2,280.00	634.28	L 455,193	L 3.85
Agosto	86,789.64	248.56	5.73	349.80	497,302.70	86,947.11	584,249.81	6,540.60	2,280.00	812.72	L 593,883	L 4.21
Septiembre	101,427.24	269.41	5.91	352.21	599,237.85	94,891.11	694,128.95	6,592.90	2,280.00	939.00	L 703,941	L 4.63
Octubre	99,431.73	268.06	5.91	352.21	587,448.26	94,413.50	681,861.76	6,514.28	2,280.00	1,064.86	L 691,721	L 4.63
Noviembre	114,780.53	279.75	5.91	352.21	678,129.83	98,529.85	776,659.68	7,804.90	2,280.00	1,199.59	L 787,944	L 4.77
Diciembre	99,469.85	245.00	6.09	354.64	605,937.49	86,885.47	692,822.95	7,586.46	2,280.00	1,064.95	L 703,754	L 4.67
Total	991,469.37										L 6,819,979	

Continuación Tabla 21.

Periodo 2024													
Enero	62,380.82	216.48	6.09	354.64	380,003.38	76,771.00	456,774.38	6,875.54	2,280.00	686.80	L	466,617	L 4.03
Febrero	60,922.52	213.39	6.09	354.64	371,119.86	75,676.52	446,796.38	6,583.57	2,280.00	664.62	L	456,325	L 3.98
Marzo	59,540.24	195.93	6.28	357.08	373,971.64	69,962.38	443,934.01	6,205.20	2,280.00	662.00	L	453,081	L 3.72
Abril	73,785.17	222.68	6.28	357.08	463,443.92	79,513.59	542,957.51	6,423.36	2,280.00	874.35	L	552,535	L 4.17
Mayo	92,187.09	252.63	6.28	357.08	579,026.14	90,206.80	669,232.93	7,881.23	2,280.00	1,091.87	L	680,486	L 4.66
Junio	77,056.06	242.81	6.48	359.54	499,029.92	87,298.42	586,328.34	5,048.78	2,280.00	754.71	L	594,412	L 4.69
Julio	64,573.42	217.75	6.48	359.54	418,189.96	78,289.98	496,479.93	6,022.80	2,280.00	643.41	L	505,426	L 4.27
Agosto	86,930.75	245.25	6.48	359.54	562,980.32	88,177.04	651,157.36	6,825.52	2,280.00	824.25	L	661,087	L 4.68
Septiembre	101,579.20	265.80	6.68	362.01	678,291.37	96,221.16	774,512.53	6,879.22	2,280.00	952.20	L	784,624	L 5.16
Octubre	99,581.27	264.46	6.68	362.01	664,950.32	95,737.45	760,687.77	6,797.23	2,280.00	1,079.83	L	770,845	L 5.15
Noviembre	114,945.75	275.97	6.68	362.01	767,546.05	99,905.13	867,451.18	8,143.37	2,280.00	1,216.38	L	879,091	L 5.32
Diciembre	99,620.60	241.71	6.88	364.50	685,886.74	88,104.92	773,991.65	7,916.07	2,280.00	1,079.94	L	785,268	L 5.20
Total	993,102.89											L 7,589,796	

La tabla anterior muestra la proyección de la demanda de energía de la Granja Avícola Yojoa restando la producción de energía del sistema solar fotovoltaico, cabe mencionar que la energía producida por los módulos fotovoltaicos cubrirá entre un 35% - 40% de la demanda total de energía de la Granja, dicho porcentaje pueden reducirse a medida que la demanda de la granja aumente en el tiempo, ya sea por los cambios climáticos o simplemente por expansión de la planta de producción (aumentan los números de galpones). Comparando los dos escenarios descritos en las Tabla 19 y 20 se puede observar a simple vista una reducción significativa en el gastos de energía, sin embargo, para saber si es rentables, es necesario realizar un análisis completo, considerandos otros costos y gastos necesarios para la instalación y funcionamiento del sistema fotovoltaico.

4.2.6 ESTRUCTURA DE COSTOS Y GASTOS ANUALES

A continuación se presenta la estructura de gastos anuales en los que se incurrirá en la instalación y mantenimiento del módulo fotovoltaico, dentro de los cuales se puede detallar los gastos del seguro del equipo el cual cubre y garantiza a la granja por cualquier incidente o accidente que pueda ocurrirle a la infraestructura instalada ya sea en la ejecución, en el tiempo de operación o reposo del equipo por un imprevisto; el gasto de mantenimiento, para el cual la operación está programada por las especificaciones y garantías del equipo, tanto para la empresa como para el proveedor; la depreciación, éste cálculo es el mecanismo mediante el cual se reconocerá el desgaste y pérdida de valor que sufrirá el equipo del sistema fotovoltaico por el uso que se haga de el con el paso del tiempo.

Tabla 22. Estructura de Costos y Gastos Anuales

Descripción	2020	2021	2022	2023	2024
Depreciación	L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47
Seguro	L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81
Material de limpieza y seguridad	L. 5,086.00	L. 1,287.00	L. 5,086.00	L. 1,287.00	L. 5,086.00

Dentro de los costos y gastos necesarios para mantener en marcha la instalación de la planta fotovoltaica se consideró los materiales de limpieza y elementos de protección personal (EPP) como ser: casco de seguridad, guantes aislantes con cuero protector, arneses, zapatos de tipo dieléctrico, ropa de trabajo, y otros componentes necesarios para la seguridad del personal, con lo que respecta a la póliza de seguro todo riesgo, se optó por la oferta de Seguros del País la cual cubre daño materiales, responsabilidad civil por lesiones y muertes de personal con conexión directa con el proyecto; los gastos detallados anteriormente se proyectaron con el método de flujos constantes en el tiempo; y para el gasto de depreciación se distribuyó sistemáticamente la inversión inicial mediante el método lineal en un lapso de 20 años, y considerando un valor residual del 1%.

4.2.7 FLUJO DE CAJA

A continuación, se presenta el informe financiero que muestra los flujo de caja con el suministro de energía eléctrica pública y el del suministro de energía con el módulo fotovoltaico, lo que permite determinar el ahorro de energía en la facturación de consumo, es decir, desde esta óptica financiera se podrá calcular el valor actual neto, periodo de recuperación y la tasa interna de retorno, factores determinantes para evaluar la factibilidad de la mejora propuesta en la Granja Avícola Yojoa, de esta manera la alta gerencia podrá definir el rumbo de mejora que desea en el suministro eléctrico.

Tabla 23. Flujos de Efectivo Proyectados

FLUJO DE EFECTIVO CON PLANTA FOTOVOLTAICA						
DESCRIPCIÓN	INV. INICIAL	2020	2021	2022	2023	2024
Gasto de energía		L. 5,272,333.20	L. 5,534,337.45	L. 6,138,231.97	L. 6,819,979.25	L. 7,589,796.21
Depreciaciones		L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47	L. 586,192.47
Seguro		L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81	L. 37,253.81
Material de limpieza y seguridad		L. 5,086.00	L. 1,287.00	L. 5,086.00	L. 1,287.00	L. 5,086.00
Gastos Financieros		L. 1,231,596.30	L. 1,041,543.08	L. 826,782.94	L. 584,103.98	L. 309,876.76
TOTAL GASTO		L. 7,132,461.78	L. 7,200,613.81	L. 7,593,547.19	L. 8,028,816.52	L. 8,528,205.25
ISR		L. 1,783,115.45	L. 1,800,153.45	L. 1,898,386.80	L. 2,007,204.13	L. 2,132,051.31
FEO		L. 5,349,346.34	L. 5,400,460.36	L. 5,695,160.39	L. 6,021,612.39	L. 6,396,153.94
- Depreciación		L. -586,192.47	L. -586,192.47	L. -586,192.47	L. -586,192.47	L. -586,192.47
- Gastos Financieros		L. -1,231,596.30	L. -1,041,543.08	L. -826,782.94	L. -584,103.98	L. -309,876.76
FEO PROYECTADO		L. 3,531,557.57	L. 3,772,724.81	L. 4,282,184.98	L. 4,851,315.94	L. 5,500,084.71

FLUJO DE EFECTIVO SIN PLANTA FOTOVOLTAICA						
DESCRIPCIÓN	INV. INICIAL	2020	2021	2022	2023	2024
Gasto de energía		L. 8,235,728.87	L. 9,111,246.70	L. 10,098,356.93	L. 11,212,098.88	L. 12,468,992.78
Depreciaciones		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
Seguro		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
Material de limpieza y seguridad		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
Gastos Financieros		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
TOTAL GASTO		L. 8,235,728.87	L. 9,111,246.70	L. 10,098,356.93	L. 11,212,098.88	L. 12,468,992.78
ISR		L. 2,058,932.22	L. 2,277,811.67	L. 2,524,589.23	L. 2,803,024.72	L. 3,117,248.20
FEO		L. 6,176,796.65	L. 6,833,435.02	L. 7,573,767.69	L. 8,409,074.16	L. 9,351,744.59
- Depreciación		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
- Gastos Financieros		L. -	L. -	L. -	L. -	L. -
FEO PROYECTADO		L. 6,176,796.65	L. 6,833,435.02	L. 7,573,767.69	L. 8,409,074.16	L. 9,351,744.59

FLUJOS RELEVANTES	L. -11,842,272.10	L. 2,645,239.08	L. 3,060,710.21	L. 3,291,582.71	L. 3,557,758.22	L. 3,851,659.88
VALOR TERMINAL		L. -	L. -	L. -	L. -	L. 8,911,309.75
TOTAL FLUJO RELEVANTE	L. -11,842,272.10	L. 2,645,239.08	L. 3,060,710.21	L. 3,291,582.71	L. 3,557,758.22	L. 12,762,969.63

En la tabla anterior refleja el flujo de efectivo resultante de la evaluación financiera de la instalación fotovoltaica para un horizonte de 20 años, según los parámetros indicados en la tabla 15, cabe mencionar que dado la vida útil del proyecto se determinó realizar la evaluación financiera del proyecto en un plazo de 5 años, así mismo se consideró en el último año como un ingreso del proyecto el valor en libros de la planta fotovoltaica, ya que no es posible dimensionar el proyecto a lo largo de la vida útil de la planta, es decir a 20 años, en vista que los datos arrojados por la evaluación financiera del proyecto no serían precisos ni confiables, dado que no es posible pronosticar con exactitud el escenario de la Granja en un periodo largo.

4.2.8 VAN

El este ítem se formula el valor actual neto, el cual representa el valor presente que poseen los flujos de efectivo a la tasa de rendimiento requerida del proyecto, como parte de un criterio financiero, en comparación con su inversión inicial. En términos un poco menos técnico se puede decir que es un método para poder hacer un cálculo del retorno de la inversión y el periodo de recuperación. Cuando se logra analizar la cantidad de dinero que se espera ahorrar como resultado de la inversión y se traduce ese ahorro en Lempiras actuales, es posible saber y decidir si el proyecto es factible.

Tabla 24. Valor Actual Neto

DESCRIPCIÓN	INV. INICIAL	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5
TOTAL FLUJO RELEVANTE	L. -11,842,272.10	L. 2,645,239.08	L. 3,060,710.21	L. 3,291,582.71	L. 3,557,758.22	L. 12,762,969.63
VAN	L. 5,908,449.52					

En la tabla anterior se muestra que en el año cero se realiza un desembolso de L11,842,272.10 y con flujos desde el año uno al año cinco con valores comprendidos entre L2.6Mio hasta L12.7Mio descontándolo a una tasa de costo de capital de 11.02% , dado la suma de los elementos mencionados anteriormente se puede ver como resultado un valor actual neto de L5, 908,449.52, lo cual da la pauta para determinar que el proyecto es rentable, y arrojará una tasa interna de retorno favorable para los inversionistas de la Granja Avícola Yojoa.

4.2.9 PRI

Partiendo del valor actual neto obtenido, se establece que el período de recuperación de la inversión (PRI) es un indicador que mide en cuánto tiempo la Granja Avícola Yojoa recuperará el total de la inversión realizada en el sistema fotovoltaico a valor presente. Este indicador revelará con precisión, en años, meses y días, el periodo en la cual será cubierta la inversión total inicial, es decir, la premisa de este proyecto de mejora es saber cuán rentable y riesgoso en el tiempo es este proyecto para determinar un mejor análisis de las decisiones financieras de la empresa en torno al contexto actual en el que se desenvuelve la empresa.

Tabla 25. Período de recuperación de la Inversión

PERÍODO DE RECUPERACIÓN							
Tasa	10.02%						
PERÍODOS	Inversión	1	2	3	4	5	
Flujos Act.	- 11,842,272.10	L2,404,337.14	L2,528,617.17	L2,471,701.83	L2,428,276.69	L7,917,788.78	
Saldo	- 11,842,272.10	- 9,437,934.95	- 6,909,317.78	- 4,437,615.95	- 2,009,339.26	5,908,449.52	

PERIODO DE RECUPERACIÓN	
4.25	AÑOS

Como se muestra en la tabla 24 al realizar el cálculo con el valor actual neto de los flujos de efectivo proyectados y aplicando la tasa de costo de capital de 10.02%, el período de recuperación de la inversión inicial del proyecto de instalación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, es de 4.25 años, es decir, cuatro años con tres meses y un día. Si bien es cierto, el tiempo de recuperación de la inversión cubre casi en su totalidad el tiempo de evaluación del proyecto, sin embargo, se debe considerar que la vida útil de la planta fotovoltaica es de 20 años, por lo que el PRI se considera aceptable.

4.2.10 TIR

En este segmento se evalúa la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto de mejora del sistema fotovoltaico en la granja Avícola Yojoa, la cual muestra la tasa de interés o rentabilidad que ofrece la inversión que se desea realizar, ya que es una medida que usualmente se utiliza en la evaluación de proyectos de inversión y que está muy relacionada con el valor actualizado neto (VAN), también se puede visualizar como el valor de la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado. Por lo que se procede a mostrar la siguiente tabla, donde se revela la información obtenida:

Tabla 26. Tasa interna de retorno

DESCRIPCIÓN	INV. INICIAL	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5
TOTAL FLUJO RELEVANTE	L. -11,842,272.10	L. 2,645,239.08	L. 3,060,710.21	L. 3,291,582.71	L. 3,557,758.22	L. 12,762,969.63
TIR	23.58%					

En la tabla anterior se muestra la tasa de descuento que hace que el valor presente neto de la inversión sea cero, para lo cual se procedió primero a determinar los flujos de efectivo operativo, lo que para este proyecto serían los gastos necesarios para instalar y llevar a cabo la planta solar

fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, una vez determinados los flujos de efectivo relevantes, los cuales se obtuvieron de la resta del gastos de energía de la granja con y sin planta fotovoltaica; así mismo, se tomó la inversión inicial, dando como resultado una TIR de 23.58%, la cual es superior en relación a la tasa de costo de capital utilizada para descontar los flujos del proyecto.

4.2.11 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Partiendo de la información anterior se desarrolla a continuación el análisis de sensibilidad del proyecto de mejora en la Granja Avícola Yojoa, en el cual se visualiza los escenarios que describen el comportamiento financiero, el escenario pesimista, normal y el optimista, eso con la finalidad de mostrar diferentes realidades cuando cambian las variables, ya sean financieras o técnicas, es decir, esta técnica determina cómo diferentes valores de una variable independiente pueden impactar en una variable dependiente particular bajo un conjunto dado de suposiciones. Al mismo tiempo es una forma de predecir el resultado de una decisión dado un cierto rango de variables.

Tabla 27. Análisis de escenarios

ESCENARIOS	PESIMISTA	NORMAL	OPTIMISTA
Premisa			
Índice de rendimiento de la planta fotovoltaica	35.94%	80.00%	87.20%
Estructura de Capital			
Fondos Propios	20%	20%	20%
Financiamiento	80%	80%	80%
Indicadores de Rentabilidad			
VAN	L. -	L. 5,908,449.52	L. 6,874,001.84
PRI (Años)	5.00	4.25	4.15
TIR	10.02%	23.58%	25.70%

La tabla anterior muestra los escenarios del proyecto, el primer escenario es el pesimista, considerado como el punto de equilibrio del proyecto, el cual muestra que la producción de energía de la planta fotovoltaica puede disminuir a un 35.94% del índice de rendimiento de los módulos fotovoltaicos, según datos arrojado por el Sistema PVsyst, esto calculado mediante la

función de análisis de hipótesis de Microsoft Excel buscando que el valor actual neto sea igualado a cero. El escenario normal, detallado en el apartado anterior y considerado el escenario idóneo y conservador para la aplicabilidad del proyecto y por último, el escenario optimista, el cual se basa en que la planta fotovoltaica produzca el 87.20% del índice de rendimiento de los módulos fotovoltaicos; el cual arroja una TIR de 25.70% y un VAN de L.6.8Mio. Dado los escenarios descritos, se puede decir que el escenario pesimista es bastante extremista y las probabilidades de que la capacidad del panel se reduzca a un 35.94% es muy bajo, sin embargo, se realizó para efectos de análisis.

4.3 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

A continuación, se presenta la hipótesis del estudio pre-factibilidad para la implementación de una planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, Honduras, la cual se define como:

La tasa interna de retorno para la implementación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V. en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, es mayor a la tasa de costo de capital, de modo que el costo por el suministro de fluido eléctrico se reducirá en el mediano y largo plazo, siendo esta hipótesis afirmativa, ya que la tasa interna de retorno obtenida es de 23.58% con un costo de capital de 10.02%, quedando aceptada la hipótesis de investigación, rechazando la hipótesis nula.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones de este estudio se obtienen a través del proceso de investigación definido en los capítulos anteriores, dado que su propósito es facilitar la toma de decisiones de la alta gerencia en lo que respecta a la inversión de un modelo fotovoltaico en la Granja Avícola Yojoa, que mejore el suministro de energía en los 16 galpones de producción que posee dicha granja, reduciendo de esta manera el gastos de energía eléctrica de la granja, producto de las constantes e impredecibles aumentos en las tarifas energética, dicha reducción se transformara en ahorro, el cual amortiguara la inversión en un periodo de tiempo dado.

5.1 CONCLUSIONES

La hipótesis de investigación es aceptada, dado que mediante el estudio técnico y financiero se concluye que la tasa interna de retorno del proyecto (23.58%) es mayor a la tasa de costo de capital (10.02%).

Se concluye en el estudio técnico que los recursos tecnológicos que convienen para la implementación y desarrollo de un sistema de energía solar fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa son los paneles poli cristalino Max Power_CS6U- de 72 celdas de 340 Wp, Inversores SMA Sunny Boy SB 11000TLUS-12, y estructura de soporte IronRidge, los cuales tienen una capacidad de generación de energía de 400 KWp, requeridos por la granja para satisfacer su demanda actual y proyectada, según las especificaciones técnicas y operativas suministradas por la empresa ENERCO (Energía y Cogeneración).

Se concluye mediante el estudio financiero que la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa es factible con un costo de inversión inicial de L11,842,272.10, con una TIR de 23.58% y con un periodo de recuperación de 4 años con 3 meses y 1 día.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa Avícola Yojoa, S de RL de CV, realizar la compra del proyecto la cual consta de las garantías en los suministros, instalación y capacitación del personal por parte de la empresa ENERCO, de esta manera se disminuyen los riesgos de traslados e instalación, y se realizan las pruebas de funcionamiento con un mayor margen de eficacia.

Se recomienda adquirir el equipo que conforma la planta fotovoltaica según las especificaciones obtenidas en el estudio técnico, ya que estos garantizan, calidad, eficiencia y eficacia en las necesidades actuales y proyectadas en el suministro de energía, generando de esta forma el cumplimiento de los requerimientos de la demanda energética.

Se recomienda realizar el mantenimiento periódico de los módulos fotovoltaicos, según las especificaciones técnicas de la empresa ENERCO, dado que se mantendrán las garantías de instalación y uso de los equipos.

Se recomienda monitorear el precio en el mercado de las baterías o acumuladores del sustento energético, con la finalidad de adquirirla en el futuro y así independizarse del suministro de energía pública, logrando de esta manera iniciar una planta de producción avícola auto sostenible energéticamente.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

Dado que mediante el estudio técnico y financiero se ha establecido que el Proyecto es factible, se procede a desarrollar la aplicabilidad del proyecto, en la cual se detalla la implementación de la Planta Fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, especificando el plan de acción que conlleva todas las acciones necesarias para realizar la instalación y puesta en marcha del proyecto. Cabe recalcar que al implementar este proyecto se pretende reducir el costo de producción de la granja específicamente en el renglón energético, el cual se ha venido incrementado año tras año, debido a los constantes e impredecibles aumentos de las tarifas energéticas.

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Una vez determinada la factibilidad de la implementación de un sistema de energía limpia que permita reducir los costos del renglón energético en la Granja Avícola Yojoa, S. de R.L. de C.V, se procede a presentar el nombre de la propuesta: “PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN LA GRANJA AVÍCOLA YOJOA, HONDURAS”.

6.2 OBJETIVO DEL PLAN DE ACCION

Determinar todas las actividades necesarias, así como un plan de ejecución para llevar a cabo la instalación y puesta en marcha del proyecto de implementación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa.

6.3 PLAN DE ACCION

En este apartado se presenta el plan de actividades a desarrollar de forma planificada para la instalación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, el cual será socializado con ambas empresas, de tal manera que se cumpla todas las actividades detalladas en cada una de sus fases, las cuales deben ser llevadas en su totalidad y tiempo estipulado para completar con éxito la instalación y puesta en marcha de la planta fotovoltaica. Dado que la empresa determino optar

por la oferta presentada por ENERCO, la cual incluye el suministro del equipo, instalación del sistema fotovoltaico hasta la capacitación del personal de la granja, se procede a detallar las actividades en dos apartados: las actividades a realizar por ENERCO las cuales se describirán en el apartado 5.5, y las actividades realizadas por la Granja Avícola Yojoa, descritas a continuación:

- 1) Gestión del apalancamiento bancario, en el cual se debe cumplir con los requisitos solicitados por el Banco de Occidente, entregando la documentación y solicitud de crédito al asesor empresarial del banco.
- 2) Revisión y firma del contrato compra-venta entregado por la empresa ENERCO, y presentado al Banco de Occidente para la gestión de crédito y finalidad de la inversión.

6.4 PRESUPUESTO

Determinar el presupuesto o inversión inicial es fundamental a la hora de llevar a cabo cualquier proyecto, ya que este sirve como la referencia o pauta a seguir a la hora de capitalizar algún proyecto determinado, por lo que a continuación se presenta la inversión necesaria para llevar a cabo la instalación de la planta fotovoltaica en la Granja Avícola Yojoa, el cual se determinó a partir de la sumatoria de los equipos y componentes necesarios para iniciar y mantener en operación la planta, el valor de estos equipos, así como la instalación y los demás componentes que influyen en la instalación, son determinados por la oferta pactada con el proveedor ENERCO (Energética y Cogeneración).

Tabla 28. Presupuesto

Descripción del Producto:	Costo
Módulos Fotovoltaicos	\$ 241,959.96
Estructura Soporte	\$ 59,982.12
Inversores	\$ 96,868.80
Suministro e Instalación de la planta	\$ 17,580.42
Trámites Legales	\$ 1,000.00
15% de ISV	\$ 62,608.70
Inversión Total (USD)	\$ 480,000.00
Tasa de Cambio	\$ 24.67
Inversión Inicial (HNL)	L. 11,842,272.10

En la tabla anterior se detalla el valor de los equipos que conforman la planta, instalación de los paneles y demás componentes, acondicionamiento del área donde se instalarán los módulos, mano de obra, conexión con la red interna, equipos de protección, cableado, cajas de junta por cada arreglo fotovoltaico, así como trámites legales y permisos necesarios con las instituciones correspondientes para la puesta en marcha del proyecto, la cual asciende a la suma de \$480,000.00.

6.5 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION

A continuación se presenta el cronograma de actividades presentado por ENERCO para la compra e instalación del módulo fotovoltaico de la Granja Avícola Yojoa, el cual muestra la planificación general de las diversas actividades que se desarrollaran y la estimación de tiempo de duración de cada una, favoreciendo así el desarrollo, seguimiento, y control de la implementación del sistema fotovoltaico, todo esto previsto en condiciones normales, es decir, pueden generarse cambios en la planeación por motivos climáticos, problemas de traslado del equipo o personal por situaciones sociales como huelgas, entre otros ajenos a la granja y la empresa proveedora del sistema fotovoltaico, por lo que se mantendrá una comunicación eficiente con el proveedor con el objetivo de llevar a cabo el proyecto en el tiempo planificado.

Tabla 169. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	SEMANAS (182 días / 30 días mensuales promedio = 6 meses)																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P & I Diagramas e Ingeniería de diseño para Montaje	■	■	■																							
Fabricación de paneles solares	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
Fabricación de Inversores	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
Fletes, transporte y nacionalización paneles solares													■	■	■	■	■	■	■							
Fletes, transporte y nacionalización de inversores												■	■	■	■											
Manuales de Operación de Equipos																		■	■							
Ejecucion de Montaje Mecanico/ Electrico y Automatizmo																				■	■	■	■	■	■	
Pruebas y puesta en marcha del sistema																									■	■

Partiendo del cronograma anteriormente detallado se procede a listas y definir las fases que el proveedor ENERCO llevara a cabo:

- 1) P & I Diagramas e Ingeniería de diseño para Montaje: P&ID, Planos y diagramas de componentes de Fabrica. Dibujos de diseño layout ubicación de equipos, diagramas de flujo y circuitos involucrados en el sistema, listado de materiales, planos de instalación y soporte ría.
- 2) Fabricación de paneles solares: Tiempo de entrega en planta por el fabricante
- 3) Fabricación de Inversores: Tiempo de entrega en planta por el fabricante
- 4) Fletes, transporte y nacionalización paneles solares: Tiempo de transportación y desaduane para ponerlo en el cliente
- 5) Fletes, transporte y nacionalización de inversores: Tiempo de transportación y desaduane para ponerlo en el cliente.
- 6) Manuales de Operación de Equipos: Esto Incluye los siguientes componentes: Procedimiento de almacenamiento, posicionamiento, condicionamiento y pruebas de arranque, listado de partes recomendada, testeo pre-arranque, procedimiento de diagnóstico de fallas, hojas de MSDS (si aplica), información de subcomponentes.
- 7) Ejecución de Montaje Mecánico/ Eléctrico y Automatismo: Esta etapa de realizará una vez los equipos lleguen a la granja y se posicionen en su lugar final en planta.
- 8) Pruebas y puesta en marcha del sistema: La documentación prevista incluye los siguiente: Check list de pre-instalación, formatos de condicionamiento de los equipos, hojas de seguridad industrial y check list del mismo para el equipo de trabajo, punch list de actividades a ejecutar, agenda de reuniones.

BIBLIOGRAFÍA

Agency, I. E. (2018). *World Energy Outlook 2018*. France: IEA Publications.

ALDA RAQUEL, P. M. (2015). *PRE-FACTIBILIDAD PARA COMERCIALIZAR BICICLETAS PLEGABLES EN SPS*. San pedro sula .

Alessandra, T. (s.f.). Experto en comunicaciones.

Alvarado, C. E., & Cifuentes, J. I. (23 de Junio de 2011). *Conceptos Energéticos*. Recuperado el 09 de Mayo de 2019, de Repositorio USAC:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/4488/1/CONCEPTOS%20ENERGETICOS.pdf>

André, F. J., Castro, L. M., & Cerdá, E. (Junio de 2012). *Las energías renovables en el ámbito internacional*. Recuperado el 05 de Mayo de 2019, de Research Gate:
www.researchgate.net

Angel, T. (Enero de 2017). *Concepto Corriente Alterna*. Obtenido de DDTorres WebSite:
<https://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica/Tema%202.htm>

Ardon, G. (23 de Marzo de 2016). *Empresas Lideres en la Industria Avicola Hondureña*. Recuperado el 29 de Abril de 2019, de Academia:
https://www.academia.edu/23889627/EMPRESAS_L%3%8DDERES_EN_LA_INDUSTRIA_AV%3%8DCOLA_HONDURE%3%91A

Barahona, M. A. (2018). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energetica de Honduras*. Mexico.

Bello, A. M., & Paez, D. N. (2018). *Estudio de Viabilidad Financiera de la Generacion de Energia Electrica*. Bogota: Universidad Libre.

Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia, CDPC. (22 de Junio de 2011).

Estudio Sectorial sobre el mercado avícola en Honduras. Recuperado el 29 de Abril de 2019, de FEDAVIH-Federación de avicultores de Honduras:

http://fedavih.com/index.php?option=com_content&view=article&id=148&Itemid=331

Coviello, M. F. (2003). *Entorno Internacional y Oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables y energía en los países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

eeh. (abril de 2019). *Energía Eléctrica Honduras*. Obtenido de

<https://www.eeh.hn/es/tarifasvigentes>

Empresa Energía Honduras, E. (29 de Marzo de 2018). *Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE*. Recuperado el 29 de Abril de 2019, de EEH: <https://www.eeh.hn/es/inicio.html>

Euceda, M. (23 de Octubre de 2018). *Sector Avícola en Honduras*. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de El Sitio Avícola: <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/32724/comercio-avicola-honduras-eua/>

Eugenio, R. M. (2018). *Estadística de producción de electricidad*. México: CEPAL.

Facultad Economía UNAM. (s.f.). Obtenido de www.economia.unam.mx

FERRER, J. (2010). *Metodología*. Recuperado el 18 de noviembre de 2016, de

http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variable_03.html

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2012). Técnicas de Elaboración de Presupuesto. En *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson Educación.

Gonzalez, A. G. (2018). *¿Cuál es la diferencia entre Watt, kiloWatt y kiloWatt-hora?* Panamá: Panamahitek.

Gregory, D. (Junio de 2012). *Costos Hidroeléctrica*. Obtenido de Evolución de Costos ERNC:
http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/C._Hidro.html

Gutierrez, M. d. (04 de Agosto de 2017). *Honduras: Sector Avícola se destaca en Centroamérica*.
Recuperado el 09 de Abril de 2019, de Avicultura Noticias:
<https://avicultura.info/honduras-sector-avicola-se-destaca-centroamerica/#>

Heraldo, E. (3 de Abril de 2019). *Juan Orlando Hernandez sobre crisis en el sistema energetico de Honduras*. Recuperado el 05 de Mayo de 2019, de www.elheraldo.hn

Hernández, F. y. (2010).

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Mexico D.F.: McGraw Hill.

Historia de la Crisis del Petróleo. (16 de Mayo de 2005). Obtenido de Dinero:
www.dinero.com/Historiadelacrisisdelpetróleo

Hondudiario. (24 de Febrero de 2019). *Crisis de la EEH*. Obtenido de www.hondudiario.com

Honduras a la cabeza en energia renovable en Centroamerica. (Mayo de 2018). Recuperado el 05 de Mayo de 2019, de El Pais: www.elpais.hn

Honduras, B. C. (Marzo de 2019). *Indice de precios al consumidor*. Recuperado el 01 de Mayo de 2019, de Banco Central de Honduras:
https://www.bch.hn/download/ipc_historico/2019/ipc032019.pdf

International Energy Agency. (2019). *International Energy Agency Information*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/countries/>

International Renewable Energy Agency. (2018). *Solar Energy*. Obtenido de IRENA:
<https://www.irena.org/solar>

Johns, F. (9 de Enero de 2018). *Estudio Financiero*. Recuperado el Mayo de 2019, de Zona Economica : www.zonaeconomia.com/estudiofinanciero

Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing 14 Edición*. Pearson Education, Inc.

Kotler, P. (s.f.). Economista y especialista en mercadeo.

Lamiguero, O. P. (2013). *Energía Solar Fotovoltaica*. España: Creative Commons.

Lopez, M. F., Ramos, J. J., & Morales, I. (1 de Enero de 2019). *Unitec*. Obtenido de www.unitec.edu

Maldonado, A. B. (23 de Enero de 2016). *Puntos Clave en la retención y transporte de pollos*. Recuperado el 29 de Abril de 2019, de Industria Avícola, Revista: <http://www.industriaavicola-digital.com/201601/index.php?startid=18#/1>

Navarra. (2013). *Educación Plan de Mejora*. Obtenido de Educación Navarra: https://www.google.com/search?source=hp&ei=dejQXNDmNPDP5gLB0a7oAg&q=definicion+plan+de+mejora&btnK=Buscar+con+Google&oq=definicion+plan+de+mejora&gs_l=psy-ab.3..0l2j0i22i30l7.974.5260..6450...1.0..0.407.4544.2j12j8j1j1.....0....1..gws-wiz.....0..0i131j0i

Navarra, L. (2012). *Radiación Solar*. España: Gobierno de Navarra.

Olabuenaga, J. I. (2012). Metodología de la investigación cualitativa . En J. I. Olabuenaga, *Metodología de la investigación cualitativa* (pág. 344). Universidad De Deusto.

Onassi, C. J. (16 de Abril de 2018). *Energía renovable aumento en el 2017 un 8.3%*. Recuperado el 04 de Mayo de 2019, de Autosolar: www.autosolar.es

Paz, J. R. (2002). *Biología*. Sps: Hibuera..

Plan Energia Limpia de Estados Unidos. (07 de Agosto de 2015). Recuperado el 04 de Mayo de 2019, de S Eficiencia: www.seficiencia.es

Prensa.hn, L. (8 de Febrero de 2019). *Más de 55mil millones tienen hundida a la EEH.* Obtenido de www.laprensa.hn

Raffino, M. E. (14 de Enero de 2019). *Conceptos Energia.* Recuperado el 09 de Mayo de 2019, de Concepto de: <https://concepto.de/energia/>

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2010). *Metodologia de La Investigacion.* Mexico: Mc Graw Hill.

Rodriguez, C. D. (Junio de 2017). *Consumo, desarrollo humano y sentido de la vida: un aporte bioético a la política de consumo de energía en los hogares.* Recuperado el 04 de Mayo de 2019, de Red de Revistas Cientificas de America Latina: <https://www.redalyc.org/html/1892/189251526009/>

Salvador, L. P. (08 de 2006).

Sanchez, C. J. (2012). *Acompañamiento y Asistencia Tecnica en Aves de Corral.* Santander: Universidad Francisco de Tañuas.

Soledad, E. J. (mayo de 2011). *Scielo.* Obtenido de Rigor científico en las practicas de investigacion cualitativa : http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162011000100004

Sostenibilidad, C. -M. (2016). Memoria de Sostenibilidad 2014-2016. pág. 8.

Stigler, G. (1939). The Journal of Political Economy. *The University of Chocago Press Journals,* 305-325. Obtenido de Policonomics.

Sube el Petróleo. (26 de Febrero de 2019). Obtenido de Cronista: www.cronista.com

Swawson, M. R. (25 de Febrero de 2019). *Energía Solar Fotovoltaica*. Obtenido de Energía Solar: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica>

Teknosolar. (Enero de 2018). *Inversores Solares*. Obtenido de Teknosolar: <https://www.teknosolar.com/community/index.php?p=/discussion/14/que-es-y-como-funciona-un-inversor-solar>

Tiempo, D. (22 de Abril de 2019). *Eliminar contratos de maletín es la solución a la crisis de la ENEE*. Obtenido de www.diariotiempo.hn

Timmons, D., Harris, J., & Roach, B. (2014). *La Economía de las Energías renovables*. Medford: Global Development.

ANEXOS

ANEXO 1. OFERTAS DE LOS PROVEEDOR



San Pedro Sula
25 de mayo 2019
Señores

GRANJA AVICOLA YOJOA S.A. de CV
Presente

Atención: **Gerencia General**

Diseño, supervisión y desarrollo de proyecto fotovoltaico 400 KW

A continuación, se presenta presupuesto para el alcance de los trabajos de montaje, instalación y puesta en marcha de un sistema solar5 fotovoltaico con capacidad de 400 KW de potencia para ser instalado en granja avícola.

A.- Servicios a brindar en el proyecto:

ITEM	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CAN T	UNID	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.1	Suministro de módulos solares modelo poli cristalino CS6U - 340P 1500V P4 de alta eficiencia del 17.50%	1,188	c/u	203.67	241,959.96
1.2	Suministro e instalación de soportaría para techo de lámina de alucing más soportaría de aluminio, se ha tomado como referencia las estructuras de IRONRIDGE, la cual ha sido diseñada para garantizar su eficacia y duración, facilitar su transporte y manipulación, y optimizar su integración en el medio ambiente.	1,188	c/u	50.49	59,982.12
1.3	Suministro e instalación de inversores El modelo de invector a utilizar en el proyecto es el Sunny Boy SB 11000TLUS-12 - 240V , se utilizarán 36 inversores.	36	c/u	2,690.80	96,868.80
1.4	Suministro e instalación de circuitos de cada arreglo a inversores	72	c/u	227.59	16,386.48
1.5	Suministro e instalación de alimentador de tableros de centro de distribución TCD a tablero principal de entrada ENEE	1	c/u	434.00	434.00
1.6	Suministro e instalación de red de tierra para sistema fotovoltaico.	4	c/u	190.00	760.00
1.7	Trámites legales ENEE y planos para aprobación del proyecto y firma del ingeniero	1.0	c/u	1,000.00	1,000.00
				Sub Total	\$ 417,391.36
				15% de ISV	\$ 62,608.70
				TOAL	\$ 480,000.00



B.- Tiempo estimado de entrega de trabajo:

- Se adjunta cronograma de proceso.
- Se adjunta información técnica de Paneles solares, Inversores y la estructura de Soporte para la instalación.

C.- Costo del proyecto:

El costo de los servicios de los equipos, montaje e instalación y puesta en marcha en la planta son de **\$ 417,391.36 (cuatrocientos ochenta mil dólares americanos) + 15% ISV**

El costo anterior incluye planta llave en mano y el tiempo total estimado para desarrollar el proyecto es de 5 – 6 meses.

D.- Formas de pago

1. Anticipo: 50 % sobre costo total de proyecto con orden de compra.
2. 30% con notificación de embarque de los equipos por el fabricante.
3. 20% contra finiquito de aceptación de entrega del proyecto.

Esperando poder servirle

Atentamente,

Ing. Oscar Diaz
Gerente General
odiaz@enerco.hn
Celular: (504) 3390-7171

AS-6P

POLYCRYSTALLINE MODULE



Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

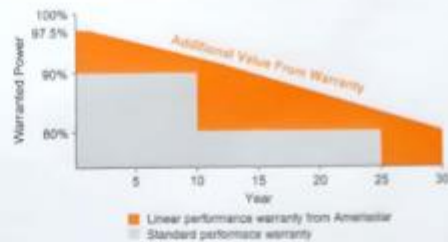
- High module conversion efficiency up to 17.53% by using high efficient solar cells and advanced manufacturing technology
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests)
- Potential induced degradation (PID) resistance
- Positive power tolerance of 0 - +3 %

CERTIFICATIONS

- IEC61215, IEC61730, IEC62716, IEC61701, CE, CQC, CGC, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), Kermoo(South Korea), KSC(South Korea), MCS(UK), CEC(Australia), PSEC(FL-USA), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO9001:2008: Quality management system
- ISO14001:2004: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- 12 years limited product warranty
- Limited linear power warranty: 12 years 91.2% of the nominal power output, 30 years 80.6% of the nominal power output.



ANEXO 2. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS

SUNNY BOY 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US





SMA 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US

NOW AVAILABLE FOR 240 V



Innovative	Economical	Reliable	Convenient
<ul style="list-style-type: none"> • First transformerless SMA inverter to be certified in accordance with UL 1741 • First inverter with arc-fault circuit interrupter listed according to UL 1699B 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum efficiency of 98.7% • Class-leading DC efficiency of 98.5% • Superior MPPT tracking with OptiTrack™ • Transformerless, with H5 topology 	<ul style="list-style-type: none"> • OptiCool™ active temperature management 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrated DC disconnect • SMA Power Balancer for three-phase grid connection • WebConnect compatible

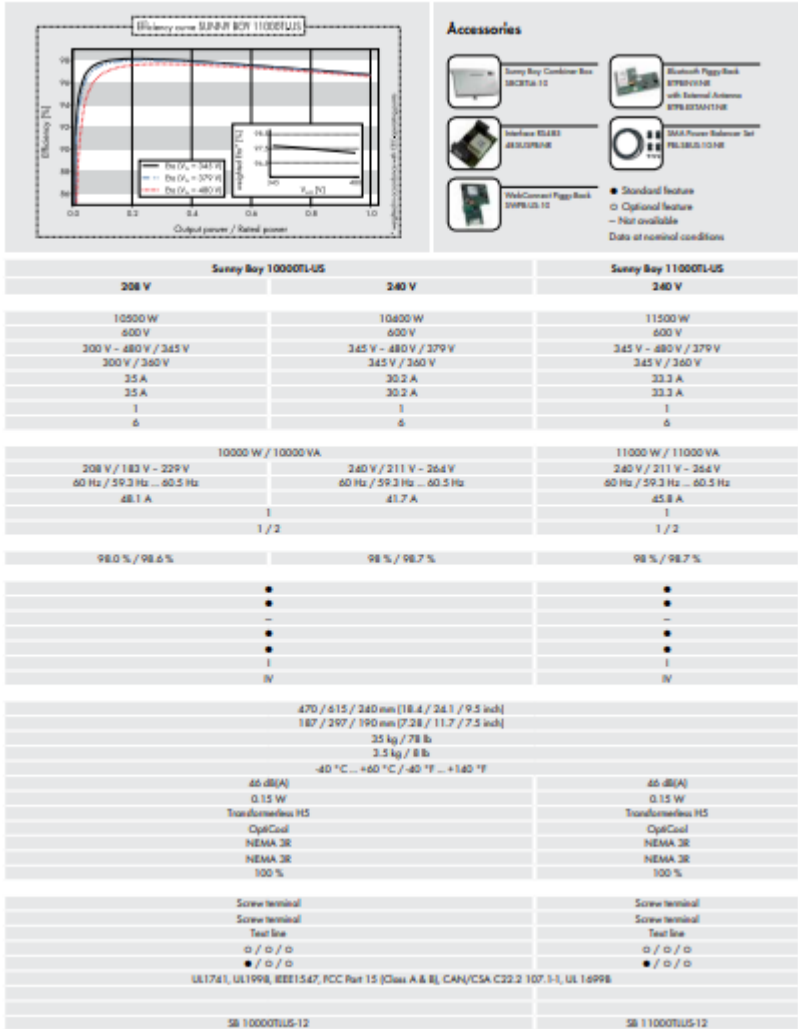
SUNNY BOY 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US

Transformerless design, maximum energy production

The Sunny Boy TL-US series is UL listed for North America and features SMA's innovative H5 topology, resulting in superior efficiencies of more than 98 percent and unmatched solar power production. The transformerless design reduces weight, increases the speed of payback and provides optimum value for any residential or decentralized commercial PV system. The Sunny Boy TL-US series for North America is the ideal choice in transformerless technology.

SUNNY BOY 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US

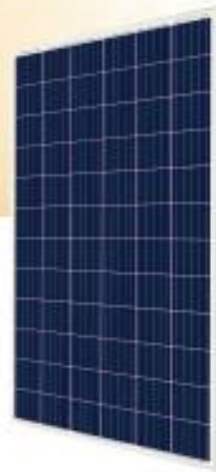
Technical data	Sunny Boy 9000TL-US	
	208 V	240 V
Input [DC]		
Max. usable DC power (at cos φ = 1)	9400 W	9400 W
Max. input voltage	600 V	600 V
MPP voltage range / rated input voltage	300 V - 480 V / 345 V	345 V - 480 V / 379 V
Min. input voltage / initial input voltage	300 V / 360 V	345 V / 360 V
Max. input current	31.0 A	27.1 A
Max. input current per string	31.0 A	27.1 A
Number of independent MPP inputs	1	1
Strings per MPP input @ Combiner Box	6	6
Output [AC]		
Rated power / max. apparent AC power	9000 W / 9000 VA	
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range	208 V / 183 V - 229 V	240 V / 211 V - 264 V
AC power frequency / range	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz
Max. output current	43.3 A	37.5 A
Power factor at rated power	1	
Feeds in phases / connection phases	1 / 2	
Efficiency		
CDC efficiency / max. efficiency	98 % / 98.6 %	98 % / 98.7 %
Protective devices		
DC reverse polarity protection	●	
AC short-circuit current capability	●	
Galvanic isolation	—	
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	
Arc-fault circuit interrupter (according to UL 1699B)	●	
Protection class	I	
Overvoltage category	IV	
General data		
Dimensions (W / H / D)	470 / 615 / 240 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 inch)	
Dimensions of DC Disconnect (W / H / D)	187 / 297 / 190 mm (7.38 / 11.7 / 7.5 inch)	
Weight	35 kg / 78 lb	
Weight of DC Disconnect	3.5 kg / 8 lb	
Operating temperature range	-40 °C ... +60 °C / -40 °F ... +140 °F	
Noise emission (typical)	46 dB(A)	
Self-consumption (night)	0.15 W	
Topology	Transformerless H5	
Cooling concept	CpACool	
Degree of protection	NEMA 3R	
Degree of protection of connection area	NEMA 3R	
Max. permissible value for relative humidity (noncondensing)	100 %	
Features		
DC connection	Screw terminal	
AC connection	Screw terminal	
Display	Text line	
Interface RS485 / Bluetooth / WebConnect	□ / □ / □	
Warranty: 10 / 15 / 20 years	● / □ / □	
Certificates and approvals (more available on request)	UL 1741, UL 1998, IEEE 1547, FCC Part 15 (Class A & B), CAN/CSA C22.2 107.1-1, UL 1699B	
● Standard features □ Optional features — Not available		
NOTE: US inverters ship with gray lids. Data at nominal conditions.		
Type designation	SB 9000TLUS12	



Accessories

- Sunbay Condition Box SBCTA-12
 - Sunbay PDU with External Antenna SBPE-030A12-08
 - Interface ELEC 480/276/08
 - 20A Power Release Set PRLS-01012
 - WebConnect PDU Back SBWB-US-12
- Standard feature
 ○ Optional feature
 - Not available
 Data at nominal conditions

Sunbay 10000TUS		Sunbay 11000TUS
208 V	240 V	240 V
10500 W	10400 W	11500 W
600 V	600 V	600 V
300 V - 480 V / 345 V	345 V - 480 V / 379 V	345 V - 480 V / 379 V
300 V / 360 V	345 V / 360 V	345 V / 360 V
35 A	30.5 A	33.3 A
35 A	30.2 A	33.3 A
1	1	1
6	6	6
10000 W / 10000 VA		11000 W / 11000 VA
208 V / 183 V - 229 V	240 V / 211 V - 264 V	240 V / 211 V - 264 V
60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz	60 Hz / 59.3 Hz ... 60.5 Hz
48.1 A	41.7 A	45.8 A
1	1	1
1 / 2	1 / 2	1 / 2
98.0 % / 98.6 %	98 % / 98.7 %	98 % / 98.7 %
●	●	●
●	●	●
●	●	●
●	●	●
I	I	I
IV	IV	IV
470 / 615 / 240 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 inch)		
187 / 297 / 190 mm (7.38 / 11.7 / 7.5 inch)		
35 kg / 78 lb		
3.5 kg / 8 lb		
-40 °C ... +60 °C / -40 °F ... +140 °F		
65 dB(A)	65 dB(A)	
0.15 W	0.15 W	
Transformerless IHS	Transformerless IHS	
CyberCool	CyberCool	
NEEMA 2R	NEEMA 2R	
100 %	100 %	
Screw terminal	Screw terminal	
Screw terminal	Screw terminal	
Test line	Test line	
○ / ○ / ○	○ / ○ / ○	
● / ○ / ○	● / ○ / ○	
UL1741, UL1998, IEEE1547, FCC Part 15 (Class A & B), CAN/CSA C22.2 107.3-1, UL 1499B		
SB 10000TUS-12		SB 11000TUS-12



MAXPOWER CS6U-340 | 345 | 350 | 355P HIGH EFFICIENCY POLY MODULE

Canadian Solar's modules use the latest innovative poly-PERC cell technology, increasing module power output and system reliability, ensured by 17 years of experience in module manufacturing, well-engineered module design, stringent BOM quality testing, an automated manufacturing process and 100% EL testing.

KEY FEATURES

-  Excellent module efficiency of up to: 18.00 %
-  IP68 junction box for long-term weather endurance
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 3600 Pa*
-  High PTC

25 years linear power output warranty

10 years product warranty on materials and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / INMETRO / CEC AU
UL 1702 / IEC 61215 performance: CEC (load US) / PSEC (US Florida)
UL 1702- CSA / IEC 61701- IEC 62716: VDE
ULN 9177 Reaction to Fire: Class 1 / IEC 60968-2-68: SGS
Take-e-way



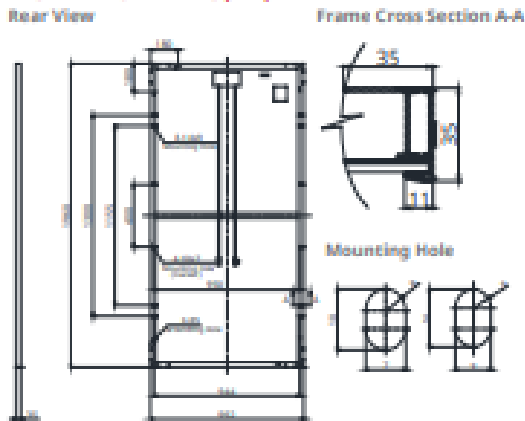
* We can provide this product with special BCO specifically certified with salt mist, ammonia and sand blasting test. Please call to our local technical sales representatives to get your customized solutions.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 30 GW deployed around the world since 2001.

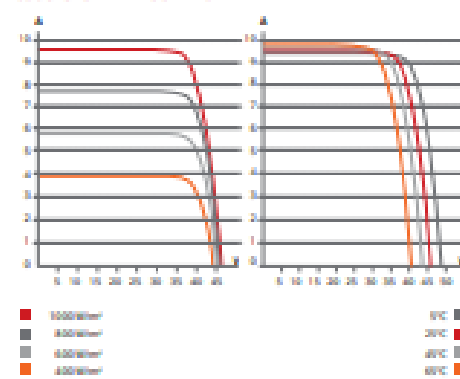
*For detail information, please refer to Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6U-345P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6U	340P	345P	350P	355P
Nominal Max. Power (P _{max})	340 W	345 W	350 W	355 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	37.5 V	37.8 V	38.1 V	38.2 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	9.05 A	9.13 A	9.21 A	9.30 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	45.9 V	46.0 V	46.2 V	46.4 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.62 A	9.69 A	9.79 A	9.84 A
Module Efficiency	17.40%	17.74%	18.00%	18.26%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1000 V (IEC/UL) or 1500 V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	15 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6U	340P	345P	350P	355P
Nominal Max. Power (P _{max})	251 W	254 W	258 W	262 W
Opt. Operating Voltage (V _{mp})	34.5 V	34.8 V	35.1 V	35.1 V
Opt. Operating Current (I _{mp})	7.25 A	7.32 A	7.36 A	7.45 A
Open Circuit Voltage (V _{oc})	42.9 V	43.0 V	43.2 V	43.4 V
Short Circuit Current (I _{sc})	7.76 A	7.82 A	7.90 A	7.94 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 30°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Outstanding performance at low irradiance, with an average relative efficiency of 96.0 % for irradiances between 200 W/m² and 1000 W/m² (AM 1.5, 25°C).

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustments to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speechway Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1B5, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	72 (6 × 12)
Dimensions	1960 × 992 × 35 mm (77.2 × 39.1 × 1.38 in)
Weight	22.4 kg (49.4 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL), 1160 mm (45.7 in)
Connector	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	720 pieces

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.39 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43 ± 3 °C

PARTNER SECTION



Dec. 2018. All rights reserved. PV Module Product Datasheet V5.0P1_01

ANEXO 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DETALLADO



Cronograma de Trabajo e Información Técnica			
DAO = Después de Aceptada la Orden de Compra y adelantos			
CATEGORIA	DESCRIPCION	TIEMPO ESTIMADO	COMENTARIOS
PROCESO	P & I Diagramas e Ingeniería de diseño para Montaje	2-3 Semanas DAO	P&ID, Planos y diagramas de componentes de Fabrica. Dibujos de diseño layout ubicación de equipos, diagramas de flujo y circuitos involucrados en el sistema, listado de materiales, planos de instalación y soporte ría.
	Fabricación de paneles solares	10-12 Semanas DAO	Tiempo de entrega en planta por el fabricante
	Fabricación de Inversores	8 – 10 semanas DAO	Tiempo de entrega en planta por el fabricante
	Fletes, transporte y nacionalización paneles solares	6 -7 semanas	Tiempo de transportación y desaduane para ponerlo en el cliente
	Fletes, transporte y nacionalización de inversores	3 -4 semanas	Tiempo de transportación y desaduane para ponerlo en el cliente
	Manuales de Operación de Equipos	Dos semanas luego de haber enviado el equipo a Puerto.	Esto Incluye los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Procedimiento de Almacenamiento <input type="checkbox"/> Posicionamiento, acondicionamiento y pruebas de arranque. <input type="checkbox"/> Listado de Partes recomendada <input type="checkbox"/> Testeo pre-arranque <input type="checkbox"/> Procedimiento de Diagnostico de Fallas. <input type="checkbox"/> Hojas de MSDS (si aplica) <input type="checkbox"/> Informacion de sub-componentes : ejemp. (tanques, bombas, etc.) <input type="checkbox"/> Informacion sub-componentes Instrumentación.
MONTAJE EN SITIO	Ejecución de Montaje Mecánico/ Eléctrico y Automatismo	4-5 Semanas	Luego de haber llegado el equipo y posicionado en su lugar o posición final en planta, tiempo estimado según proyección con el cliente a definir.
ARRANQUE	Pruebas y puesta en marcha del sistema	1-2 Semanas	La documentación prevista incluye los siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Check list de Pre-installation <input type="checkbox"/> Formatos de acondicionamiento de los equipos. <input type="checkbox"/> Hojas de Seguridad Industrial y check list del mismo para el equipo de trabajo <input type="checkbox"/> Punch list de Actividades a Ejecutar. <input type="checkbox"/> Agenda de Reuniones.

ANEXO 4. CARTA DE COMPROMISO DE ASESOR TÉCNICO

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo DIANA IVETTE BRIZUELA MARTÍNEZ, con Identidad No. 0501-1963-04430, Licenciado en Contaduría, Maestría en Finanzas,

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado “PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN LA GRANJA AVÍCOLA YOJOA, HONDURAS”, a ser desarrollado por el (los) estudiante(s): NENCY XIOMARA GONZÁLEZ LÓPEZ Y CARMEN ALEJANDRA DÍAZ ENAMORADO.

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de San Pedro Sula, Cortés.

Fecha: 01/Julio/2019

Diana Ivette Brizuela Martínez

ANEXO 5. INFORME GENERADO POR SISTEMA PVSYS

PVSYS V6.80		01/07/19	Página 1/6
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto : Granja Avicola			
Sitio geográfico	Rio chiquito	País	Honduras
Ubicación	Latitud	15.00° N	Longitud -88.00° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT-6	Altitud 512 m
	Albedo	0.20	
Datos meteorológicos:	Rio chiquito	NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético	
Variante de simulación : Nueva variante de simulación			
	Fecha de simulación	31.05/19 10h27	
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación plano captador	Inclinación	15°	Acim Ut -26°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso Perez, Meteonom
Horizonte	Sin horizonte		
Sombreados cercanos	Sin sombreado		
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)		
Características de los conjuntos FV (4 Tipo de conjunto definido)			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	CS6U - 340P 1500V P4
Base de datos PVSyst original		Fabricante	Canadian Solar Inc.
Sub-conjunto "Sub-conjunto #1"			
Número de módulos FV	En serie	11 módulos	En paralelo 27 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	297	Pnom unitaria 340 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	101 kWp	En cond. de funciona. 91.2 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	372 V	I mpp 245 A
Sub-conjunto "Sub-conjunto #2"			
Número de módulos FV	En serie	11 módulos	En paralelo 27 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	297	Pnom unitaria 340 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	101 kWp	En cond. de funciona. 91.2 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	372 V	I mpp 245 A
Sub-conjunto "Sub-conjunto #3"			
Número de módulos FV	En serie	11 módulos	En paralelo 27 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	297	Pnom unitaria 340 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	101 kWp	En cond. de funciona. 91.2 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	372 V	I mpp 245 A
Sub-conjunto "Sub-conjunto #4"			
Número de módulos FV	En serie	11 módulos	En paralelo 27 cadenas
Núm. total de módulos FV	Núm. módulos	297	Pnom unitaria 340 Wp
Potencia global del conjunto	Nominal (STC)	101 kWp	En cond. de funciona. 91.2 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)	U mpp	372 V	I mpp 245 A
Total	Potencia global conjuntos	Nominal (STC)	404 kWp
	Superficie módulos		2310 m²
		Total	1188 módulos
		Superficie célula	2082 m²
Inversor		Modelo	Sunny Boy SB 11000T LUS-12 - 240V
Base de datos PVSyst original		Fabricante	SMA
Características	Voltaje de funcionam.	345-480 V	Pnom unitaria 11.0 kW ac
Sub-conjunto "Sub-conjunto #1"	Núm. de inversores	9 unidades	Potencia total 99 kW ac
			Relación Pnom 1.02
Sub-conjunto "Sub-conjunto #2"	Núm. de inversores	9 unidades	Potencia total 99 kW ac
			Relación Pnom 1.02

Tal como se muestra, sin garantía, sólo el texto original está garantizado.

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Sub-conjunto "Sub-conjunto #3"	Núm. de inversores	9 unidades	Potencia total	99 kWac
			Relación Pnom	1.02
Sub-conjunto "Sub-conjunto #4"	Núm. de inversores	9 unidades	Potencia total	99 kWac
			Relación Pnom	1.02
Total	Núm. de inversores	36	Potencia total	396 kWac

Factores de pérdida del conjunto FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Conjunto#1	25 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#2	25 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#3	25 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Conjunto#4	25 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
	Global		Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	-0.4 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %

Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Perfil personalizado

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Granja Avicola

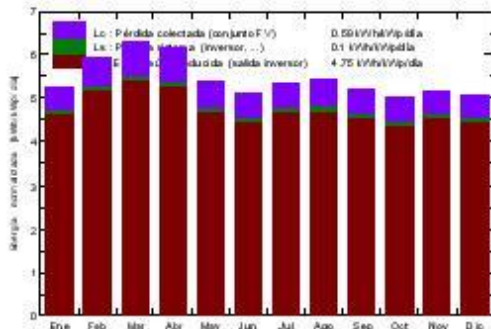
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -26°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 340P 1500V P4	Pnom 340 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1188	Pnom total 404 kWp
Inversor	Sunny Boy	SB 11000TLU S-12 - 240V	Pnom 11.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	36.0	Pnom total 396 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

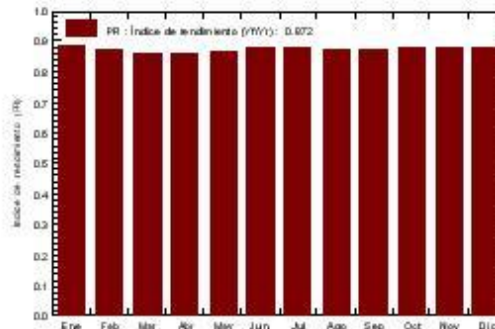
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	Energía producida	699.8 MWh/año	Produc. específica 1733 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	87.24 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 404 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	142.6	47.70	21.08	162.9	159.7	59.40	58.20	0.884
Febrero	150.9	46.50	22.42	166.2	163.1	59.63	58.48	0.871
Marzo	186.9	57.70	23.82	194.6	190.9	69.22	67.87	0.864
Abril	186.6	62.70	25.11	184.7	180.9	65.49	64.17	0.860
Mayo	175.2	70.10	24.50	167.1	163.3	59.92	58.58	0.868
Junio	165.9	67.50	23.60	153.5	149.8	55.45	54.17	0.874
Julio	176.4	68.80	23.31	165.9	162.0	59.90	58.57	0.874
Agosto	173.0	70.10	23.40	168.2	164.5	60.54	59.20	0.871
Septiembre	154.2	64.20	23.14	156.8	153.3	56.34	55.08	0.869
Octubre	144.2	59.50	22.39	154.6	151.2	55.87	54.62	0.875
Noviembre	136.5	48.90	21.64	154.7	151.3	56.17	54.98	0.880
Diciembre	136.1	45.90	21.12	156.8	153.6	57.10	55.90	0.882
Año	1928.5	709.60	22.96	1986.0	1943.6	715.03	699.83	0.872

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
	T_Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía inyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Tarificación sin garantía. Sólo el total en inglés está garantizado.

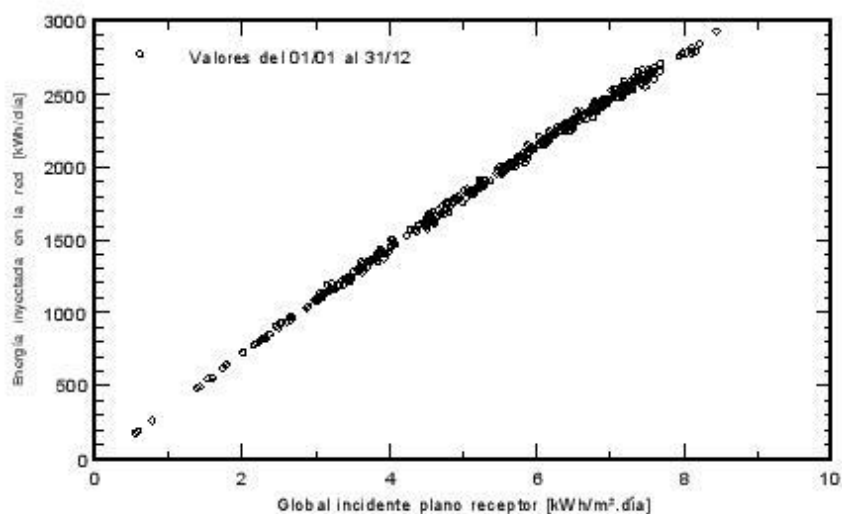
Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

Proyecto : Granja Avicola

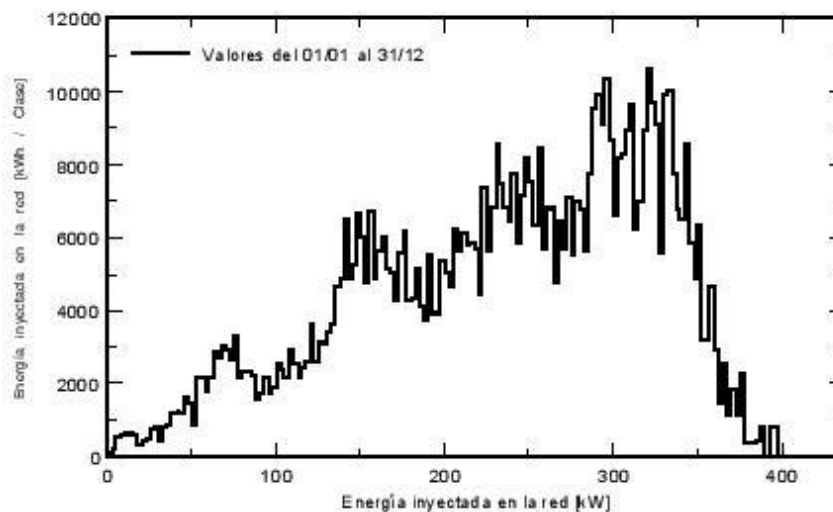
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -26°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 340P 1500V P4	Pnom 340 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1188	Pnom total 404 kWp
Inversor	Sunny Boy	SB 11000TLUS-12 - 240V	Pnom 11.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	36.0	Pnom total 396 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema



Tarificación sin garantía, Sólo el fido inglés está garantizado.

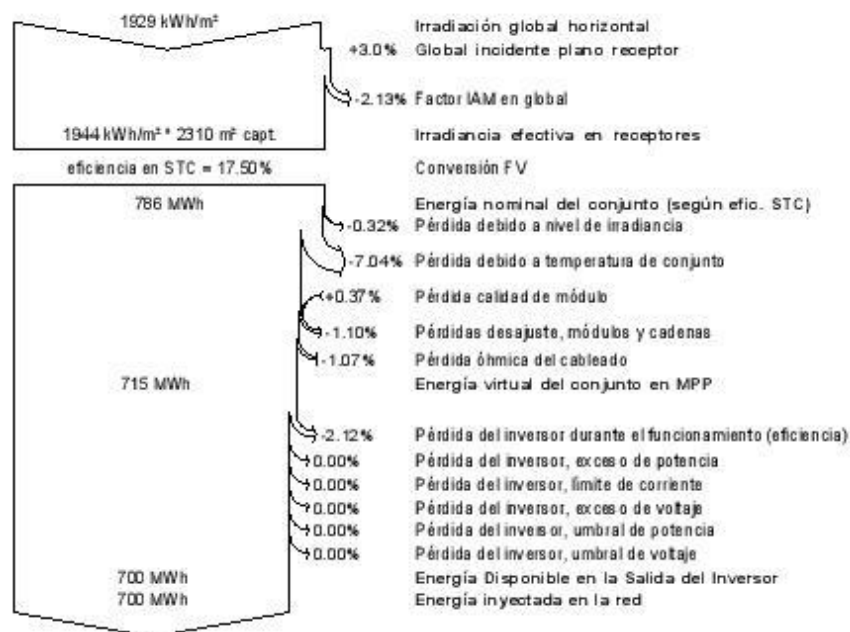
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Granja Avicola

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -26°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 340P 1500V P4	Pnom 340 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1188	Pnom total 404 kWp
Inversor	Sunny Boy	SB 11000TLUS-12 - 240V	Pnom 11.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	36.0	Pnom total 396 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año



Sistema Conectado a la Red: Evaluación P50 - P90

Proyecto : Granja Avicola
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut -26°
Módulos FV	Modelo	CS6U - 340P 1500V P4	Pnom 340 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	1188	Pnom total 404 kWp
Inversor	Sunny Boy	SB 11000TLUS-12 - 240V	Pnom 11.00 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	36.0	Pnom total 396 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Evaluación de la previsión de la probabilidad de producción

La distribución de la probabilidad de producción del sistema para diferentes años depende principalmente de los datos meteorológicos utilizados para la simulación, y depende de las siguientes opciones:

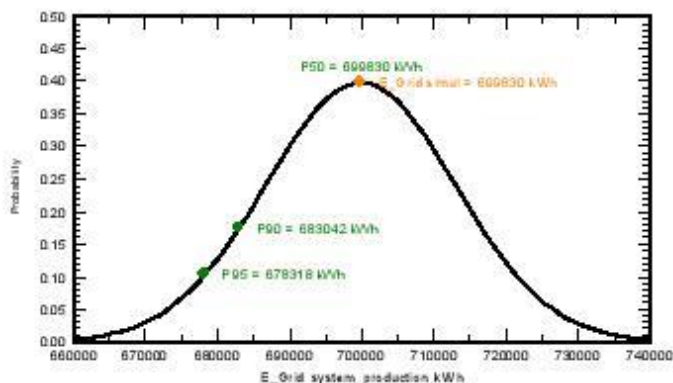
Origen de los datos meteorológicos	NASA-SSE satellite data 1983-2005	
Datos meteorológicos	Tipo	No definido Año 1995
Desviación especificada	Desv. anual con respecto al promedio 3 %	
Variabilidad de un año al otro	Varianza	0.5 %

La varianza de la distribución de probabilidad depende también de las incertidumbres de ciertos parámetros del sistema

Desviación especificada	Parám./modelo de módulo FV	1.0 %	
	Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %	
	Incertidumbres ensuciado y desajuste	1.0 %	
	Incertidumbre de la degradación	1.0 %	
Variabilidad global (meteorología y sistema)	Varianza	1.9 %	(suma cuadrática)

Probabilidad de producción anual	Variabilidad 13.1 MWh
	P50 699.8 MWh
	P90 683.0 MWh
	P95 678.3 MWh

Probability distribution



Tercera edición sin garantía, sólo el texto inglés está garantizado.