

DISEÑO UN SISTEMA DE ENERGIA RENOVABLE PARA UN GALPON DE POLLOS
UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL META



PAULA MARCELA VALLEJO HERNÁNDEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2023

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGIA RENOVABLE PARA UN GALPON DE POLLOS
UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DEL META

PAULA MARCELA VALLEJO HERNÁNDEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de ingeniería industrial

Director

JHON ADEMIR PALOMINO PARRA

Ingeniero electrónico

Codirector

CARLOS ANDRES MARENCO PORTO

Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
VILLAVICENCIO

2023

Autoridades Académicas

Fray JOSE GABRIEL MESA ANGULO, O.P.

Rector General

Fray MAURICIO ANTONIO CORTES GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

Fray JOSE ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Sede Villavicencio

Fray RODRIGO GARCIA JARA, O. P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

Mg. HECTOR MANUEL ÁVILA SIERRA

Decano de la Facultad de Ingeniería industrial

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Definición del problema	6
Justificación	8
Objetivos.....	9
Objetivo General.....	9
Objetivo Específicos	9
Marco Referencial.....	10
Marco conceptual.....	10
Proceso de engorde de pollos.....	10
Sistema de calefacción en galpones de pollo	10
Energía solar fotovoltaica	11
Radiación solar en Colombia	13
Marco legal	14
Marco Metodológico.....	15
Etapa 1	15
Tamaño	15
Cantidad	16
Elementos electrónicos	16
Cálculos.....	17
Etapa 2	19
Que es el atlas solar de Colombia.....	19
Cálculo de paneles solares	22
Cálculo del sistema de la batería.....	25
Etapa 3	26
Cronograma de actividades.....	28
Conclusiones.....	29
Referencias bibliográficas.....	30

Resumen

En los últimos años ha incrementado el uso de sistemas de energías renovables en diversos ámbitos de la sociedad, generando una mejora en las condiciones ambientales de nuestro planeta, porque lo que es relevante el desarrollo de proyectos de ingeniería orientados al uso de energía renovables, por tal motivo, el siguiente trabajo presenta una propuesta encaminada a generar un impacto ambiental de este tipo en la industria de galpones de pollos.

Este trabajo comprendió el diseño de un sistema de energía renovable para un galpón de pollos ubicado en el departamento del Meta, el cual es capaz de solventar las necesidades energéticas necesaria para un galpón de pollos mediante la utilización de paneles solares. A través de un desarrollo estructurado, basado con información detallada de los requisitos del diseño, el objetivo es lograr un diseño capaz de solventar las necesidades energéticas para el galpón de pollos, además de una novedosa alternativa en el desarrollo de la industria

Definición del problema

La nutricio y el consumo de alimentos en los pollos es vital para un correcto crecimiento, de igual manera es proporcionarles una temperatura adecuada a los pollos ya que es fundamental para su desarrollo y fortalecimiento de este, además garantiza que el pollo se encuentre en perfectas condiciones cuando se llevado al comercio. (Gutiérrez, 2019)

En un galpón de pollos se consume gran cantidad de energía eléctrica para poder mantener las condiciones adecuadas y requeridas que necesita el pollo ya mencionadas anteriormente. Normalmente la energía que consume anualmente es de 42 Gwh, puede considerarse que el consumo energético en un galpón es de 2,88 Wh/ave/día en donde esa energía es proveniente de una red convencional, la cual tiene un costo significativo y depende de fuentes no renovables, como lo son los combustibles fósiles (soltner1, 2014). Los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas son los mayores causantes del cambio climático a nivel global, ya que son responsables de más del 75% total de las emisiones de gases globales y cerca del 90% de las emisiones de dióxido de carbono (Nations, 2020).

Por esta razón se hace un estudio para el diseño de un sistema de energía renovable para un galpón de pollo ubicado en el departamento del Meta con el fin de poder contar con un sistema de energía estable ya que se pueden presentar perdidas por fallas del servicio eléctrico. En donde se puede evidenciar que las fallas del servicio eléctrico puede generar perdidas ya que en Panamá las constantes falta de energía y fluctuaciones que suelen ser más de 160 veces al día ocasionan perdidas grandes en la industria avícola debido a daños de equipos y muerte de miles de pollos, generando así pérdidas de 83 millones de dólares entre equipos y animales, a causa de los apagones (Apagones Y Fluctuaciones de Energía Eléctrica Afectan Granjas Avícolas, 2023), por lo cual esto demuestra de que si existen perdidas por los fallos de energía y el Meta es una de las regiones donde últimamente está siendo más frecuentes y largos estos fallos de energía debido a que EMSA la electrificadora del Meta está atravesando por problemas financieros (Redacción Economía, 2023). De igual forma también lo que se busca es darle una solución a los problemas ambientales que presenta la energía convencional y también la reducción el uso de energía convencional para prevenir la emisión de gasea efecto invernadero. El departamento en la actualidad se ha presentado incremento en la utilización de sistemas de energía renovable, y tras la elaboración del diseño que responde las necesidades de producción del galpón, se identificaron los mecanismos para optimizar

el proceso de crianza y engorde del pollo.

Finalmente, de acuerdo con una investigación se ha visto un diagnóstico de amenazas importantes para el sector avícola tales como: baja tecnología, mano de obra sin calificar, falta de una capacitación técnica, impactos por fenómenos naturales, bajos volúmenes de producción y carencia de impulso de actividades especializadas (f. Hilarión, 2020).

¿Qué alternativas de energías se pueden utilizar para disminuir la gran cantidad de consumo de energía fósil o convencional, para tener un proceso de crías de pollos de excelente calidad, sin tener un gran impacto en el medio ambiente que afecte el cambio climático?

Justificación

La implementación de la energía renovable en la industria avícola se incorpora pensando en el medio ambiente y en la mejora de los procesos en esta área debido a que normalmente se puede ver afectado por cortes de energía eléctrica, este diseño es importante para mejorar y responder a los desafíos económicos y ecológicos. Permitiendo promover de manera eficaz y eficiente la buena productividad. Con base a lo anterior mencionado debe quedar claro cuán importante es esta investigación que busca lograr los siguientes ODS (Objetivos de desarrollo sostenible):

Objetivo 7, Energía asequible y no contaminante

Objetivo 13, Acción por el clima

Figura 1. Objetivos de desarrollo



Figura 2. Objetivos de desarrollo



Nota: Imágenes obtenidas de Gámez, M. J. (2015, septiembre 17). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Ojetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de energía renovable para un galpón de pollos en el departamento del Meta.

Objetivo Específicos

Analizar las necesidades energéticas y operativas de un galpón de pollos en el departamento del Meta.

Comparar el impacto energético y medioambiental del sistema de crianza de pollos tradicional con un sistema basado en energía renovable.

Determinar un ejemplo estructural de un galpón de pollos utilizando AutoCAD

Marco Referencial

Marco conceptual

Proceso de engorde de pollos

Todo es un transcurso que comprende la llegada del pollo al galpón, en donde requiere cuidado, alimentación y control, hasta su despacho a los clientes. Durante la estancia del pollo en el galpón es indispensable que el pollo se encuentre un lugar físico adecuado en cuanto a temperatura, humedad y las superficies donde viven, los alimentos y agua adecuados, en donde todos estos factores influyen en una buena medida de alojamiento y el manejo de las aves (FAO, 2023).

Otra razón es para que los pollos estén en su zona de confort para evitar que se desarrolle un estrés térmico, ya que puede ocasionar la muerte de varios pollos en la parvada, que según (Aviagen, 2018), es debido a los cambios metabólicos que pueden generar los siguientes síntomas:

Aumento de excreciones urinarias

Aumento de excreciones fecales

Aumento del ritmo respiratorio

Para la crianza de pollos en galpón consiste en la distribución uniforme de calor con el objetivo de conseguir la temperatura uniforme. Por otra parte, la crianza por zonas utiliza una fuente de calor local por sectores utilizando radiadores o calentadores (Aviagen, 2018)

Sistema de calefacción en galpones de pollo

El manejo adecuado del ambiente en el galpón es una parte esencial para optimizar el desarrollo del pollo durante su crianza. Sea ventilación o calefacción, todo se puede reducir en suplir las necesidades del pollo para obtener un crecimiento óptimo y de hacer un uso de las diferentes tecnologías que se tiene en el mercado. Por lo tanto, en calefacción, el nivel de desarrollo

es constante, pero mejorando el sistema tradicional implementando equipos modernos, ya que este sistema es el principal gasto energético (Avinews, 2014)

Figura 3. Temperaturas ideales a partir de los 27 días de edad de los pollos

Edad (días)	Temperatura para crianza en todo el galpón °C (°F)	Temperatura para crianza por zonas °C (°F)	
		Borde de la criadora (A)	2 m (6.6 ft) desde el borde de la criadora (B)
Un día	30 (86)	32 (90)	29 (84)
3	28 (82)	30 (86)	27 (81)
6	27 (81)	28 (82)	25 (77)
9	26 (79)	27 (81)	25 (77)
12	25 (77)	26 (79)	25 (77)
15	24 (75)	25 (77)	
18	23 (73)	24 (75)	
21	22 (72)	23 (73)	
24	21 (70)	21 (70)	
27	20 (68)	20 (68)	

Nota: Tomado de (Aviagen, 2018).

La mayoría de los galpones manejan tres sistemas de calefacción turbo calentadores o calentadores de aire forzado, criadoras infrarrojas o calentadores por radiación y calentadores de loza radiante (Lockinger, 2013).

Energía solar fotovoltaica

El aprovechamiento de la energía que nos entrega el sol se pueden tener dos enfoques principales una de ganancia de calor térmico de los rayos directos (Colectores solares) y una ganancia de energía luminosa que tienen los fotones de luz (Paneles fotovoltaicos). Según estudios de radiación solar varían ampliamente según el lugar en el que se desee aprovechar la energía solar.

Características generales

La irradiación solar

Es la potencia de radiación solar por unidad de área en una superficie y sus unidades del sistema internacional (SI) son W/m^2

La irradiación solar o insolación

“La integral durante un periodo de tiempo determinado de la irradiación por lo tanto es la energía solar por unidad de área incidente de superficie” (Perpiñan Lamigueiro, 2020). Las unidades en el SI son $Wh = m^2$. Para Colombia por estar en la zona ecuatorial, los valores de irradiación máximos en veranos son al mediodía (Fernanda, Franco, & Ancizar, 2018).

Las horas pico solar HSP

Son paquetes de una hora recibiendo una potencia de 1000 W por cada m^2 . En otras palabras, es un número de horas en donde dispone de una irradiación solar constante de 1000 W/m^2 (López, 2015). Sus unidades en el SI son kWh/m^2 que es equivalente a $3,6MJ/m^2$.

Los módulos o paneles fotovoltaicos

Están formados por la interconexión de células solares están dispuestas en series o paralelo de manera que la tensión y la corriente que finalmente proporcione el panel se ajusta al valor requerido (Lopez, 2015).

Un regulador de carga

Es el equipo encargado de controlar y regular el paso de corriente eléctrica desde los módulos fotovoltaicos hacia las baterías (Lopez, 2015). Su funcionamiento es similar al de un cargador de baterías

Las baterías solares o acumuladores

Es la que almacena la energía por el sistema fotovoltaico en horas de mayor radiación o no funcionamiento, para poder utilizarla en horas de la noche o en periodos de poca iluminación.

También sirve para estabilizar el voltaje y la corriente de suministro para incrementar en motores en el arranque

Inversor o convertidor

Se encarga de transformar la corriente continua producida por la energía fotovoltaica a las características eléctricas por las cargas a alimentar principalmente si es corriente continua o corriente alterna

Radiación solar en Colombia

Colombia cuenta con una buena ubicación geográfica, viéndolo desde el campo de la radiación de energía solar, ya que cuenta con uno de los niveles de radiación solar más alto del mundo, también cuenta con gran variedad de clima por sus diferentes pisos térmicos.

La UPME (unidad de planeación Minero-Energética) que pertenece al Ministerio de minas y energía de Colombia y el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales)

Marco legal

Tabla 1. Marco legal

Normas para los galpones y energías renovables	Descripción
Ley 9 de 1979 del ministerio de salud	Es la que reglamenta las actividades de competencias de salud pública para asegurar el bienestar de la población, teniendo en cuenta los títulos I, II y III que nos dice todo sobre higiene
Ley 1715 de 2014	Tiene como objeto promover el desarrollo y la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético
Ley 2099 de 2021	Tiene como objetivo modernizar la legislación existente y dictar otras disposiciones para la transición energética, a través de la utilización de desarrollo y promociones de fuentes de energías no convencionales
Ley 1333 de 2009	Establece el procedimiento sancionatorio ambiental y el dominio para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sanciones necesarias, frente a las acciones que atentan contra el medio ambiente.
Ley 373 de 1997	Es la encargada del uso suficiente y ahorro del agua, todo plan nacional y municipal está en la obligación de incorporar el programa de uso suficiente y ahorro del agua. Se entiende a esto al conjunto de acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de prestación de servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.
Ley 99 de 1993	Nos define el ordenamiento territorial como la función atribuida al estado de regular y orientar el proceso de diseño y del uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la nación, con el fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible

Marco Metodológico

Etapa

1

En esta investigación, se hará un diseño de un sistema de energía renovable para un galpón de pollos en el departamento del Meta, para esto es necesario hacer una investigación de cuáles son las medidas adecuadas para el galpón de pollos para tener en cuenta que cantidad de pollos se pueden tener con base a esas medidas y analizar cuantas son las cantidades de bombillas necesarias para el correcto funcionamiento de este.

Tamaño

Para tener en cuenta el tamaño del galpón de pollos se debe observar que debe estar en un lugar donde la ventilación natural sea constante y suave, teniendo en cuenta el punto intermedio de la circulación no debe estar bloqueada por la naturaleza o construcciones. (Gonzalez, 2018)

Para la orientación de este se debe considera la zona en donde se va a situar. De manera que se debe conocer si es un clima frio o un clima caliente ya que las temperaturas que se manejan en estos climas son muy distintos uno del otro, Se considera clima frio a temperaturas de 15 a 20° grados y clima caliente a temperaturas mayores de 20° grados. Cabrera, O. (2017, August 21)

Como en esta propuesta de investigación se tiene como base realizar el diseño para un clima caliente el galpón debe estar situado de oriente a occidente para así mismo disminuir el calentamiento del galpón.

Las dimensiones generales de este van variando según las necesidades, pero para este caso el galpón ocupara una medida de 5 m de ancho y 20 metros de largo, para obtener una superficie de 100 m²

$$\text{Area del galpon: } 20 \times 5 = 100 \text{ m}^2$$

Cantidad

Teniendo en cuenta las medidas dadas del galpón la capacidad de pollos que se puede tener es de 1000 pollos en donde se puede criar en esa superficie, ya que se va a criar 10 pollos por m²

$$100 \times 10 = 1000 \text{ pollos}$$

Elementos electrónicos

Para saber el correcto funcionamiento del galpón de pollos se necesita saber cuáles son los elementos electrónicos necesarios para este, por esta razón se realizará la siguiente tabla demostrando el número de elementos necesarios para el galpón, la potencia de cada elemento y cuantas horas van a estar encendidos, para así poder pasar a la siguiente etapa de saber cuántos paneles solares son necesarios para satisfacer la demanda. AmericaAgro. (2021, abril 14)

Tabla 2. Cálculo de elementos necesarios

ELEMENTOS	POTENCIA	HORAS ENCENDIDO	DE	CANTIDAD
Lámparas Incandescentes	40 w	23 horas		22 unidades
Lámparas Fluorescentes	40 w	23 horas		4 unidades
Lámparas Led	40 W	23 horas		4 unidades
Bombillos	22 W	23 horas		7 unidades

Para hacer esto se debe tener en cuenta que se debe tener como objetivo obtener 40 lux la primera semana de vida del pollo, para luego bajar hasta 3-5 lux al final del ciclo, para esto existen tres tipos de lámparas

Incandescentes

Fluorescentes

Led

A los pollos se les debe nutrir por lo menos con 23 horas de luz por día, todo con un propósito de aumentar el consumo de alimento, Pero igual forma se debe tener en cuenta la edad y los días en los que está el pollo para así mismo ver la cantidad de lux que necesitan se puede tener en cuenta en la siguiente imagen en donde nos explican la edad y lo mínimo de lux, igualmente se da una recomendación de dejar por lo menos una hora sin luz por las noche a los pollos para que se acostumbren a la oscuridad y así poder evitar muertes por amontonamiento en dado caso de que falle la corriente eléctrica Macay, E. (2012, March 12)

Figura 4. Intensidad de luz para galpón

INTENSIDAD Y EL FOTOPERIODO		
EDAD (DIAS)	INTENSIDAD (LUX)	FOTOPERIODO(HORAS)
0 a 7	20 minimo	23 de luz y 1 de oscuridad
7 a 21	20 a 10 (reduccion gradual)	23 de luz y 1 de oscuridad
21 a sacrificio	10	23 de luz y 1 de oscuridad

Nota: tomado de Macay, E. (2012, March 12)

Cálculos

Para calcular las lámparas requeridas para el galpón se debe tener en cuenta la siguiente formula y la potencia de las lámparas

Figura 5. Formula de iluminación

ILUMINACION

1 pie de candela =10.76 lux

Un formula sencilla para calcular el numero de lamparas requeridas para un glapon de pollo es la siguiente

$$\text{*Numero de lamparas, focos o bulbos} = \frac{\text{Area de piso } m^2 \times \text{lux maximos requeridos}}{\text{Wattaje de la lampara} \times \text{factor K}}$$

WATTAJE DE LAMPARAS Y FACTORES K	
POTENCIA DE LA LAMPARA (Watts)	FACTOR K
15	3.8
25	4.2
40	4.6
60	5.0
100	6.0

*Esta formula es para lamparas, focos o bulbos de tungsteno a una altura de 2m por encima del nivel de las aves. Las luces fluorecentes proporcionan de 3 a 5 veces el numero de lux por Watt que los tungsteno

Nota: tomado de Macay, E. (2012, March 12)

Con base a la imagen anterior se puede realizar los cálculos de cuantas lámparas son necesarias para nuestro galpón de 100 m²

$$\frac{100m^2 \times 40}{40 \times 4,6} = 22 \text{ Lamparas incandescentes}$$

$$\frac{100m^2 \times 40}{22 \times 14,10} = 7 \text{ bombillas}$$

$$\frac{100m^2 \times 40}{40 \times 14,10} = 4 \text{ Lamparas fluorecentes}$$

$$\frac{100m^2 \times 40}{40 \times 14,10} = 4 \text{ Lamparas fluorecentes}$$

En la siguiente tabla se puede observar un poco más organizado la información de las cantidades necesarias que se necesitarían para el galpón de 100 m²

Tabla 3. Unidades elementos

ELEMENTOS	UNIDADES
Lámparas incandescentes	22 unidades
Bombillas	7 unidades
Lámparas fluorescentes	4 unidades
Lámparas led	4 unidades

Etapas 2

En esta etapa se hará un impacto energético y ambiental del sistema de crianza de pollos tradicional con un sistema basado en energía renovable, apoyándonos del atlas solar de Colombia para saber cuál es el potencial de la energía solar en el departamento del Meta y poder así definir el tipo de paneles solares y su potencia, para así poder diseñar el sistema de energía solar y poder cubrir la demanda y satisfacerla.

Que es el atlas solar de Colombia

El atlas de radiación solar de Colombia es el conjunto de mapas que representan la distribución espacial del potencial energético solar de Colombia, estos mapas nos muestran el valor promedio diario de la radiación solar global, brillo y radiación ultravioleta solar que inciden sobre una superficie plana por metro cuadrado. (UPME, IDEAM, 2005)

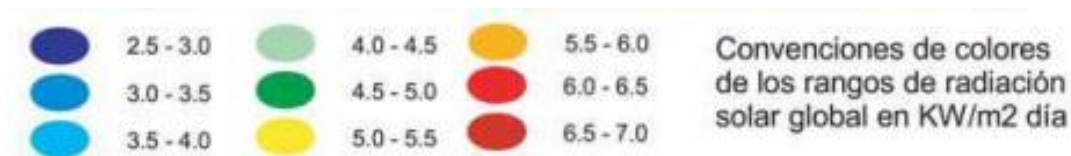
El atlas de radiación solar nos brinda información cuantifica de como incide la energía solar sobre la superficie del país.

En conclusión, nos comenta que Colombia tiene un buen potencial energético solar en todo el territorio con un promedio multianual cercano a 4,5 kWh/m², destacándose en la península

de la Guajira con un valor promedio de 6,0 kWh/m² y en la Orinoquia con un valor poco menor. (UPME, IDEAM, 2005)

Para entender un poco mejor los mapas de radiación solar del atlas de Colombia se debe tener en cuenta la manera en la que ellos toman las mediciones, en el cual lo hacen por medio de colores que lo asocian con el rango de radiación solar kW/m², en donde el color azul oscuro lo asocian entre el rango 2,5 a 3,0, siguiéndolo el color azul un poco más claro, en el rango de 3,0 a 3,5 y así sucesivamente se realizara incremento de 0,5 de un color siguiente hasta llegar al color rojo intenso en donde esté está en un rango 6,5 a 7,0

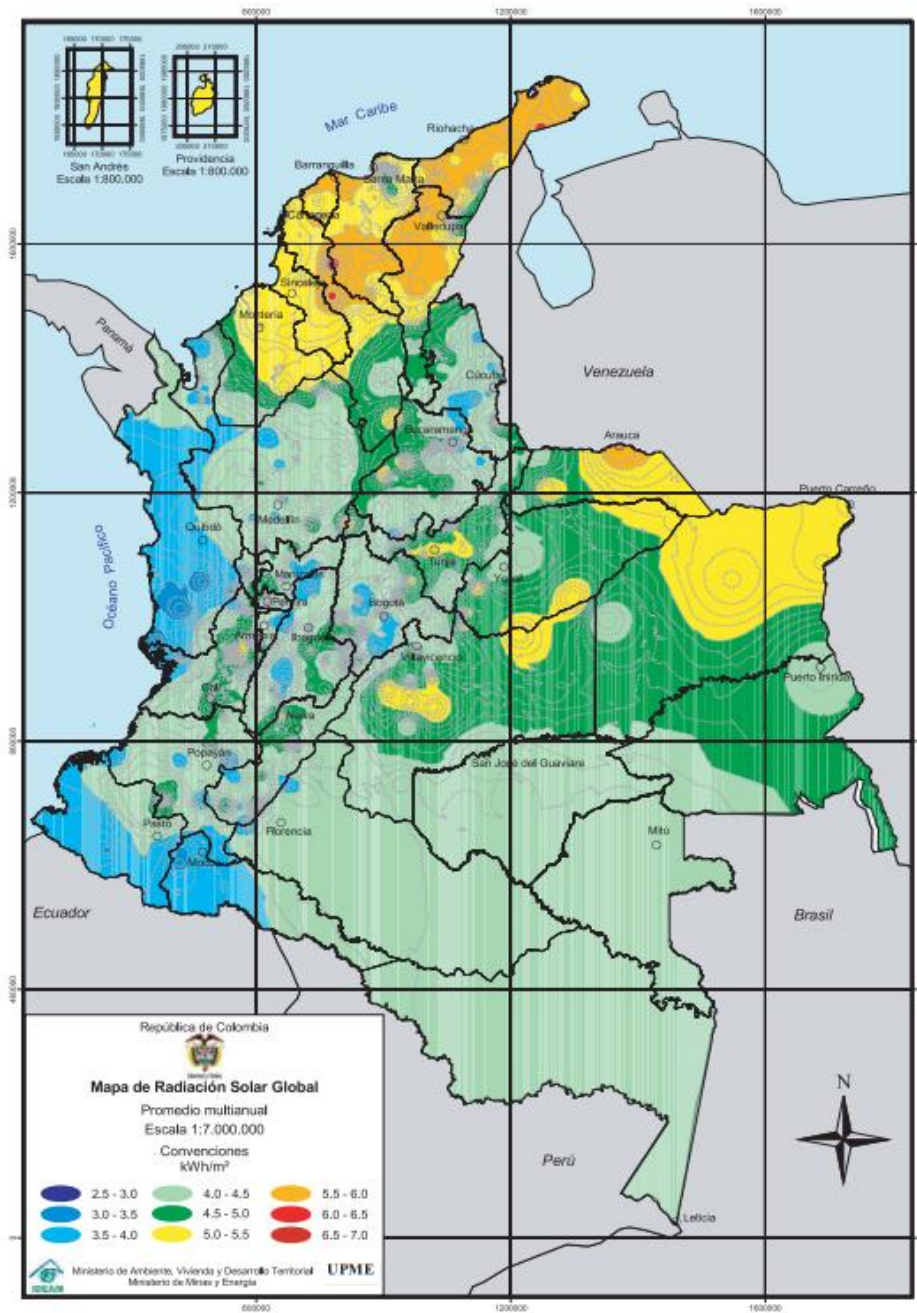
Figura 6. Rangos de radiación



Nota: Tomado de (UPME, IDEAM, 2005)

El atlas nos ofrece uno mapas de la radiación solar en Colombia de manera mensual o multianuales, en donde en este trabajo se tendrá en cuenta el mapa multianual en donde nos demuestra la radiación solar que se tiene en el meta para así poder saber la energía solar que se tiene

Figura 7. Rangos de radiación



Nota: La imagen fue tomada de (UPME, IDEAM, 2005)

En esta imagen nos demuestra que en el meta se tiene una radiación de color verde oscuro de 4.5 a 5.0 y también se tiene el color amarillo de 5.0 a 5.5, lo que quiere decir que se tiene una radiación solar favorable en la región.

Cálculo de paneles solares

Para saber la cantidad necesaria de los paneles solares se utilizó varias fórmulas que ayudaran a calcular la cantidad que se necesita para este diseño teniendo en cuenta la medida que se le dio

Primero se debe empezar con el cálculo de la demanda diaria máxima, que para este diseño se contemplaron los consumos de energía como lo indica en la ecuación y en la tabla se representa el consumo esperado de la demanda C., David, P., & Higueta. (2021).

$$D_{diaria} = p_{elem} \times H \times N$$

Donde

Pelem: Potencia de elementos

H: Es el número de horas de funcionamiento

N: El número de dispositivos

Tabla 4. Calculo de las cargas con la demanda

Elementos	Potencia	Horas de encendido	Cantidad	Demanda
Lámparas incandescentes	40 W	23 horas	22 unidades	20240
Lámparas fluorescentes	40 W	23 horas	4 unidades	3680
Lámparas led	40 W	23 horas	4 unidades	3680
Bombillos	22 W	23 horas	7 unidades	3524

La demanda de la carga por día (Wh) es de 31142 toca tener en cuenta esto ya que se verá afectado el rendimiento de todo el conjunto de los elementos que la componen, también se debe tener en cuenta las pérdidas que esto puede presentar, para poder abastecer la demanda instalada. Para determinar la cantidad de paneles solares necesarios toca tener presente el rendimiento global de la instalación. En este orden de ideas se decidió calcular el rendimiento de pérdidas totales del sistema por medio de esta ecuación C., David, P., & Higueta. (2021)

$$Kt = (1 - Kba - Ki - Kr) \times \left(1 - \left(\frac{Kad \times Da}{Pd}\right)\right)$$

Donde:

Kad: Es la pérdida de auto descarga diaria de la batería. Para este caso se tomó con un factor de Ka:0.005

Kba: Perdida debido almacenamiento de batería nuevas. Para este caso Ka:0.1

Ki: Perdida rendimiento del inversor. Para este caso se toma ki:0.08

Kr: Perdidas rendimiento del regulador. Para este caso se toma un factor Kr:0.05

Da: Días de autonomía. Para este caso se toma con un valor de Da: 1

Pd: Profundidad de descarga de batería de Pd:0.7

$$Kt = (1 - 0.1 - 0.08 - 0.05) \times \left(1 - \left(\frac{0.005 \times 1}{0.7}\right)\right)$$

$$Kt = 0.76$$

También se dará calculo a la energía diaria que debe generar cada panel, en donde se incluyera las pérdidas del sistema, las cuales deberán ser suplidas por los arreglos de paneles solares C., David, P., & Higuita. (2021)

$$D_{M\hat{a}xd} = \frac{\text{Demanda de las c arg a s}}{Kt}$$

$$D_{M\hat{a}xd} = \frac{31142}{0.76}$$

$$D_{M\hat{a}xd} = 40976,32 \text{ Wh}$$

A continuación, se calcula la potencia máxima de carga que deberá suministrar los paneles solares durante las horas pico para poder suplir la demanda durante el día. Teniendo en cuenta que

para la región del Meta la hora solar pico corresponde de 6h C., David, P., & Higueta. (2021)

$$P_{G-FV} = \frac{D_{M\acute{a}x}}{HSP}$$

Dmax: Demanda máxima de instalación

HSP: Hora solar pico

$$P_{G-FV} = \frac{40976,32}{6}$$

$$P_{G-FV} = 6829,40 \text{ W}$$

Todos estos cálculos se realizaron para poder hacer el análisis de los paneles solares necesarios para este sistema teniendo en cuenta la siguiente formula y basándonos en que los paneles solares contarán con vatios de 360 W

$$\#paneles \geq \frac{P_{G-FV}}{P_{real \text{ del panel}}}$$

PP_{G-FV} : *Generador fotovoltaico potencia*

Prealdelpanel: potencia producida por el panel seleccionado

$$\#paneles \geq \frac{6819,40 \text{ W}}{360}$$

$$\#paneles \geq 18$$

Lo paneles solares para dicha instalación se deberá instalar 18 paneles de 360 W

Cálculo del sistema de la batería

Para saber la cantidad de las baterías del sistema se debe calcular la capacidad total del banco de las baterías, en donde se tendrá en cuenta la demanda máxima, los días de autonomía y la descarga de la batería

$$Cbaterias = \frac{D_{max} \times D_a}{P_d \times V_{sistema}}$$

$$Cbaterias = \frac{40976,32W \times 1h}{0.7 \times 24V}$$

$$Cbaterias = 2439,07 Ah$$

Para cumplir con los requerimientos del proyecto estará conformado por 12 baterías de 12V/400 Ah.

Para ser un poco más amigables con el medio ambiente tendremos en cuenta el cálculo de emisiones de red de energía en Colombia, que en este se basa en el esfuerzo de mitigación para la menor utilización de combustibles fósiles y la optimización de energía renovable (Jhonathan Sanchez, 2020), en el cual se tomara como guía para realizar los cálculos para saber las emisiones ahorradas al implementar este tipo de diseño en un galpón de pollos

Figura 8. Rangos de radiación

Cálculo de emisiones ahorradas	
Factor de emisiones (kg CO2eq/kWh)	0.203
Consumo total mensual (kWh)	934.26
Emisiones ahorradas (kg)	189.7

→

Este valor quiere decir que si se utiliza el sistema de paneles solares fotovoltaicos, se dejarían de emitir mensualmente 189.7 kg de CO2 al ambiente.

Nota: Imagen de los cálculos de emisiones ahorradas

Etapa 3

Para finalizar se realizó el diseño de un galpón de pollos para el departamento del Meta teniendo en cuenta la investigación realizada sobre los parámetros que debe cumplir el galpón para el cuidado de los pollos.

Este diseño fue realizado por medio de la aplicación de AutoCAD, se realizó de esta manera para cumplir con uno de los objetivos del trabajo que era crear un diseño de un galpón de pollos para el departamento del Meta cumpliendo así con el objetivo propuesto

Figura 9. Galpón de pollo vista perfil

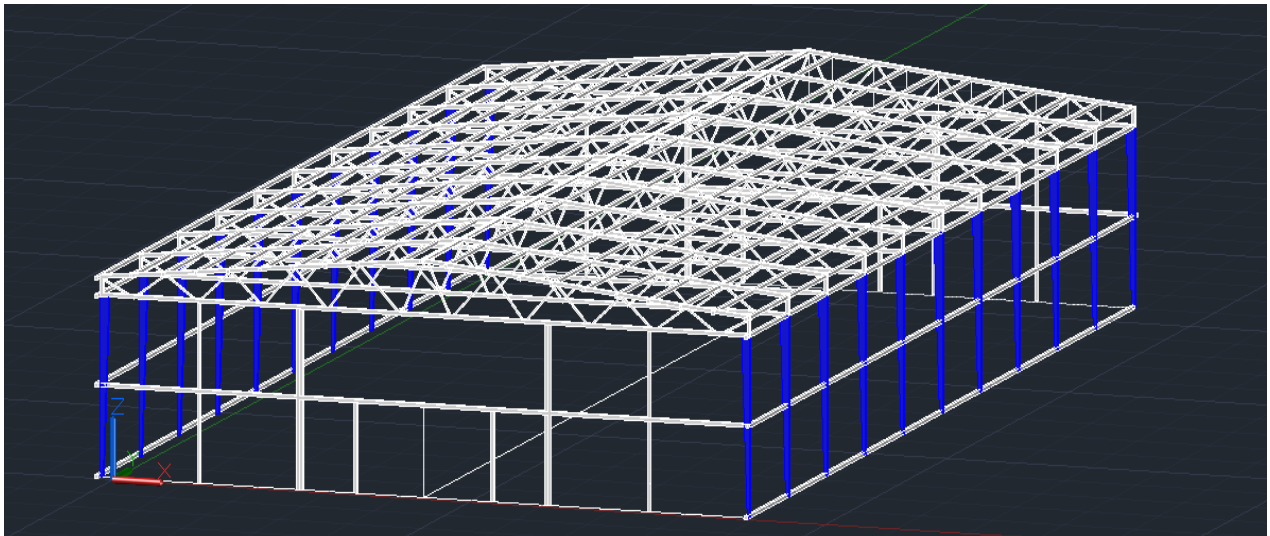


Figura 10. Galpón de pollo vista lateral derecha

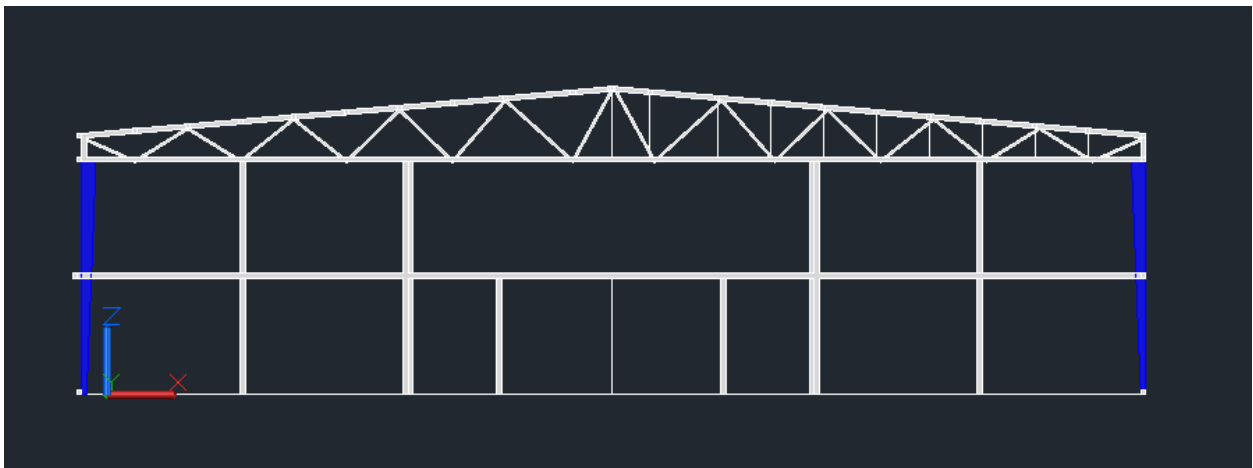
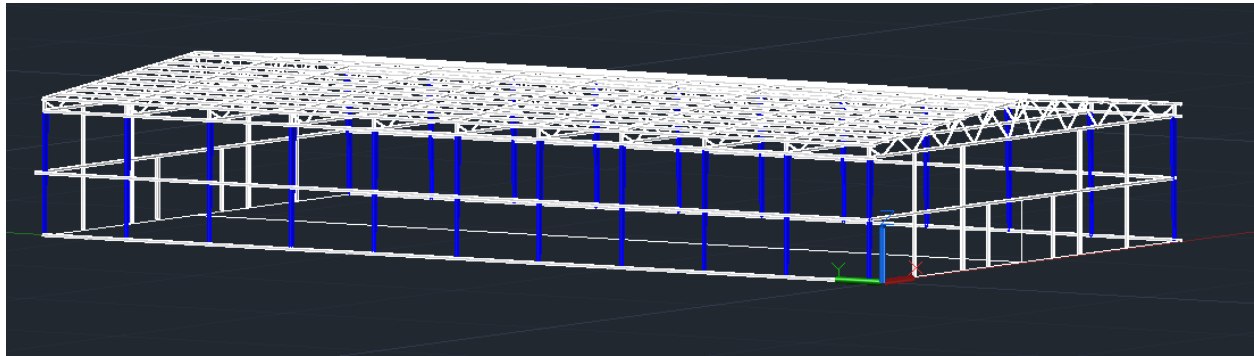


Figura 11. Galpón de pollo vista posterior



Conclusiones

Es muy importante conocer todo sobre la radiación solar que se tiene en el lugar donde se va a realizar la instalación, ya que es el punto de partida para un correcto funcionamiento de la investigación y así mismo el dimensionamiento de los paneles y de los equipos que componen el sistema, para poder así cumplir con la satisfacción de la demanda que se estableció

Al implementar las energías renovables, en especial la energía solar fotovoltaica permite el mejoramiento y calidad de vida de las personas que le interesa los tema sobre los galpones de pollo y así mismo esto genera un reemplazo de las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles, en el cual genera un gran impacto en el ambiente ya que genera la reducción de CO₂ en el medio ambiente.

Referencias bibliográficas

- ABC Avícola. (2022). Parámetros para galpones nuevos o remodelaciones de galpones existentes en Reproductoras Pesadas. [https://www.abcavicola.com/post/par%C3%A1metros-para-galpones-nuevos-o-remodelaciones-de-galpones-existentes-en-reproductoras-pesadas#:~:text=L%C3%A1mparas%20LED%20de%2010W%20y,regulador%20de%20voltaje%20\(dimmer\)](https://www.abcavicola.com/post/par%C3%A1metros-para-galpones-nuevos-o-remodelaciones-de-galpones-existentes-en-reproductoras-pesadas#:~:text=L%C3%A1mparas%20LED%20de%2010W%20y,regulador%20de%20voltaje%20(dimmer))
- Alexander, J. (2014). Atlas Interactivo – Ideam. <http://atlas.ideam.gov.co/presentacion/>
- AmericaAgro. (2021). Parámetros para seguir en la iluminación de granjas avícolas. <https://americaagro.com/parametros-a-seguir-en-la-iluminacion-de-granjas-avicolas/>
- Aviagen. (2018). Manual de manejo 2018. [https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES .pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf)
- Avinews. (2014). Intercambiadores de calor. Ahorro y Bienestar. <https://avicultura.info/producto/comavic-presenta-el-recuperador-de-calor-rce45/>
- Berrios Graus, J. & Gérman Talledo, L. (2021). Diseño y simulación de alimentación automatizado en el proceso de crianza industrial de pollos [Trabajo de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4924/IND-T030_47072816_T%20%20%20G%c3%89RMAN%20TALLEDO%20LINDA%20MAR%c3%8dA%20BRIGGITTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro Carhuamaca, V. W. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico para abastecer la demanda de energía eléctrica a la granja avícola San Jorge para reducir los costos de combustible en el Caserío Uña de Gato Jaén. [Trabajo de grado, universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36683>
- Congreso de la República de Colombia. (1997). Ley 373 de 1997. programa para el uso eficiente y ahorro del agua. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=342>
- Congreso de la República de Colombia. (2009). Ley 1333 de 2009. Ley de sancionatorio ambiental. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36879>
- Congreso de la República de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014. Ley de integración de energías

- renovables <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Congreso de la República de Colombia. (2021). Ley 2099 de 2021. Ley de transición energética. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=166326>
- Daza Leguizamon, E. A., & Coy Sierra, S. A. (2020). Desarrollo del control automático de temperatura para un galpón de aves de corral en la avícola optipollo. [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio institucional. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21694?show=full>
- De Carne, P., & Villa, A. (2009). la primera semana de vida del pollo la primera semana de vida del pollo la primera semana de vida del pollo la primera semana de vida del pollo la primera semana de vida del pollo la primera semana de vida del pollo. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/3/5186-la-primera-semana-de-vida-del-pollo.pdf>
- El Espectador. (2023). *¿Qué está pasando con el servicio de energía en Villavicencio?* <https://www.elespectador.com/economia/que-esta-pasando-con-el-servicio-de-energia-en-villavicencio/>
- Engormix. (2012). Cálculo de iluminación para pollos de Engorde. https://www.engormix.com/avicultura/iluminacion-galpones-avicolas/calculo-iluminacion-pollos-engorde_a29327/
- Garavito, E., Novoa, F. & Bojacá, D. (2018). Estudio de factibilidad para el diseño de un sistema automatizado para producción avícola alimentado con energía solar. Publicaciones e Investigación, 12(2), 55-67. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/2965>
- Larrén Ucar, A. (2022). Proyecto de ejecución de una granja avícola de carne ecológica de 4.800 pollos en el término municipal de Fuentelsaz de Soria (Soria) suministrada mediante energía renovable. [Trabajo de grado, Universidad de Valladolid]. Repositorio Institucional. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/58962>
- Monta Toapanta, C. & Ayala, P. (2020). Sistema de control difuso y monitoreo para granjas avícolas utilizando suelo radiante con energía solar. (2020). [Trabajo de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30733/1/Tesis_t1685ec.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Producción y

- productos agrícolas. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/chickens/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Energías renovables: energías para un futuro más seguro. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- Petrel Higueta, C (2021). Diseño de sistema solar fotovoltaico aislado e individual en el corregimiento bocas del Atrato - Turbo. [Informe de práctica, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18523/7/PetrelCristian_2021_SistemaSolarFotovoltaico.pdf
- Rincón Gutiérrez, H. D., & Salamanca Tunarrosa, D. C. (2021). Diseño de un sistema aerotérmico para la calefacción en galpones de pollos de engorde en Colombia. [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26654>
- Soler, A., Lacañina, P., Moreno, Y., Cousinou Martínez, J., & Molina, L. (2023). estudio técnico y de rentabilidad de un sistema híbrido solar eólico para suministro de energía eléctrica a una granja avícola. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/49402/ponencia_mlaca%C3%B1ina_2003.pdf?sequence=1
- Zootecnia Y Veterinaria Es Mi Pasión (2018). *Como construir galpónes para pollos de engorde*. <https://zoovetesmipasion.com/avicultura/pollos/estructura-del-galpon-pollos-engorde>