



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO ELÉCTRICISTA:
DISEÑO DE UN PANEL SOLAR DE
AUTOPOSICIONAMIENTO CON ACCESORIO
COLECTOR PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL
CASERÍO PAÑALÁ - MORROPE**

Autores:

Bach. Facho Valdivieso Juan Rigoberto.

Bach. Vidal Alvarado Roberto Cristhopher.

Asesor:

Dr. Olortegui Yume, Jorge Antonio Ph.D.

Línea de Investigación:

Generación de Energías Renovables

Pimentel – Perú

2019

**DISEÑO DE UN PANEL SOLAR DE AUTOPOSICIONAMIENTO
CON ACCESORIO COLECTOR PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN
EL CASERÍO PAÑALÁ - MORROPE**

**Presentado a la escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la
Universidad Señor de Sipán para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico
Electricista**

Aprobación de Tesis:

Bach. Facho Valdivieso Juan R.

Bach. Vidal Alvarado Roberto C.

Autores:

Mg. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS
Presidente del jurado de Tesis.

Mg. GASTIABURÚ MORALES SILVIA YVONE
Secretaria del jurado de Tesis.

Mg. ALVARADO SILVA CARLOS ALEXIS
Vocal de jurado de Tesis.

DISEÑO DE UN PANEL SOLAR DE AUTOPOSICIONAMIENTO CON ACCESORIO COLECTOR PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CASERÍO PAÑALÁ – MORROPE

Bach. Juan Rigoberto Facho Valdivieso

Bach. Cristhopher Roberto Vidal Alvarado

Resumen

En esta tesis se diseñó un panel solar de auto posicionamiento con accesorio colector para vivienda unifamiliar en el caserío Pañalá. El caserío no posee una red de tendido de energía eléctrica lo cual se abastece con baterías recargables. Se optó como solución brindar fluido eléctrico a través de energía solar fotovoltaica lo que trajo así un ahorro económico para la familia. Se realizó por una clase de Investigación Descriptivo Cuasi – Experimental (Eggert Dieter y Shmiclt), debido a que el presente proyecto estará basado en hechos reales y justificado con normas ya establecidas. Luego de haber realizado un análisis del consumo energético para la vivienda unifamiliar se logró verificar que la presente investigación resultó obteniendo una eficiencia del 25%. Siendo el presente proyecto viable para el ahorro energético de la vivienda unifamiliar.

Palabras Clave: Solar, Colector, Fresnel, Sistema Fotovoltaico, Seguidor Solar.

Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Mecánica Eléctrica Pregrado,

Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email:

fvaldiviesojuan@crece.uss.edu.pe Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0941-5336>

Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Mecánica Eléctrica Pregrado,

Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: alvidalro@crece.uss.edu.pe

Código ORCID:

DESIGN OF A SOLAR PANEL OF AUTOPOSITIONING WITH ACCESSORY COLLECTOR FOR UNIFAMILIAR HOUSING IN THE CASERÍO PAÑALÁ – MORROPE

Abstract

In this thesis, a self-positioning solar panel with collector accessory was designed for a single-family home in the Pañalá farmhouse. The farmhouse does not have a network of power lines which is supplied with rechargeable batteries. It was chosen as a solution to provide electric fluid through photovoltaic solar energy, which brought economic savings for the family. It was carried out by a class of Quasi - Experimental Descriptive Research (Eggert Dieter and Shmickl), because the present project will be based on real facts and justified with already established norms. After having carried out an analysis of the energy consumption for the single-family dwelling, it was verified that the present investigation was obtaining an efficiency of 25%. The present project is viable for the energy saving of the single-family house.

Key Words: Solar, Collector, Fresnel, Photovoltaic System, Solar Tracker.

**Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Mecánica Eléctrica Pregrado,
Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email:**
fvaldiviesojuan@crece.uss.edu.pe Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0941-5336>

**Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Mecánica Eléctrica Pregrado,
Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email:** alvidalro@crece.uss.edu.pe
Código ORCID:

I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. <i>Realidad Problemática.....</i>	9
1.2. <i>Antecedentes de la Investigación</i>	10
1.3. <i>Marco Teórico.....</i>	13
1.3.1. <i>Bases Teóricas Científicas.....</i>	13
1.3.1.1. <i>El diseño de un seguidor y captador solar de autoposicionamiento</i>	13
1.3.1.2. <i>Partes del diseño de un seguidor y captador solar de autoposicionamiento como energía renovable.....</i>	19
1.3.1.3. <i>Diseño de un seguidor Algorítmico de Posicionamiento Astronómico.....</i>	24
1.3.1.4. <i>Diseño estructural de un seguidor solar con autoposicionamiento.</i>	39
1.3.1.5. <i>Diseño del colector solar fresnell.....</i>	40
1.3.1.6. <i>Variables de diseño.....</i>	41
1.4. <i>Formulación del Problema.....</i>	42
1.5. <i>Justificación e importancia del estudio</i>	43
1.6. <i>Objetivos.....</i>	43
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	43
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	43
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
2.1. <i>Tipo y Diseño de Investigación</i>	46
2.2. <i>Métodos de Investigación.</i>	46
2.2.1. <i>Metodología de diseño.</i>	46
2.2.2. <i>Abordaje metodológico</i>	48
2.3. <i>Variables y Operacionalización.</i>	49
2.3.1. <i>Variables.....</i>	49
2.3.2. <i>Operacionalización.</i>	49
2.3.2.1. <i>Sistema de un seguidor solar de auto posicionamiento con accesorio colector.</i>	49
2.4. <i>Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</i>	53
2.4.1. <i>Técnica</i>	53
2.4.2. <i>Instrumentos de recolección de datos.</i>	53
2.5. <i>Procedimientos para el análisis de datos</i>	53
2.5.1. <i>Descripción de las etapas.....</i>	54
2.6. <i>Criterios éticos</i>	56
2.7. <i>Criterios de Rigor Científico</i>	56

III. RESULTADOS	59
3.1. <i>Cálculo de la demanda eléctrica mediante encuestas.</i>	59
3.2. <i>Selección de la alternativa de diseño:</i>	59
<i>El proceso de selección</i>	59
3.2.1.1. <i>Criterios ponderados</i>	66
3.2.1.2. <i>Diseño geométrico a través de una matriz Morfológica.</i>	67
3.3. <i>Realizar el cálculo por resistencia de materiales de la estructura soporte y rotación del sistema de captación radiación solar.</i>	70
3.3.1. <i>Fuerza del viento:</i>	70
3.3.1.1. <i>Diseño paramétrico</i>	72
3.4. <i>Calcular el ángulo de incidencia en cualquier momento del día mediante el algoritmo astronómico.</i>	80
3.5. <i>Determinar la radiación obtenida por el diseño de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector para vivienda unifamiliar.</i>	81
3.6. <i>Dimensionar el sistema de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector mediante los cálculos ya establecidos y selección de componentes.</i>	81
3.6.1.1. <i>Seleccionamiento del material, procesos de manufactura y selección de accesorios y componentes.</i>	81
3.6.1.2. <i>Selección de Accesorios y Componentes.</i>	82
3.7. <i>Realizar el análisis económico del equipo incluyendo el presupuesto y la proyección económica.</i>	87
3.8. <i>Discusión de resultados.</i>	89
3.8.1. <i>Realizados los trabajos previos, se obtuvieron los siguientes resultados:</i>	89
IV. CONCLUSIONES	94
V. RECOMENDACIONES	97
VI. REFERENCIAS	99
VII. ANEXOS	103
<i>ANEXO 1 – Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú</i>	<i>103</i>
<i>ANEXO 2 - Términos Periódicos de la Tierra</i>	<i>104</i>
<i>ANEXO 3 – Datos de Posicionamiento del Panel.</i>	<i>108</i>
<i>ANEXO 4 – Cronograma de Actividades</i>	<i>110</i>
<i>ANEXO 5 - Formato de Encuesta Aplicada</i>	<i>111</i>
<i>ANEXO 6 - Normativa de Diseño.</i>	<i>116</i>
<i>ANEXO 7 – Selección de Componentes Estándar</i>	<i>120</i>
<i>ANEXO 8 – Análisis Paramétrico</i>	<i>126</i>

<i>ANEXO 9 – Mapa Eólico de Velocidad media Anual a 10 m de altura.</i>	<i>147</i>
<i>ANEXO 10 – PLANOS DE INGENIERÍA.</i>	<i>148</i>

Capítulo I:
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

El calentamiento global se está haciendo cada vez más evidente en todo el globo, por ejemplo, el año 2015 fue el año más caliente registrado desde 1850. Los cambios climáticos observados incluyen cambios en la precipitación y alteraciones de temperatura. América Central, Sudamérica y el Caribe se calientan mientras que la costa Chile se enfría (Arrascue, 2016). En países como Argentina, México y Venezuela se generan el 64% de las emisiones de GEI provenientes de la energía convencional. Debido a esto el uso de energías limpias tales como la solar están tomando mucho auge. En Chile, por ejemplo, para fines del 2013 ya se habían instalado 8.4 MW de plantas solares mediante celdas fotovoltaicas (AEC, 2013). Además de ello el gobierno chileno ha tomado como política de estado incrementar las energías renovables a un 45% de la capacidad nacional instalada hasta el 2025 (Renovetec – 2014). A nivel mundial se enfrenta una crisis energética debido a la escasez de recursos fósiles y peor aún el calentamiento global que estos producen. Por ello, la seguridad de suministro energético es un tema preocupante a nivel mundial siendo motivo de disputa entre las petroleras transnacionales y los gobiernos. (García Delgado, 2007).

En nuestro País se está llevando a cabo un plan estratégico desde 2012 hasta 2020, para zonas rurales alejadas, el cual lo tiene a cargo el MEM (Ministerio de Energía y Minas) en donde se tiene priorizado electrificar mediante energías renovable a través de paneles solares, el cual beneficiará a 0.28 millones de viviendas aproximadamente. (Leandro – 2015). El uso de las unidades fotovoltaicas responde a la particular geografía de nuestro país, lo que dificulta y encarece el tendido de líneas de transmisión. Debido a los niveles de potencia obtenidos con las celdas fotovoltaicas se opta siempre en estas regiones por el suministro de energía a viviendas unifamiliares.

El caserío Cruz de Pañalá, se encuentra a 33.4 Kilómetros (40 min aprox.), al Nor-Oeste del distrito de Mórrope, teniendo acceso también por el distrito de Olmos, cuenta con 150 habitantes y un promedio de 37 familias. La población se sustenta fundamentalmente mediante la minería y la agricultura.

Se estima que una familia urbana estándar, compuesta por padre, madre y dos hijos posee un consumo mínimo de 300 W/día y con un máximo de 500 W/día (Siell SRL tecnología 2017). Dado que el caserío no posee una red de tendido de energía eléctrica la población limita el uso de la energía eléctrica a electrodomésticos básicos: radio, televisión e iluminación. Esta energía se consigue por medio baterías de auto que son recargadas cada cierto tiempo con el pago correspondiente. En algunos casos se usan grupos electrógenos que funcionan con combustibles fósiles. Se estima que un panel solar estándar de 0.57 m² de área produce 100 W de potencia lo cual representaría el 33.3% de la demanda de un núcleo unifamiliar. En consecuencia, el uso de una fuente de energía solar para producir energía eléctrica propia traería beneficios tales como ahorro, incremento en la capacidad educativa, mejora de la calidad de vida y entretenimiento.

En el presente proyecto de investigación tiene como objeto diseñar un panel solar de auto-posicionamiento con colector de lente Fresnel proyectado para una vivienda unifamiliar de 4 integrantes en el caserío Pañalá, en la localidad de Mórrope, Lambayeque.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Son antecedentes de esta investigación los que se consignan y resumen a continuación:

Tejada, C. & Motoche, L. (Tejada, C. & Motoche, 2012) presentó un diseño de construcción e implementación en un sistema modular de auto-posicionamiento según la mor incidencia de luz en una determinada área, se logró mediante el uso de una estructura sólida con movimiento en su sólo eje, un circuito eléctrico y electrónico aplicando un control basado en lógica difusa y sensores de luz, para poder controlar el movimiento del motor principal el cual esta acoplada al eje del panel, el cual entrega energía a las baterías mediante un regulador de voltaje para que luego sea rectificadas por un inversor de corriente para su posterior utilización. Se pudieron obtener las variables de proceso, dentro del proyecto, se identificó las distintas partes que conforman el sistema fotovoltaico, así comprender las características y limitaciones de carga de cada uno de los componentes, del mismo modo la interacción que existe entre los distintos componentes para la ejecución del sistema de posicionamiento. Para

cuando se concluyó el proyecto se pudieron notar las deficiencias en el cálculo de velocidad de traslación del panel, de forma contraria las respuestas de los sensores LDR que se emplearon respondieron de la manera adecuada no presentando problemas, pero en los parámetros eléctricos se tuvieron que corregir algunas pautas como la rectificación del circuito de fuerza con la ayuda de diodos de corrida libre, así también el sistema que se planteó es una vía rentable económicamente en la generación de energía renovable.

Daza et. al. (Daza et. al., 2013) diseñó un sistema de seguidor solar para un concentrador con un motor Stirling ubicado en el foco del concentrador. Se diseñaron dos diafragmas uno de ranura y otro semicircular en ejes concéntricos mediante una metodología puramente geométrica. Para para controlar el sistema se programó un microcontrolador CREUS 2004 en un entorno de programación CODEWARRIOR. Como resultado se encontró que el sistema debe funcionar un motor de corriente continua de 10 amperios para cumplir con los requerimientos. El sistema resultó cumplir con las expectativas planteadas de controlarse mediante cuatro tensiones provistas por sensores.

Reyes (Reyes, 2013) tuvo como objetivo principal optimizar la captación de radiación. Se realizó el estudio de radiación donde constató que la mayor atracción de energía fue mediante instalaciones con seguimiento y la separación necesaria entre colectores. Se propuso un seguidor de dos ejes modular en el que se utilizó el software de diseño mecánico SolidWorks. La presente investigación trató de un diseño adaptable a todo tipo de cubiertas, económico, duradero, fácilmente motorizable y sencillo de montar y mantener, simulando su comportamiento de las partes que componen el seguidor frente a las posibles acciones a las que puede verse sometido en su puesta en servicio. Esto permitió seleccionar las piezas en sus dimensiones oportunas teniendo además en cuenta su facilidad de ser encontradas en el mercado. El seguidor a dos ejes fue novedoso capaz de instalarse en todo tipo de cubiertas, tanto industriales como urbanas, planas o inclinadas. A esto se le unió el hecho de ser modular, lo que permitió asociarlo a otro seguidor de las mismas características a continuación con unas operaciones de montaje sencillas. Usó seguidores solares la cual incrementó notablemente la producción eléctrica de una instalación fotovoltaica, por lo que su uso es muy recomendable si se desea rentabilizar lo antes posible la inversión

realizada. Se propuso un nuevo seguidor a dos ejes versátil, que puede ser instalado tanto en cubiertas planas como inclinadas. Se trató de un seguidor de fácil instalación, accesible económicamente y que requirió poco mantenimiento. Además, permitió ser adaptado a antiguas instalaciones en cubierta sin seguidor realizando pequeñas modificaciones.

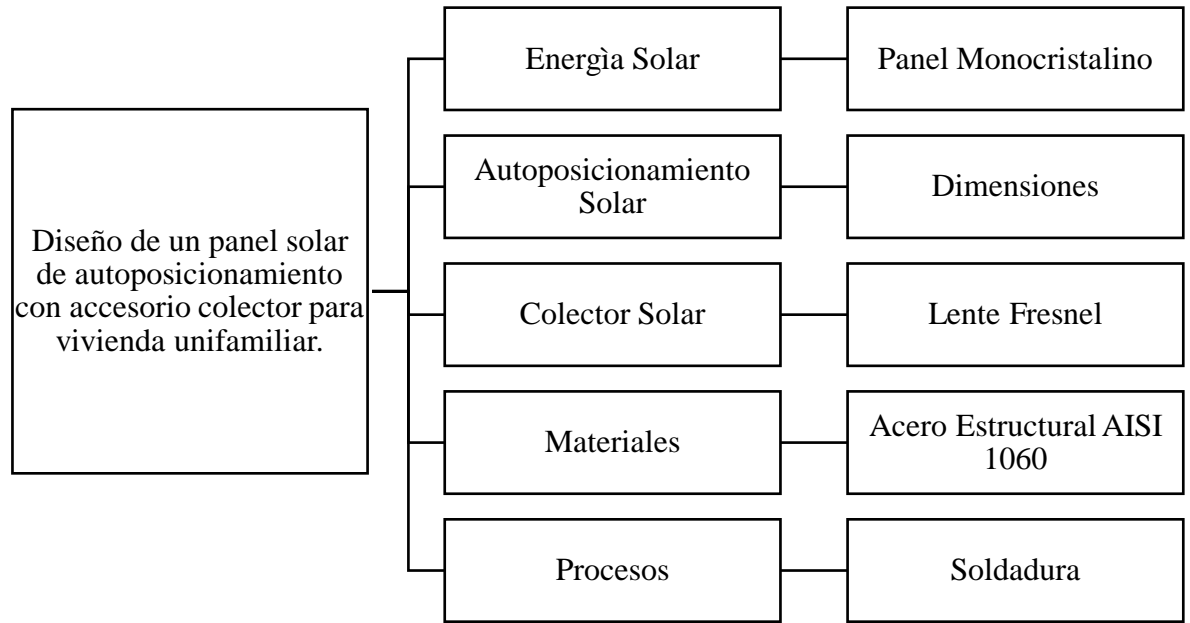
López et. al. (López et.al. 2015) diseñó e implementó un sistema de dos dimensiones para concentradores fotovoltaicos mediante una geometría solar. Mediante una metodología de comparador de ventana que relaciona los ángulos actuales E y A se controló para el ángulo de elevación (E) y azimutal (A). Se programaron Microcontroladores ATmega2560 y 328P, Reloj de Tiempo Real, actuador lineal, motor a pasos, la Unidad de Medición Inercial y el Software de instrumentación virtual. Se determinó que el sistema de control debe funcionar con un Microcontrolador ATmega2560 debido a que se obtuvo un promedio de error muy bajo (1%). El sistema concluyó que tras una serie de pruebas se dictaminó que el algoritmo empleado por el Microcontrolador ATmega2560 tiene un desempeño aceptable debido su bajo error.

Mafimidiwo (Mafimidiwo, 2016) Exploró una tecnología tridimensional para mejorar la potencia de salida generada de las distintas formas, empleando modeladores y simulaciones para empleo en energía solar empleada en sistemas solares fotovoltaicos y concentradores térmicos fotovoltaicos. Se utilizó un flujo de herramientas en COMSOL Multiphysics, Versión 5.1 para construir modelos tridimensionales y bidimensionales. Las propiedades físicas y materiales relevantes los modelos se utilizan como variables y expresiones para aplicar directamente a los dominios sólidos, límites, bordes y puntos de mlas computacionales, así mismo se simularon las geometrías tridimensional y bidimensional de la fotovoltaica solar y se evaluaron sus prestaciones. Se encontró a través de éstas, que el calor generado por el sistema solar es un tema de suma importancia, el cual se abordará en la generación de energía solar, también se logró analizar la distribución del calor, el comportamiento térmico, la física del material seleccionado, la geometría del sistema y Configuración como parámetros importantes a considerar en sistemas de diseño solar. El estudio y los efectos obtenidos resultaron útiles para presagiar el comportamiento de

rendimiento de los sistemas solares en estudio para la optimización de la generación de energía.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Bases Teóricas Científicas



*Tabla 1. Esquema de Proyecto.
Fuente: Propia*

1.3.1.1. El diseño de un seguidor y captador solar de autoposicionamiento

El presente diseño tiene como base fundamental seguir y captar la mayor radiación solar durante todo el día, otra de sus principales funciones del presente diseño es de: incrementar, guiar y transformar la energía solar de tal manera que va a ser aprovechada en distintas funciones ya sea para la electrificación en zonas rurales, sistemas de comunicaciones, alumbrado público, alumbrado doméstico, etc.

D). Celda o Célula Fotoeléctrica.

Es un mecanismo electrónico que transforma los fotones de luz en flujos de electrones libres mediante un denominado efecto fotoeléctrico o también llamado efecto fotovoltaico. La finalidad de las celdas fotovoltaicas es de producir electricidad a través de energía lumínica. (Patricia, 2011)

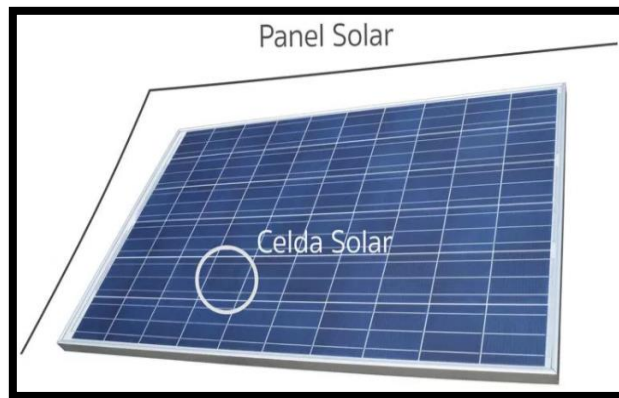


Figura 1. Celda Fotovoltaica.

Fuente: Iluminet. (2016). Recuperado de: <http://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>

A). Principio de Funcionamiento de Celda Fotovoltaica.

El principio de funcionamiento de una celda fotovoltaica para su uso y su correcto funcionamiento es dividido por etapas (Patricia, 2011):

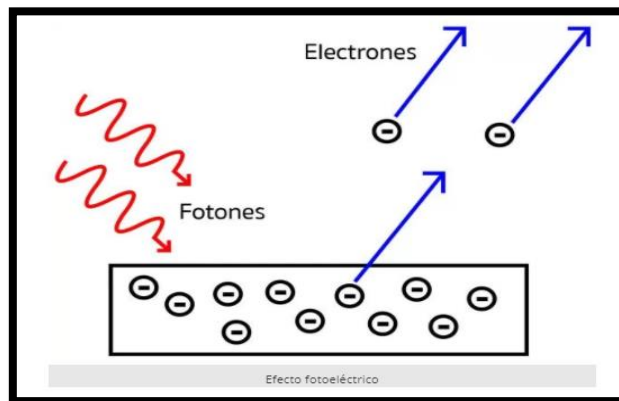


Figura 2. Principio de Funcionamiento de las Celdas Fotovoltaicas.

Fuente: Iluminet. (2016). Recuperado de: <http://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>

Etapa 1: Los fotones emitidos por la luz solar inciden sobre la celda y son absorbidos por un material semiconductor, que suele ser el silicio o el germanio.

Etapa 2: Los electrones de carga negativa salen despedidos de sus átomos en busca de una carga positiva con la que juntarse. Recorriendo así el semiconductor y produciendo electricidad.

Etapa 3: Finalmente la agrupación numerosa de células solares. Que convierte la energía solar en corriente eléctrica continua lista para ser utilizada.

NOTA: Se recomienda almacenarla en baterías para obtener una mayor sensibilidad y rendimiento.

II). Lente Fresnell

Es una lente óptica plana con un espesor reducido. Esta placa de plástico o vidrio tiene en una serie de pequeñas ranuras concéntricas estrechas en la superficie de la lámina, cada ranura tiene un ángulo diferente a la siguiente. La lente Fresnel tiene un ingenioso sistema, este sistema consiste en dar una forma convexa sin la necesidad de tener una curvatura. (Miguel Serrano. 2015).

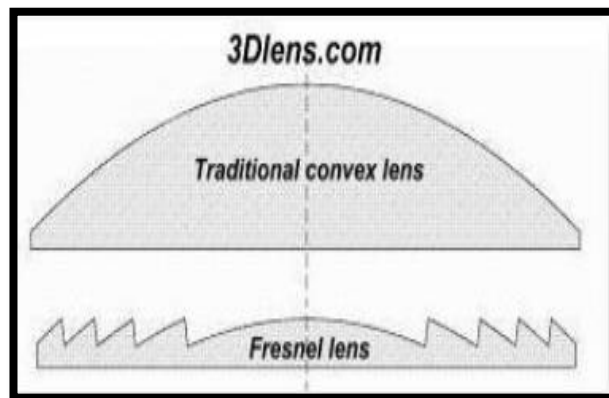


Figura 3. Lente Fresnel.

Fuente: Miguel Serrano. Recuperado de <https://www.venoptix.com/blog/que-es-la-lente-de-fresnel-y-como-funciona/>

A). Principio de Funcionamiento de una Lente Fresnel

Al proyectar los rayos de luz, esta atravesará el lente y se centrará en un solo punto o foco. Incrementando la concentración de energía para ser aprovechada en distintos usos. (Miguel Serrano. 2015).

III). Seguidor Solar.

Es un dispositivo mecánico capaz de guiar los paneles solares de manera que estos estén en su totalidad siempre perpendiculares a los rayos solares. Las veces en

las que ocurre dicho proceso, está comprobado matemática y científicamente que la radiación solar captada será máxima. Estos dispositivos suelen incrementarse entre un rango de 30% y 40%. (Energizar, 2017).

A). Principio de Funcionamiento de un Seguidor Solar

Su principio de funcionamiento del seguidor solar es buscar la posición del sol desde el este hasta el oeste en cualquier momento del día. Este dispositivo está conformado por una parte fija y una móvil con una superficie de captación en la cual siempre debe estar perpendicularmente a la trayectoria de los rayos del sol. Este dispositivo mecánico tiene un rango de movimiento inspirado en la trayectoria seguida por los girasoles la cual se basa en el seguimiento del sol desde que amanece hasta el ocaso, realizándose así un ciclo. (Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015).

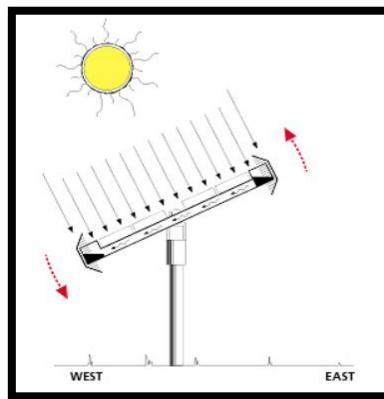


Figura 4. Seguidor Solar.

Fuente: Energizar (2017). Recuperado de:

http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_seguidor_solar_que_es.ht

B). Tipo de Seguidor Solar.

La clasificación de los seguidores está dada según su tipo de movimiento y su algoritmo de seguimiento:

a). Según su tipo de movimiento:

Seguidores a un eje: El siguiente diseño mecánico presenta un solo grado de libertad. La rotación se lleva cabo sobre un solo eje, este puede ser horizontal, vertical

o diagonal. Este sistema no presenta grado de complejidad, ya que solo puede seguir la altura solar o azimut, pero no ambos. (Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015).



Figura 5. Seguidor Solar a un eje.

Fuente: MERKASOL. (2017). Recuperado de: <https://www.merkasol.com/Estructuras-y-Seguidores>

Seguidores a dos ejes: Este diseño mecánico cuenta con dos grados de libertad, este tipo de seguimiento es más eficiente con respecto a los seguidores a un eje esto se debe a que tiene una mayor precisión de captación. Realiza un seguimiento total tanto en altura como en azimut. (Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015).



Figura 6. Seguidor Solar a dos ejes.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de: <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

Tabla 2

Cuadro de comparación según su tipo de movimiento.

Fuente: Propia

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SEGUIDORES A UN EJE	Menor costo	Impreciso
	Simplicidad	Captación ineficiente
SEGUIDORES A DOS EJES	Mayor precisión	Costo
	Captación eficiente	Tiene un rango de complejidad

b).Según su algoritmo de seguimiento:

- **Seguidores por punto luminoso:**

El sistema consta de un sensor la cual está programado para rastrear el punto más iluminado en el cielo. Su algoritmo se basa en una señal integrada que remite a uno o varios sensores. Este tiene un comando de control la cual envía información a uno o varios motores para su respectivo movimiento. (Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015).



Figura 7. Seguidor por punto luminoso.

Fuente: SCIELO.2015 recuperado de: Seguidor Solar, Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015

- **Seguidores con programación astronómica:**

El sistema cuenta con un programa que conoce el punto y la hora exacta de donde debería estar el sol apuntando en dicha posición. presenta una total independencia de

las condiciones climáticas debido a que su algoritmo no requiere de sensores que indiquen cual es el punto más luminoso. (Ing. Noel T. & Ing. Orlando C., 2015).

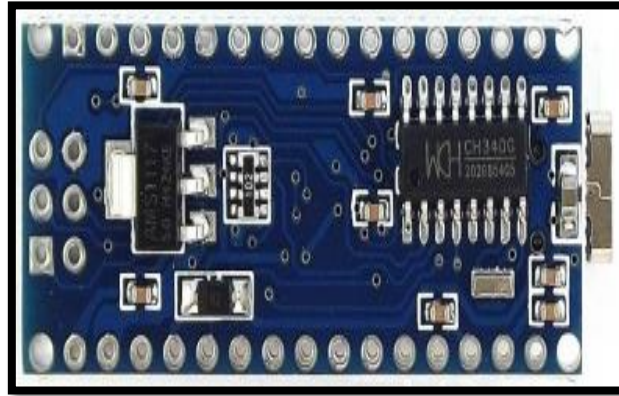


Figura 8. Seguidor con programación astronómica.

Fuente: Wikipedia. (2008). Recuperado de:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Arduino_boards_and_compatible_systems

Tabla 3

Cuadro de comparación según su tipo de algoritmo de seguimiento.

Fuente: Propia

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
SEGUIDORES POR PUNTO LUMINOSO	Una fácil implementación para el algoritmo de seguimiento.	Tiene un rango de fiabilidad muy baja.
SEGUIDORES CON PROGRAMACIÓN ASTRONÓMICA	Tiene un rango de fiabilidad alta.	Difícil la implementación del algoritmo de seguimiento.

1.3.1.2. Partes del diseño de un seguidor y captador solar de autoposicionamiento como energía renovable.

I). Parte Energética

A). Panel fotovoltaico de celdas mono-cristalinas.

Las celdas mono-cristalinas son las encargadas de transformar la mayor parte de radiación solar (fotones de luz) en energía eléctrica. Son celdas formadas por silicio intrínseco, las cuales alcanzan una eficiencia superior al 18%. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 9. Panel Fotovoltaico.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

B). Regulador/cargador de voltaje 12V.

El regulador/cargador es un dispositivo encargado de mantener y proporcionar un rango de tensión constante. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 10. Regulador y/o cargador de Voltaje.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

C). Inversor de onda modificada HAMI 300W.

El inversor de onda pura y/o modificada es un equipo encargado de transformar tensiones almacenadas de 12, 24 y 48V a tensiones de 230V. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 11. Inversor de Onda.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

D). Batería de descarga profunda 65Ah.

Las baterías de descarga profunda son aquellas fuentes que almacenan energía y aceptan una descarga en un 90% siendo recargadas a través de paneles solares. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 12. Batería de descarga profunda.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

II). Parte Mecánica.

A). Estructura o Chasis

Este sistema tiene que pasar por distintos tipos de evaluaciones ya que tendrá que soportar esfuerzos, tensiones y descompensaciones durante el funcionamiento del equipo. Este sistema tiene un diseño totalmente rígido con la finalidad de brindar seguridad y confiabilidad, además tiene como función principal soportar los esfuerzos dinámicos y estáticos. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 13. Estructura Mecánica.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

B). Actuadores Lineales:

Llamados también motores a paso. Este actuador es de 12V., 300mm de carrera y con una corriente máxima 4A. (Siell SRL tecnología, 2017).

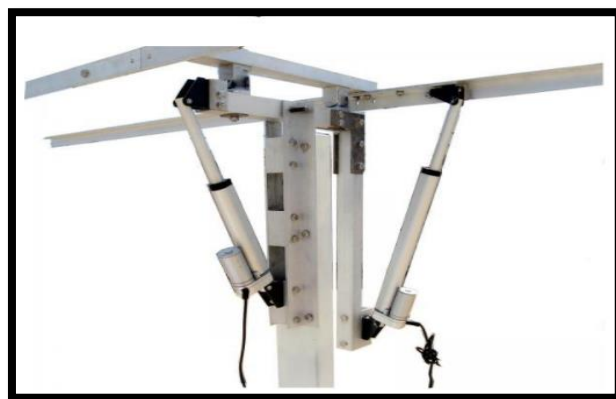


Figura 14. Actuadores lineales.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

III). Parte Electrónica.

A). Placa controladora

Las placas controladoras son dispositivos electrónicos que enlazan a un ordenador con el sistema que va a ser controlado. Este dispositivo puede ser independiente o integrado, además esta placa sirve para recibir instrucciones a través del ordenador de manera digital y las convierte en acciones. (Siell SRL tecnología, 2017).



Figura 15. Placa Controladora.

Fuente: Mi Arduino. Recuperado de

<http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>

B). Sensores de luz

Los sensores son dispositivos que tienden a reaccionar ante cualquier cambio de intensidad de luz. Para una mejor la efectividad de los sensores son controlados a través de placas, proporcionando una mayor factibilidad. (Siell SRL tecnología, 2017).

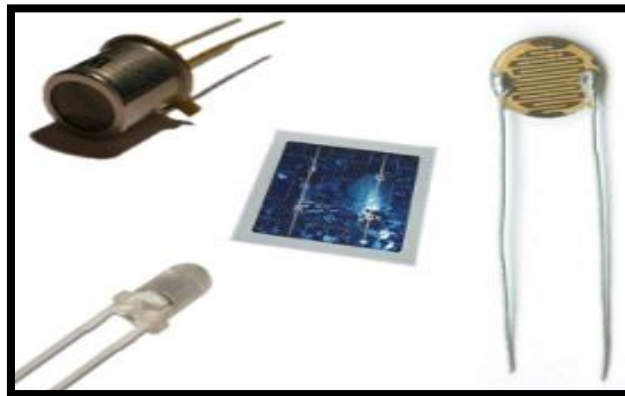


Figura 16. Tipos de Sensores.

Fuente: Servicios de Energía solar. Recuperado de

<http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>

IV). Parte Captador

A). Módulos de Captación.

La captación de energía solar es realizada a través de un componente totalmente transparente cuya función es atraer y concentrar la mayor intensidad de energía solar. (Siell SRL tecnología, 2017).

También llamado calentador solar estos son dispositivos diseñados para captar la mayor cantidad de radiación posible para convertirla en energía térmica. Estos colectores son vidriados y no vidriados.

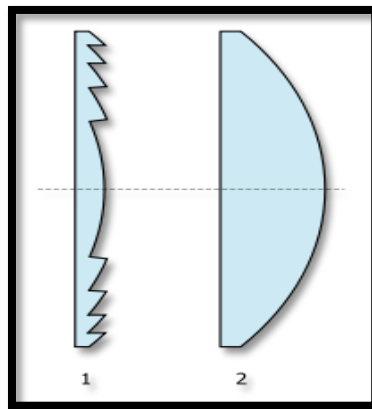


Figura 17. Pequeños módulos de captación.

Fuente: Colaboradores de Wikipedia. (2019, 14 febrero). tipo de lente. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Lente_de_Fresnel

1.3.1.3. Diseño de un seguidor Algorítmico de Posicionamiento Astronómico

A.) El algoritmo de posición solar (SPA)

Existen hasta la actualidad diversos algoritmos de cálculos para determinar la posición del sol y se diferencian en cuanto a velocidad de procesamiento y precisión, por regla general los algoritmos más rápidos son los menos precisos, como es el caso del Algoritmo de Blanco-Muriel (Blanco-Muriel et al., 2001) con una precisión de ± 0.01 y el Algoritmo de Michalsky (Michal-sky, 1988) con una precisión máxima de ± 0.01 solo para los años que van desde el 1950 hasta el 2050.

Para este caso se utilizará el Algoritmo de Posición Solar (SPA) que tiene una precisión de ± 0.0003 para los años que van desde el -2000 hasta 6000 (Meeus, 1998).

B.) Escalas de tiempo

Para el desarrollo del cálculo de las escalas de tiempo reconocidos internacionalmente, son las siguientes:

- El Tiempo Universal (UT), o la hora civil de Greenwich, se basa en la rotación de la tierra y cuentan desde 0 horas a medianoche; la unidad es decir día solar. UT es el tiempo utilizado para calcular la posición solar en el algoritmo descrito. A veces se la conoce como UT1.
- El tiempo atómico internacional (TAI), es la duración de la Segunda internacional del sistema (SI-segundo) y se basa en un gran número de relojes atómicos.
- El Tiempo Universal Coordinado (UTC), es la base de la mayoría de las señales horarias de la radio y los sistemas de tiempo legal. Se mantiene dentro de los 0.9 segundos de UT1 (UT) mediante la introducción de un segundo paso a su valor (leap second); hasta la fecha, los pasos son siempre positivos.
- El tiempo dinámico terrestre o tiempo terrestre (TDT o TT), es la escala de tiempo de efemérides para observaciones desde la superficie de la tierra.

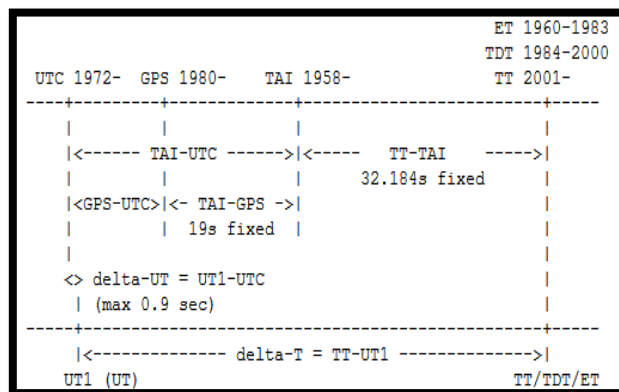


Figura 18: Escala de tiempo.

Fuente: Servicio de energía solar. Recuperado de <http://stjarnhimlen.se/comp/time.html>

Para relacionar el tiempo atómico Internacional (TAI) con el tiempo terrestre (TT) usamos la ecuación 1 con sus unidades en segundos.

$$TT = TAI + 32.184 \quad \dots (1)$$

La relación entre el tiempo terrestre y el tiempo universal se muestra en la ecuación 2. Donde ΔT es la diferencia entre el tiempo de rotación de la tierra y el tiempo terrestre (TT) en segundos. Estos datos se pueden tomar de observaciones hechas anualmente en el Astronomical Almanac (AA). Por ejemplo, para el año 2017 el $\Delta T = +68.5$.

$$UT = TT - \Delta T \quad \dots (2)$$

Para la relación entre UT y UTC usamos la ecuación 3 donde $\Delta UT1$ es la diferencia entre ambas escalas y que va variando con el tiempo. Esta diferencia se obtiene de observaciones, pero algunas de ellas son transmitidas en código, como por ejemplo semanalmente por US Naval Observatory (USNO).

$$UT = UT1 = UTC + \Delta UT1 \quad \dots (3)$$

C.) Procedimiento

C.1.) Calcular el día, ciclo y milenio, del Juliano (calendario) y Juliano efemérides (calendario astronómico):

La fecha juliana comienza el 1 de enero, en el año 4712 a las 12:00:00 UT. El Día juliano (JD) se calcula con la UT y el Julian Efemérides Día (JDE) se calcula usando el TT. En los pasos siguientes, nota que hay una diferencia de 10 días entre el calendario gregoriano y Juliano donde el calendario juliano finaliza el 4 de octubre de 1582 = 2299160 (JD), y después de 10 días del calendario gregoriano comienza el 15 de octubre de 1582.

C.1.1.) Calcular el día juliano(JD)

El día Juliano inicia el 1 de enero del año 4712 (si consideramos que hubo año cero, en caso contrario el año sería 4713). Para el cálculo del día Juliano usamos la ecuación 4.

$$JD = INT(365.25 * (Y + 4716)) + INT(30.6001 * (M + 1) + D + B - 1524.5) \quad , \quad (4)$$

Donde:

INT : Función entero. Es el entero de los términos calculados (por ejemplo, $8.7 = 8$, $8.2 = 8$ y $-8.7 = -9$.etc.).

Y : Son los años (Ejm: 2016, 2017, etc.)
 M : Es el mes del año (por ejemplo, 1 para enero, ..etc.). Tenga en cuenta que si $M > 2$, entonces Y y M no se cambian, pero si $M = 1$ o 2 , entonces $Y = Y - 1$ y $M = M + 12$. Es el número del mes del año

Enero = 1 solo para Enero $Y = Y - 1$

Febrero = 2 solo para Febrero $M = M + 12$.

D : Es el día del mes en tiempo decimal. Ejemplo: para el segundo día del mes a las 12:30:30 UT, $D = 2.521180556$:

$$D = 2 + \frac{12}{24} + \frac{30}{24 \times 60} + \frac{30}{24 \times 60 \times 60} = 2.521180556$$

B : Es igual a 0, para el calendario juliano {es decir. utilizando $B = 0$ en la ecuación 4, $JD < 2299160$ }, e igual a $(2 - A + INT(A / 4))$ para el calendario gregoriano {es decir. utilizando $B = 0$ en la ecuación 4, $JD > 2299160$ }, donde $A = INT(Y / 100)$.

Es un valor que se toma cero cuando fechamos con el calendario Juliano y cuando usamos el calendario Gregoriano se usan las ecuaciones * y **.

$$B = 2 - A + INT\left(\frac{A}{4}\right) \quad \dots (*)$$

$$A = INT\left(\frac{Y}{100}\right) \quad \dots (**)$$

Para los usuarios que desean usar su hora local en lugar de UT, cambie la zona horaria a una fracción de un día (dividiéndola por 24), luego reste el resultado de JD. Tenga en cuenta que la fracción se resta de JD calculada antes de la prueba para $B < 2299160$ para mantener los períodos juliano y gregoriano.

La Tabla A4.1 muestra ejemplos para probar cualquier programa implementado utilizado para calcular el JD.

C.1.2.) Calculo del día Juliano Efeméride

$$JDE = JD + \frac{\Delta T}{86400} \quad \dots (5)$$

C.1.3.) Calculo del siglo Juliano y el Cálculo del siglo Juliano Efeméride

$$JC = \frac{JD - 2451545}{36525} \quad \dots (6)$$

$$JCE = \frac{JDE - 2451545}{36525} \quad \dots (7)$$

C.1.4.) Calculo de Milenio Juliano Efeméride:

$$JME = \frac{JCE}{10} \quad \dots (8)$$

C.2.) Calculo de la longitud heliocéntrica de la tierra (L)

La palabra “heliocéntrica” significa que la posición de la tierra es calculada con respecto al centro del sol.

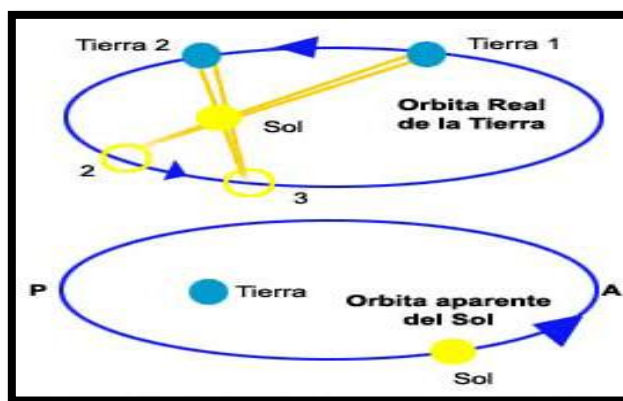


Figura 19: Órbita real de la tierra y órbita aparente del sol en el sistema heliocéntrico.

Fuente: Recuperado de <http://stjarnhimlen.se/comp/time.html>

C.2.1.) Para cada fila de la Tabla A4.2, calcule el término $L0_i$ (en radianes)

$$L0_i = A_i \times \cos(B_i + C_i \times JME) \quad \dots (9)$$

Dónde:

- i es la fila i (th) para el término $L0$ en la Tabla A4.2.
- A_i , B_i y C_i son los valores en la fila i y las columnas A, B y C en la Tabla A4.2, para el término $L0$ (en radianes).

C.2.2.) Calcula el término $L0$ (en radianes)

$$L0 = \sum_{i=0}^n L0_i \quad \dots (10)$$

Donde:

n es el número de filas para el término $L0$ en la Tabla A4.2.

C.2.3.) Calcule los términos L1, L2, L3, L4 y L5 usando las ecuaciones 9 y 10 y cambiando el 0 a 1, 2, 3, 4 y 5, y usando sus valores correspondientes en columnas A, B y C en la Tabla A4.2 (en radianes).

C.2.4.) Calcule la longitud heliocéntrica de la Tierra, L (en radianes).

$$L = \frac{L_0 + L_1 \times JME + L_2 \times JME^2 + L_3 \times JME^3 + L_4 \times JME^4 + L_5 \times JME^5}{10^8} \dots (11)$$

C.2.5.) Calcular L en grados.

$$L_{(grados)} = \frac{L_{(radianes)} \times 180}{\pi} \dots (12)$$

Donde π es aproximadamente igual a 3.1415926535898.

C.2.6.) Limite L al rango de 0° / a 360° /. Esto se puede lograr dividiendo L por 360° y registrando la fracción decimal de la división como F. Si L es positivo, entonces el límite $L = 360^\circ * F$. Si L es negativo, entonces el límite $L = 360^\circ - 360^\circ * F$.

C.2.7.) Calcule la latitud heliocéntrica de la Tierra, B (en grados), utilizando la Tabla A4.2 y los pasos C.2.1 a C.2.5 y reemplazando todas las Ls por Bs en todas las ecuaciones. Tenga en cuenta que no hay B2 a B5, por lo tanto, reemplácelos por cero en los pasos C.2.3 y C.2.4.

C.2.8.) Calcule el vector del radio de la Tierra, R (en unidades astronómicas, UA), repitiendo el paso C.2.7 y reemplazando todas las Ls por Rs en todas las ecuaciones. Tenga en cuenta que no hay R5, por lo tanto, reemplácelo por cero en los pasos C.2.3 y C.2.4.

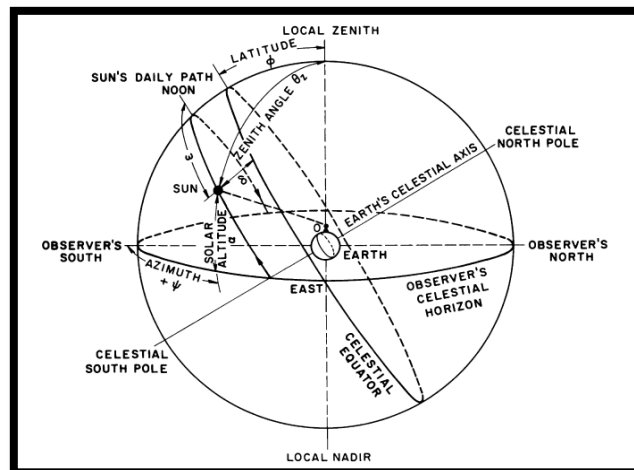


Figura 20: Iqbal (Iqbal, 1983)

Fuente: Recuperado de https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/%5BMuham%5D_An_Introduction_to_Solar_Radiation.pdf

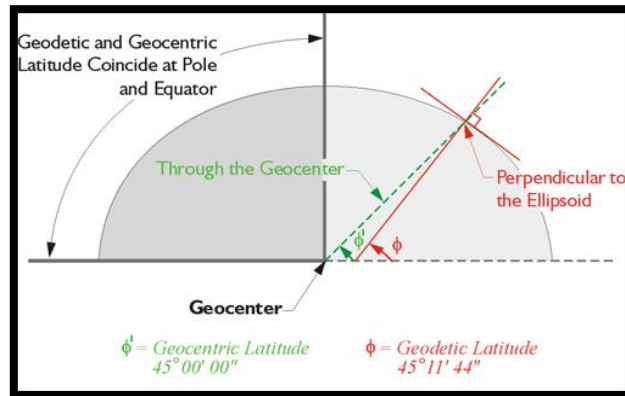


Figura 21: Radio Vector.

Fuente: Recuperado de <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/179>

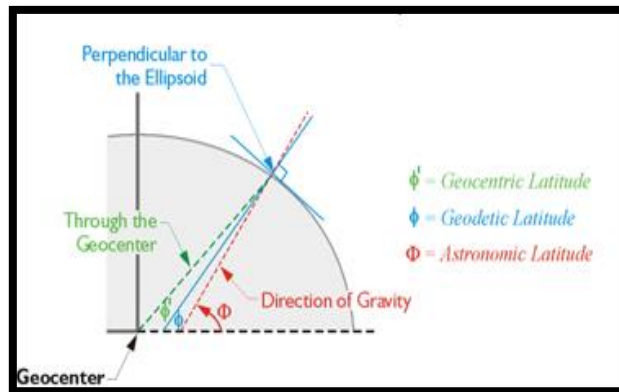


Figura 22: Radio Vector.

Fuente: Recuperado de <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1794>

C.3.) Calcule la longitud y latitud geocéntrica (Θ y β)

"Geocéntrico" significa que la posición del sol se calcula con respecto al centro de la Tierra.

C.3.1.) Calculo de la longitud Geocéntrica (en grados)

La palabra "Geocéntrico" significa que la posición del sol es calculada con respecto al centro de la tierra, (en grados).

$$\Theta = L + 180 \quad \dots (13)$$

C.3.2.) La limitación para 0° hasta 360° se hace con las ecuaciones C.2.6.

C.3.3.) Calculo de la latitud Geocéntrica (en grados)

$$\beta = -B \quad \dots (14)$$

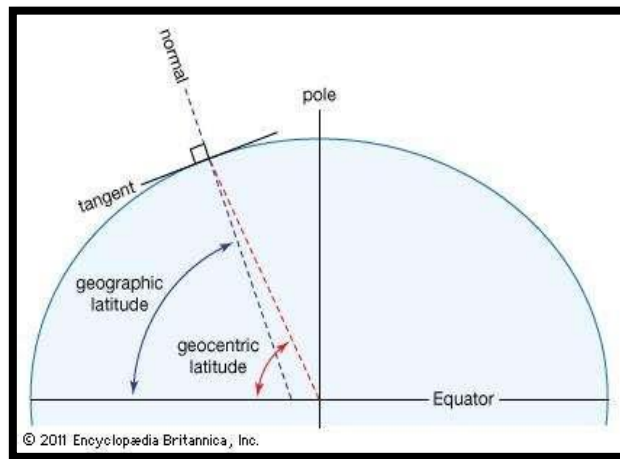


Figura 23: Latitud y longitud.

Fuente: Recuperado de

<https://www.britannica.com/science/latitude>

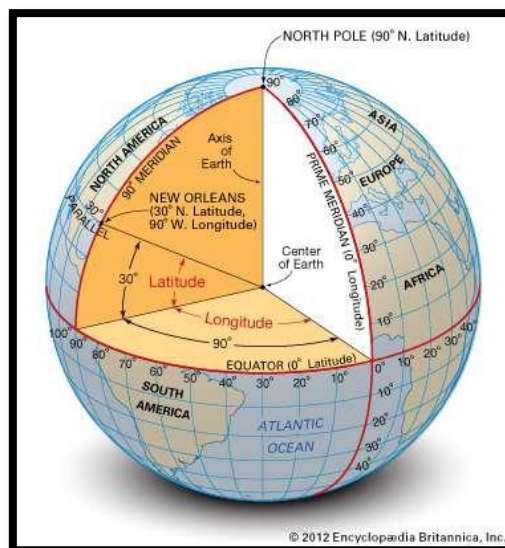


Figura 24: Three 90 degree triangle.

Fuente: Recuperado de <https://www.quora.com/How-can-I-draw-a-triangle-with-three-90-degree-angles-on-a-sphere>

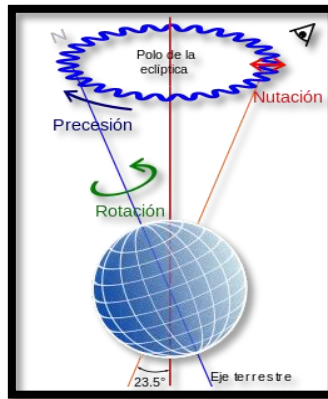


Figura 25: El movimiento de Nutación de la Tierra.
Fuente: Recuperado de <https://josevicentediaz.com/2018/01/04/el-movimiento-de-nutacion-de-la-tierra/>

C.4.) Calculo de nutación en longitud y oblicuidad ($\Delta\psi$ y $\Delta\epsilon$)

C.4.1.) Calculo de la elongación promedio de la luna desde sol X_0 (en grados)

$$X_0 = 297.85036 + 445267.111480 \times JCE - 0.0019142 \times JCE^2 + \frac{JCE^3}{189474} \dots (15)$$

C.4.2.) Calculo de la anomalía promedio del sol X_1 (en grados)

$$X_1 = 357.52772 + 35999.050340 \times JCE - 0.0001603 \times JCE^2 + \frac{JCE^3}{300000} \dots (16)$$

C.4.3.) Calculo de la anomalía principal de la luna X_2 (en grados)

$$X_2 = 134.96298 + 477198.867398 \times JCE + 0.0086972 \times JCE^2 + \frac{JCE^3}{56250} \dots (17)$$

C.4.4.) Calculo del argumento de latitud de la luna X_3 (en grados)

$$X_3 = 93.27191 + 483202.017538 \times JCE - 0.0036825 \times JCE^2 + \frac{JCE^3}{327270} \dots (18)$$

C.4.5.) Calculo del nodo ascendente de la órbita promedio en la eclíptica medido desde la fecha del equinoccio promedio X_4 (en grados).

$$X_4 = 125.04452 - 1934.136261 \times JCE - 0.0020708 \times JCE^2 + \frac{JCE^3}{450000} \dots (19)$$

C.4.6.) Para cada fila de la tabla 2, calculamos los términos $\Delta\psi_i$ y $\Delta\varepsilon_i$ (en 0.0001 del arco en segundos).

$$\Delta\psi_i = (a_i + b_i \times JCE) \times \sin \left(\sum_{j=0}^4 X_j \times Y_{i,j} \right) \quad \dots (20)$$

$$\Delta\varepsilon_i = (c_i + d_i \times JCE) \times \cos \left(\sum_{j=0}^4 X_j \times Y_{i,j} \right) \quad \dots (21)$$

Donde:

- a_i, b_i, c_i y d_i son valores listados en la fila i y las columnas a, b, c y d en la Tabla A4.3.
- X_j es la j^{th} X calculada mediante el uso de las ecuaciones 15 a 19.
- $Y_{i,j}$ es el valor listado en la fila i^{th} y la columna j^{th} Y en la Tabla A4.3.

C.4.7.) Calculo de la inclinación en la longitud $\Delta\psi$ (en grados).

$$\Delta\psi = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta\psi_i}{36000000} \quad \dots (22)$$

Donde n es el número de fila en la Tabla 2. (n es igual a 63 filas en la tabla).

C.4.8.) Calculo de la inclinación en la oblicuidad $\Delta\varepsilon$ (en grados)

$$\Delta\varepsilon = \frac{\sum_{i=0}^n \Delta\varepsilon_i}{36000000} \quad \dots (23)$$

Donde n es el número de fila en el Anexo 3.

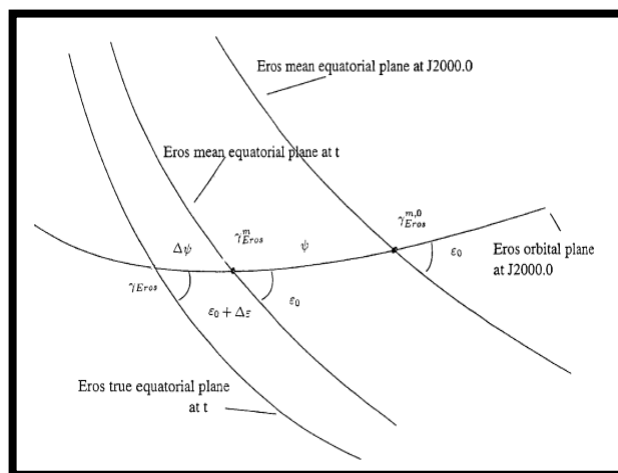


Figura 26: Un modelado preciso de la rotación de Eros

Fuente: Recuperado de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019103503002380>

C.5.) Calcule la verdadera oblicuidad de la eclíptica, ε (en grados).

C.5.1.) Calcule la oblicuidad media de la eclíptica, ε (en segundos de arco).

$$\varepsilon_0 = 84381.448 - 4680.93U - 1.55U^2 + 1999.25U^3 - 51.38U^4 - 249.65U^5 - 39.05U^6 + 7.12U^7 + 27.87U^8 + 5.79U^9 + 2.45U^{10} \dots (24)$$

Donde:

$$U = \frac{JME}{10} \dots (***)$$

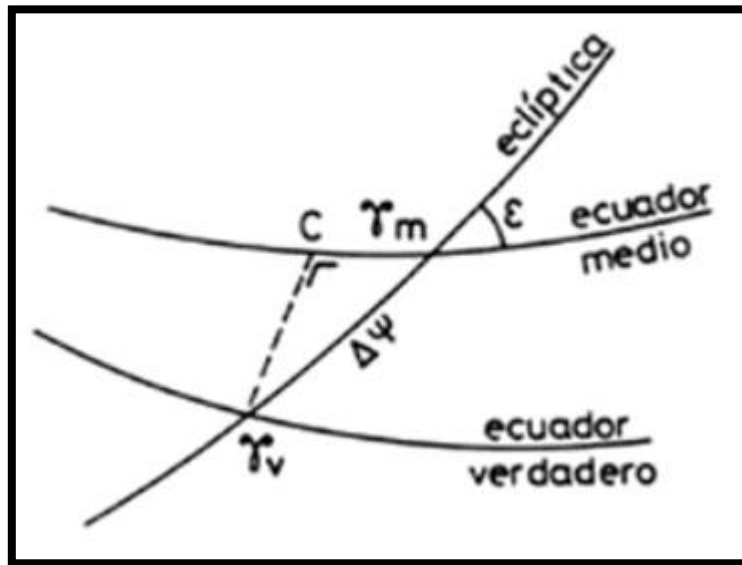


Figura 27: Ecuación de equinoccios

Fuente: Recuperado de

http://www.publicacions.ub.edu/liberweb/astronomia_esf/erica/material/version_html/Tomo_1/2_8.htm

C.5.2.) Calcule la oblicuidad verdadera de la eclíptica, ε (en grados).

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{3600} + \Delta\varepsilon \dots (25)$$

C.6.) Calculo de la corrección de la aberración $\Delta\tau$ (en grados).

$$\Delta\tau = -\frac{20.4898}{3600 \times R} \dots (26)$$

Donde R ha sido calculado anteriormente.

C.7.) Calculo de la longitud aparente del sol λ (en grados).

$$\lambda = \Theta + \Delta\psi + \Delta\tau \dots (27)$$

C.8.) Calcule el tiempo sideral aparente en Greenwich en un momento dado, ν (en grados).

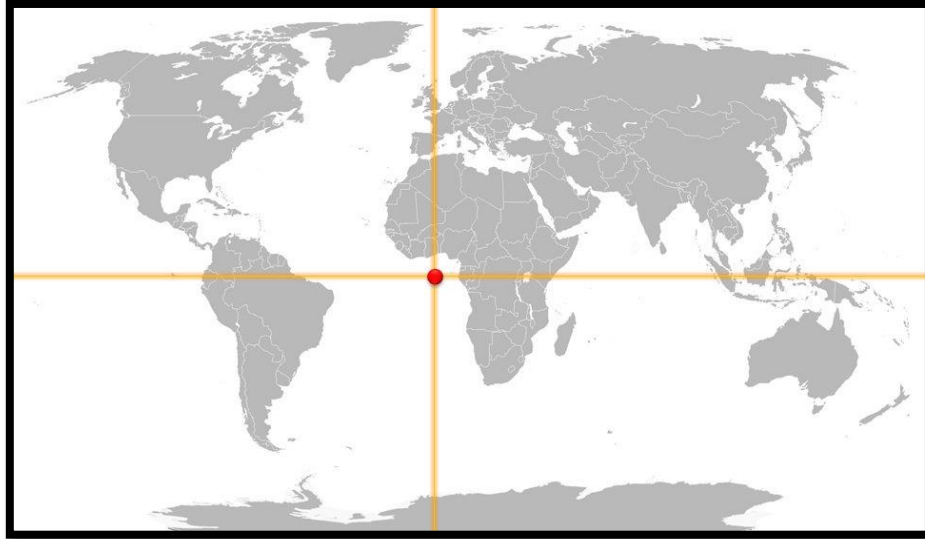


Figura 28: el ecuador con el meridiano de greenwich

Fuente: Recuperado de

<https://www.saberespractico.com/curiosidades/en-que-lugar-se-cruza-el-ecuador-y-el-meridiano-de-greenwich/>

C.8.1.) Calcule el tiempo sideral medio en Greenwich, ν_0 (en grados).

$$\nu_0 = 280.46061837 + 360.98564736629(JCE - 2451545) + 0.00387933 \times JC^2 + \frac{JC^3}{38710000} \quad \dots (28)$$

C.8.2.) Limite ν_0 al rango de 0 / a 360 / como se describe en el paso C.2.6.

C.8.3.) Calcule el tiempo sideral aparente en Greenwich (en grados).

$$\nu = \nu_0 + \Delta\psi \times \cos(\varepsilon) \quad \dots (29)$$

C.9.) Calcule la ascensión correcta del sol geocéntrico, "(en grados):

C.9.1.) Calcule de ascensión recta del sol α (en radianes).

$$\alpha = \text{Arc tan}^2 \left(\frac{\sin(\lambda) \times \cos(\varepsilon) - \tan(\beta) \times \sin(\varepsilon)}{\cos(\lambda)} \right) \quad \dots (30)$$

Dónde: el **Arc tan²** es aplicado tanto al numerador como al denominador (en lugar de la división real) para mantener el cuadrante correcto de α donde α está en el rango de $-\pi$ a π .

C.9.2.) Calcule α en grados usando la Ecuación 12, luego límitelo al rango de 0° a 360° usando la técnica descrita en el paso C.2.6.

C.10.) Calculo de la declinación geocéntrica del sol, δ (en grados)

$$\delta = \sin^{-1}(\sin(\beta) \times \cos(\varepsilon) + \cos(\beta) \times \sin(\varepsilon) \times \sin(\lambda)) \quad \dots (31)$$

Donde δ es positivo o negativo si el sol esta al norte o al sur del ecuador celestial, respectivamente. Luego cambia δ a grados usando la Ecuación 12.

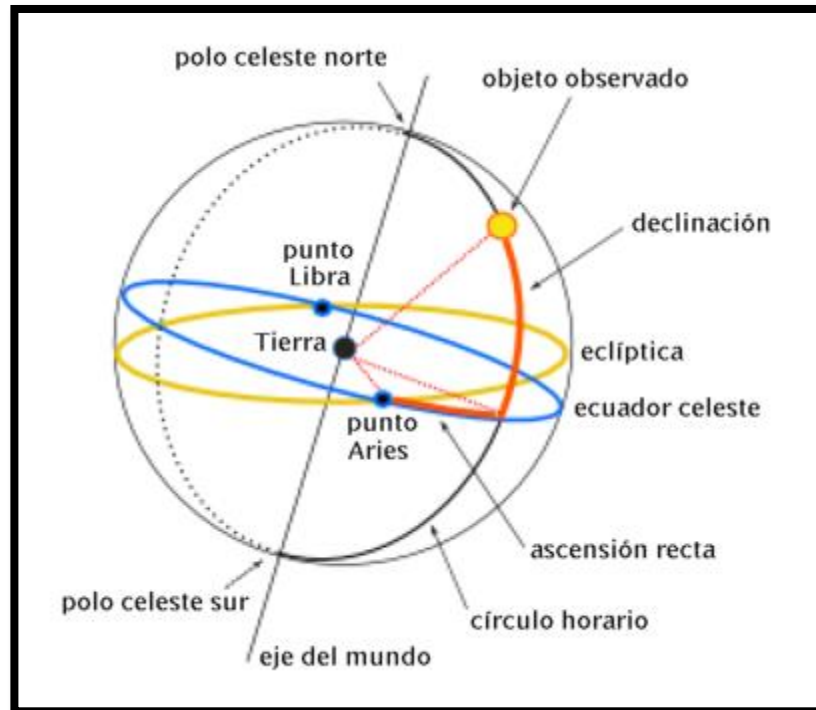


Figura 29: Ascensión recta

Fuente: Recuperado de

https://es.wikipedia.org/wiki/Ascensi%C3%B3n_recta

C.11.) Calculo del ángulo de la hora local del observador H (en grados)

$$H = \nu + \sigma - \alpha \quad \dots (32)$$

Donde σ es la longitud geográfica del observador, positiva o negativa para el este u oeste de Greenwich, respectivamente. Se debe limitar al rango de 0° hasta 360° usando la ecuación C.2.6. y tenga en cuenta que se mide hacia el oeste desde el sur en este algoritmo.

C.12.) Calcule la ascensión solar correcta topocéntrica α' (en grados):

" Topocéntrico " significa que la posición del sol se calcula con respecto a la posición local del observador en la superficie de la Tierra.

C.12.1.) Calculo de la paralaje horizontal ecuatorial del sol, ξ (en grados)

$$\xi = \frac{8.794}{3600 \times R} \quad \dots (33)$$

Donde R ha sido calculado en la ecuación C.2.8.

C.12.2.) Calcula el termino u (en radianes)

$$u = \tan^{-1}(0.99664719 \times \tan(\varphi)) \quad \dots (34)$$

Donde:

φ : La latitud geográfica del observador positiva o negativa si esta al norte o al sur del ecuador respectivamente. Hay que notar que 0.99664719 es igual $(1 - f)$. Donde f es el aplanamiento de la tierra.

C.12.3.) Calculo del término “x”.

$$x = \cos(u) + \frac{E}{6378140} \times \cos(\varphi) \quad \dots (35)$$

Donde:

E : Es la elevación del observador (en metros). Note que $x = \rho * \cos(\varphi')$. En donde ρ es la distancia del observador hacia el centro de la tierra, y φ' es la latitud geocéntrica del observador.

C.12.4.) Calcular el término “y”.

$$y = 0.99664719 \times \sin(u) + \frac{E}{6378140} \sin(\varphi) \quad \dots (36)$$

Donde: $y = \rho \times \sin(\varphi')$

C.12.5.) Calcular la paralaje en la ascensión derecha del sol $\Delta\alpha$ (en grados).

$$\Delta\alpha = \text{Arc tan}^2 \left(\frac{-x \times \sin(\xi) \times \sin(H)}{\cos(\delta) - x \times \sin(\xi) \cos(H)} \right) \quad \dots (37)$$

Luego cambia $\Delta\alpha$ a grados usando la Ecuación 12.

C.12.6.) Calcular el ascenso derecho topocéntrico del sol α' (en grados).

$$\alpha' = \alpha + \Delta\alpha \quad \dots (38)$$

C.12.7.) Calcular la declinación topocéntrica del sol δ' (en grados).

$$\delta' = \text{Arc tan}^2 \left(\frac{(\sin(\delta) - y \times \sin(\xi)) \times \cos(\Delta\alpha)}{\cos(\delta) - y \times \sin(\xi) \times \cos H} \right) \quad \dots (39)$$

C.13.) Calcular el ángulo horario local topocéntrico H' (en grados).

$$H' = H - \Delta\alpha \quad \dots (40)$$

C.14.) Calcule el ángulo topocéntrico del cenit, θ (en grados):

C.14.1.) Calcular el ángulo de elevación topocéntrico sin corrección de la refracción atmosférica.

$$e_0 = \sin^{-1}(\sin(\varphi) \times \sin(\delta') + \cos(\varphi) \times \cos(\delta') \times \cos(H')) \quad \dots (41)$$

Luego cambie e_0 a grados usando la ecuación 12.

C.14.2.) Calcule la corrección de refracción atmosférica, Δe (en grados).

$$\Delta e = \frac{P}{1010} * \frac{283}{273 + T} * \frac{1.02}{60 * \tan\left(e_0 + \frac{10.3}{e_0 + 5.11}\right)} \quad \dots (42)$$

Nota: Tenga en cuenta que $\Delta e = 0$ cuando el sol está debajo del horizonte.

Dónde:

-P es la presión local promedio anual (en milibares).

-T es la temperatura local promedio anual (en / C).

- e_0 está en grados. Calcule el argumento tangente en grados, luego conviértalo a radianes si así lo requiere la calculadora o la computadora.

C.14.3.) Calcule el ángulo de elevación topocéntrico, e (en grados).

$$e = e_0 + \Delta e \quad \dots (43)$$

C.14.4.) Calcule el ángulo topocéntrico del cenit, θ (en grados).

$$\theta = 90 - e \quad \dots (44)$$

C.15.) Calcular el ángulo de acimut topocéntrico, \emptyset (en grados).

C.15.1.) Calcule el ángulo acimutal de los astrónomos topocéntricos, Γ (en grados)

$$\Gamma = \text{Arctan } 2 \left(\frac{\sin H'}{\cos H' * \sin \varphi - \tan \delta * \cos \varphi} \right) \quad \dots (45)$$

Cambie Γ a grados usando la Ecuación 12, luego límitelo al rango de 0° a 360° usando el paso C.2.6. tenga en cuenta que Γ se mide hacia el oeste desde el sur.

C.15.2.) Calcule el ángulo de acimut topocéntrico, \emptyset para navegadores y usuarios de radiación solar, (en grados)

$$\emptyset = \Gamma + 180 \quad \dots (46)$$

Límite al rango \emptyset es de 0° a 360° usando el paso C.2.6. tenga en cuenta que \emptyset se mide hacia el este desde el norte.

C.16.) Calcule el ángulo de incidencia para una superficie orientada en cualquier dirección, I (en grados):

$$I = \text{Arcos}(\cos\theta * \cos\omega - \sin\omega * \sin\theta * \cos(\Gamma - \gamma)) \quad \dots (47)$$

Dónde:

- ω , es la pendiente de la superficie medida desde el plano horizontal.
- γ , es el ángulo de rotación del azimut de la superficie, medido desde el sur hasta la proyección de la superficie normal en el plano horizontal, positivo o negativo si está orientado al oeste o al este desde el sur, respectivamente.

1.3.1.4. Diseño estructural de un seguidor solar con autoposicionamiento.

A.) Dimensionamiento del panel (N de paneles):

$$D_p = \text{total de filas} * \text{total de columnas} \quad \dots (1)$$

B.) Superficie del panel (m^2):

$$S = \text{Largo} * \text{ancho} \quad \dots (2)$$

C.) Superficie perpendicular a la fuerza del viento (m^2):

$$S_p = S * \text{sen } \alpha \quad \dots (3)$$

D.) Fuerza en peso (Kg):

$$F = P * S_p \quad \dots (4)$$

NOTA: Se multiplica por un factor de seguridad, se recomienda que sea el doble.

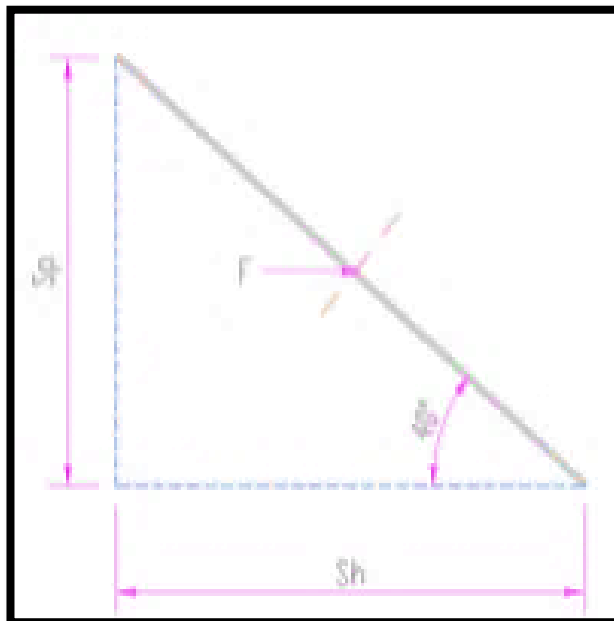


Figura 30: Descomposición de Fuerzas
Fuente: Propia

E.) Posible fuerza de elevación producida por el viento (Kg):

$$F_V = F * \cos \alpha \quad \dots (5)$$

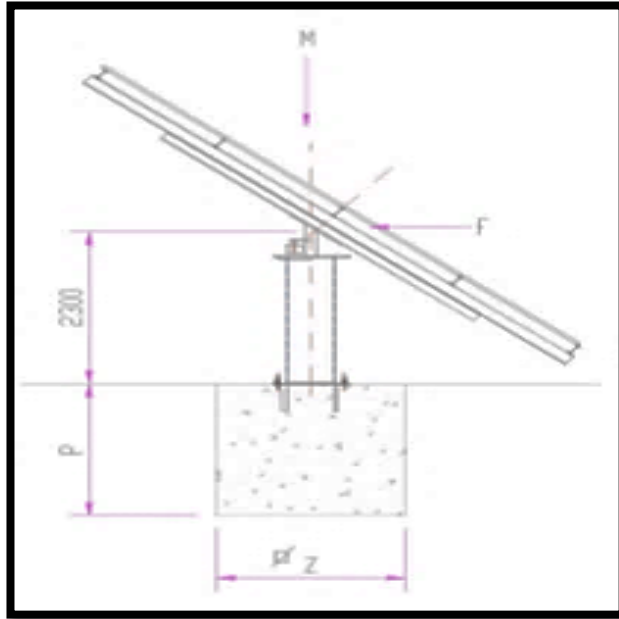


Figura 31: Descomposición de Fuerzas
Fuente: Propia

F.) Esfuerzo (Pas.):

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \dots (6)$$

Donde:

P: Fuerza Axial.

A: Sección Transversal

G.) Presión Máxima ($\frac{Kg}{cm^2}$):

$$P = \frac{\text{Peso}}{\text{Superficie}} \quad \dots (7)$$

1.3.1.5. Diseño del colector solar fresnell.

A.) Semi - diámetro de la lente en función del grosor

$$y = \sqrt{\frac{2d}{c} - d^2} \quad \dots (1)$$

Donde:

d: Grosor de la lente

1.3.1.6. Variables de diseño

A.) Variable 1

A.1.) Factor de seguridad por esfuerzo, Fs.(adim)

Si se tiene que evitar una falla estructural, las cargas que una estructura es capaz de soportar deben ser mayores que las cargas a las que se va a someter cuando este en servicio. Como la resistencia es la capacidad de una estructura para resistir cargas, el criterio anterior se puede replantear como sigue: la resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida. La relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama *factor de seguridad* “n”:

$$\text{Factor de seguridad } n = \frac{\text{resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

Naturalmente, el factor de seguridad debe ser mayor que 1.0 para evitar falla. Dependiendo de las circunstancias, los factores de seguridad varían desde un poco más que 1.0 hasta 10. La incorporación de factores de seguridad en el diseño no es asunto sencillo, porque tanto la resistencia como la falla tienen muchos significados distintos. La resistencia se puede medir con la capacidad portante, o de carga, de una estructura o bien se puede medir por el esfuerzo en el material. Falla puede equivaler a la fractura y el completo colapso de la estructura o puede significar que las deformaciones se han vuelto tan grandes que la estructura ya no puede realizar sus funciones. Esta última clase de falla, puede presentarse con cargas muchos menores que las que causan el colapso real.

B.) Variable 2

B.1.) Factor de seguridad global por deformación, Fs. (adim).

Los factores de seguridad se definen e implantan de diversas formas. Para muchas estructuras es importante que el material permanezca dentro del intervalo linealmente elástico, para evitar deformaciones permanentes cuando se quiten las

cargas. En estas condiciones se establece el factor de seguridad con respecto al esfuerzo de fluencia (o la resistencia de fluencia) se obtienen un esfuerzo admisible (o esfuerzo de trabajo) que no se debe rebasar en lugar alguno de la estructura. De este modo:

$$\text{Esfuerzo admisible } n = \frac{\text{resistencia a la fluencia}}{\text{Factor de Seguridad}}$$

o bien, para tensión y corte respectivamente:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{n_1}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{t_y}{n_2}$$

Siendo σ_y y t_y los esfuerzos de fluencia, y n_1 y n_2 los factores de seguridad correspondientes. En el diseño de construcciones, un factor de seguridad característico con respecto a la fluencia en tensión es 1.67: Así, un acero dulce con un esfuerzo de fluencia de 36 Klb/pulg² tiene un esfuerzo admisible de 21, 6 Klb/pulg² .

A veces el factor de seguridad se aplica al esfuerzo último y no al esfuerzo de fluencia. Este método es adecuado para materiales frágiles, como concreto y algunos plásticos, y para materiales que no tienen un esfuerzo de fluencia claramente definido, como la madera y los aceros de alta resistencia. En estos casos, los esfuerzos admisibles en tensión y en corte son:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_u}{n_3}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{t_u}{n_4}$$

Donde σ_y y t_y son los esfuerzos últimos (o las resistencias ultimas. En general, los factores de seguridad con respecto a la resistencia última de los materiales son mayores que los basados en la resistencia de fluencia. En el caso del acero dulce, un factor de seguridad de 1,67 con respecto a la fluencia corresponde a un factor aproximado de 2.8 con respecto a la resistencia última.

1.4. Formulación del Problema

¿Cuáles serán las especificaciones técnicas y arquitectura de un panel solar de auto-posicionamiento con colector de radiación para una vivienda unifamiliar de 4

miembros cuya eficiencia mínima sea de 25% y con una inversión no mayor a 3500 soles en el caserío Pañalá en Morrope?

1.5. Justificación e importancia del estudio

Técnica.

La disponibilidad de un documento que detalle cálculos de ingeniería de diseño como conclusión de un proceso previo selectivo de alternativas contribuye técnicamente al enriquecimiento de la ingeniería en el Perú. Este proyecto representa un documento de este tipo.

Económica.

El reemplazo de baterías de auto recargables, por energía eléctrica obtenida libremente del sol representa un ahorro significativo para la economía familiar.

Ambiental.

El proyecto promueve el uso de energías limpias y por lo tanto contribuye a la preservación del medio ambiente.

Social.

Poseer energía eléctrica en casa cambia el estilo de vida de la familia al poder tener acceso a información y comodidad. Esto resulta en progreso económico y desarrollo educacional de todos los integrantes. El factor de entretenimiento que puede traer la luz propia también impacta en el bienestar familiar.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Diseñar un panel solar de auto-posicionamiento con accesorio colector de radiación para una vivienda unifamiliar de 4 miembros para ahorrar en consumo energético.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la demanda eléctrica del caserío Cruz de Pañalá, mediante encuestas a autoridades y pobladores.
- Seleccionar la mejor alternativa solución de diseño del sistema de captación de radiación solar bajo criterios ponderados.
- Realizar el cálculo por resistencia de materiales de la estructura soporte y rotación del sistema de captación radiación solar.

- Hallar el ángulo de incidencia de radiación solar utilizando el algoritmo astronómico.
- Calcular la captación de energía solar obtenida por el diseño de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector para vivienda unifamiliar.
- Dimensionar el sistema de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector mediante los cálculos y selección de componentes.
- Realizar el análisis económico del equipo incluyendo el presupuesto y la proyección económica.

Capitulo II:
MATERIALES Y MÉTODOS

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Se optó por una clase de Investigación Descriptivo Cuasi – Experimental, debido a que el presente proyecto estará basado en hechos reales y justificado con normas ya establecidas.

2.2. Métodos de Investigación.

Investigación descriptiva cuasi-experimental, es apropiada en situaciones naturales en que no se pueden controlar todas las variables de importancia, para nuestro caso el grado de humedad es un factor que determinará directamente la vida útil de la estructura de nuestro seguidor solar ya que no podemos estimar aquel factor debido a los cambios bruscos de clima que se están presentando en nuestro país.

Su diferencia con la investigación experimental es más bien de grado, debido a que no se satisfacen todas las exigencias de ésta, especialmente en cuanto se refiere al control de variables. Consiste esencialmente en la elección de los grupos en que se prueban variables sin ningún tipo de selección aleatoria o proceso de pre-selección. Se puede determinar mediante la división que es a menudo conveniente y, sobre todo en una situación educacional, se genera la menor interrupción posible.

Después de la selección, el experimento procede de manera muy similar a cualquier otro, con una variable que se compara entre grupos diferentes o durante periodo de tiempo.

2.2.1. Metodología de diseño.

La metodología de diseño empleada, en el desarrollo del diseño de un panel solar de auto posicionamiento con accesorio colector para vivienda unifamiliar, es una variante de los diseños propuestos por los diseñadores Eggert, Dieter y Shmictl.

Paso 1:

Para el inicio de nuestro proyecto de investigación nos basamos en seleccionar un tema de interés para los sectores más alejados de nuestro país, en el presente proyecto brindamos un mayor beneficio y desarrollo al caserío de Pañalá.

Paso 2:

Nos apoyamos bajo una técnica de recolección de datos el cual se utilizará con el fin de realizar un estudio de la situación actual de la población y analizar con qué

frecuencia realizan un consumo energético diario basado en preguntas bien formuladas y normalizadas.

Paso 3:

Sustraeremos los requerimientos y especificaciones de los pobladores dando paso a la delimitación de nuestro proyecto, realizando una tabla de especificaciones de ingeniería.

Paso 4:

En primera instancia se implementará un algoritmo de seguimiento del sol, el cual calculara la posición del sol para una fecha determinada, por otra parte, se instalará un sistema de rastreo que detecta la radiación del sol y ajusta la posición correcta del sol, ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas, y en este documento se trata sobre el desarrollo de los cálculos empleados por el algoritmo de seguimiento.

Paso 5:

Luego se procederá a los cálculos de la estructura de nuestro panel, así poder definir si soporta el peso de nuestro Panel y accesorios, el elemento más importante en el diseño de nuestro Chasis, es el diseño del eje de rotación a través del cual nuestro panel podrá obtener los ángulos correspondientes para la mayor captación de luminosidad y mayor porcentaje de eficiencia.

Iniciaremos mencionando las posibles causas por las cuales puede fallar nuestro eje:

Excesiva deformación elástica.

Excesiva deformación plástica.

Rotura bajo carga estática.

Rotura bajo cargas de impacto.

Rotura bajo cargas cíclicas.

Desgaste.

Por la única forma posible que puede fallar, es mediante carga estática que se le pueda adicionar por error, de forma accidental, o intencional. Para determinar la teoría de fallo, prederemos a realizar un breve esquema, así definimos que tan frágil o dúctil será el material, el cual deseamos utilizar para nuestro eje, y así poder iniciar a diseñar.

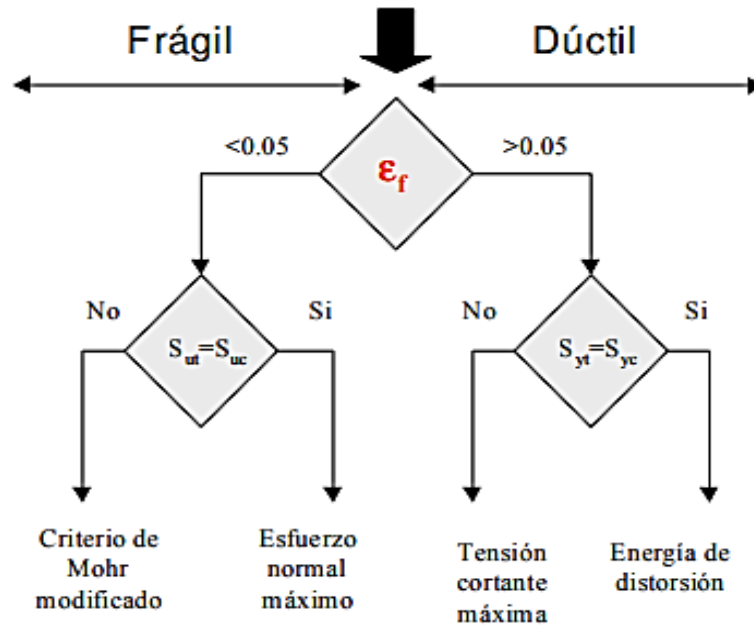


Figura 32: Teoría de fallas
Fuente: Recuperado de
<https://teoriadefalla.wordpress.com/2016/05/06/teoria-de-falla-para-materiales-fragiles/>

Si el material es dúctil el criterio de fallo se relaciona con el límite elástico a cortadura:

Tensión cortante máxima:

$$S_{ys} = \frac{S_y}{2}$$

Energía de distorsión:

$$S_{ys} = \frac{S_y}{\sqrt{3}}$$

2.2.2. Abordaje metodológico

Investigación descriptiva cuasi-experimental, es apropiada en situaciones naturales en que no se pueden controlar todas las variables de importancia, para nuestro caso el grado de humedad es un factor que determinará directamente la vida útil de la estructura de nuestro seguidor solar ya que no podemos estimar aquel factor debido a los cambios bruscos de clima que se están presentando en nuestro país.

Su diferencia con la investigación experimental es más bien de grado, debido a que no se satisfacen todas las exigencias de ésta, especialmente en cuanto se refiere al con control de variables. Consiste esencialmente en la escogencia de los grupos en que

se prueban variables sin ningún tipo de selección aleatoria o proceso de pre-selección. Se puede determinar mediante la división que es a menudo conveniente y, sobre todo en una situación educacional, se genera la menor interrupción posible.

Después de la selección, el experimento procede de manera muy similar a cualquier otro, con una variable que se compara entre grupos diferentes o durante periodo de tiempo.

2.3. Variables y Operacionalización.

2.3.1. Variables.

En el presente proyecto se hará uso de la metodología formal de diseño basado en las propuestas de Rudolf Eggert (Eggert, 2010), y, George Dieter y Linda Schmidt (Dieter y Schmidt, 2012) donde se plantean: Variables de Diseño, Variables de Solución, Parámetros de Definición de Problema y Variables intervinientes.

Los sistemas principales de nuestro proyecto son: Sistema de Control, Sistema de conversión de energía Solar y el Sistema de Chasis, de estos, el sistema de chasis se diseñará paramétricamente mientras que los otros recibirán un tratamiento de diseño de selección.

2.3.2. Operacionalización.

2.3.2.1. Sistema de un seguidor solar de auto posicionamiento con accesorio colector.

Tabla 4

Cuadro de Variables de Diseño y Solución

Fuente: Propia

	VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA	ÍNDICE
Variables de Diseño	Diseño del chasis	Cargas que actúan sobre el diseño	Se determina a través de cálculos de esfuerzos y deformaciones	Fuerzas	Newton (N)	δ, ϵ, E
	Diseño de captación solar	Radiación obtenida por el panel	Se determina a través del dimensionamiento y cálculos de radiación global.	Energía solar	Irradiancia (W/m^2)	I

	Accesorio colector	Material capaz de atraer la mayor cantidad de energía solar	Se determina a través de cálculos del incremento de fotones de luz	Fotones de luz	Lux (lx)	Lx
Variables de solución	Demanda energética	Se realiza una encuesta, para obtener el consumo por vivienda	Consumo de cada equipo por unidad de tiempo	Watts*día	Watts* Día (W*d)	W*d

PARÁMETROS DE DEFINICIÓN
DE PROBLEMA

Capacidad de Carga para Panel
– 100Wp

Área de 4m²

VARIABLES DE
DISEÑO

Tipo de Configuración(adim.)

Cargas de Diseño, (N)

Ángulo de Trabajo, (°)

Estructura del auto-
posicionador solar.

VARIABLES DE
SOLUCIÓN

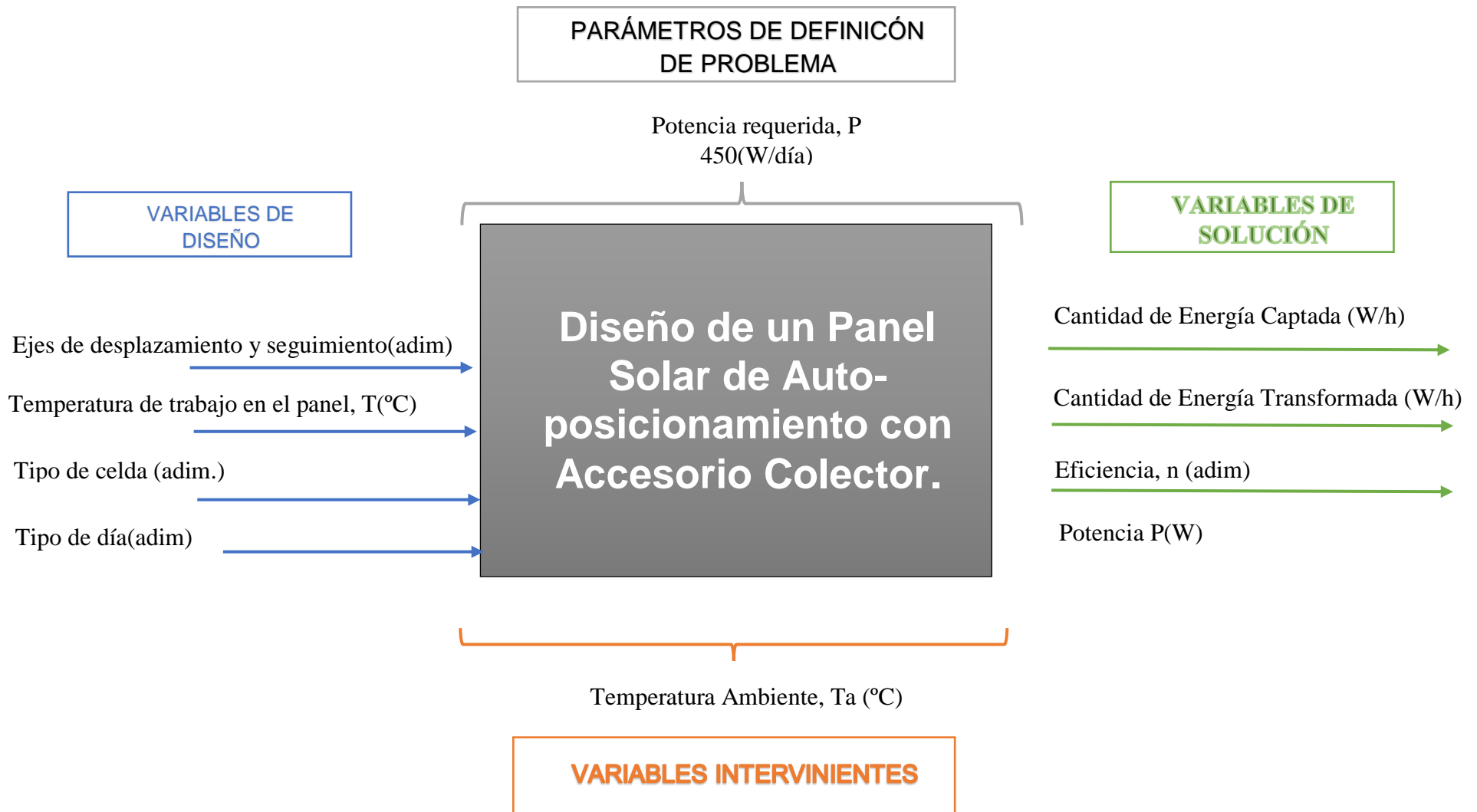
Factor de Seguridad por Esfuerzo, Fs.(adim)

Factor de Seguridad Global por Deformación,
Fs. (adim)

Carga Máxima en la Estructura, (N)

Temperatura Ambiente, Ta (°C)
y humedad (%)

VARIABLES INTERVINIENTES



2.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Son procedimientos y actividades que se realizan con el fin de obtener datos relevantes para cumplir con una variedad de objetivos propuestos en esta investigación.

2.4.1. Técnica

Se utilizará la siguiente técnica:

Encuesta

Esta técnica se utilizará con el fin de realizar un estudio de la situación actual de la población y analizar con qué frecuencia realizan un consumo energético diario basado en preguntas bien formadas y normalizadas. Es un medio directo que será aplicado al caserío Pañalá. Este estudio será el que defina las características de diseño del presente proyecto.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

Tabla 5

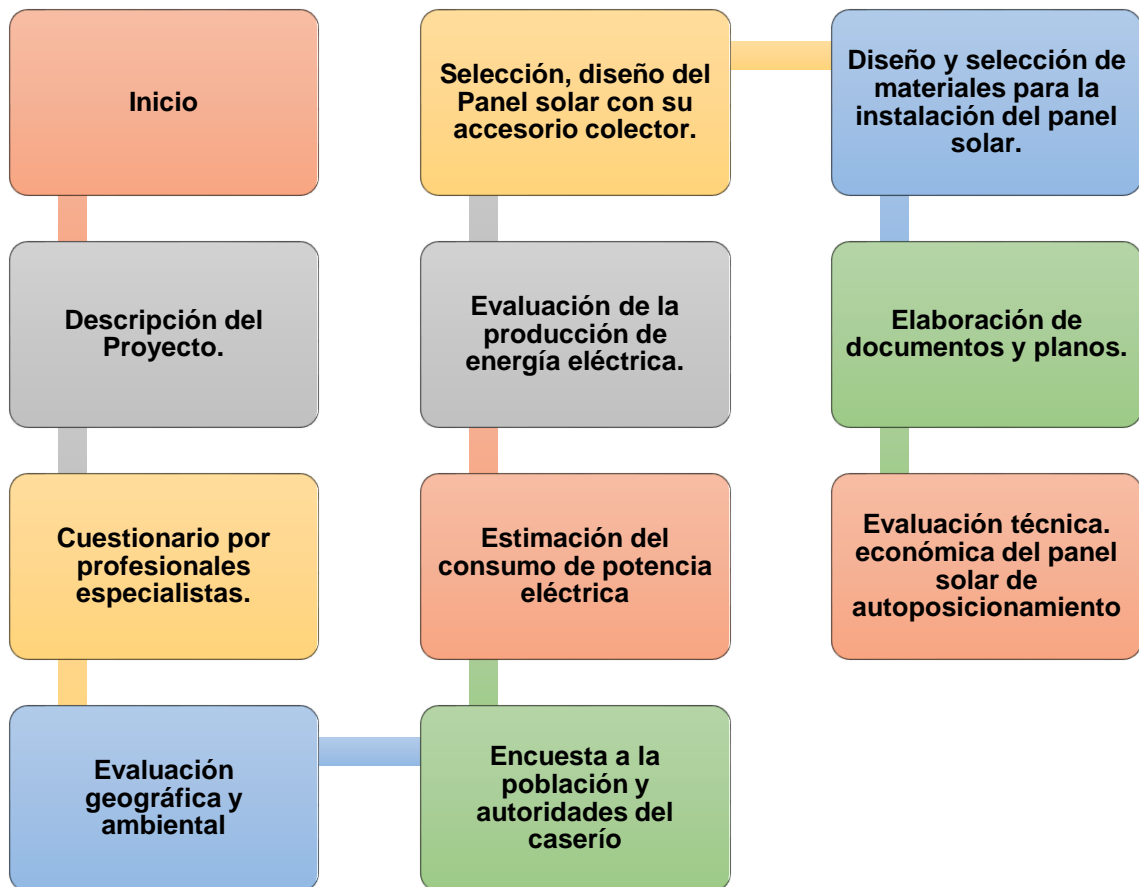
Cuadro de Instrumentos de Recolección de Datos.

Fuente: Propia

TECNICAS	INSTRUMENTO	VALIDEZ
Encuesta	Ficha de preguntas	El especialista
Análisis mediante simulaciones	Software de modelamiento de simulación.	de El especialista de

2.5. Procedimientos para el análisis de datos

La observación estadística a realizar se utilizará en los elementos básicos de la estadística descriptiva, que contienen tablas de distribución de frecuencias, promedios aritméticos simples y otras estadísticas generales.



(Esquema N°2, Procedimientos para la recolección de datos)

Fuente: Propia

2.5.1. Descripción de las etapas

Etapas 1: Descripción del Proyecto.

En el proyecto de investigación en este apartado se hace conocer la problemática de la localidad, los objetivos y el cronograma de actividades.

Etapas 2: Cuestionario por profesionales especialistas.

La intención de los cuestionarios es obtener la opinión de las personas sobre la viabilidad del proyecto, además del conocimiento impartido de sus puntos de vista técnicos al realizar la visita de campo.

Etapas 3: Evaluación geográfica y ambiental

Se realiza una visita de campo del caserío cruz de Pañalá para poder inspeccionar la realidad problemática que atraviesa dicha localidad y plantea soluciones respecto a la diversidad geográfica y clima del mismo.

Etapa 4: Encuesta a la población y autoridades del caserío

Se realizará una encuesta final, con los datos obtenidos de la población y autoridades para determinar su grado de satisfacción y opción de una futura ejecución del proyecto y evaluación si cuentan con la disponibilidad económica para la obtención de éste.

Etapa 5: Estimación del consumo de potencia eléctrica

Se realiza una encuesta sobre la utilización del recurso energético con la intención de poder determinar los electrodomésticos comunes que tienen y el tiempo de utilización de sus artefactos.

Etapa 6: Evaluación de la producción de energía eléctrica.

Se tendrá en cuenta la potencia utilizada por cada vivienda y la radiación que hay existe en la localidad para poder estimar el abastecimiento de energía.

Etapa 7: Selección, diseño del Panel solar con su accesorio colector.

Obtenidos los datos del consumo de energía, se procederá a estimar el tamaño del panel y el accesorio colector que le acompañará para alcanzar el abastecimiento de energía

Etapa 8: Diseño y selección de materiales para la instalación del panel solar.

Seleccionado el tipo de panel solar y composición de este procederemos hacer el cálculo del almacenamiento, inversor y elevador de corriente, teniendo en cuenta los aspectos técnicos que vamos a emplear con respecto geografía y condiciones ambientales del caserío.

Etapa 9: Elaboración de documentos y planos.

Una vez realizado el estudio completamente se procederá a documentar toda la información obtenida con sus respectivos expedientes técnico y planos de las estructuras.

Etapa 10: Evaluación técnica. económica del panel solar de auto posicionamiento.

En resumen, una vez concluido todo el estudio, se continuará a realizar la evaluación técnica – económica y determinar la viabilidad del proyecto.

2.6. Criterios éticos

Los criterios que se han tenido en cuenta se basan los valores personales como la responsabilidad, dedicación y respetando la ética profesional del colegio de ingeniero del Perú.

CIP, código de Ética aprobado en la sección III Ordinaria del Congreso Nacional de Consejeros Departamentales del periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 de abril de 1999.

Art. 4.- Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la Vida, la salud y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país depende de los juicios, decisiones incorporados en ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, máquinas, productos y procesos. Por ninguna razón podrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud. (CIP, 1999)

2.7. Criterios de Rigor Científico

Tabla 6

Cuadro de Criterios de Principios de Rigor Científico.

Fuente: Propia

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
VALIDEZ	<p>El proyecto debemos tener en cuenta que un argumento puede ser deductivamente válido, aunque su conclusión no sea verdadera de tal forma que, al estudiar las pruebas realizadas durante las etapas, estas darán lugar a la estimación de probabilidad de una serie de argumentos.</p> <p>En nuestro caso la validación será llevada a cabo por técnicas de recolección de datos (encuestas), además de contar con el respaldado por un profesional experto y reconocido como investigador.</p>

FIABILIDAD

El Proyecto es fiable debido a maximiza la repetitividad o consistencia inherente del mismo (Las mediciones cuando se obtengan corresponderán a una metodología meticulosa y científica), así que acredita un óptimo funcionamiento de acuerdos a los parámetros ya definidos.

Aseguramos la fiabilidad debido a que el proyecto ya ha sido sustentado por varios investigadores.

CONSISTENCIA

La serie de resultados en este proyecto tendrá un porcentaje mínimo de error en un mismo contexto y con los mismos materiales. Nos permitirá evaluar cuál es la calidad requeridos en términos de y complemento de mecanismos.

Capitulo III:
RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Cálculo de la demanda eléctrica mediante encuestas.

La aplicación de las encuestas Se realizó un estudio de la situación actual de la población donde se identificó mediante encuestas (Anexo N°5) el consumo de energía. Por lo cual se determinó la demanda energética; siendo representado en la siguiente tabla N°7, el consumo diario por la cantidad de aparatos eléctricos con los que cuenta cada vivienda unifamiliar.

Tabla 7
Cuadro de Demanda Energética.
Fuente: Propia

Cargas Corriente Alterna					
Ítem.	Equipo	Cant.	Carga	Horas día	Consumo
01	Televisor	1	40W	4h	160w.d
02	Focos Leds	5	10W	5h	250w.d
03	Cargador de Celular	2	3W	2h	12w.d
04	Radio	1	1.5W	8h	12w.d
TOTAL =					434 W.d

Tras haber realizado un análisis de consumo por vivienda llegamos a un total de 434 W*día de consumo, siendo así una de las principales condiciones y limitaciones del equipo.

3.2. Selección de la alternativa de diseño:

El proceso de selección

- A.) Sistema estacionario o seguimiento en un eje con colector parabólico.
- B.) Sistema de seguimiento en un eje con colector reflector lineal Fresnell.
- C.) Sistema de seguimiento en dos ejes con reflector de disco Parabólico.
- D.) Sistema de seguimiento en dos ejes con Colector por campo de Heliostato.
- E.) Sistema de seguimiento en dos ejes con Colector solar Fresnell.

F.) Sistema de seguimiento solar en dos ejes Rawlemon.

Tabla 8

Cuadro de Conceptos Alternativos de Diseño.

Fuente: Propia

Movimiento	Tipo de colector	Imagen	Tipo de absorción	Ratio de concentración	Rango de temperaturas indicativo (°C)
Estacionario - Seguimiento en un eje	Colector parabólico compuesto		Tubular	1-15	60-300
Seguimiento en un eje	Reflector lineal de Fresnel		Tubular	10-40	60-250
Seguimiento en dos ejes	Reflector de disco parabólico		Puntual	600-2000	100-1500
Seguimiento en dos ejes	Colector por campo de heliostatos		Puntual	300-1500	150-2000
Seguimiento en dos ejes	Colector Solar Fresnel.		Puntual	600-2000	200-2000
Seguimiento en dos ejes	Captador Rawlemon		Plano	600-2000	-

A.) Concepto No. 1 : Colector parabólico compuesto.

El colector parabólico compuesto consiste en un colector formado por dos espejos cilindro-parabólicos y una superficie plana, que es el receptor. Los dos espejos se disponen simétricamente respecto al eje de simetría, y dan a este tipo de colector un aspecto muy cerrado.

Un haz de rayos paralelos que se refleje en una superficie cilíndrica no da lugar a un foco único, sino al llamado foco paraxial, que está situado aproximadamente a 0.5 veces el radio. Entre este foco paraxial y la superficie del espejo está la zona de concentración de los rayos solares. En las proximidades de la superficie del espejo hay una zona donde inciden los rayos solares que han sufrido varias reflexiones. (Tapia, S. & Río, P., 2009)

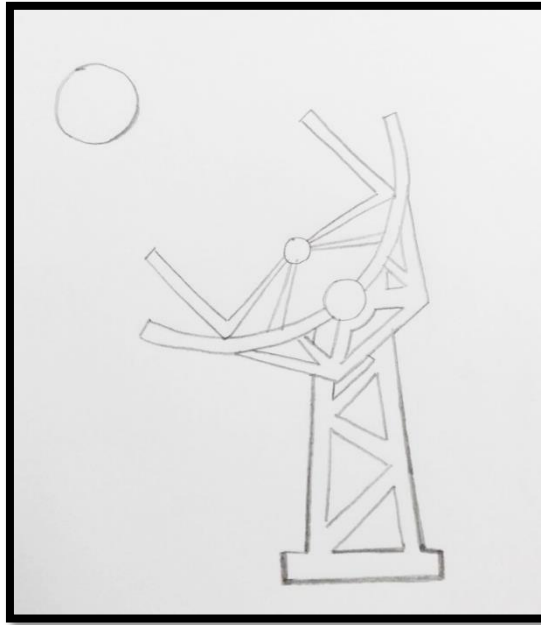


Figura 33. Colector parabólico compuesto
Fuente: Propia

B.) Concepto No. 2 : Reflector lineal de Fresnell.

Es una superficie que refracta los rayos solares a través de una serie de facetas. Está hecho de un material plástico, con una geometría diseñada para enfocar los rayos solares hacia un punto de recepción, mientras que en el segundo unos grandes espejos planos ligeramente curvados concentran la radiación solar hacia un tubo absorbedor fijo, a través del que se calienta el agua y se convierte directamente en vapor. (Kalogirou, 2014) (Salguero, 2008).

Ventajas:

La principal ventaja de los sistemas de CLF es que su diseño simple de espejos y receptores fijos requiere menores costos de inversión y facilita la generación directa de Vapor. (International Energy Agency, 2010)

Su construcción tiene materiales reflectores y componentes absorbedores menos costosos con respecto a los colectores de cilindro parabólico. (Richter, 2009)

Existe una menor inversión y menos costos de operación y de mantenimiento, en comparación a los colectores de cilindro parabólico, a pesar de tener un menor rendimiento óptico y térmico (Richter, 2009)

Desventajas:

Son menos eficientes que los colectores de disco parabólico en la conversión de energía solar en Electricidad.

Su capacidad de almacenamiento y posterior ampliación, se ven afectadas por los costos elevados de los recipientes a presión para grandes capacidades de almacenamiento y volúmenes de vapor.

La imperfección en los broches de las superficies, pueden causar una inapropiada focalización en el recolector. (Muhammad, 2012)

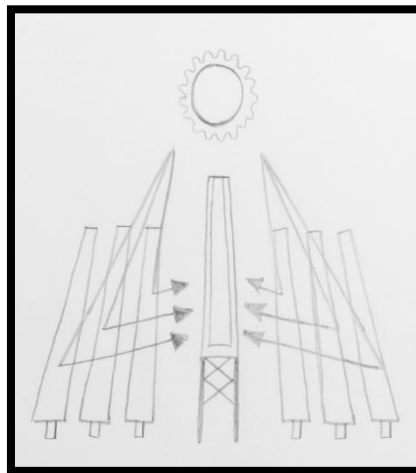


Figura 34. Reflector lineal de Fresnel
Fuente: Propia

C.) Concepto No. 3 : Reflector de disco parabólico.

Consisten en un espejo curvado que presenta curvatura parabólica en un espejo curvado de dos ejes. La forma de estos colectores de energía solar se asemeja a las antenas parabólicas para el seguimiento de naves espaciales.

Los sistemas de disco parabólico han demostrado rendimientos en la conversión de energía solar a energía eléctrica por encima del 31%, siendo éste el mayor rendimiento de todos los tipos de sistemas termo solares. El sistema en sí ha demostrado un rendimiento máximo solar-eléctrico alrededor del 20%. No obstante, el rendimiento instantáneo no es el parámetro más significativo. Otros parámetros,

como el rendimiento anual o el número de horas equivalentes son más importantes desde el punto de vista de la viabilidad del sistema. (Blázquez, R., 2014).

Ventajas:

Permiten obtener temperaturas sumamente elevadas.

Precisan un seguimiento del Sol muy preciso.

Desventajas:

Tiene presente un desbordamiento que se debe a un aumento en el porcentaje de los rayos reflejados, puede causar un riesgo elevado del desgaste de los componentes del sistema.

Requieren un mecanismo complejo de seguimiento con dos motores, uno para efectuar el movimiento horizontal y otro para el movimiento vertical, de Este a Oeste y de abajo a arriba. (Afinidadelectrica, 2010).

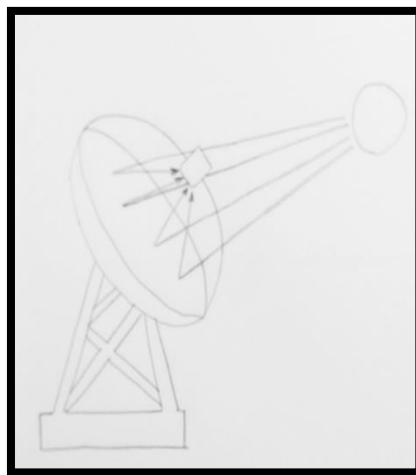


Figura 35. Reflector lineal de Fresnel
Fuente: Propia

D.) Concepto No. 4 : Colector por Campo de Heliostatos.

Son espejos planos que forman parte de un colector de concentración de gran tamaño, capta y concentra la componente directa de la radiación solar sobre un receptor (donde se produce la conversión de la energía radiante en energía térmica) que suele instalarse en la parte superior de una torre. El fluido de trabajo puede ser, entre otros, aire, vapor de agua, sodio fundido o sales fundidas, según la tecnología escogida. En las de vapor de agua, este mueve directamente una turbina. En los otros, el fluido transporta el calor a un generador de vapor de agua, con el que se hace funcionar una turbina que mueve al generador eléctrico. (Colmenar, A., 200)

Ventajas

El sistema sofisticado de control incluye la opción de comunicación inalámbrica, lo que facilita la construcción del campo colector y su puesta en operación, lo que elimina costosos cables y canalizaciones.

Las medidas de GPS altamente precisas y los algoritmos sofisticados de control de software permiten un posicionamiento preciso del haz en el receptor. Una vez realizada la instalación y hecha la inversión inicial, no se originan gastos posteriores (a excepción del mantenimiento); el consumo de energía eléctrica es totalmente gratuito.

Buenas perspectivas a medio plazo de altas eficiencias de conversión con colección solar operando a temperaturas de hasta 1000°C potenciales (565°C probados a 10MW).

Desventajas

Necesidad de instalar la central en zonas donde se perciba la radiación solar durante más horas diarias y más días al año.

Menor rendimiento que otros sistemas.

Mayor complejidad mecánica que otros sistemas de aprovechamiento de energías renovables.

Peligro por las altas temperaturas que se alcanzan.

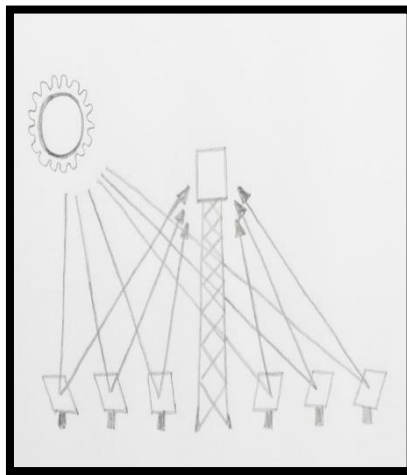


Figura 36. Colector por Campo de Heliostatos.

Fuente: Propia

E.) Concepto No. 5: Colector Solar Fresnell.

Las células solares multiunión utilizan semiconductores y consisten en un conjunto de subcélulas conectadas en serie, de manera que cada una de ellas es capaz de transformar en electricidad una parte del espectro solar.

La configuración de lentes Fresnel, utilizan las propiedades de refracción prismática para aproximar el funcionamiento de un lente convencional como el utilizado en lupas comunes y corrientes.

Esto permite producir lentes mucho más delgados y livianos de materiales de bajo costo. Originalmente fueron diseñados para su uso en faros, permitiendo dirigir la luz producida por una lámpara en un haz de luz. Este mismo principio funciona a la inversa, tomando una radiación que incide de manera paralela y enfocándola en un punto.

Otro elemento a favor de los lentes Fresnel se debe a que las pérdidas por transmisión aumentan con el espesor lo que limita el tamaño de lentes convencionales. La aproximación mejora al aumentar la cantidad de cortes, con la mayor dificultad siendo la agudeza de las facetas prismáticas. Al no ser cortes ideales, existen imperfecciones que no concentran al foco.

Gracias a este mejor aprovechamiento del espectro, los dispositivos fotovoltaicos que han demostrado una mayor eficiencia, llegando al 46%. Una de las líneas de investigación del proyecto, liderada por el instituto alemán Fraunhofer ISE, tiene como fin desarrollar células de cuatro uniones, de manera que alcancen una eficiencia del 50%. (Captador Solar Fresnel, Vol.2)

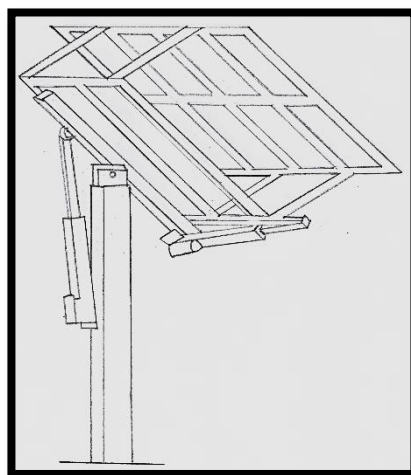


Figura 37. Colector Solar Fresnel.

Fuente: Propia

F.) Concepto No. 6 : Captador Rawlemon.

Son dispositivos ópticos que pueden focalizar la energía solar para su mejor aprovechamiento, siendo utilizados como lentes convexas.

Al usar un concentrador solar esférico en aplicaciones fotovoltaicas, se puede producir hasta 4 veces más energía que en un sistema fotovoltaico convencional, por lo que se necesita 4 veces menos Luz (Iluminet, 2014). El sistema puede capturar hasta un 70% más energía que un panel fotovoltaico convencional, y un 35% más que en un diseño fotovoltaico con doble seguidor solar. Además, el sistema puede aprovechar la energía solar en días soleados, días nublados, e inclusive noches despejadas (Sustentar Tecnología y Ambiente, 2014).

En el prototipo, la luz del sol atraviesa un instrumento óptico esférico y convergente en un haz intenso, similar al producido por una lupa, la luz concentrada impacta sobre la placa fotovoltaica de reducidas dimensiones, que se desplaza a la par que el sol. El sistema se calibra automáticamente para seguir el ángulo óptimo de luz, recogiendo la máxima cantidad posible de energía, y evitando los complicados mecanismos de desplazamiento de las placas convenciones (Experimenta Magazine, 2014).



Figura 38. Captador Rawlemon.

Fuente: Propia





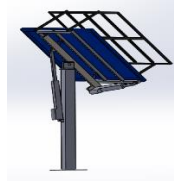

3.2.1.1. Criterios ponderados

Luego de generados los 6 conceptos alternativos se evaluaron en una matriz de criterios ponderados. Esta matriz se puede apreciar en la Tabla N° 9.

3.2.1.2. Diseño geométrico a través de una matriz Morfológica.

Luego de generados los criterios Ponderados se evaluaron en una matriz morfológica. Esta matriz se muestra en la Tabla N° 10.


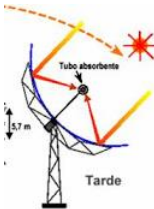
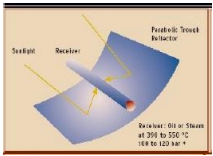

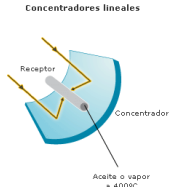

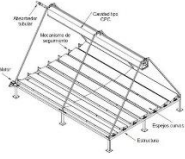
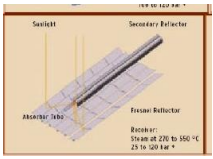
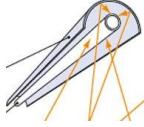
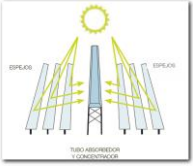

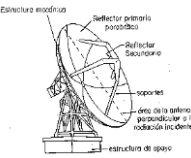
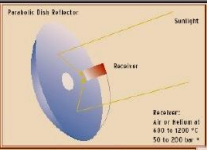

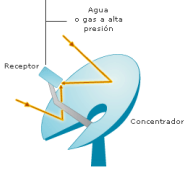


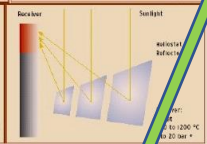

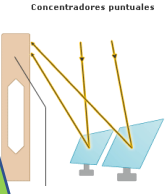

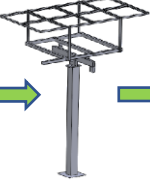
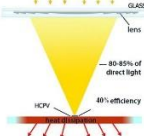

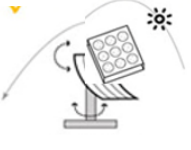

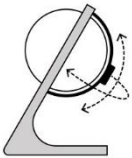


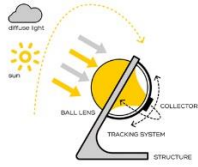
Tabla 9
Cuadro de Diseño de Criterios Ponderados.
Fuente: Propia

CONCEPTO						
	Colector parabólico compuesto	Reflector lineal de Fresnel	Reflector de disco parabólico	Colector por campo de heliostatos	Colector Solar Fresnel.	Captador Rawlemon
						
CRITERIO	Ponderación	Ponderación	Ponderación	Ponderación	Ponderación	Ponderación
Seguridad	3	3	3	2	4	3
Tamaño	1	1	2	3	5	3
Confiabilidad	3	3	3	3	4	4
Mantenimiento	2	2	2	2	5	4
Ruido	3	3	3	2	4	3
Vibración	3	3	2	2	4	4
Costo	2	1	2	1	4	2
Total	17	16	17	15	30	23

NOTA: Ponderación de 1, siendo la más baja, hasta 5, siendo la más alta.

Tras haber realizado el análisis de criterios considerados. Obtenemos como mejor propuesta el colector solar frenell siendo acreedor con 30 puntos a favor, siendo seleccionado frente a un criterio de costo, tamaño y asu simplicidad en el mantenimiento.

Tabla 10
Cuadro de Matriz Morfológica.
Fuente: Propia

Tipo de colector	Estructura	Receptor Primario	Absorbedor	Sistema de Seguimiento
<p>Colector parabólico compuesto</p> 				
<p>Reflector lineal de Fresnel</p> 				
<p>Reflector de disco parabólico</p> 				
<p>Colector por campo de heliostatos</p> 				
<p>Colector Solar Fresnel.</p> 				
<p>Captador Rawlemon</p> 				

Es importante destacar que habiendo 1296 formas de optar por un diseño geométrico ideal y teniendo en cuenta los criterios ya evaluados por un análisis de criterios ponderados la cual se designó el Captador Solar fresnell, por lo tanto teniendo en cuenta esos parámetros hemos desglosado cada tipo de seguidor solar: optando por una estructura eficiente capaz de cumplir con los parámetros requeridos, por un receptor de energía solar capaz de incrementar y concentrar la radiación solar teniendo en cuenta un bajo costo, por un absorbedor de energía solar capaz de convertirla en energía eléctrica con una eficiencia no menor al 15% y soportar temperaturas entre 0 – 50 °C y por un seguidor que cubra el recorrido del sol en un 99% junto a su accesible y fácil mantenimiento.

3.3. Realizar el cálculo por resistencia de materiales de la estructura soporte y rotación del sistema de captación radiación solar.

3.3.1. Fuerza del viento:

Se considera que todos los paneles fotovoltaicos están sobre un mismo plano, formando una superficie rígida, sobre la que actúa la fuerza del viento.

Cada panel considerado, tiene unas dimensiones de 1270x670 mm, y están dispuestos en un orden de 4 filas y 9 columnas.

Datos de partida:

Superficie del panel: $S=1.27 \times 0.670 = 0.851\text{m}^2$

Fuerza y velocidad del viento:

El viento, esta originado por masas de aire en movimiento. Dicho aire, se considera como una mezcla de gases, en condiciones normalizadas, tiene entre otras, las siguientes características según norma UNE-100.000/95

Presión atmosférica: 101325 Pa

T° seca: 20 °C

T° húmeda: 13.8 °C

Densidad: 1.199 Kg/m³

Humedad específica: 7.295 g de agua/Kg

Volumen específico: 0.84 m³/Kg

Viscosidad dinámica: 18.189 μPa s

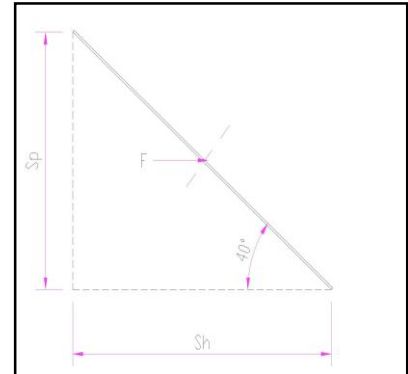
Consideraremos que el viento actúa en un plano horizontal, mientras que el panel estará en el peor de los casos con una inclinación de 45° sobre la horizontal. En el caso más desfavorable, actuará frontalmente a la placa, desde su cara posterior.

La superficie perpendicular a la fuerza del viento será, por tanto,

$$S_p = S \times \text{sen}\alpha$$

$$S_p = 0.712 \text{ m}^2 \times \text{sen}45$$

$$S_p = 0.602 \text{ m}^2$$



Luego la fuerza a considerar (la velocidad del Viento en Lambayeque es de 7m/s (Según atlas Eólico del Perú, Anexo N°8), pero transformándola a presión básica del viento, ronda en 3.0625 Kg/m², pero no significa mucha carga, así que consideraremos una velocidad de 18m/s) será:

$$F = P \times S_p = 20 \text{ Kg/m}^2 \times 0.602\text{m}^2 = 12.03 \text{ Kg}$$

A esta fuerza a soportar, le aplicaremos un **coeficiente de Servicio = 2**, además del extra que tenemos debido a que la superficie cuenta con aberturas para reducir la presión del viento.

luego

$$F = 12.03 \times 2$$

$$\mathbf{F = 24.06 \text{ Kg}}$$

Esta fuerza se supone de aplicación sobre el centro geométrico de la superficie.

PESOS:

Peso del panel FV: 10.4 Kg.

Peso cruz de reparto de peso: 8 Kg.

Peso del poste: 22 Kg.

Peso total de la estructura sin paneles: 30 Kg.

Peso total de la estructura con panel: 40.4 Kg.

Posible fuerza de elevación producida por el viento:

$$F_v = F \times \text{cos}45$$

$$F_v = 24.06 \times \text{cos}45 =$$

$$17.018 \text{ Kg}$$

$$\mathbf{F_v = 17.02 \text{ Kg}}$$

Momento cortante máximo producido en la base del poste:

$$J = F \times 1.05^2 = 12.03 \times 1.05^2 = 13.26 \text{ Kg.m}^2$$

Par máximo producido en la base del poste:

$$P = F \times b$$

$$P = 24.06 \times 1.05 = \mathbf{25.26 \text{ Kg.m}}$$

Peso máximo soportado en la base del poste:

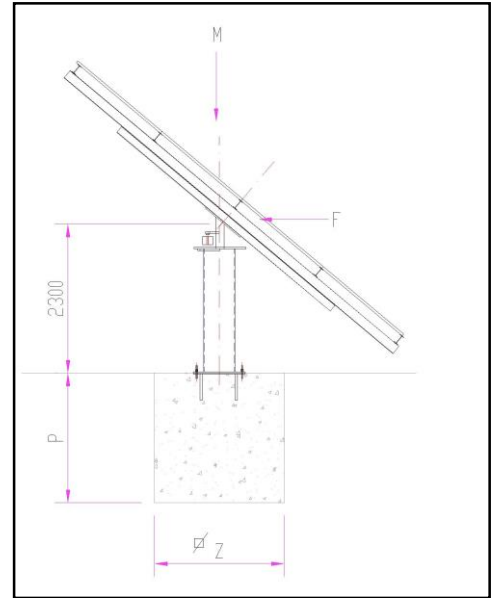
$$M + F_v = 40.4 + 17.02 = \mathbf{57.42 \text{ Kg}}$$

Presión Máxima Ejercida sobre la Base:

$$P = \text{peso} / \text{superficie}$$

$$P = 57.42 \text{ Kg} / (0.075 \times 0.075)$$

$$P = 10208 \text{ Kg/m}^2 = 1.02 \text{ Kg/cm}^2$$



3.3.1.1. Diseño paramétrico

Para esta parte del trabajo se desarrolló una Interfase Gráfica de Usuario en el software comercial MATrix LABORatory estudiantil cuyo código puede observarse en el Anexo N°8.

La interfase gráfica de usuario se inicia presentando en su primera ventana el comportamiento paramétrico de la eficiencia del seguidor de programación astronómico Solar.

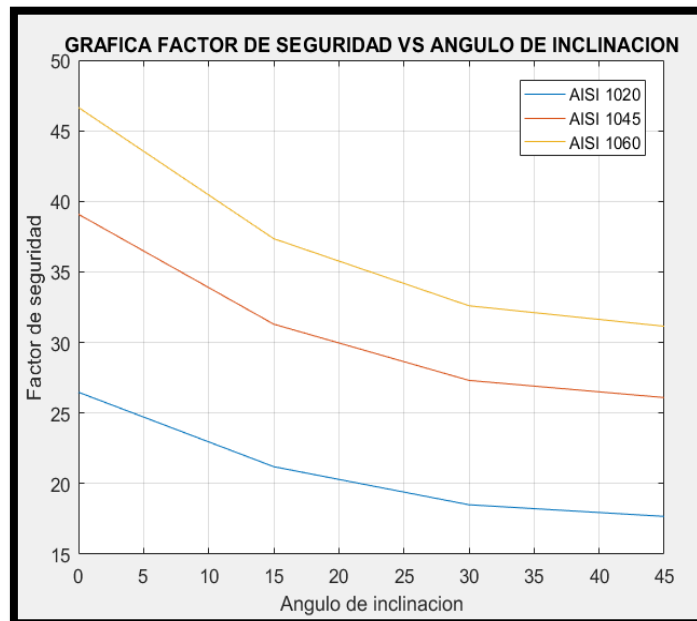
```

448 % funcion para calcular el momento cortante
449 % handles = eventdata; handles
450 % handles = structure with handles and user data (see GUIDATA)
451 % CONSTANTES
452 L = get(handles.edit3,'String'); % (m) Longitud del panel
453 L = str2double(L);
454 A = get(handles.edit4,'String'); % (m) Ancho del panel
455 A = str2double(A);
456 P = get(handles.edit5,'String'); % (Pa = Kg/m^2) Presion del viento
457 P = str2double(P);
458 PTOTAL = get(handles.edit6,'String'); % (Kg) Peso total de la estructura con panel
459 PTOTAL = str2double(PTOTAL);
460 Fy = get(handles.edit7,'String'); % (MPa) Fuerza Admisible
461 Fy = str2double(Fy);
462 alpha = get(handles.edit8,'String'); % (°) Ángulo de Inclinación
463 alpha = str2double(alpha);
464 % CALCULO
465 S = A * L; % (m^2) Superficie o área del panel
466 S = str2double(S); % (m^2) Superficie correspondiente a la fuerza del viento
    
```

Matlab N°1. Programación paramétrica.

Fuente: Propia

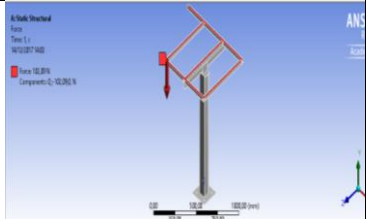

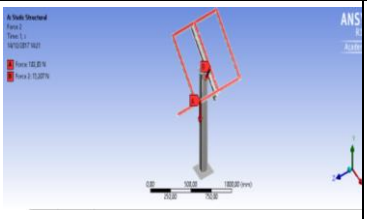
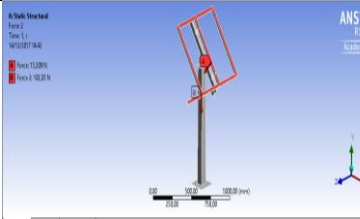
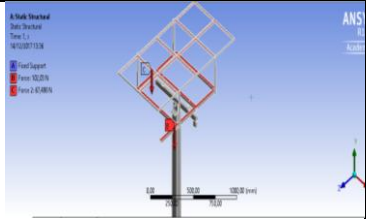

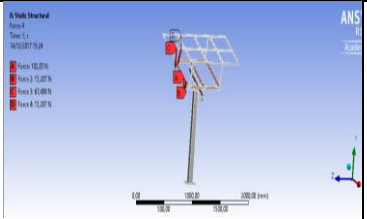

Una vez finalizada la elaboración de la interfase gráfica de usuario, se procedió a evaluar paraméricamente las variables involucradas. A continuación, se muestran las gráficas de parametrización por Diseño Estático y por Fatiga. Se analiza el tipo de material a emplear para encontrar un factor de seguridad respecto a los distintos ángulos: 0°, 15°, 30°, y 45° el cual es el ángulo de Mayor criticidad. Para nuestro diseño y determinación del material y diámetro de la estructura se procede la Parametrización por fatiga debido a que es el fenómeno de falla de estudio. Para que el diseño de la estructura seleccionado sea óptimo y cuente con un Factor de Seguridad Robusto y Confiable, establecemos un Factor de Seguridad entre 15 a 20.



Matlab N°2. Factor de Seguridad Vs Ángulo de Inclinación.

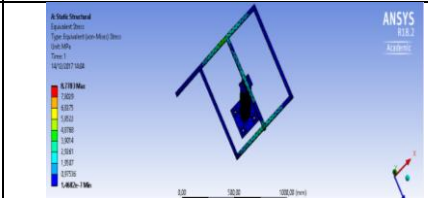
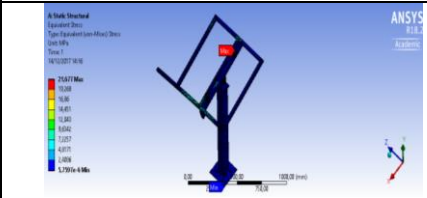
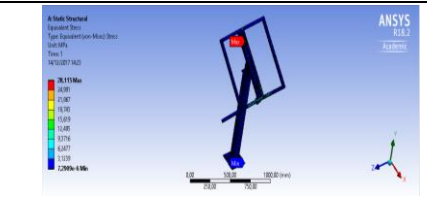
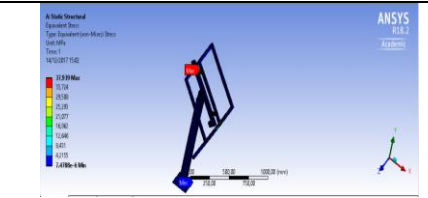
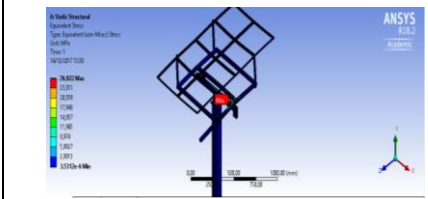
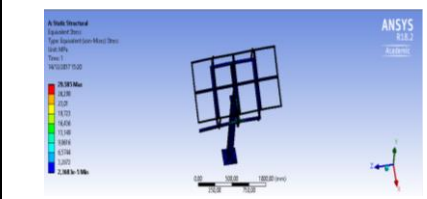
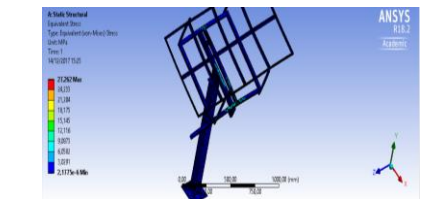
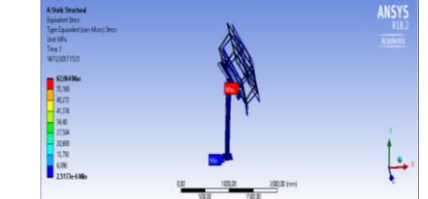
Fuente: Propia

Tabla N°11: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Fuerzas aplicadas a la Estructura. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura y Ángulos de trabajo – Simulación en Análisis Estructural Estático.

Fuerza Aplicada a la Estructura	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Cargas Aplicadas	Eje Y: -102,9 N	Eje Y: -102,9 N -12,75 N Eje X: -3,41 N	Eje Y: -102,9 N -11,44 N Eje X: -6,6 N	Eje Y: -102,9 N -13,209 N Eje X: -13,209 N
Con Colector				
Cargas Aplicadas	Eje Y: -102,9 N -67,498 N	Eje Y: -102,9 N, -12,75 N, -67,498 N, -3,41N Eje X: -3,41 N -3,14 N	Eje Y: -102,9 N, -11,44 N, -67,498 N Eje X: -6,6 N -13,207 N	Eje Y: -102,9 N, -67,498 N -13,15 N Eje X: -9,34 N -13.082 N

Las fuerzas aplicadas sobre la estructura de soporte han sido basadas en un análisis Estático en ángulos de trabajo de 0°, 15°, 30° y 45°; con el fin de estudiar su comportamiento, concluyendo que las fuerzas aplicadas son mínimas con respecto a la configuración establecida.

Tabla N°12: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Esfuerzo de Von Mises. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura y Ángulos de trabajo – Simulación en Análisis Estructural Estático.

Esfuerzo por la teoría de Von Mises	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Resultado Obtenido	Esfuerzo Máximo:8,77 MPa Esfuerzo Mínimo:1.4682*10 ⁻⁷ MPa	Esfuerzo Máximo:21,677 MPa Esfuerzo Mínimo:5,759*10 ⁻⁶ MPa	Esfuerzo Máximo:28,11 MPa Esfuerzo Mínimo:7.290*10 ⁻⁶ MPa	Esfuerzo Máximo:37,939 MPa Esfuerzo Mínimo:7,4788*10 ⁻⁶ MPa
Con Colector				
Resultado Obtenido	Esfuerzo Máximo:26,922 MPa Esfuerzo Mínimo:3,531*10 ⁻⁶ MPa	Esfuerzo Máximo: 29,585 MPa Esfuerzo Mínimo:2,368*10 ⁻⁵ MPa	Esfuerzo Máximo: 27,262 MPa Esfuerzo Mínimo:2,177*10 ⁻⁶ MPa	Esfuerzo Máximo: 62,064 MPa Esfuerzo Mínimo:2,5177*10 ⁻⁶ MPa

Las fuerzas aplicadas sobre la estructura según de soporte han sido basadas en un análisis Estático en ángulos de trabajo de 0°, 15°, 30° y 45°; con el fin de estudiar su comportamiento, concluyendo que las fuerzas aplicadas son mínimas con respecto a la configuración establecida.

Tabla N°13: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Factor de Seguridad de la estructura. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura y Ángulos de trabajo – Simulación en Análisis Estructural Estático.

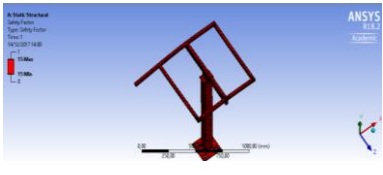
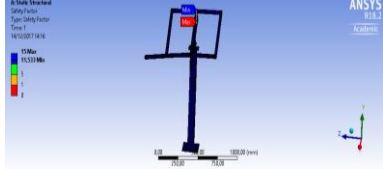

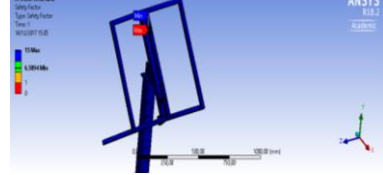
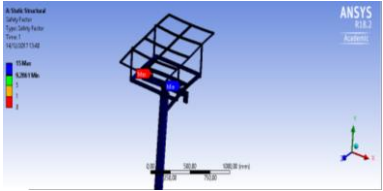
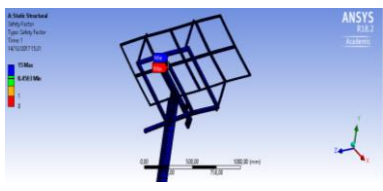

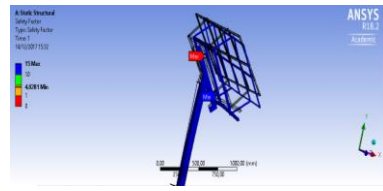
Factor de Seguridad en un Análisis Estático	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Resultado Obtenido	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:15	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:11,53	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:8,8921	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:6,589
Con Colector				
Resultado Obtenido	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:9,286	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:8,45	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:6,85	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:4,028

Tabla N°14: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Vida útil por ciclos de Ruptura. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura y Ángulos de trabajo – Simulación en Análisis Estructural Estático.

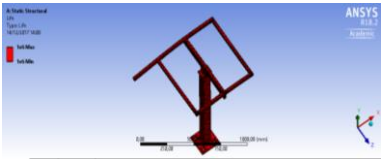
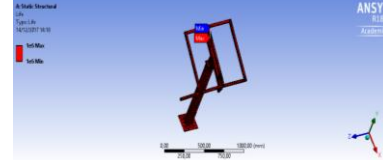
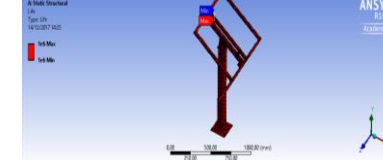

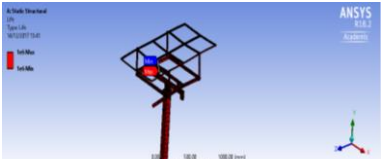
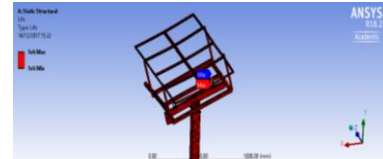


Vida útil determinada por Ciclos	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Resultado Obtenido	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$
Con Colector				
Resultado Obtenido	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$	Nº de ciclos Máximo: $1 \cdot 10^6$ Nº de ciclos Mínimo: $1 \cdot 10^6$

Tabla N°15: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Factor de Seguridad por fatiga. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura y Ángulos de trabajo – Simulación en Análisis Estructural Estático.

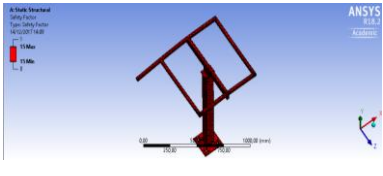
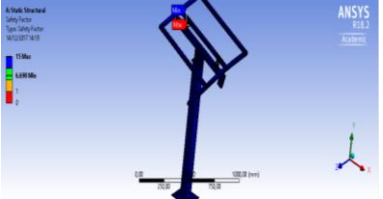
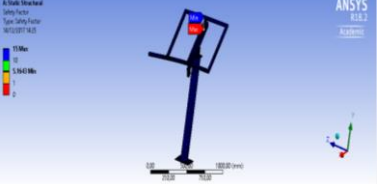

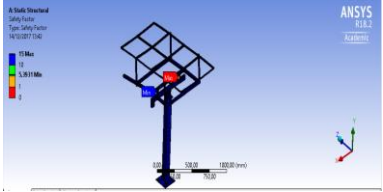
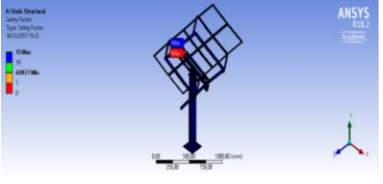
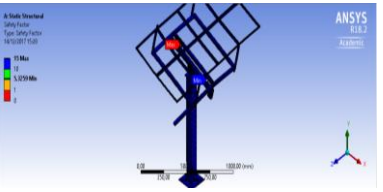

Factor de Seguridad en Fatiga	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Resultado Obtenido	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:15	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:6,698	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:5,164	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:3,826
Con Colector				
Resultado Obtenido	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:5,393	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:4,907	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:3,541	Factor de Seguridad Máximo:15 Factor de Seguridad Mínimo:2,339

Tabla N°16: Matriz Gráfica Paramétrica para evaluar la variable de Solución: Fuerzas aplicadas a la Estructura. Las variables de diseño parametrizadas son: Configuración de estructura, Ángulos de trabajo y Cargas de Diseño.

Fuerza Aplicada y Factor de Seguridad de la Estructura	ANGULOS DE POSICIONAMIENTO			
	0°	15°	30°	45°
Sin Colector				
Con Colector				

3.4. Calcular el ángulo de incidencia en cualquier momento del día mediante el algoritmo astronómico.

Mediante el MATrix LABoratory Student, se obtuvo el Angulo de incidencia del seguidor solar, obteniendo la posición exacta en cualquier momento del día. Siendo 11.10° SR-SS.

Cálculo del Autoposicionador Solar de un Panel con Colector Fresnell

Datos de Entrada

Tipo Día: Adim.

Tipo de Celda: Adim.

Tipo de Funcionamiento: Adim.

Año Actual: Y Año

Mes (Ene.-Feb.) del Año Actual: m Mes

Mes (Mar.-Dic.) del Año Actual: M Mes

Día del Mes Actual: D : : Hr., Min., Seg.

Delta: Δ s

Términos Periodicos de la Tierra: [Tabla de Términos](#)

Término de Longitud Heliocéntrica L

L0 = L1 = L2 = Rad.

L3 = L4 = L5 = Rad.

Término de Latitud Heliocéntrica B

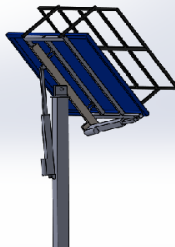
B0 = B1 = B2=B3=B4=B5=0 Rad.

Término del Radio Vector R

R0 = R1 = R2 = Rad.

R3 = R4 = R5 = Rad.

CALCULAR



CALCULAR

Datos de Salida

Enero - Febrero

Cálculo del Día Juliano: jd Día

Cálculo del Día Juliano Efeméride: jde Día

Cálculo del Siglo Juliano: jc Siglo

Cálculo del Siglo Juliano Efeméride: jce Siglo

Cálculo del Milenio Juliano Efeméride: jme Milenio

Cálculo de la Longitud Heliocéntrica de la Tierra: l °

Cálculo de la Latitud Heliocéntrica de la Tierra: b °

Cálculo del Radio Vector: r °

Cálculo de la Longitud Geocéntrica: θ °

Cálculo de la Latitud Geocéntrica: β °

Conversión de 0° a 360°: (+) °

Marzo - Diciembre

Cálculo del Día Juliano: JD Día

Cálculo del Día Juliano Efeméride: JDE Día

Cálculo del Siglo Juliano: JC Siglo

Cálculo del Siglo Juliano Efeméride: JCE Siglo

Cálculo del Milenio Juliano Efeméride: JME Milenio

Cálculo de la Longitud Heliocéntrica de la Tierra: L °

Cálculo de la Longitud Geocéntrica: B °

Cálculo del Radio Vector: R °

Cálculo de la Longitud Geocéntrica: θ' °

Cálculo de la Latitud Geocéntrica: β' °

Conversión de 0° a 360°: (-) °

JD	2452930.312847		
LO	172067561.526586	L1	628332010650.051147
L2	61368.682493	L3	-26.902819
L4	-121.279536	L5	-0.999999
L	24.0182616917'		
B0	-176.502688	B1	3.067582
B	-0.0001011219'		
RO	99653849.037796	R1	100378.567146
R2	-1140.953507	R3	-141.115419
R4	1.232361		
R	0.9965422974 AU		
Θ	204.0182616917°	β	0.0001011219°
$\Delta\Psi$	-0.00399840°	$\Delta\varepsilon$	0.00166657°
E	23.440465°	λ	204.0085519281°
A	202.22741°	δ	-9.31434°
H	11.105900°	H'	11.10629°
α'	202.22704°	δ'	-9.316179°
\emptyset	50.11162°	\emptyset'	194.34024°
I	25.18700°	M	205.8971722516°
E	14.641503 minutes	Transit	18:46:04.97 UT
Salida del Sol	13:12:43.46 UT	Puesta de sol	00:20:19.19 UT

3.5. Determinar la radiación obtenida por el diseño de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector para vivienda unifamiliar.

Diseño de Radiación Solar con Colector

Parámetros de Definición de Problema	
Potencia Requerida	P 450 W/Día

Variables de Diseño	
Tipo Día	Nublado Adim.
Tipo de Celda	Mono - ... Adim.
Tipo de Funcionamiento	En Dos ... Adim.
Día del Año	Dn 60 Dn
Índice de Claridad	Kt 0.75 Adim.
Índice de Fracción Difusa	Kd 0.12 Adim.
Latitud del Lugar	-6.771370 °
Constante Solar	Bo 1367 W/m ²
Longitud del Día	T 144 Adim.



CALCULAR

Eficiencia 25 %

Datos de Salida	
Ángulo Diario	Γ 1.0156382 °
Declinación Solar	δ -0.14475 °
Distancia Sol - Tierra	eo 1.016908 m
Ángulo de Puesta de Sol	Dn -1.648287 °
Índice de Claridad	Ws 0.75 Adim.
Hirradiación Extraterrestre Sobre una Superficie Horizontal	Bod 10437.46 W/m ²
Radiación Global Horizontal	Gdm 7828.101 W/m ²
Correlación Gdm/Kd	Ddm 939.3722 W/m ²
Valor Medio Radiación Directa	Rd 0.020872 W/m ²
Valor Medio Radiación Difusa	Rg 0.022626 W/m ²
Radiación Directa	G 177.118 W/m ²
Radiación Difusa	D 19.60657 W/m ²

Se desarrolló las ecuaciones de radiación solar en una Matrix Laboratori Student, representado en una Interfase Gráfica de Usuario obteniendo una radiación global de 7828 W/m², con una eficiencia de 25%, cumpliendo así la demanda energética del proyecto.

3.6. Dimensionar el sistema de un panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector mediante los cálculos ya establecidos y selección de componentes.

3.6.1.1. Selección del material, procesos de manufactura y selección de accesorios y componentes.

A.) Material para la construcción de la estructura del Panel solar con accesorio colector.

La selección del material para construir el panel solar con colector solar Fresnel es una de las más importantes a tomar. La decisión se toma antes de establecer las dimensiones de las partes del equipo. Después de seleccionar el proceso para crear la geometría deseada y el material a emplear, se puede proporcionar el elemento de manera que se evite la pérdida de funcionalidad o que la probabilidad de dicha pérdida de funcionalidad se mantenga a un nivel de riesgo aceptable.

Para el proceso de diseño de partes mecánicas el esfuerzo y la deflexión son importantes, la selección de un material no siempre se basa en estos factores. Muchas partes no soportan carga alguna en ningún momento. Las partes pueden dañarse sólo para llenar espacios o por cuestiones estéticas. Con frecuencia, los elementos deben

diseñarse también para resistir la corrosión. Algunas veces, los efectos de la temperatura son más importantes en el diseño que el esfuerzo y la deformación.

Para la selección del material para construir el diseño del seguidor solar de dos ejes con accesorio colector de Fresnel por estar expuesto directamente a alta temperatura, agua y humedad se procederá a seleccionar las aleaciones con base de hierro que contiene al menos un Acero Estructural AISI 1060. La característica más importante de este acero es su resistencia a la tracción y condiciones corrosivas.

B.) Proceso de Soldadura

El proceso de soldadura es un arte a realizar dentro de un proyecto, para ello debe de seleccionarse adecuadamente el método y soldadura a utilizar, para nuestro proyecto emplearemos la soldadura MIG/MAG es intrínsecamente más productiva que la soldadura MMA donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido, ya que la eficiencia ronda entre el 80%-95%.

La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones, muy utilizada en espesores pequeños y medios en estructuras de Acero Estructural AISI 1060 especialmente donde se requiere un gran trabajo manual de buenos acabados.

3.6.1.2. Selección de Accesorios y Componentes.

A.) Regulador/cargador de voltaje 12V.

El regulador/cargador es el encargado de mantener y proporcionar un rango de tensión constante.



*Figura 39. Regulador y/o cargador de Voltaje.
Fuente: Propia*

$$I_{regulador} = (\%seguridad) * (N_p) * (I_{cc})$$

$$I_{regulador} = (1.25) * (1) * (6.32)$$

$$I_{regulador} = 7.9 \text{ Amp.}$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de corto circuito del panel.

N_p = Número de paneles

Nota: Para obtener la I_{cc} es necesario ubicar la ficha técnica que se ubica a espaldas del panel solar.

Luego de obtener una corriente de carga de 7.9 Amp. Podemos afirmar que el regulador de carga si cumple con los parámetros necesarios, ya que según la ficha técnica que se encuentra en el (anexo 7), nos afirma que su corriente máxima de trabajo es de menor igual que 10 Amp.

B.) Inversor de onda modificada HAMI .

El inversor de onda pura y/o modificada es un equipo encargado de transformar tensiones almacenadas de 12, 24 y 48V a tensiones de 230V.

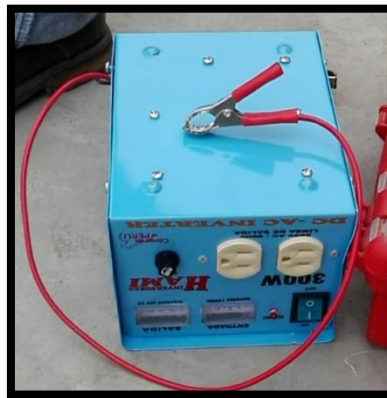


Figura 40. Inversor de Onda.
Fuente: Propia

$$S_{inversor} = 1.25 \cdot \frac{P_{carga,CA}}{FP} \dots \dots (1)$$

Donde:

$P_{carga,CA}$ = Potencia de carga (Máxima Demanda)

FP = Factor de Potencia (0.8)

$$S_{inversor} = 1.25 \cdot 434 / (0.8)$$

$$S_{inversor} = 678.125 \text{ Watts}$$

C.) Batería de descarga profunda 65Ah.

Las baterías de descarga profunda son aquellas fuentes que almacenan energía y aceptan una descarga en un 90% siendo recargadas a través de paneles solares.



Figura 41. Batería de descarga profunda.

Fuente: Propia

Luego de evaluar el tipo de baterías (ver anexo N° 7), para el proyecto en mención se recomienda usar el tipo de baterías de descarga profunda, la cual calcularemos la cantidad de baterías a emplear.

$$Ah = \frac{(MD * Dh)}{Ed * V} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- Ah: Amperios Hora.
- MD: Máxima Demanda.
- Dh: Días Hábiles.

- Ed: Eficiencia de Descarga.
- V: Voltaje de Trabajo.

Resolviendo la Ecuación 1:

$$Ah = \frac{(434 \text{ W/dia} * 7)}{0.8 * 12} = 363.92 \text{ Ah}$$

En cuanto la batería seleccionada cuenta con 6 celdas de 65 Ah cada una, obteniendo un resultado de 390 Ah., la cual podemos afirmar que solo requerimos de una batería para cubrir la demanda energética de la vivienda unifamiliar.

D.) Actuadores Lineales

De acuerdo a los cálculos empleados en el apartado 1.3.1.7 nos da como valores de un actuador lineal de 200 mm con una fuerza requerida mínima de 430N para lo cual podremos seleccionar un actuador de 2000N que es lo que comúnmente se encuentra en el mercado.

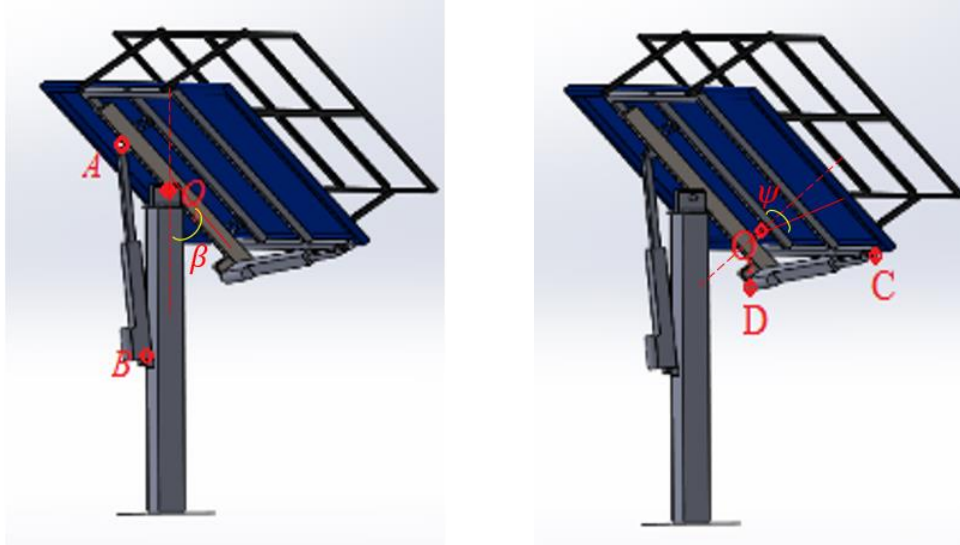
El actuador a seleccionar será de 12V., 200mm de carrera, 200N de fuerza y con una corriente máxima 4A.



*Figura 42. Actuadores lineales.
Fuente: Propia*

Para conocer las características de los motores a ocupar es necesario determinar la fuerza máxima y el largo máximo que debe desarrollar cada actuador lineal. Sean A y B los puntos de fijación del actuador lineal de elevación al colector y al eje central respectivamente y C y D los puntos de fijación del actuador lineal de azimut al

colector y al eje central respectivamente. Sean O_1 y O_2 puntos en el eje central como se indica en el esquema N° 1.



(Esquema N°1, Puntos de referencia)

Fuente: Propia

Como se puede ver en el esquema 1, la fuerza aplicada por los actuadores de elevación y azimut no es perpendicular a los ejes O_1A y O_2C respectivamente, por lo cual hay que descomponer las fuerzas para encontrar la fuerza aplicada por cada actuador.

La fuerza aplicada por el actuador de elevación, al amanecer, para un día de verano viene dada por:

$$F_{elev} = \frac{\tau_{elev}}{O_1A} \frac{1}{\cos(\epsilon)} \quad \dots(1)$$

Donde:

$$\tan(\epsilon) = \frac{O_1B \cos(\beta) - O_1A}{O_1 \sin(\beta)} \quad \dots(2)$$

El ángulo θ fue definido en

La fuerza aplicada por el actuador de azimut viene dada por

$$F_{azim} = \frac{\tau_{azim}}{O_2 C} \frac{1}{\cos(\epsilon_2)} \quad \dots(3)$$

Donde:

$$\cos(\epsilon_2) = \frac{O_2D \sin(\psi + \alpha)}{l_{azim}} \quad \dots(4)$$

Y $\cos(\alpha) = \frac{0,1}{O_2D}$ El ángulo ψ fue definido anteriormente.

El largo del actuador lineal de elevación viene dado como

$$l^2_{elevacion} = \overline{O_1A_2} + \overline{O_1B_2} - 2\overline{O_1A} \overline{O_1B} \cos(\beta) \quad \dots(5)$$

El largo del actuador lineal de azimut viene dado como

$$l^2_{azimut} = \overline{O_2C^2} - \overline{O_2D^2} + 2\overline{O_2C} \overline{O_2D} \cos(\psi + \alpha) \quad \dots(6)$$

Las distancias entre los puntos definidas anteriormente son fijas y vienen dadas por el diseño mecánico de la montura. Estas son

$$\overline{O_1A} = 35[cm] \quad \overline{O_1B} = 40[cm] \quad \overline{O_2C} = 27,3[cm] \quad \overline{O_2D} = 30,2[cm] \quad (7)$$

3.7. Realizar el análisis económico del equipo incluyendo el presupuesto y la proyección económica.

Tabla 17

Cuadro de costo del proyecto.

Fuente: Propia

<u>MATERIALES A UTILIZAR</u>		
SISTEMA SOLAR	DETALLES	COSTO TOTAL (S/.)
Panel	1500*675 (mm)	2000
Regulador de voltaje	12 V	
Inversor	Onda sinusoidal modificada de 300 w	
Batería	Descarga profunda 65 Ah.	
Cableado	"x" metros	
Conectores	"x" unidades	
Cable	"x" metros	
Conectores de batería	"x" unidades	
ESTRUCTURA MECÁNICA		
Estructura de 3 grados de libertas	unid.	900
3 servomotores de alta potencia	unid.	

SISTEMA ELECTRÓNICO		
1 placa controladora	unid.	150
1 sensor de luz	unid.	
Circuitos adicionales	unid. Requeridas	
Costo total		3050

Luego de la selección de materiales a emplear para el proyecto en mención, se obtuvo un análisis económico donde se plantea el periodo en años para la recuperación de la inversión, el ahorro mensual de energía y la tasa de interés que impondría un banco, la cual brindaría este capital de inversión. Este método se conoce como el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y se calcula según (Eggert, 2005):

$$P = \sum_1^j CF_j \left(\frac{P}{F}, i\%, j \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$P = \sum_1^j CF_j ((1 + i)^{-j}) \dots \dots \dots (2)$$

P: Valor Monetario Presente de la Inversión Inicial (soles).

CF_j: Flujo de Caja Positivo al Final del año j (soles).

i : Tasa de Interés Anual Decimal (adimensional).

j : Número de periodos hasta que se iguale el Valor Monetario Actual (años).

Tabla 18

Cuadro del análisis económico - TIR

Fuente: Propia

PERÍODO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					
Inversión Inicial (\$)		3050		Interés Mensual	1.5%
Ganancia Mensual (\$)		250			
Nº Mes	Flujo de Caja (\$)	CF _j (\$)	(P/F, 1.5%, n)	CF _j (P/F, 1.5%, n) (\$)	Sum (\$)
0	-3050.00	- 3050.00	1.00000	-3050.00	-3050.00
1	250.00	250.00	0.98522	246.31	-2803.69
2	250.00	250.00	0.97066	242.67	-2561.03
3	250.00	250.00	0.95632	239.08	-2321.95
4	250.00	250.00	0.94218	235.55	-2086.40
5	250.00	250.00	0.92826	232.07	-1854.34
6	250.00	250.00	0.91454	228.64	-1625.70
7	250.00	250.00	0.90103	225.26	-1400.45

8	250.00	250.00	0.88771	221.93	-1178.52
9	250.00	250.00	0.87459	218.65	-959.87
10	250.00	250.00	0.86167	215.42	-744.45
11	250.00	250.00	0.84893	212.23	-532.22
12	250.00	250.00	0.83639	209.10	-323.12
13	250.00	250.00	0.82403	206.01	-117.12
14	250.00	250.00	0.81185	202.96	85.85
15	250.00	250.00	0.79985	199.96	285.81
16	250.00	250.00	0.78803	197.01	482.82
17	250.00	250.00	0.77639	194.10	676.91
18	250.00	250.00	0.76491	191.23	868.14
19	250.00	250.00	0.75361	188.40	1056.54
20	250.00	250.00	0.74247	185.62	1242.16
21	250.00	250.00	0.73150	182.87	1425.03
22	250.00	250.00	0.72069	180.17	1605.21
23	250.00	250.00	0.71004	177.51	1782.72
24	250.00	250.00	0.69954	174.89	1957.60
Momento de Cambio				PRI (meses)	13.5770
13	-117.12			Meses	13
14	85.85			Días	18

En cuanto a los resultados mencionados en la tabla 15, podemos apreciar que la tasa interna de retorno, del proyecto en mención será de 1 año y 2 meses. Luego del tiempo transcurrido el equipo empezará a generar ganancias, mediante un periodo de 5 años.

3.8. Discusión de resultados.

3.8.1. Realizados los trabajos previos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Habiendo identificado las necesidades del caserío Pañalá, así como las condiciones de operación de la máquina que fueron obtenidos mediante una encuesta ver (Tabla N°05). Tras realizar un análisis de la encuesta se encontró que las necesidades del caserío Pañalá son el suministro de energía eléctrica, con una demanda energética de 434 W/día. Para las condiciones de operación del sistema de autoposicionamiento solar se tuvieron en cuenta la cantidad de radiación solar en los días soleados y nublados, en el caso de los autores Lozada M. & Piscocoya J. (2015) la realización de su encuesta les ayudó a determinar los datos técnicos de un especialista en el tema de energía solar

fotovoltaica para poder determinar su diseño del seguidor solar y recabar información sobre los equipos que lo componen, el cual los orientó correctamente en la elección de sus equipos a emplear.

El uso de normas y códigos empleados para el dimensionamiento del seguidor solar con accesorio colector de lente Fresnel ver (Tabla N°6), brinda a este trabajo de investigación más formalidad y a su vez contribuye a la elaboración de la estimación de eficiencia a comparación con la tesis de los autores Lozada M. & Piscoya J. (2015) sólo usan las normas como respaldo a su investigación para la validación de sus resultados, y refieren normas medio ambientales con las cuales las energías renovables van de la mano para la preservación del medio ambiente.

Determinadas la demandad energético promedio, al analizar finalizadas las encuestas, que se utiliza en la localidad de Pañalá ver (Tabla N°7) con una capacidad de consumo de 434W/día, la fuente Siell S.R.L tecnología (2017) el consumo estima entre 300W/día y 500W/día, sólo con un panel solar de estructura estática en el cual su eficiencia no supera el 14 y 15% para lo cual nuestro proyecto estima una eficiencia de 20% a más de 25% de eficiencia con el colector solar de lente Fresnel.

Ya determinadas las necesidades de la comunidad se elaboró la tabla de especificaciones de ingeniería ver (Tabla N°22) con el objetivo de lograr una guía del contenido que se deberá cubrir al momento del diseño como son las Normas, material, proceso de fabricación; llegando a determinar que la gran parte de tesis no cuenta con la elaboración de los parámetros requeridos para la fabricación estricta del diseño a considerar en sus proyectos.

En el estudio del proyecto se propusieron conceptos alternativos capaces de solucionar las necesidades de la comunidad de Pañalá, por lo que se consideraron 6 tipos de colectores existentes en el mercado cómo también el autor Reyes (2013) en su tesis de en los cuales considera de 6 conceptos alternativos similares para la selección de su matriz.

Mediante la matriz de selección ver (Tabla N°9) mediante criterios ponderados de acuerdo a la facilidad de instalación, fácil obtención de materiales, demanda económica accesible a la economía de los pobladores, obtuvo el valor más alto el Captador Rawlemon , este tiene algunas desventajas encontradas frente a investigaciones experimentales realizadas sobre el mejoramiento del captador en el cual muestra que los valores de eficiencia no son muy considerables ya que existen limitaciones abismales al conseguir los materiales adecuados para replicar la esfera y el del contenido de la misma (Rojas, A., 2017), por lo cual los investigadores concluyen que es uno de los factores por los cuales estiman que no le brinde los valores de eficiencia que obtiene André Broessel (Broessel,2014). en su invento.

En tanto la segunda opción que destaca es la del colector solar de Fresnel con lo cual trabajaremos ya que los materiales a conseguir son accesibles en el mercado a un costo moderado.

Para el diseño de la geometría general y seleccionamiento de material, proceso de manufactura y selección de componentes del Panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector solar se tomaron en cuenta los datos de la velocidad promedio anual del Viento según el ATLAS EÓLICO DEL PERÚ , el tamaño del Panel que tiene una potencia de 100W/pico, cómo también el Lente Fresnel a utilizar según sus dimensiones del panel, teniendo en cuenta las recomendaciones de la unidad de investigación de la Universidad de Jaén (España) del cálculo de Radiación para tener en cuenta los parámetros específicos para el desarrollo de las ecuaciones trabajadas en MATLAB.

El material seleccionado para el diseño de la estructura del panel fue un Acero Estructural AISI 1060 debido a que estará expuesto a un ambiente húmedo ya que a comparación de otros metales este es el mejor en diferentes aspectos importantes como resistente a la corrosión, soporte de alta temperatura y sobre todo con una buena base anticorrosiva la estructura es muy duradera, otras tesis no toman en cuenta la selección del material.

Se realizó el estudio paramétrico en MATLAB® para poder observar los parámetros de eficiencia, con colector, sin el accesorio colector, y esfuerzo que realiza por las cargas del panel, del soporte, del accesorio colector y el brazo.

Capítulo IV:
CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

Habiendo finalizado este trabajo se tiene como conclusiones las que se nombran a continuación:

La técnica aplicada de recolección de información resultó ser la más adecuada, precisa y verídica para el dimensionamiento de la máquina y lograr la estimación veraz de la demanda energética en cada Vivienda. Con lo que los resultados estiman en un consumo de 434 W/día con lo cual validamos nuestros datos sabiendo que las distintas empresas dedicadas al rubro de Instalación de Paneles Solares (Siell S.R.L. Tecnología 2017), estima un consumo entre 300 y 500 W/día.

De los 6 conceptos alternativos con accesorio colector propuestos, existentes en el mercado, y desarrollada la matriz de selección resultó ganador el Sistema Colector Solar Fresnell debido a motivos de la facilidad de instalación, obtención de materiales debido a su comercialidad y demanda económica de la que dispone la población para poder solventar el gasto. Tras una variedad de soluciones y luego del desarrollo de los conceptos alternativos, a través de una matriz morfológica dando criterios ponderados, se optó por un seguidor en dos ejes con accesorio colector Fresnel teniendo en cuenta a utilizar como material principal para el diseño de la Estructura un acero estructural AISI 1060, con un tipo de soldadura Mig/Mag, definiendo el material desarrollado previamente la interfaz Gráfica de Usuario.

Los resultados obtenidos mediante la Interfaz Gráfica de Usuario presentan similitud con los cálculos realizados y las soluciones de las simulaciones de ANSYS fueron los esperados ya que tienen precisión y se acercan a la realidad. La validación y verificación de los productos de la simulación presentaron un margen de error aproximadamente 10% comparados con los datos teóricos y el software de Matlab. Esta diferencia es explicable, si se tiene en cuenta que la GUI-MATLAB asume cargas puntuales (ideales) en las áreas que se consideran debido al supuesto de cuerpo rígido, mientras que a la simulación trabaja con cargas distribuidas al usar modelos de cuerpo deformable.

Las gráficas y tablas paramétricas que se obtuvieron, permitieron la apreciación global del comportamiento de las variables de solución en función de las variables de diseño. Esto permitió una toma de decisiones bastante clara y determinantes.

Por tanto, el diseño paramétrico es una excelente herramienta para la toma de decisiones en el análisis de partes críticas ante un diseño. Pudiendo seleccionar el material más adecuado para el diseño de la estructura del panel, el cual fue un Acero Estructural AISI 1060 debido a que estará expuesto a un ambiente húmedo ya que a comparación de otros metales este es el mejor en diferentes aspectos importantes como resistente a la corrosión, soporte de alta temperatura y sobre todo con una buena base anticorrosiva la estructura es muy duradera, otras tesis no toman en cuenta la selección del material.

El presente trabajo destaca entre los trabajos previos revisados en que todo su desarrollo está fundamentado en una metodología formal de diseño recomendada por especialistas del área Eggert (2005) y Dieter y Bacon (2013). Esta forma de atacar un

problema de diseño presenta la gran ventaja de conducir al ingeniero diseñador a través de todos o los más relevantes estadios de diseño ingenieril y las posibilidades de mejora que esto involucra. Para lo cual el seleccionamiento de material, proceso de manufactura y selección de componentes del Panel solar de autoposicionamiento con accesorio colector solar se tomaron en cuenta los datos de la velocidad promedio anual del Viento según el ATLAS EÓLICO DEL PERÚ , el tamaño del Panel que tiene una potencia de 100W/pico, cómo también el Lente Fresnel a utilizar según sus dimensiones del panel, teniendo en cuenta las recomendaciones de la unidad de investigación de la Universidad de Jaén (España) del cálculo de Radiación para tener en cuenta los parámetros específicos para el desarrollo de las ecuaciones trabajadas en MATrix LABoratory Student.

Capítulo IV:
RECOMENDACIONES

V. RECOMENDACIONES

Habiendo finalizado este trabajo se tiene las recomendaciones presentadas a continuación:

Se recomienda realizar un cálculo de proyección energética en 10 años para mejorar la eficiencia del servicio.

De preferencia realizar un mantenimiento preventivo para los actuadores lineales, por ejemplo: lubricación y limpieza.

Para evitar pérdidas de captación de energía solar, es indispensable mantener el fresnell en constante limpieza. Ejemplo: polvo,

Si el cliente quisiera almacenar energía para darle otro uso, por ejemplo en motores de baja escala, se recomienda diseñar un banco de baterías para poder cumplir con la demanda energética deseada.

Capítulo V:
REFERENCIAS

VI. REFERENCIAS

- André Broessel. (2014, mayo 29). Rawlemon: *el futuro de la energía solar tiene forma de esfera*. 12/05/2017, de experimenta magazine Sitio web: <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/rawlemon-futuro-energia-solar-esfera-4424/>
- André Broessel. (2013). *El futuro no es verde es transparente*. Rawlemon, I, 6.
- Colegio de Ingenieros del Perú. (1999). *Código de Ética del CIP*. Tacna: Consejo Nacional de Consejos.
- Croccifixio Knight, Julia Gu, Amanda Madden. (2016). *SOLAR TRACKER DESIGN PROJECT*. Group 5-11, EML2023, 10 y 22. 30/05/2017, De University of Florida Spring Base de datos.
- David López Flores, Roberto Herrera Salcedo, Marcelino Sánchez Alvarado, David Dueñez Siqueiros, Luis Fernández Tarango, Vanessa Márquez Márquez, Pedro Olivas Prieto, Andrea Ríos Ávila, Valeria Tapia Aceves, Abraham Carrasco García. (2015). *Diseño e implementación de sistema de seguimiento 2D para concentradores fotovoltaicos mediante geometría solar*. CULCYT, I, pp1-13.
- Daniel García Delgado. (2007). *Crisis energética y desarrollo con inclusión social*. FLACSO, I, 1.
- Francisney Daza, Guillermo G. Lio, Rodolfo Echarri. (2013). *Seguidor Solar para un Concentrador Parabólico*. pucp, I, pp1-10.
- Ibrahim Reda & Afshin Andreas. (enero del 2008). *Posición Algorítmica Solar para Aplicaciones de Radiación Solar*. Laboratorio Nacional de Energía Renovable, I, 8-17.
- Leandro, M., & César, P. (2015). *Seguidor solar de paneles fotovoltaicos para electrificación rural aislada con aviso preventivo de mantenimiento*.
- Mafimidiwo, A. (November 2016). *IMPACT OF THREE-DIMENSIONAL PHOTOVOLTAIC STRUCTURE ON SOLAR POWER GENERATION*. Durban, South África: University off KwaZulu-Natal.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ -2016, *Comité de calidad para la implantación en la WEB del MINEM*.
- OLADE. (2016). *Cambia la energía Cambia el clima*. OLADE, I, 5,8.

- Optima Renovables. (2017). *Mecanismo de accionamiento de seguidor solar de ejes OPTIM LAND mediante seguimiento astronómico*. 2017, de optima Renovables Sitio web: <http://www.optimarenovables.com/nuestros-trabajos/>
- Qi-Xun Zhang, Hai-Ye Yu, Qiu-Yuan Zhang, Zhong-Yuan Zhang, Cheng-Hui Shao and Di Yang. (2015). *A Solar Automatic Tracking System that Generates Power for Lighting Greenhouses*. *energies*, ISSN 1996-1073, 7372 - 7379. 28/05/2017, De Open Access Energy Research, Engineering and Policy Journal Base de datos.
- Renovetec. (2014). *Instalaciones fotovoltaicas situación en Chile y España*.
- Research-Zurich. (23 de octubre de 2014). *Los paneles fotovoltaicos están superados: llegan los concentradores solares*. 20/05/2017, de EFE Sitio web: <http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/los-paneles-fotovoltaicos-estan-superados-llegan-los-concentradores-solares>.
- Reyes, J. (2013, diciembre 3). *DISEÑO DE UN SEGUIDOR SOLAR PARA CUBIERTA A DOS EJES Y MODULAR*. Córdoba: Instituto de Estudios de Postgrado Master en Energías Renovables Distribuidas.
- Rojas Alexander. (2017). *Soluciones provisión de energía a escala humana, a partir del harvesntind de energía solar*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- SIELL. (2017, mayo 16). *Servicios de energía solar*. 07-07-2017, de SIELL S.R.L. Sitio web: <http://www.ubicome.com.pe/empresa/siell-s-r-l--chiclayo-9115>
- Siell SRL tecnología. (2017). *KIT FOTOVOLTAICO*. 04/07/17, de SIELL SRL Sitio web: <https://www.instagram.com/p/BSkMshB17zJ/>.
- Straschnoy, Julieta V.; Lamas, Nelson; Klas, Sol. (2010). *Energía, estado y sociedad. Situación energética argentina*. UCES, XIV N°2, 18.
- Tejada, C, & Motoche, L. (2012, diciembre). *Posicionamiento de paneles solares usando lógica difusa para prácticas de laboratorio de control automático*. Ecuador, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Iluminet. (2016). *Cómo funcionan las celdas fotovoltaicas*. 2017, de ReneSola Sitio web: <http://www.iluminet.com/funcionamiento-paneles-fotovoltaicos-energia-solar/>
- Patricia. (2011). *La célula Fotoeléctrica*. 2017, de Overblog Sitio web: https://es.overblog.com/La_celula_fotoelectrica_que_es_y_como_funciona-1228321783-art336753.html

Energizar. (2017). Seguidor Solar. 2017, de Fundación Energizar Sitio web:
http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_seguidor_solar_que_es.html

Ing. Noel Machado Toranzo, Dra. Ania Lussón Cervantes, Ing. Leandro Leysdian Oro Carralero, Lic. Jorge Bonzon Henríquez, Ing. Orlando Escalona Costa. (2015). Seguidor Solar, Optimizando el Aprovechamiento de la Energía Solar. Scielo, 36, 2-3. 2017, De Ingeniería Energética Base de datos.

Miguel Serrano. (2015). La lente Fresnel. 2017, de Venoptix Sitio web:
<https://www.venoptix.com/blog/que-es-la-lente-de-fresnel-y-como-funciona/>

MERKASOL. (2017). Estructuras y Seguidores. 2017, de MERKASOL Sitio web:
<https://www.merkasol.com/Estructuras-y-Seguidores>

Wikipedia. (2008). Lista de Placas Arduino y Sistemas Compatibles. Recuperado de:
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Arduino_boards_and_compatible_systems

MathWorks. (1994). MATLAB. 2017, de MathWorks Sitio web:
http://es.mathworks.com/help/matlab/index.html?s_tid=gn_loc_drop

3D CAD PORTAL. (2016). Ansys. 2017, de Ansys Sitio web:
<http://www.3dcadportal.com/ansys.html>

Jonathan Amangandi. (2012). Arduino. 2017, de Arduino Sitio web:
<http://jamangandi2012.blogspot.pe/2012/10/que-es-arduino-te-lo-mostramos-en-un.html>

Capítulo VI:

ANEXOS

VII. ANEXOS

ANEXO 1 – Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú



CÓDIGO DE ETICA DEL CIP

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

ANEXO 2 - Términos Periódicos de la Tierra

Term	Row number	A	B	C
L0	0	175347046	0	0
	1	3341656	4.6692568	6283.07585
	2	34894	4.6261	12566.1517
	3	3497	2.7441	5753.3849
	4	3418	2.8289	3.5231
	5	3136	3.6277	77713.7715
	6	2676	4.4181	7860.4194
	7	2343	6.1352	3930.2097
	8	1324	0.7425	11506.7698
	9	1273	2.0371	529.691
	10	1199	1.1096	1577.3435
	11	990	5.233	5884.927
	12	902	2.045	26.298
	13	857	3.508	398.149
	14	780	1.179	5223.694
	15	753	2.533	5507.553
	16	505	4.583	18849.228
	17	492	4.205	775.523
	18	357	2.92	0.067
	19	317	5.849	11790.629
	20	284	1.899	796.298
	21	271	0.315	10977.079
	22	243	0.345	5486.778
	23	206	4.806	2544.314
	24	205	1.869	5573.143
	25	202	2.4458	6069.777
	26	156	0.833	213.299
	27	132	3.411	2942.463
	28	126	1.083	20.775
	29	115	0.645	0.98
	30	103	0.636	4694.003
	31	102	0.976	15720.839
	32	102	4.267	7.114
	33	99	6.21	2146.17
	34	98	0.68	155.42
	35	86	5.98	161000.69
	36	85	1.3	6275.96
	37	85	3.67	71430.7
	38	80	1.81	17260.15
	39	79	3.04	12036.46
	40	71	1.76	5088.63
	41	74	3.5	3154.69
	42	74	4.68	801.82
	43	70	0.83	9437.76
	44	62	3.98	8827.39
	45	61	1.82	7084.9
	46	57	2.78	6286.6
	47	56	4.39	14143.5
	48	56	3.47	6279.55
	49	52	0.19	12139.55
	50	52	1.33	1748.02
	51	51	0.28	5856.48
	52	49	0.49	1194.45
	53	41	5.37	8429.24
	54	41	2.4	19651.05
	55	39	6.17	10447.39
	56	37	6.04	10213.29

(Continua en la página siguiente)

Tabla 18 (Continuación)

Term	Row number	A	B	C
	57	37	2.57	1059.38
	58	36	1.71	2352.87
	59	36	1.78	6812.77
	60	33	0.59	17789.85
	61	30	0.44	83996.85
	62	30	2.74	1349.87
	63	25	3.16	4690.48
L1	0	628331966747	0	0
	1	206059	2.678235	6283.07585
	2	4303	2.6351	12566.1517
	3	425	1.59	3.523
	4	119	5.796	26.298
	5	109	2.966	1577.344
	6	93	2.59	18849.23
	7	72	1.14	529.69
	8	68	1.87	398.15
	9	67	4.41	5507.55
	10	59	2.89	5223.69
	11	56	2.17	155.42
	12	45	0.4	796.3
	13	36	0.47	775.52
	14	29	2.65	7.11
	15	21	5.34	0.98
	16	19	1.85	5486.78
	17	19	4.97	213.3
	18	17	2.99	6275.96
	19	16	0.03	2544.31
	20	16	1.43	2146.17
	21	15	1.21	10977.08
	22	12	2.83	1748.02
	23	12	3.26	5088.63
	24	12	5.27	1194.45
	25	12	2.08	4694
	26	11	0.77	553.57
	27	10	1.3	3286.6
	28	10	4.24	1349.87
	29	9	2.7	242.73
	30	9	5.64	951.72
	31	8	5.3	2352.87
	32	6	2.65	9437.76
	33	6	4.67	4690.48
L2	0	52919	0	0
	1	8720	1.0721	6283.0758
	2	309	0.867	12566.152
	3	27	0.05	3.52
	4	16	5.19	26.3
	5	16	3.68	155.42
	6	10	0.76	18849.23
	7	9	2.06	77713.77
	8	7	0.83	775.52
	9	5	4.66	1577.34
	10	4	1.03	7.11
	11	4	3.44	5573.14
	12	3	5.14	796.3
	13	3	6.05	5507.55
	14	3	1.19	242.73
	15	3	6.12	529.69
	16	3	0.31	398.15

(Continua en la página siguiente)

Tabla 18 (Continuación)

Term	Row number	A	B	C
	17	3	2.28	553.57
	18	2	4.38	5223.69
	19	2	3.75	0.98
L3	0	289	5.844	6283.076
	1	35	0	0
	2	17	5.49	12566.15
	3	3	5.2	155.42
	4	1	4.72	3.52
	5	1	5.3	18849.23
	6	1	5.97	242.73
L4	0	114	3.142	0
	1	8	4.13	6283.08
	2	1	3.84	12566.15
L5	0	1	3.14	0
B0	0	280	3.199	84334.662
	1	102	5.422	5507.553
	2	80	3.88	5223.69
	3	44	3.7	2352.87
	4	32	4	1577.34
B1	0	9	3.9	5507.55
	1	6	1.73	5223.69
R0	0	100013989	0	0
	1	1670700	3.0984635	6283.07585
	2	13956	3.05525	12566.1517
	3	3084	5.1985	77713.7715
	4	1628	1.1739	5753.3849
	5	1576	2.8469	7860.4194
	6	925	5.453	11506.77
	7	542	4.564	3930.21
	8	472	3.661	5884.927
	9	346	0.964	5507.553
	10	329	5.9	5223.694
	11	307	0.299	5573.143
	12	243	4.273	11790.629
	13	212	5.847	1577.344
	14	186	5.022	10977.079
	15	175	3.012	18849.228
	16	110	5.055	5486.778
	17	98	0.89	6069.78
	18	86	5.69	15720.84
	19	86	1.27	161000.69
	20	85	0.27	17260.15
	21	63	0.92	529.69
	22	57	2.01	83996.85
	23	56	5.24	71430.7
	24	49	3.25	2544.31
	25	47	2.58	775.52
	26	45	5.54	9437.76
	27	43	6.01	6275.96
	28	39	5.36	4694
	29	38	2.39	8827.39
	30	37	0.83	19651.05
	31	37	4.9	12139.55
	32	36	1.67	12036.46
	33	35	1.84	2942.46
	34	33	0.24	7084.9
	35	32	0.18	5088.63
	36	32	1.78	398.15

(Continua en la página siguiente)

Tabla 18 (Continuación)

Term	Row number	A	B	C
R1	37	28	1.21	6286.6
	38	28	1.9	6279.55
	39	26	4.59	10447.39
	0	103019	1.10749	6283.07585
	1	1721	1.0644	12566.1517
	2	702	3.142	0
	3	32	1.02	18849.23
	4	31	2.84	5507.55
	5	25	1.32	5223.69
	6	18	1.42	1577.34
R2	7	10	5.91	10977.08
	8	9	1.42	6275.96
	9	9	0.27	5486.78
	0	4359	5.7846	6283.0758
	1	124	5.579	12566.152
	2	12	3.14	0
	3	9	3.63	77713.77
R3	4	6	1.87	5573.14
	5	3	5.47	18849
	0	145	4.273	6283.076
R4	1	7	3.92	12566.15
	0	4	2.56	6283.08

ANEXO 3 – Datos de Posicionamiento del Panel.

TABLA 19
Términos Periódicos de longitud y latitud.

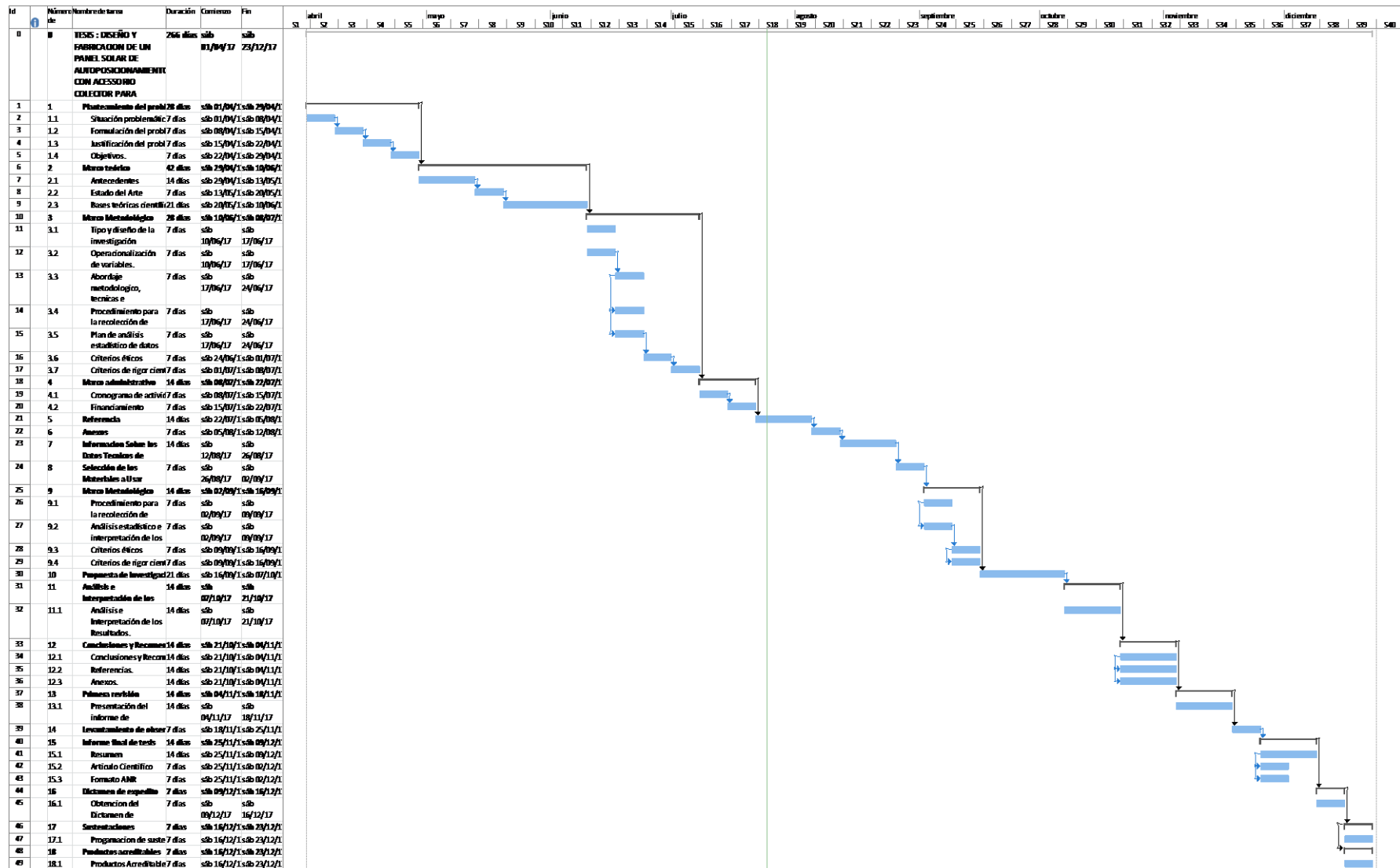
Coefficients for Sin terms					Coefficients for λ		Coefficients for ϕ	
Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	a	b	c	d
0	0	0	0	1	-171996	-174.2	92025	8.9
-2	0	0	2	2	-13187	-1.6	5736	-3.1
0	0	0	2	2	-2274	-0.2	977	-0.5
0	0	0	0	2	2062	0.2	-895	0.5
0	1	0	0	0	1426	-3.4	54	-0.1
0	0	1	0	0	712	0.1	-7	
-2	1	0	2	2	-517	1.2	224	-0.6
0	0	0	2	1	-386	-0.4	200	
0	0	1	2	2	-301		129	-0.1
-2	-1	0	2	2	217	-0.5	-95	0.3
-2	0	1	0	0	-158			
-2	0	0	2	1	129	0.1	-70	
0	0	-1	2	2	123		-53	
2	0	0	0	0	63			
0	0	1	0	1	63	0.1	-33	
2	0	-1	2	2	-59		26	
0	0	-1	0	1	-58	-0.1	32	
0	0	1	2	1	-51		27	
-2	0	2	0	0	48			
0	0	-2	2	1	46		-24	
2	0	0	2	2	-38		16	
0	0	2	2	2	-31		13	
0	0	2	0	0	29			
-2	0	1	2	2	29		-12	
0	0	0	2	0	26			
-2	0	0	2	0	-22			
0	0	-1	2	1	21		-10	
0	2	0	0	0	17	-0.1		
2	0	-1	0	1	16		-8	
-2	2	0	2	2	-16	0.1	7	

(Continua en la página siguiente)

Tabla 19 (Continuación)

Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	a	b	c	d
0	1	0	0	1	-15		9	
-2	0	1	0	1	-13		7	
0	-1	0	0	1	-12		6	
0	0	2	-2	0	11			
2	0	-1	2	1	-10		5	
2	0	1	2	2	-8		3	
0	1	0	2	2	7		-3	
-2	1	1	0	0	-7			
0	-1	0	2	2	-7		3	
2	0	0	2	1	-7		3	
2	0	1	0	0	6			
-2	0	2	2	2	6		-3	
-2	0	1	2	1	6		-3	
2	0	-2	0	1	-6		3	
2	0	0	0	1	-6		3	
0	-1	1	0	0	5			
-2	-1	0	2	1	-5		3	
-2	0	0	0	1	-5		3	
0	0	2	2	1	-5		3	
-2	0	2	0	1	4			
-2	1	0	2	1	4			
0	0	1	-2	0	4			
-1	0	1	0	0	-4			
-2	1	0	0	0	-4			
1	0	0	0	0	-4			
0	0	1	2	0	3			
0	0	-2	2	2	-3			
-1	-1	1	0	0	-3			
0	1	1	0	0	-3			
0	-1	1	2	2	-3			
2	-1	-1	2	2	-3			
0	0	3	2	2	-3			
2	-1	0	2	2	-3			

ANEXO 4 – Cronograma de Actividades



ANEXO 5 - Formato de Encuesta Aplicada

1. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?

Adultos:

Niños:

2. ¿Qué actividades económicas realizan en su localidad?

a) **Agrícola**

b) **Ganadería**

c) **Minería**

Otros:

3. ¿Cuánto percibe usted de ingresos económicos en promedio mensual?

a) 300 b) 450 c) 650 d) 850 e) 1000 f) 1500

e) Otras cantidades S/

4. ¿Tiene conocimiento sobre Energía Solar y su uso?

a) Si

b) No

5. ¿Cuenta con algún tipo de suministro de energía?

a) SI

b) No c) otros

6. ¿Con qué equipos de eléctricos cuenta?

Televisor	
Refrigerador	
Radio	
Celular (es)	
Licuada	
Foco (os)	

7. ¿Qué tipo de energía utiliza para el funcionamiento de sus equipos eléctricos?

a) Energía Eléctrica b) Energías Solar c) Energía Eólica

- d) Banco de carga e) otros
8. ¿Con qué frecuencia o qué tiempo utiliza usted sus equipos eléctricos durante el día?
- a) 30 min b) 1 h c) 2.30 d)4 h e) 6 h f) “.....” h
9. ¿sabía usted que este diseño de seguidor solar evitaría un gasto total de un 80% de su factura actual?
- a) **Si** b) **no**
10. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un equipo de energía solar?
- a) **Más de 1000 soles y menos de 2000.**
b) **Más de 2000 soles y menos de 2500.**
c) **Otros:**

Resultado de la Encuesta Aplicada

Tabla 20

Cuadro Resumen de la Encuesta Realizada en Pañalá.

Fuente: Propia

Datos de encuesta aplicada.				
	Ítems 1	Ítems 2	Ítems 3	Conclusión
Pregunta 1	Adultos 1.95 por vivienda	Niños 3 por vivienda	No sabe, no opina.	5 personas por Vivienda
Pregunta 2	Agricultura 0.91	Ganadería 0.08	Otro: Pesca 0.01	Actividad económica principal, Agricultura
Pregunta 3	S/200 en promedio 0 %	S/300 en promedio 0,46%	S/450 en promedio 0,53%	Sueldo Promedio Familiar S/375
Pregunta 4	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	84,4% de la Población cuenta con

				Energía Alternativa
Pregunta 5	El 75% de la población cuenta con un televisor por vivienda.	El 37% de la población cuenta con un radio.	El 94% de la población cuenta con 2 focos por vivienda.	El 0,54% de la población tiene un consumo mayor a 50W pico.
Pregunta 6	No sabe, no opina.	Banco de Carga 0,87%	No cuenta con energía 0.13% de la población	El 84,4% de la población cuenta con un banco de Carga.
Pregunta 7	El uso por 1 hora diaria en consumo es de un 66,6% de la población.	El uso por 2.30 hora día es del 17,7% de la población	No sabe, no opina.	El consumo promedio estima el uso de 1h 17min de consumo diario de energía.
Pregunta 8	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	La población desconoce sobre Energías Renovables.
Pregunta 9	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	La población desconoce sobre los beneficios de utilizar Energías Renovables.
Pregunta 10	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	Los lugareños desconocen

				sobre el uso de Energía Solar.
Pregunta 11	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	Los pobladores no estiman costo alguno del equipo.
Pregunta 12	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No sabe, no opina.	No accedieron a pagar ningún monto debido a que sus ingresos mensuales son muy bajos, la mayoría opinó de un pago del equipo mensualmente, en cuotas entre S/10 a S/15 soles mensuales.
Pregunta 13				El poblador desconoce.
Pregunta 14				No.
Pregunta 15				El poblador desconoce.

Pregunta N°01:

- **El promedio de adultos estimado es de 1,95 personas por vivienda debido a que existen madres solteras dentro del caserío.**
- **Promedio de niños 3,2**
- **Promedio final de 5 personas por vivienda.**

Pregunta N°02:

- **Actividad principal económica es la Agricultura.**

Pregunta N°03:

- **El sueldo promedio por familia es de S/357 nuevos soles.**

Pregunta N°04:

- **El 84,4% de la población cuenta con energía alternativa.**

Pregunta N°05:

- **El 75% de la población cuenta con un televisor por vivienda.**
- **El 0.02% con un refrigerador.**
- **El 37% de la población cuenta con un radio.**
- **El 50% de la población cuenta con un equipo celular.**
- **El 94% de la población cuenta con 2 focos por vivienda.**
- **El 25% de la población tiene una linterna recargable.**

Pregunta N°06:

- **El 87% de la población cuenta con un banco de Carga.**

Pregunta N°07:

- **El uso por 1 hora diaria en consumo es de un 75% de la población.**
- **El uso por 2.30 hora día es del 12% de la población.**

Pregunta N°08:

- **La población desconoce sobre Energías Renovables.**

Pregunta N°09:

- **La población desconoce sobre los beneficios de utilizar Energías Renovables.**

Pregunta N°10:

- **Los lugareños desconocen sobre el uso de Energía Solar.**

Pregunta N°11:

- **Los pobladores no estiman costo alguno del equipo.**

Pregunta N°12:

- **No accedieron a pagar ningún monto debido a que sus ingresos mensuales son muy bajos, la mayoría opinó de un pago del equipo mensualmente, en cuotas entre S/10 a S/15 soles mensuales.**

Pregunta N°13:

- **El poblador desconoce.**

Pregunta N°14:

- **No.**

Pregunta N°15:

- **El poblador desconoce.**

ANEXO 6 - Normativa de Diseño.

Las siguientes normas son las más cercanas al alcance de este trabajo tenemos la Norma Técnica Peruana NTP 399.400:2001/R. 126-2001-INDECOPI-CRT (2001.11.03). Ésta norma de practica se establecen los criterios generales de:

- Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
- Especificaciones Técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico.

Tabla 21

Cuadro de Criterios a Considerar.

Fuente: Propia

NTP 399.400:2001/R. 126-2001-INDECOPI-CRT (2001.11.03).	COLECTORES SOLARES. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
Norma Técnica Peruana NTP 399.400 2001.	Colectores Solares. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
Resolución Ministerial R.M. N° 037-2006-MEM/DM	Código Nacional de Electricidad
Resolución Ministerial R.M. N° 091-2002-EM/VME	Norma DGE Terminología en Electricidad y Símbolos Gráficos en Electricidad.
Norma Técnica Universal	Sistemas Fotovoltaicos Domésticos Thermie B SUP 995-96, EC-DGXVII, 1998
Instituto de Energía Solar - Universidad Politécnica de Madrid.	Procedimientos de Medida de Sistemas Fotovoltaicos Domésticos, marzo 2003
NTP 399.403.2006 / R.0013-2006/INDECOPI-CRT (2006.03.06).	Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 Wp. Especificaciones Técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico.

Tabla 22
Cuadro de Especificaciones de Ingeniería.
Fuente: Propia

SUB - FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS DE INGENIERÍA	UNIDA DES	LÍMITES
Calidad de Fresnel	Concentración de Luz	Watts/día	< 100 W/d
Tamaño de Panel	Área	Metros ²	< 0.76m ²
Lugar de utilización	Radiación	Watts/me tro ²	< 14W/m ²
Carrera de Actuadores	Longitud	Metros	No exeder los 45° de inclinación del panel.

Cuadro de Especificaciones de Ingeniería del proyecto en mención, la cual nos indica el sistema nacional de unidades y los límites del mismo.

Avances Tecnológicos.

El sistema fotovoltaico convencional está siendo desplazado crecientemente por nueva tecnología desarrollada mediante un sistema fotovoltaico térmico de alta concentración (Ver Figura N.º 20), cuyo funcionamiento es similar al desplazamiento que ejecuta el girasol. Estos equipos son capaces de concentrar la radiación solar 2.000 veces y convertir el 80% de esa radiación en 12 kilovatios de energía eléctrica (Research,2014).



Figura 43. Sistema fotovoltaico térmico de alta concentración.
Fuente: Research (Research, 2014)

En los sistemas fotovoltaicos con captador solar Fresnel (ver Fig. N° 21) la eficiencia se eleva del 19 – 25% a un 50% de eficiencia (IES-UPM, 2015), pero el obstáculo es el calor emitido por lo cual el sistema Rawlemon (ver Figura N° 22) soluciona el problema de refrigeración mediante la concentración de agua, ya que ésta tiene un alto coeficiente de absorción de calor. (Broessel, 2014).



Figura 44. Sistema fotovoltaico con captador solar Fresnell.
Fuente: Broessel (Broessel, 2014)

Simplificadamente el proyecto Mergulhar (ver Fig. N°. 23) asocia todo con lo que es simplicidad y elegancia, tanto en diseño simple y elegante de mecanismos con lo cual logra el completo movimiento rotatorio del sol sigue siendo fácilmente controlable y proporcionando una mayor seguridad de vida útil, ya que, debido a su diseño, éste protege a sus mecanismos. En cambio, en China ésta configuraciónes similares, debido a su alta y avanzada fuente de energía, están siendo empleadas en los invernaderos debido a consideración de la geografía, el clima, y otros factores ambientales en los que se encuentran, este sistema de seguimiento solar generó

alrededor de 20% a 25% más de potencia que los paneles convencionales usados en este país (Zhang y otros, 2016).

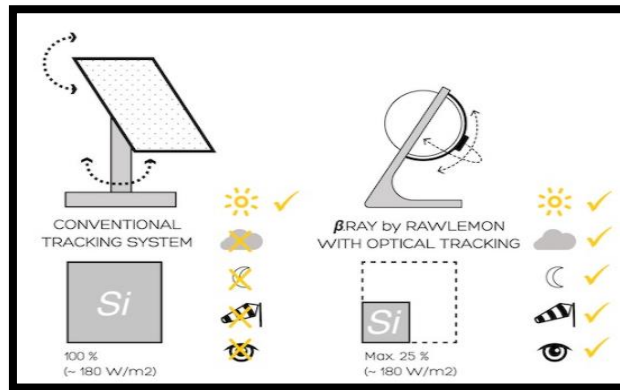


Figura 45. Sistema Rawlemon.
Fuente: Zhang (Zhang, 2016)

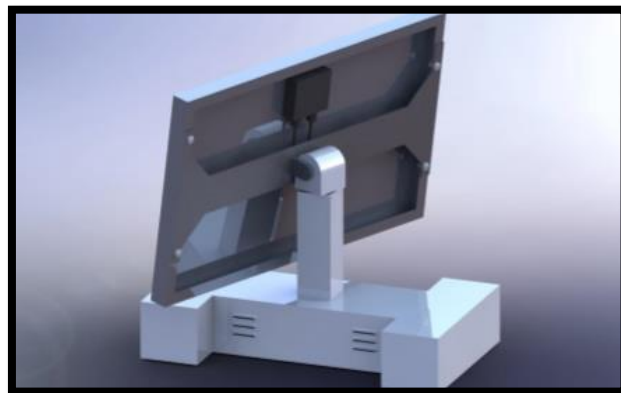



Figura 46. Proyecto Mergulhar Completed Assembly Yaw.
Fuente: Croccifixio (Croccifixio, 2016)

ANEXO 7 – Selección de Componentes Estándar

Selección de batería:


- Batería AGM PLOMO ÁCIDO.
- **Batería de PLOMO GEL.**
- Baterías Monobloque.

Se seleccionó la batería de PLOMO GEL debido a sus condiciones de trabajo las cuales encajan a la investigación desarrollada.




RA12-65 (12V65Ah)

RA series is a general purpose battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.




Specification


Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	65Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 21.0 Kg(Tolerance±2%)
Max. Discharge Current	650A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 6 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current	19.5 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F5/F11
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.




30328539



01M21206-6953-Z-06



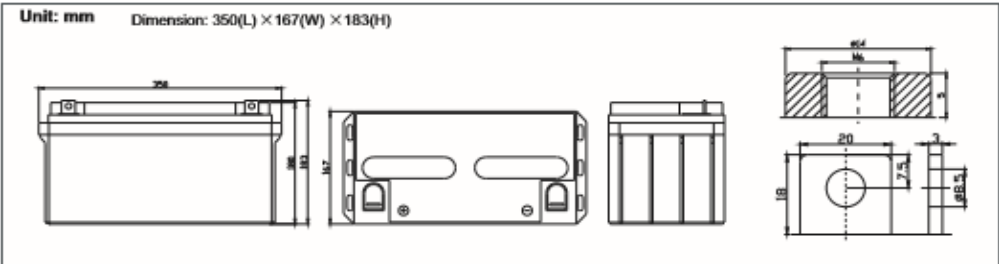
CERTIFICATE
Power AC/DC Conversion
ISO 9001:2008 Standard



CERTIFICATE
Power AC/DC Conversion
ISO 9001:2008 Standard

Dimensions

Unit: mm Dimension: 350(L) × 167(W) × 183(H)



Constant Current Discharge Characteristics: A (25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	227.6	167.6	125.0	65.31	40.57	25.05	17.02	13.73	11.39	7.50	6.76	3.58
10.0V	221.0	159.4	122.4	64.47	40.03	24.54	16.71	13.53	11.29	7.48	6.70	3.51
10.2V	214.5	153.8	120.5	63.48	39.65	24.28	16.56	13.40	11.22	7.41	6.63	3.45
10.5V	192.6	141.9	114.7	61.74	39.17	23.97	16.41	13.20	11.13	7.34	6.57	3.38
10.8V	173.8	129.4	105.8	59.70	38.62	23.77	16.22	12.75	11.07	7.31	6.51	3.35
11.1V	148.4	115.7	94.87	57.43	37.70	22.81	15.90	12.56	10.99	7.25	6.43	3.21

Constant Power Discharge Characteristics: W(25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
9.60V	2401	1785	1363	747.6	470.2	293.5	200.4	164.3	136.5	89.87	81.11	43.13
10.0V	2354	1730	1341	739.8	465.9	290.0	197.4	162.0	135.3	89.52	80.47	42.38
10.2V	2327	1684	1326	733.4	463.1	287.9	196.6	160.5	134.5	88.85	79.76	41.60
10.5V	2118	1568	1265	718.4	460.1	284.2	195.0	158.3	133.4	88.10	78.97	40.82
10.8V	1929	1446	1169	701.4	454.2	282.1	192.8	153.0	132.8	87.71	78.19	40.42
11.1V	1695	1307	1052	682.2	447.4	271.6	189.5	150.8	132.3	87.09	77.34	38.98

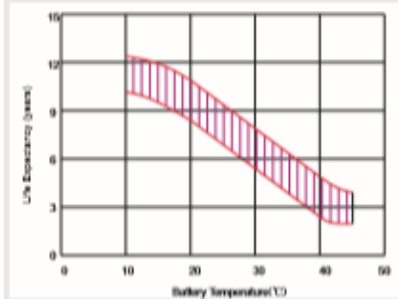
All mentioned values are average values (Tolerance ±2%).

RA12-65

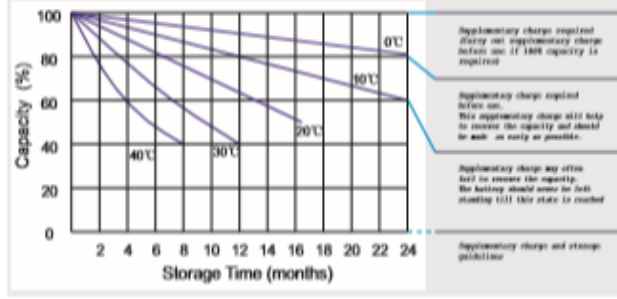
12V65Ah



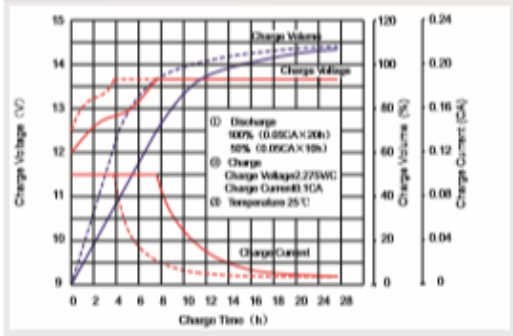
Effect of temperature on long term float life



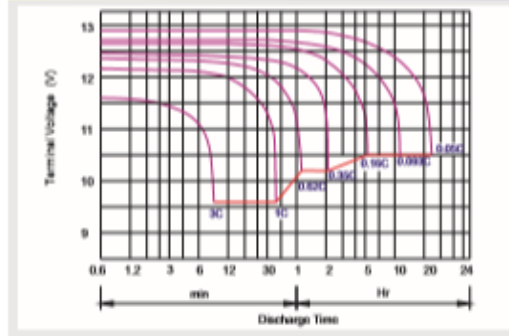
Storage characteristic



Charge characteristic Curve for standby use



Discharge characteristic Curve



Capacity Factors With Different Temperature

Battery Type		-20°C	-10°C	0°C	5°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	45°C
GEL Battery	6V&12V	50%	70%	83%	85%	90%	98%	100%	102%	104%	105%
	2V	60%	75%	85%	88%	92%	99%	100%	103%	105%	106%
AGM Battery	6V&12V	46%	66%	76%	83%	90%	98%	100%	103%	107%	109%
	2V	55%	70%	80%	85%	92%	99%	100%	104%	108%	110%

Discharge Current VS. Discharge Voltage

Final Discharge Voltage (V)	1.75V	1.70V	1.60V
Discharge Current (A)	(A) <=0.2C	0.2C < (A) <1.0C	(A) >=1.0C

Charge the batteries at least once every six months, if they are stored at 25°C.

Charging Method:

Constant Voltage	-0.2Cx2h+14.4-14.7Vx24h, Max. Current 0.3C
Constant Current	-0.2Cx2h+0.1Cx12h
Fast	-0.2Cx2h+0.3Cx4h

Cell	M3	M6	M9
Terminal	F3 F4 F5 F15 F25 F35	F8 F11 F12 F15	F5 F9 F10 F12 F14 F16
Torque	0-7N.m	0-10N.m	10-12N.m

Maintenance & Cautions

Float Service:
※ Every month, recommend inspection every battery voltage.
※ Every three months, recommend equalization charge for one time.
Equalization charge method:
Discharge: 100% rate capacity discharge.
Charge: Max. current 0.3CA, constant voltage 14.4-14.7V charge 24h.
※ Effect of temperature on float charge voltage: -3mV/°C/Cell.
※ Length of service life will be directly affected by the number of discharge cycles, depth of discharge, ambient temperature and charging voltage.

SHENZHEN RITAR POWER CO.,LTD.
URL: www.ritarpower.com

Address: Rm405, Tower C, Huahua Building, Langshan Rd16, Nanshan District, ShenZhen, 518057, China
Tel: +86-755-33981088 Fax: +86-755-8347-5180

2016 Version 6

Inversor



FICHA TÉCNICA	
Equalization voltage	14.8 V
Boost voltage	14.4 V
Float voltage	13.6 V
Low voltage disconnect (LVD)	11.10 V
Low voltages reconnect (LVR)	12.6 V
Temperature compensation	-30mV /°C 12V
Self-consumption	6mA maximum
Terminals	for wire sizes to 2.5mm ²
Temperature	-35°C to +55°C
Note	X2 for 24V system
Output Voltage	12V 24V auto switch
Max load current	≤10A
Full charge cut	13.7 V
Low voltage cut	10.5 V
Temp compensation	-3mV/°C/cell
Zero Load Loses	≤20mA
Voltage Drop	less than 160mv
EAN	0519752982538

Panel

Paneles policristalinos BlueSolar

www.victronenergy.com



BlueSolar policristalino 140W

- El coeficiente de baja tensión-temperatura mejora el funcionamiento a altas temperaturas.
- Rendimiento excepcional con baja luminosidad y alta sensibilidad a la luz en todo el espectro solar.
- Garantía limitada de 25 años en la entrega de potencia y el rendimiento.
- Garantía limitada de 5 años en materiales y mano de obra.
- La caja de conexiones, sellada, hermética y multifuncional, proporciona altos niveles de seguridad.
- Los diodos de derivación de alto rendimiento minimizan las caídas de potencia provocadas por la sombra.
- El sistema avanzado de encapsulación EVA (etileno acetato de vinilo, por sus siglas en inglés) con láminas traseras de triple capa cumple con los requisitos más exigentes para su funcionamiento de alta tensión.
- Un sólido bastidor de aluminio galvanizado permite instalar los módulos sobre el tejado con distintos sistemas estándar de montaje.
- Su vidrio templado de alta transmisión y alta calidad proporciona una dureza y resistencia a los impactos mejorada.
- Modelos precableados de alta capacidad con sistema de conexión rápida y conectores MC4 (PV-ST01).



Conectores MC4

Número de artículo	Descripción	Peso neto	Rendimiento eléctrico bajo STC (1)				
			Nominal Potenci	Tensión máxima	Corriente máxima	Tensión en vacío	Corriente de cortocircuito
			P _{MPP}	V _{MPP}	I _{MPP}	V _{oc}	I _{sc}
		Kg	W	V	A	V	A
SPP030201200	20W-12V Poly 480x350x25 mm series 3a	2.2	20	18	1.11	22.5	1.23
SPP030301200	30W-12V Poly 410x670x25 mm series 3a	3.7	30	18	1.67	22.5	1.85
SPP030401200	40W-12V Poly 450x670x25mm series 3a	4.2	40	18	2.22	22.5	2.46
SPP030501200	50W-12V Poly 540x670x25 mm series 3a	4.3	50	18	2.78	22.2	3.09
SPP030801200	80W-12V Poly 840x670x35 mm series 3a	6.8	80	18	4.44	21.6	5.06
SPP031001200	100W-12V Poly 1000x670x35 mm series 3a (2)	8.9	100	18	5.56	21.6	6.32
SPP031001201	100W-12V Poly 1000x670x35 mm series 3b (2)	8.9	100	18	5.56	21.6	6.32
SPP031401200	140W-12V Poly 1480x673x35 mm series 3a	12	140	20	7.78	21.6	8.85
SPP032502001	250W-20V Poly 1640x992x40mm series 3b	17	250	30	8.33	36.75	8.94
SPP032902400	290W-24V Poly 1956x992x45 mm series 3a	24	290	36	8.06	44,10	8.56

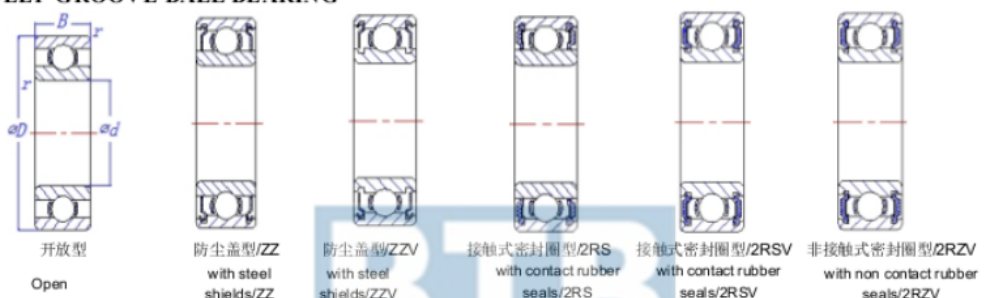
Larga vida buena térmica 12.7mm rodamiento de bolas

Descripción del producto

Nuestra precisión rodamientos están diseñados para la alta precisión, de poco ruido, pequeña vibración, alta fiabilidad y larga vida. Se utilizan principalmente en diversos tipos de motores eléctricos. También se les conoce como emq (calidad del motor eléctrico) rodamientos.

Emq rodamientos son ampliamente utilizados en aparatos electrodomésticos, juguetes, herramientas eléctricas, Motores de los coches y otros campos. Con diseño óptimo, alta fiabilidad tratamiento térmico, precisión procesos de fabricación y alto grado de grasa, Estos productos funcionan mejor en la fiabilidad, Vibración y los niveles de ruido que los productos estándar haciéndolos más adecuado para aplicaciones de motores eléctricos. Estos productos también se pueden aplicar a la mayoría de aplicaciones también.

DEEP GROOVE BALL BEARING



主要尺寸 Dimensions				额定负荷 Basic Load Rating				极限转速(rpm) Limiting Speed(rpm)			轴承型号 Bearing Type					
(mm)				(N)		(kgf)		润滑油 Grease 油 Oil			开放型 Open	防尘盖型 With Shields	密封圈型 With Seals	带止动环槽 With snap ring groove	带止动环 With snap ring	
d	D	B	r	Cr	C _{0r}	Cr	C _{0r}	开放型/Open ZZ 2RZ 2RZV	2RS 2RSV	开放型/Open Z						
10	19	5	0.3	1720	840	175	86	34000	24000	40000	6800	ZZ	2RZ	2RS	/	/
	22	6	0.3	2700	1270	275	129	32000	22000	38000	6900	ZZ	2RZ	2RS	N	NR
	26	8	0.3	4550	1970	465	201	30000	22000	36000	6000	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	30	9	0.6	5100	2390	520	244	24000	18000	30000	6200	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	35	11	0.6	8100	3450	825	350	22000	17000	26000	6300	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
12	21	5	0.3	1920	1040	195	106	32000	20000	38000	6801	ZZ	2RZ	2RS	/	/
	24	6	0.3	2890	1460	295	149	30000	20000	36000	6901	ZZ	2RZ	2RS	N	NR
	28	7	0.3	5100	2370	520	241	28000	/	32000	16001	/	/	/	/	/
	28	8	0.3	5100	2370	520	241	28000	18000	32000	6001	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	32	10	0.6	6800	3050	695	310	22000	17000	28000	6201	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	37	12	1	9700	4200	990	425	20000	16000	24000	6301	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
15	24	5	0.3	20701	1260	212	128	28000	17000	34000	6802	ZZ	2RZ	2RS	/	/
	28	7	0.3	4350	2260	440	230	26000	1700	30000	6902	ZZ	2RZ	2RS	N	NR
	32	8	0.3	5600	2830	570	289	24000	/	28000	16002	/	/	/	/	/
	32	9	0.3	5600	2830	570	289	24000	15000	28000	6002	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	35	11	0.6	7650	3750	780	380	20000	14000	24000	6202	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	42	13	1	11400	5450	1170	555	17000	13000	20000	6302	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
17	26	5	0.3	2630	1570	268	160	26000	15000	30000	6803	ZZ	2RZ	2RS	/	/
	30	7	0.3	4600	2550	470	260	24000	15000	28000	6903	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	35	8	0.3	6000	3250	610	330	22000	/	26000	16003	/	/	/	/	/
	35	10	0.3	6000	3250	610	330	22000	13000	26000	6003	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	40	12	0.6	9550	4800	975	490	1700	12000	20000	6203	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR
	47	14	1	13600	6650	1390	675	15000	11000	18000	6303	ZZ	2RZ	2RSV	N	NR

Actudor Lineal

Especificaciones del artículo

Corriente Continuos (A): 2.3A

Construcción: Imán Permanente

Tipo: Motor de tubo

Número de modelo: LA12S

Potencia de salida: 28W

Uso: Window,printer,industry,car

Load: 1000N/100KG/220Pound

Speed: 10mm/second=0.4inch/second

Color: Silver

is_customized: Yes

Torsión: 1000N

Eficiencia: IE 4

Características protegidas: Impermeable

Conmutación: Píncel

Certificación: CE

Input: 12V DC

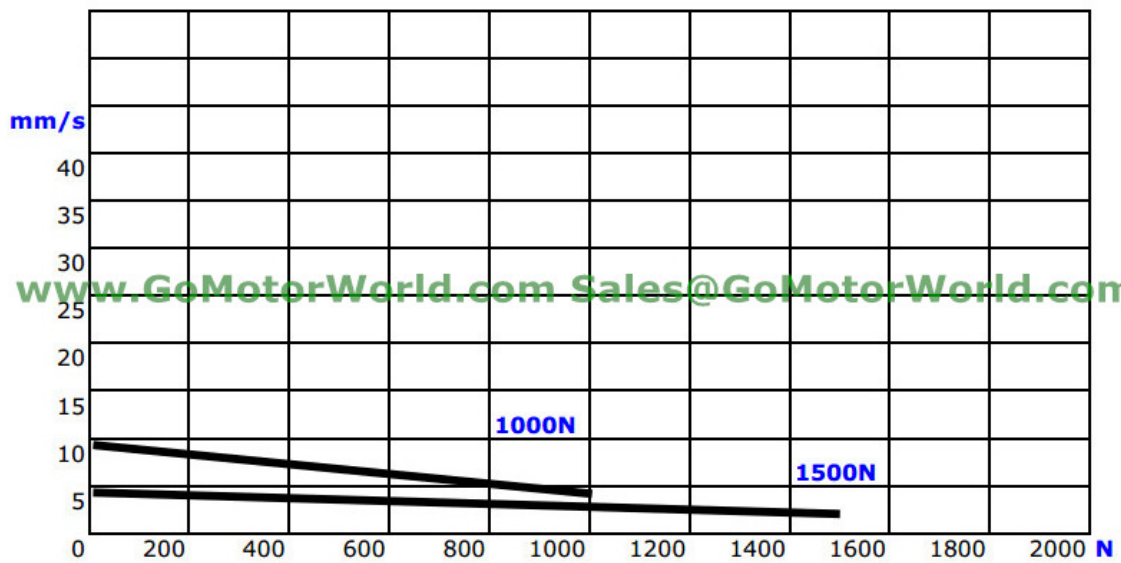
Stroke: 200mm=8inch

Signal feedback: Potentiometer

Working duty: 25%

Waterproof: YES

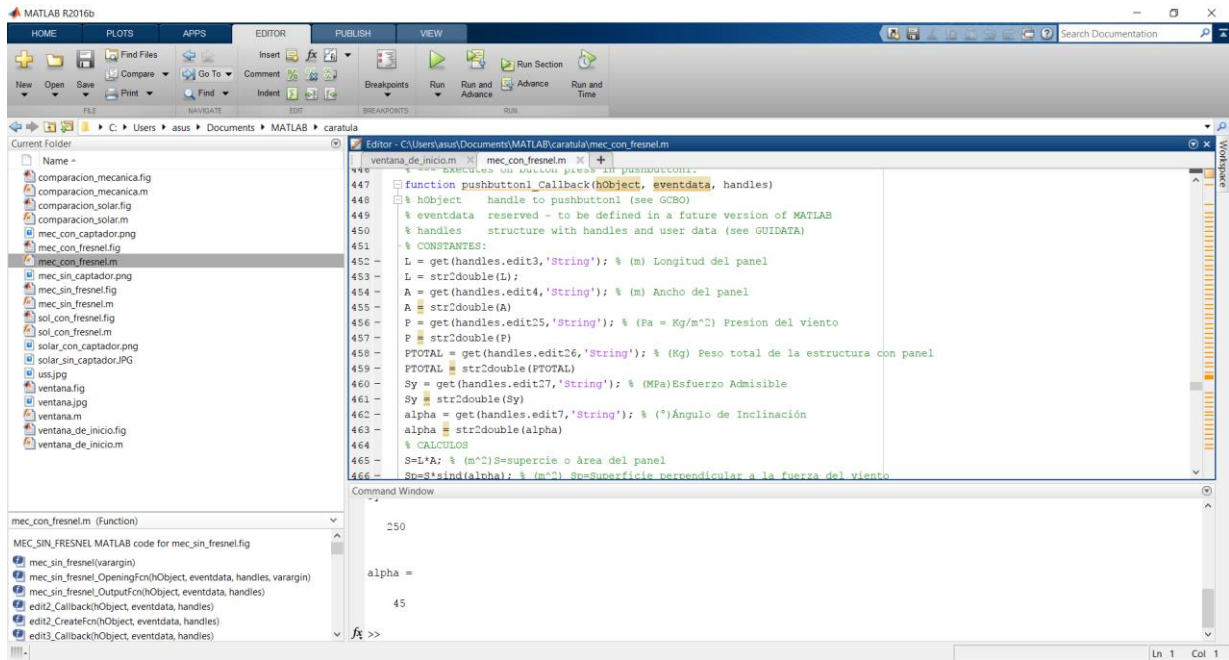
Speed VS Load



Current VS Load



ANEXO 8 – Análisis Paramétrico



The screenshot displays the MATLAB R2016b environment. The main window shows a script named 'mec_con_fresnel.m' with the following code:

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% CONSTANTES:
L = get(handles.edit3,'String'); % (m) Longitud del panel
L = str2double(L);
A = get(handles.edit4,'String'); % (m) Ancho del panel
A = str2double(A);
P = get(handles.edit25,'String'); % (Pa = Kg/m^2) Presion del viento
P = str2double(P);
PTOTAL = get(handles.edit26,'String'); % (Kg) Peso total de la estructura con panel
PTOTAL = str2double(PTOTAL);
Sy = get(handles.edit27,'String'); % (MPa) Esfuerzo Admisible
Sy = str2double(Sy);
alpha = get(handles.edit7,'String'); % (°) Ángulo de Inclinación
alpha = str2double(alpha);
% CALCULOS
S=L*A; % (m^2) S=superficie o área del panel
Sp=S*sind(alpha); % (m^2) Sp=Superficie perpendicular a la fuerza del viento
```

The Command Window shows the output of the script, displaying the value of alpha as 45.

Matlab N°1. Programación paramétrica.

Fuente: Propia



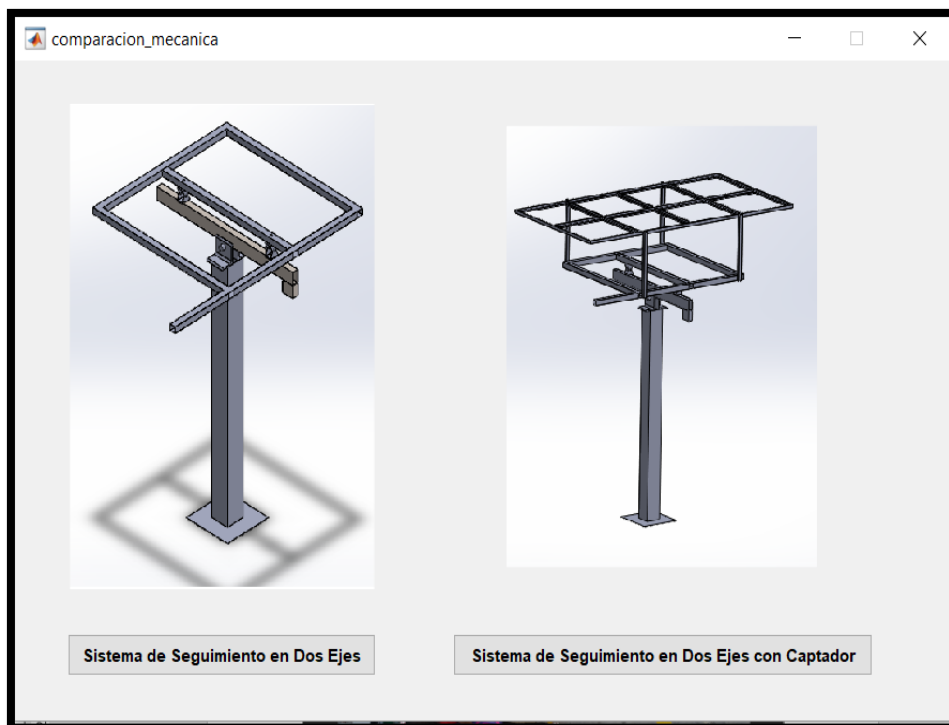
Matlab N°2. Ventana para iniciar la programación.

Fuente: Propia



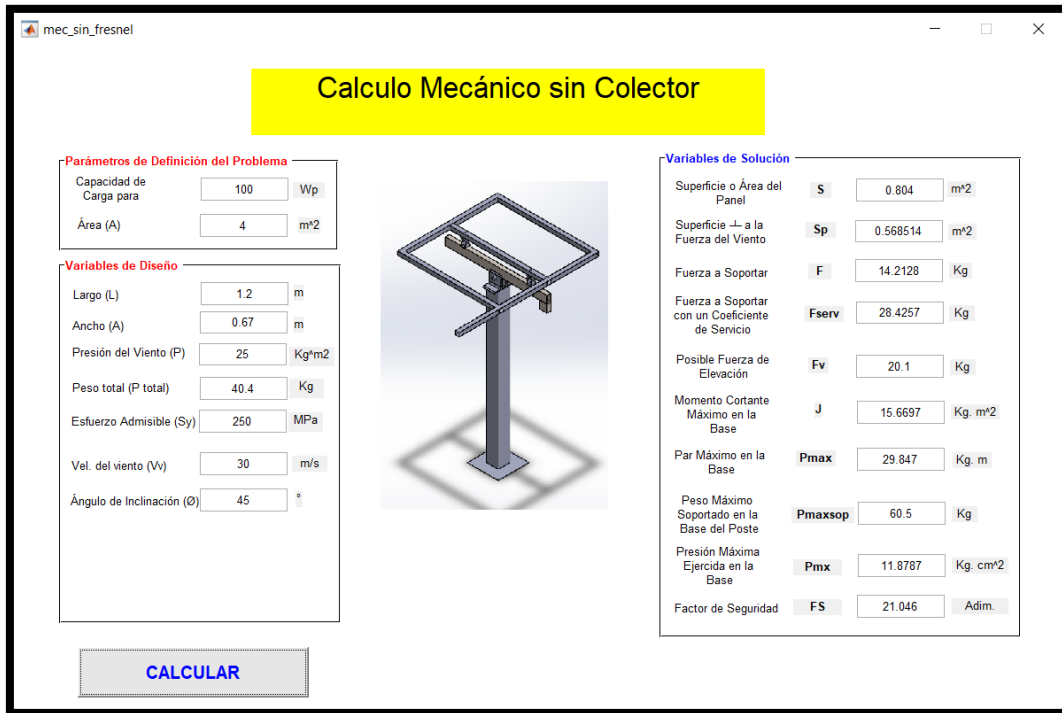
Matlab N°3. Ventana de inicio para la selección de análisis.

Fuente: Propia



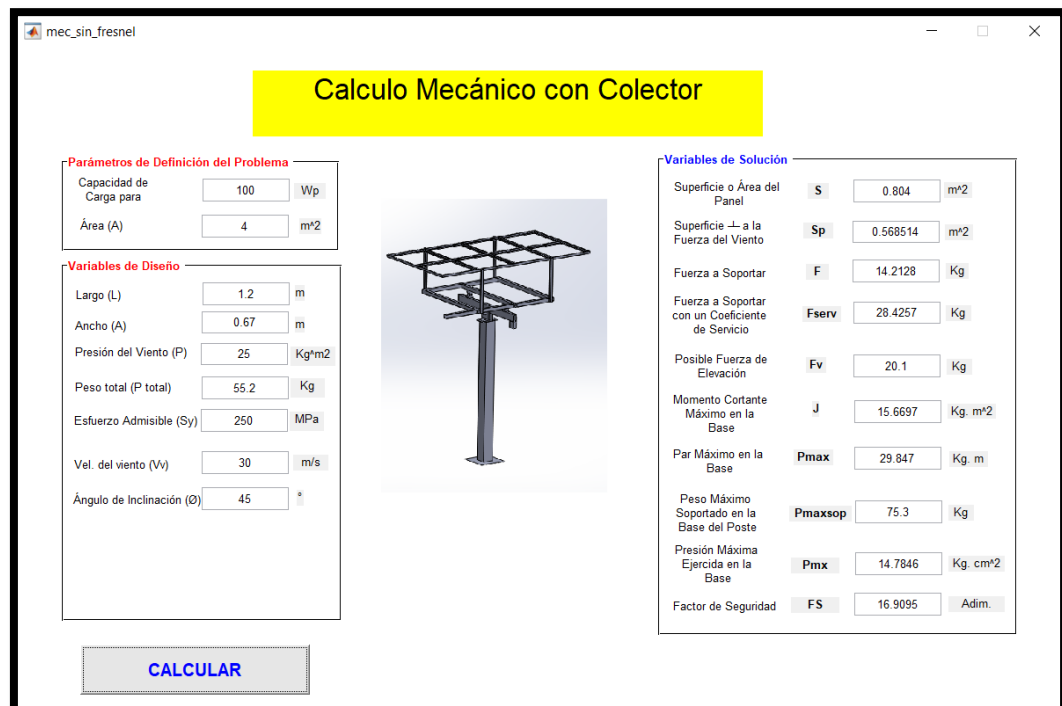
Matlab N°4. Ventana de selección de análisis mecánico.

Fuente: Propia



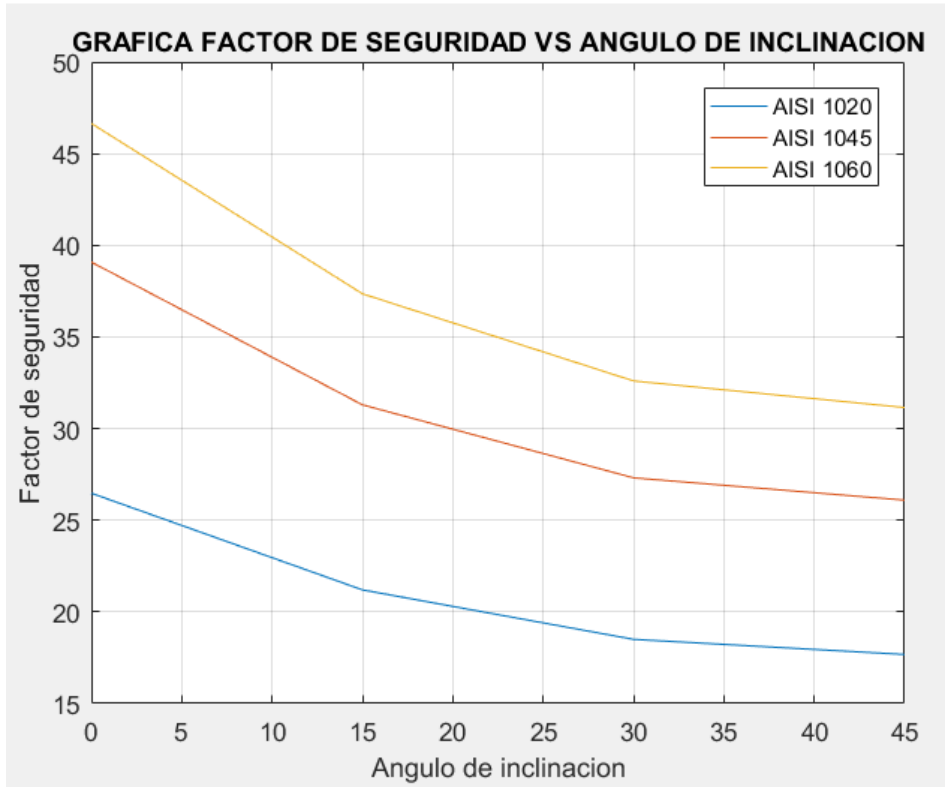
Matlab N°5. Ventana del análisis para el cálculo mecánico sin colector a 45°.

Fuente: Propia



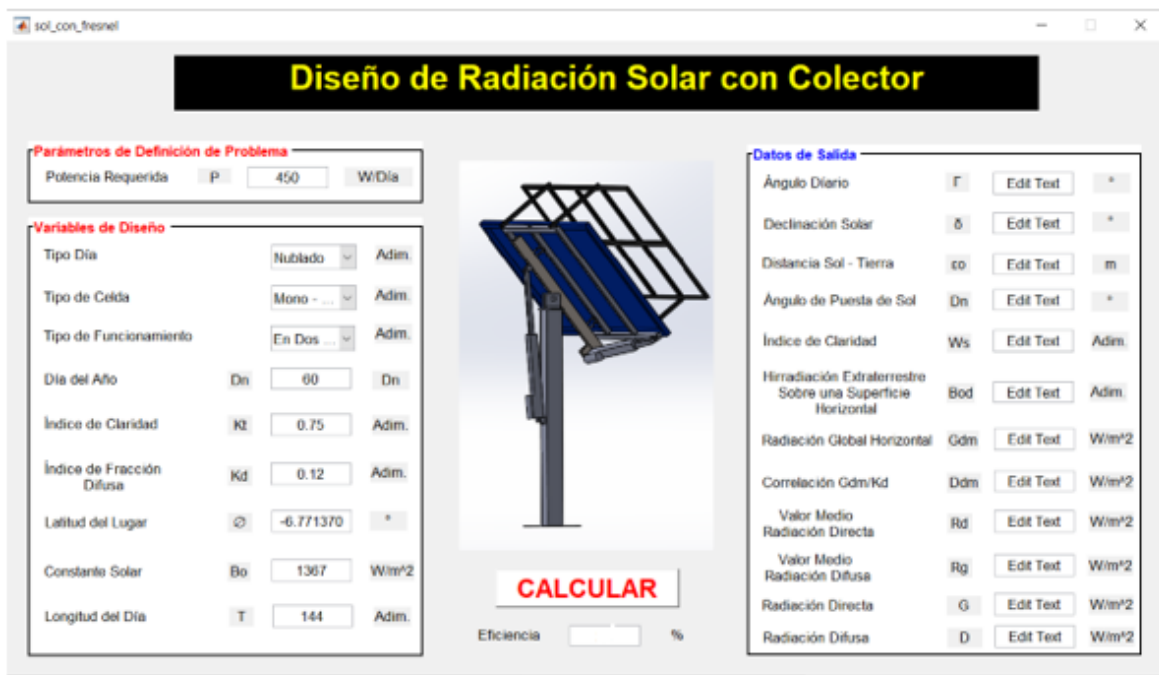
Matlab N°6. Ventana del análisis para el cálculo mecánico con colector a 45°.

Fuente: Propia



Matlab N°7. Factor de Seguridad Vs Ángulo de Inclinación.

Fuente: Propia



Matlab N°8. Ventana del análisis para el cálculo de Eficiencia Solar.

Fuente: Propia



Matlab N°9. Ventana del análisis del cálculo de Eficiencia Solar.

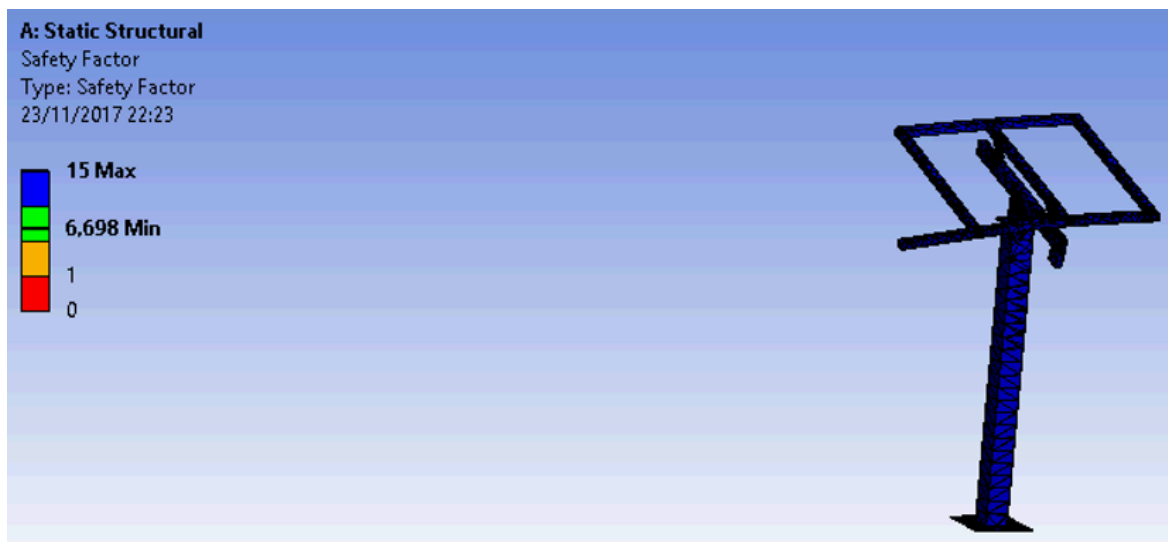
Fuente: Propia

Análisis Estructural posición del panel en 15°



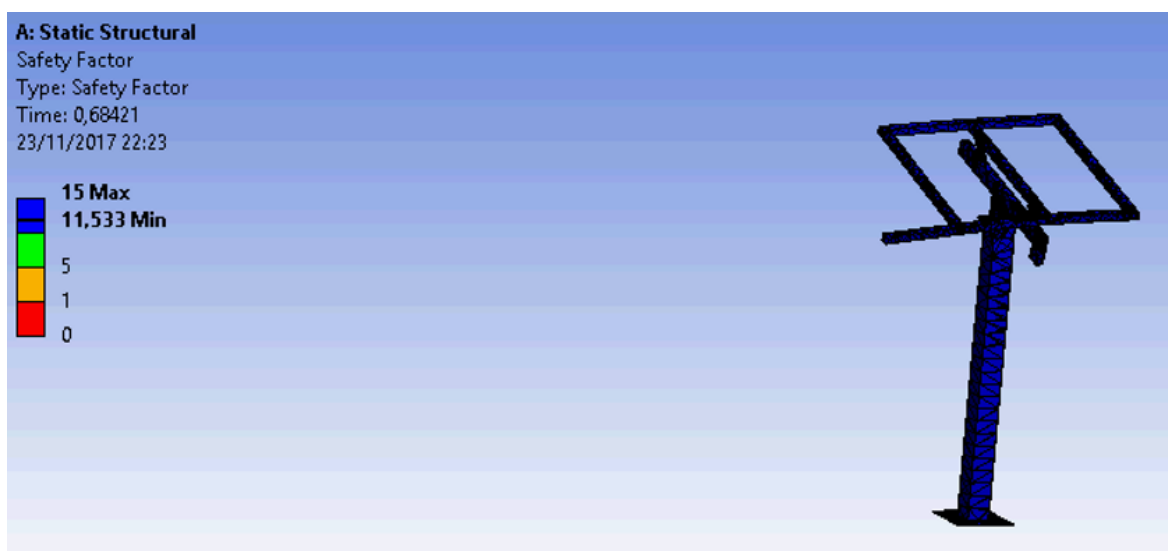
Anslys N°1. Estructura del panel – Esfuerzo equivalente.

Fuente: Propia



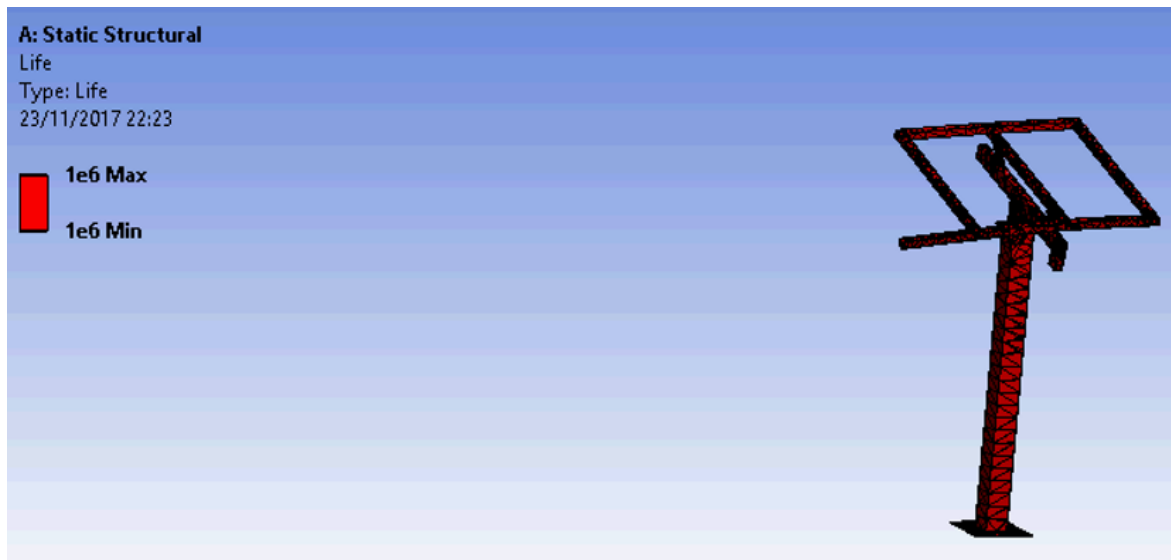
Ansys N°2. Estructura del panel – Factor de Seguridad con Fatiga.

Fuente: Propia



Ansys N°3. Estructura del panel – Factor de Seguridad estático.

Fuente: Propia



Ansys N°4. Estructura del panel – Vida útil.

Fuente: Propia

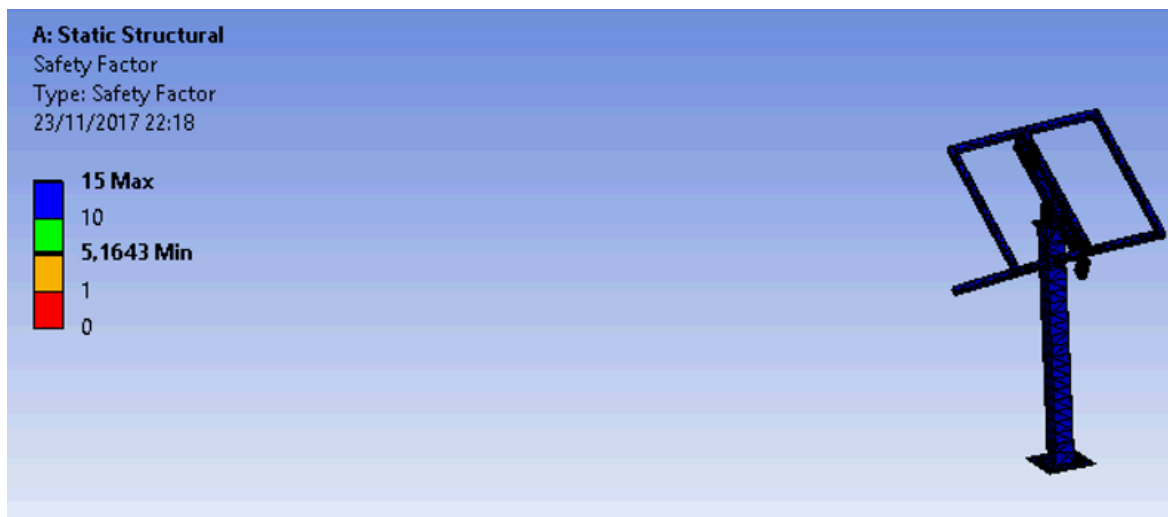
Análisis Estructural posición del panel en 30°



Ansys N°5. Estructura del panel – Esfuerzo equivalente.

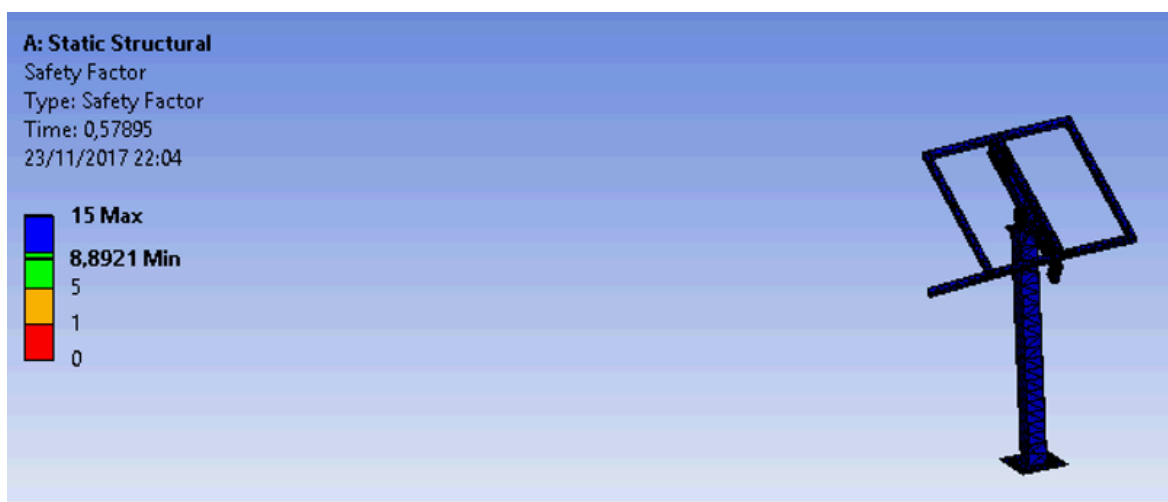
Fuente: Propia

+–



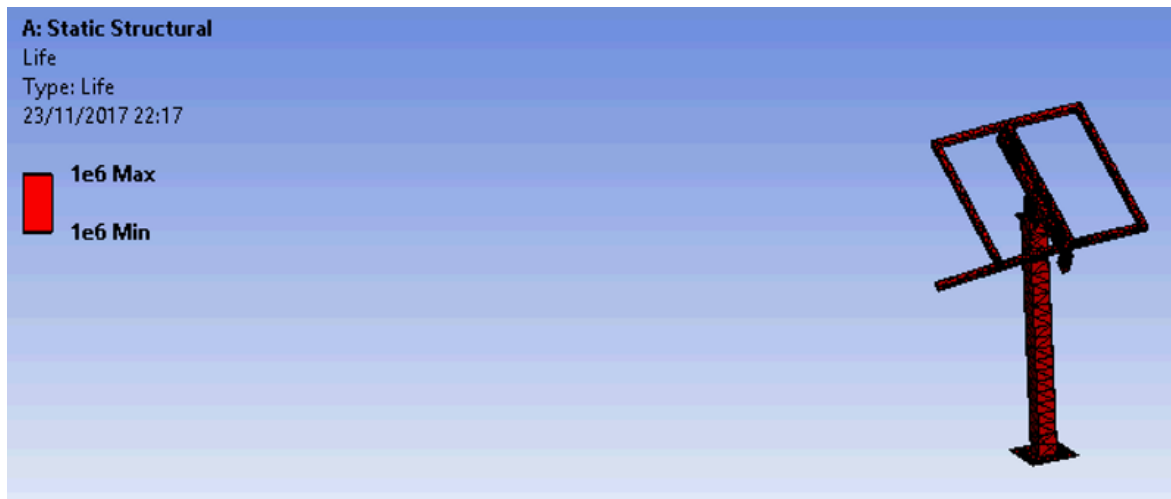
Anslys N°6. Estructura del panel – Factor de Seguridad con Fatiga.

Fuente: Propia



Anslys N°7. Estructura del panel – Factor de Seguridad estático.

Fuente: Propia



Anslys N°8. Estructura del panel – Vida útil.

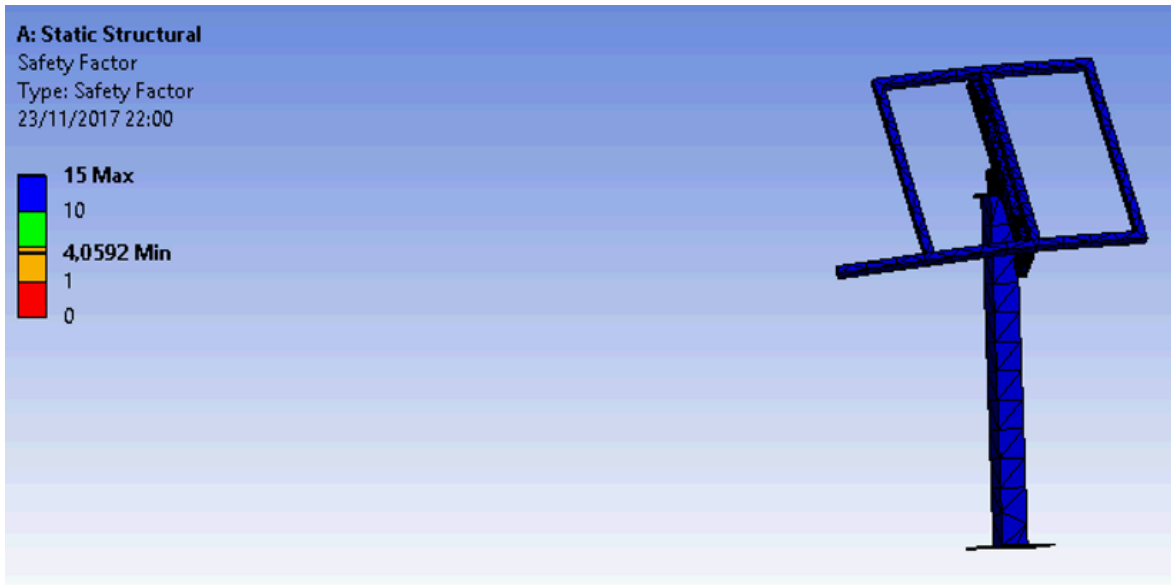
Fuente: Propia

Análisis Estructural posición del panel en 45°



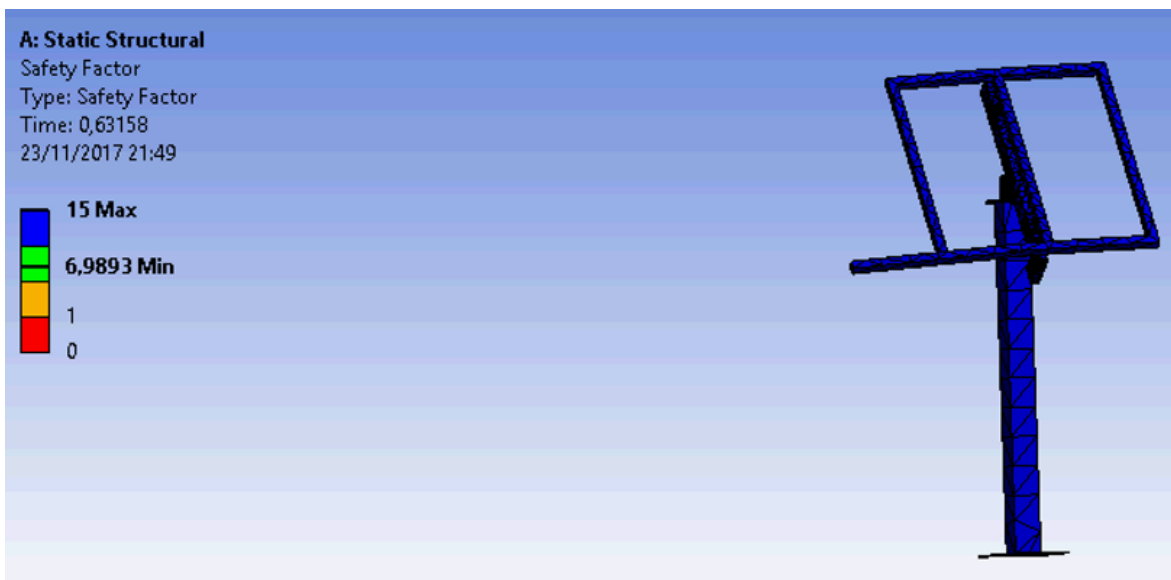
Anslys N°9. Estructura del panel – Esfuerzo equivalente.

Fuente: Propia



Ansys N°10. Estructura del panel – Factor de Seguridad con Fatiga.

Fuente: Propia



Ansys N°11. Estructura del panel – Factor de Seguridad estático.

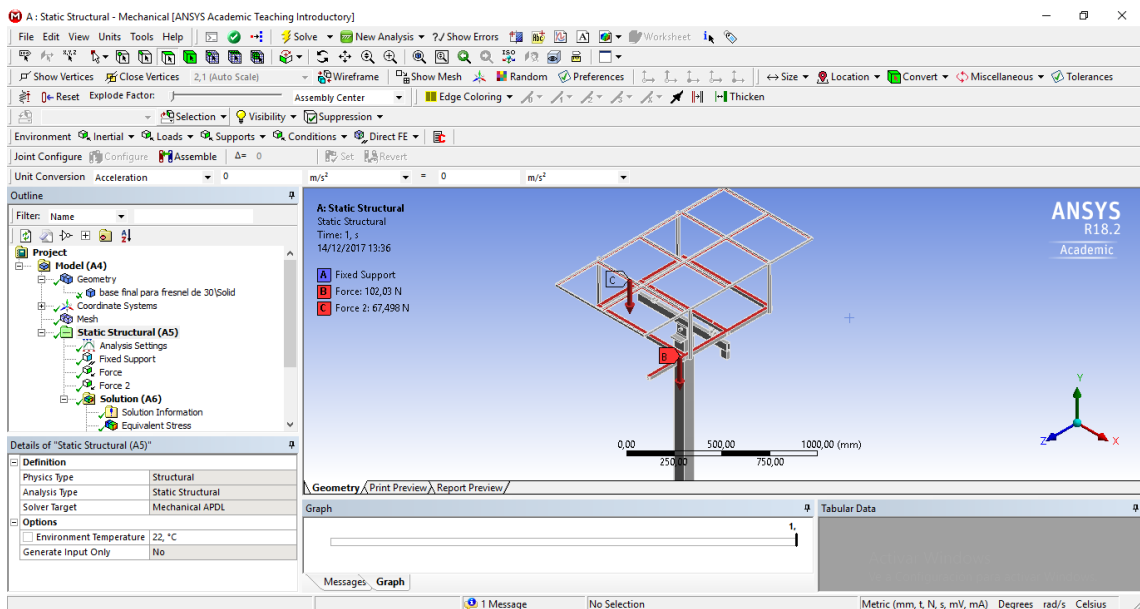
Fuente: Propia



Ansys N°12. Estructura del panel – Vida útil.

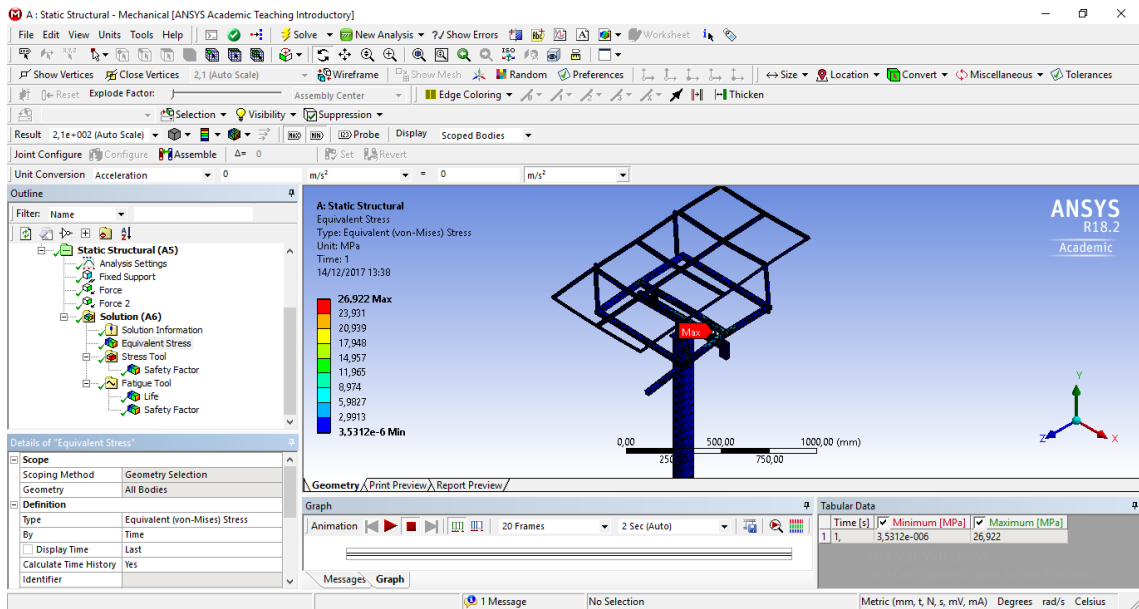
Fuente: Propia

Análisis estático con accesorio colector con inclinación de 0°.



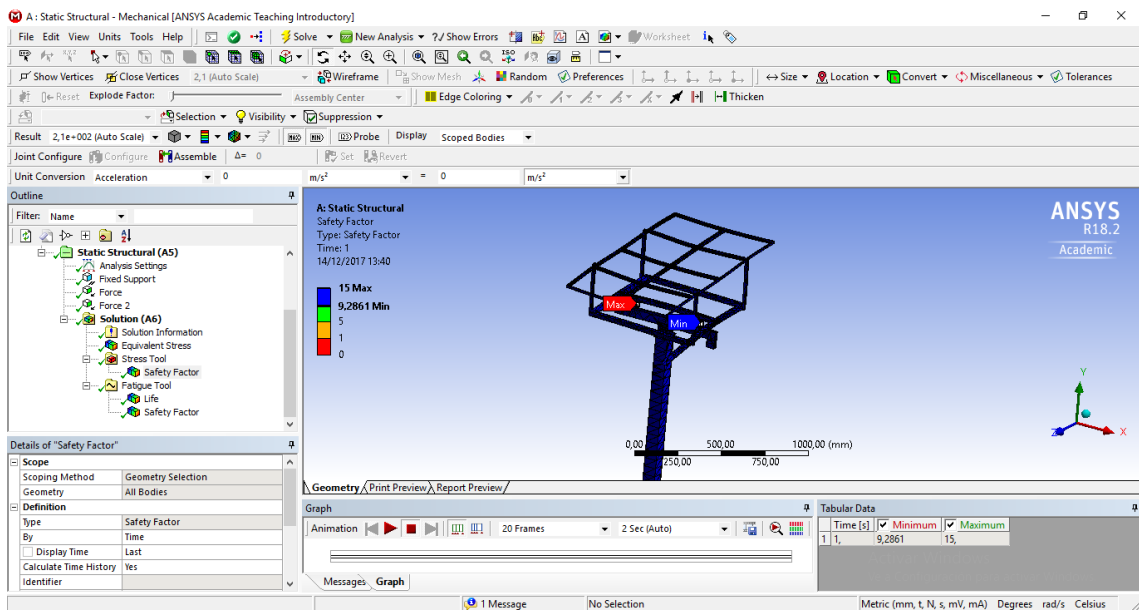
Ansys N°13. Fuerza Aplicada a la Estructura.

Fuente: Propia



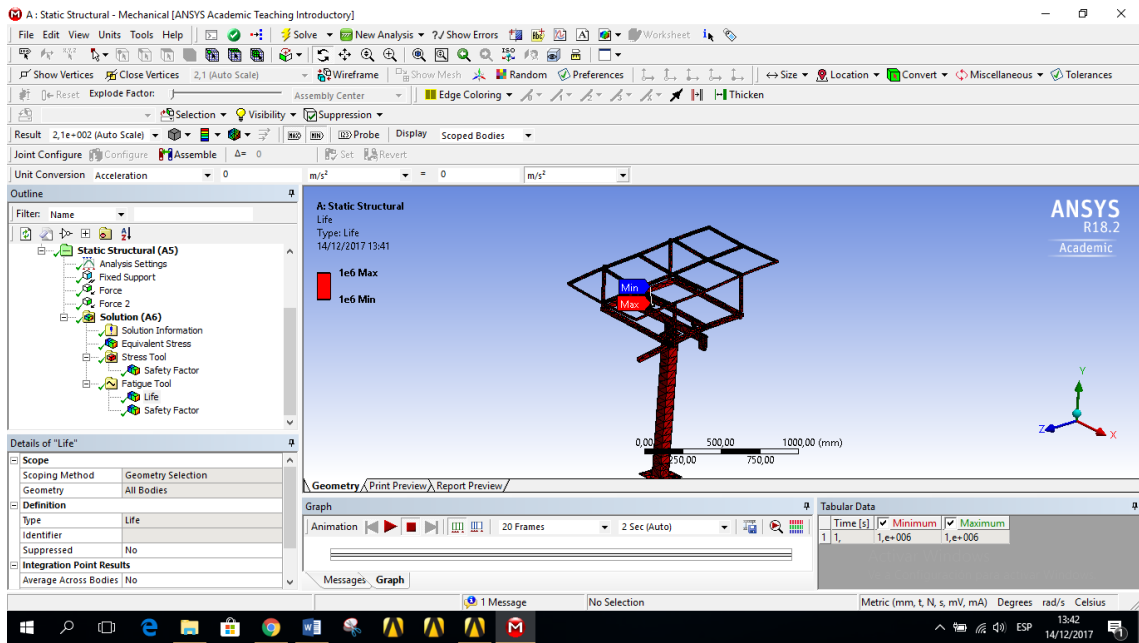
Ansys N°14. Estructura del panel – Esfuerzos por la Teoría de Von Mises

Fuente: Propia



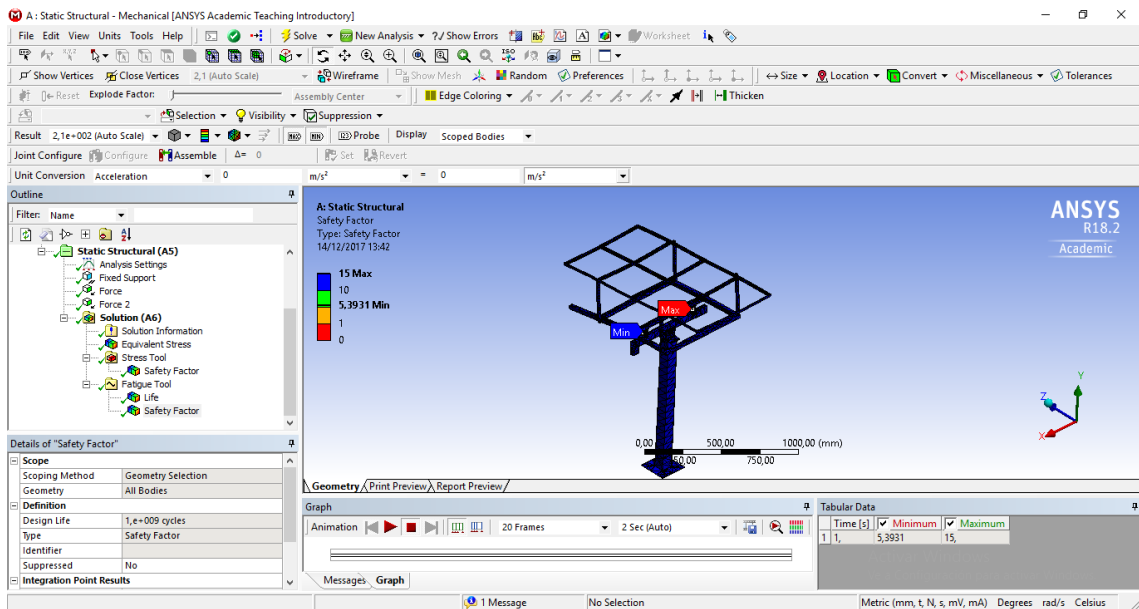
Ansys N°15. Estructura del panel – Factor de Seguridad en un Análisis Estático

Fuente: Propia



Ansys N°16. Estructura del panel – Vida útil determinada por Ciclos

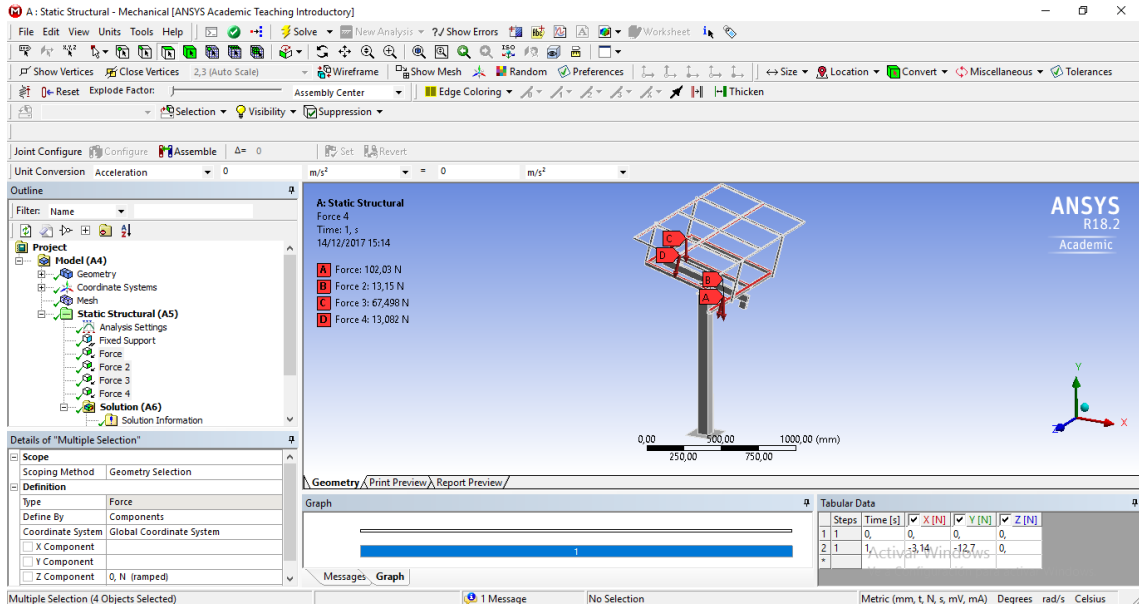
Fuente: Propia



Ansys N°17. Estructura del panel – Factor de Seguridad en Fatiga

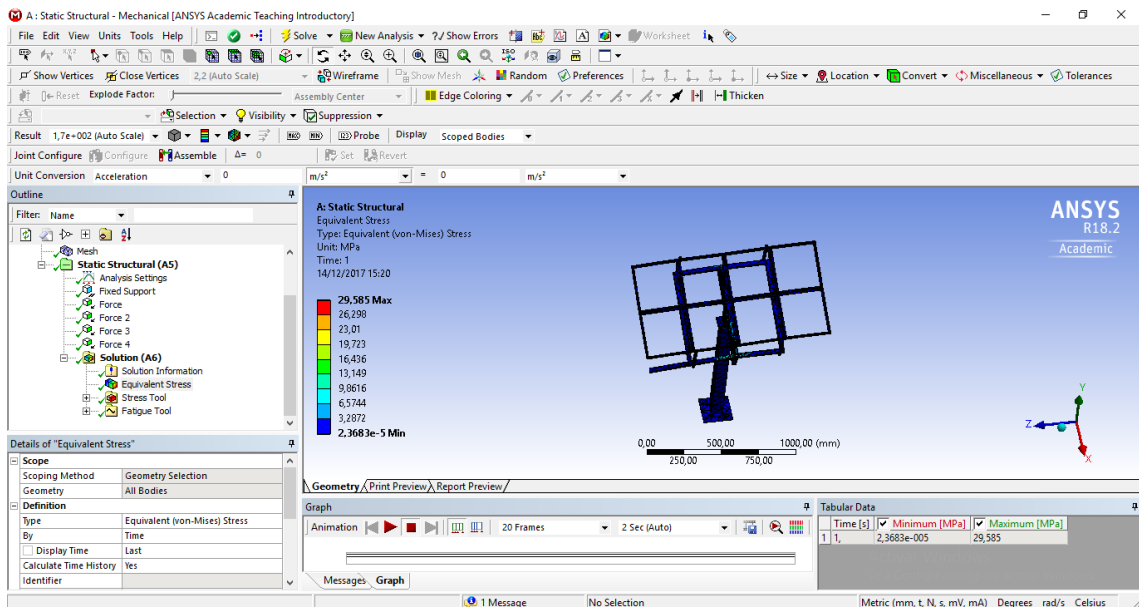
Fuente: Propia

Análisis estático con accesorio colector con inclinación de 15°.



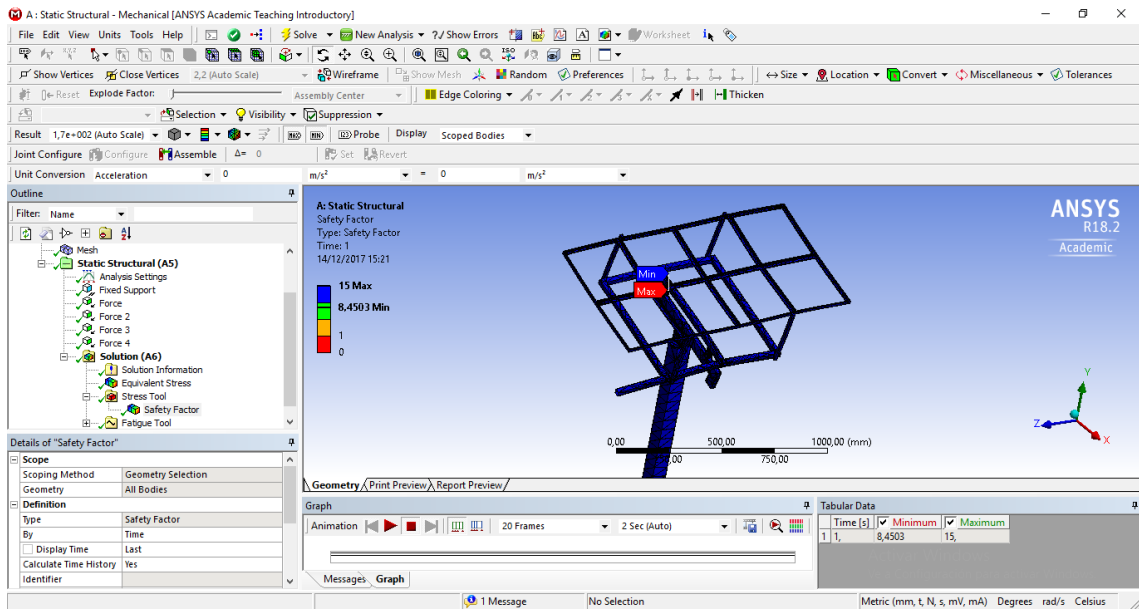
Ansys N°18. Fuerza Aplicada a la Estructura.

Fuente: Propia



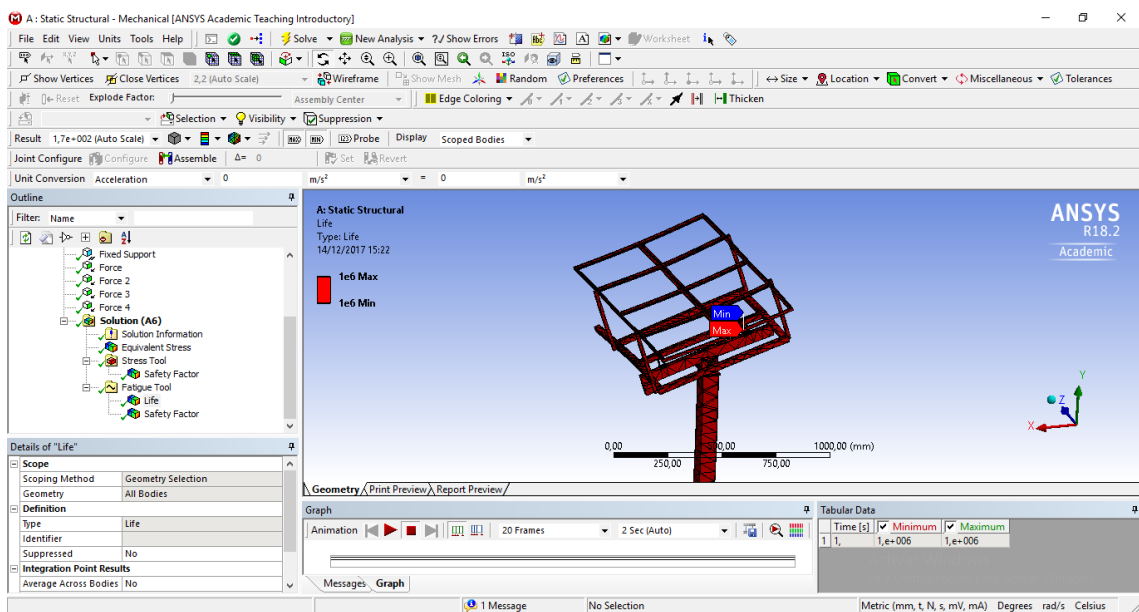
Ansys N°19. Estructura del panel – Esfuerzos por la Teoría de Von Mises

Fuente: Propia



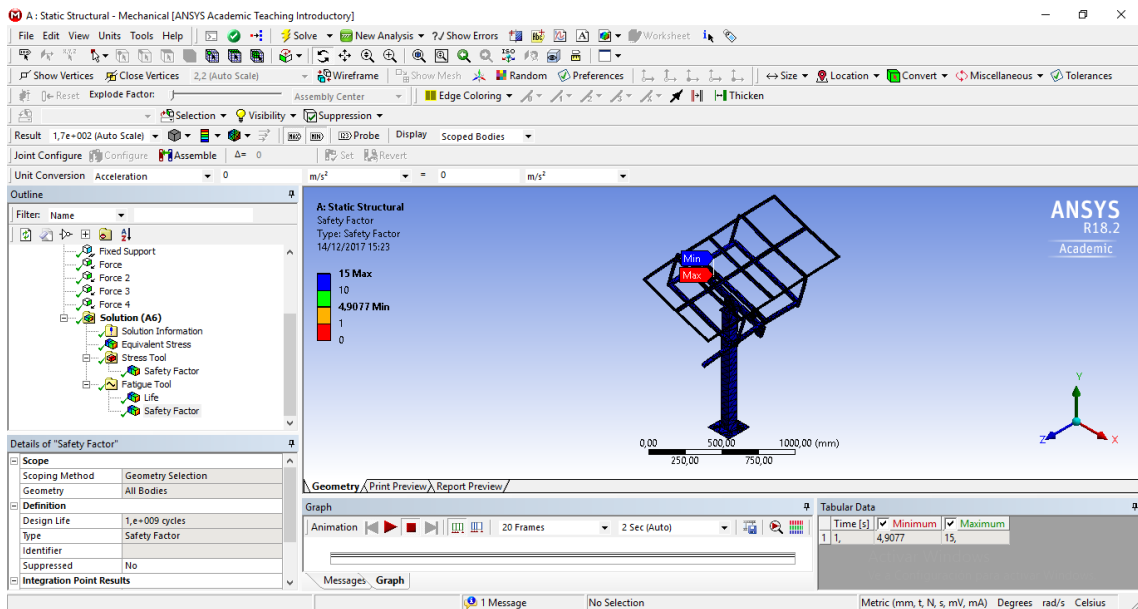
Ansyp N^o20. Estructura del panel – Factor de Seguridad en un Análisis Estático

Fuente: Propia



Ansyp N^o21. Estructura del panel – Vida útil determinada por Ciclos

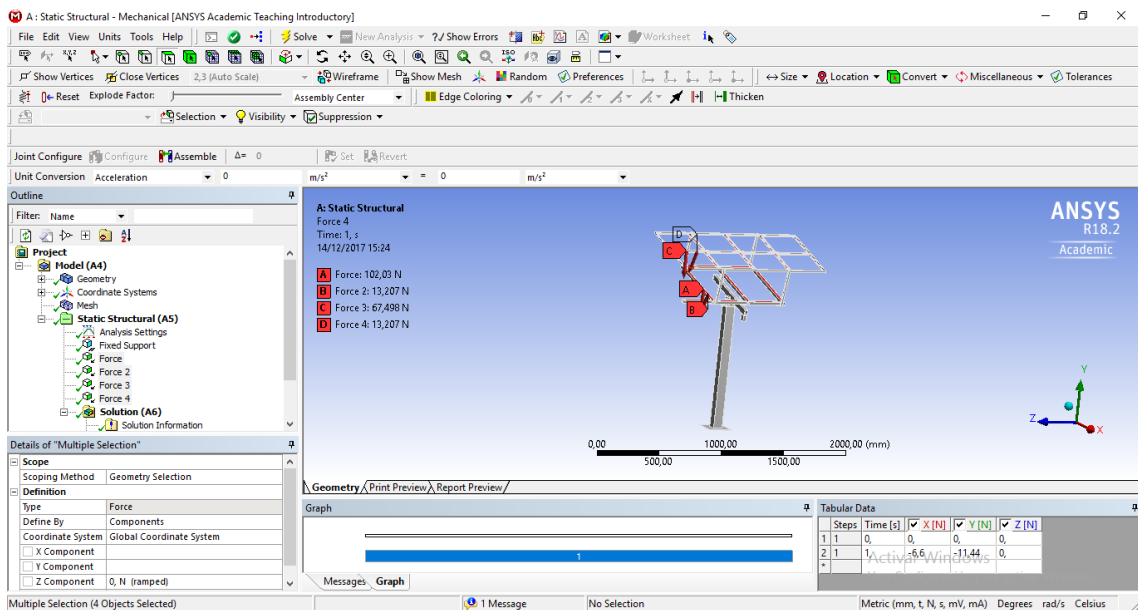
Fuente: Propia



Ansys N°22. Estructura del panel – Factor de Seguridad en Fatiga

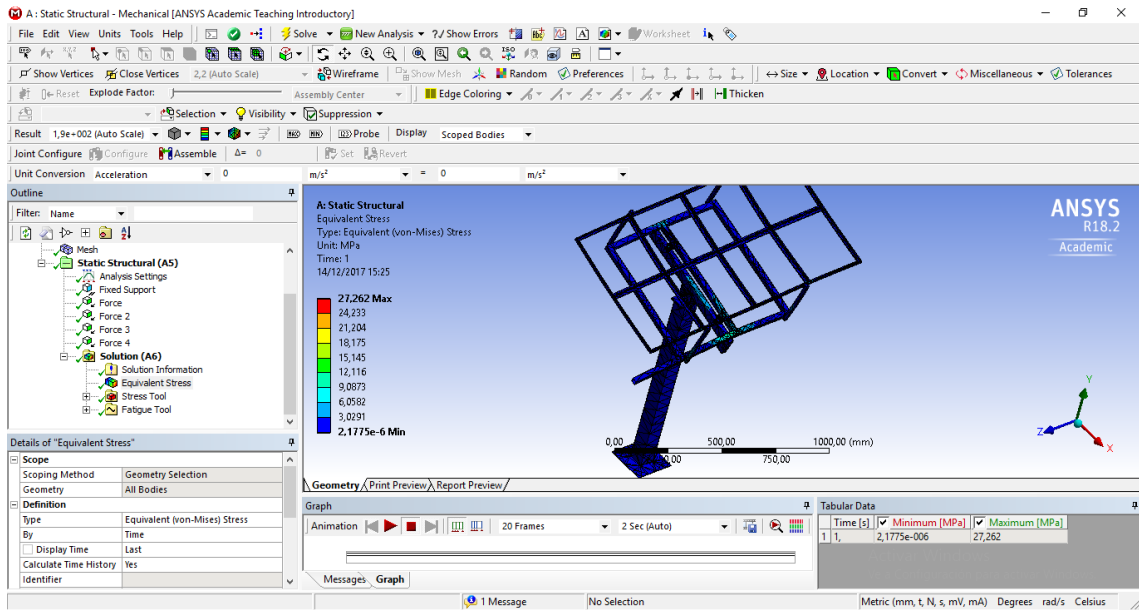
Fuente: Propia

Análisis estático con accesorio colector con inclinación de 30°.



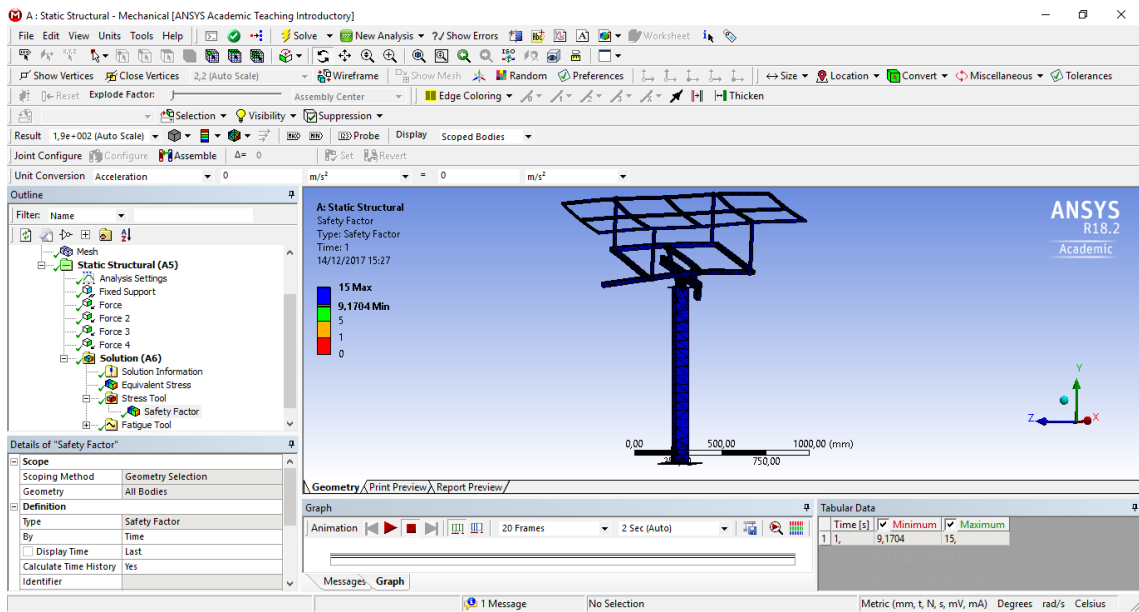
Ansys N°23. Fuerza Aplicada a la Estructura.

Fuente: Propia



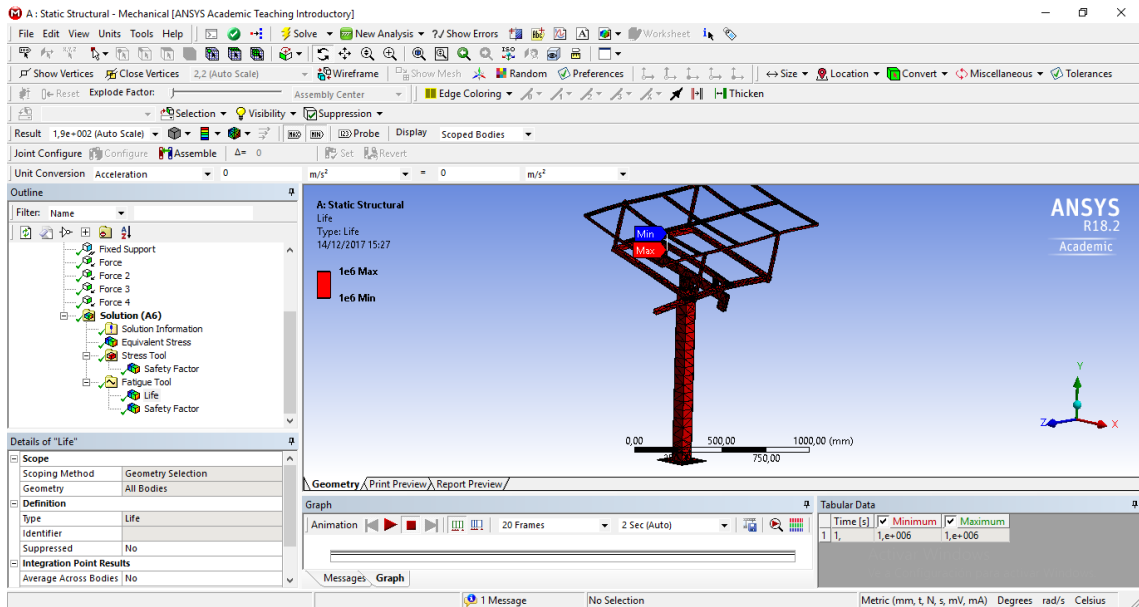
Ansys N°24. Estructura del panel – Esfuerzos por la Teoría de Von Mises

Fuente: Propia



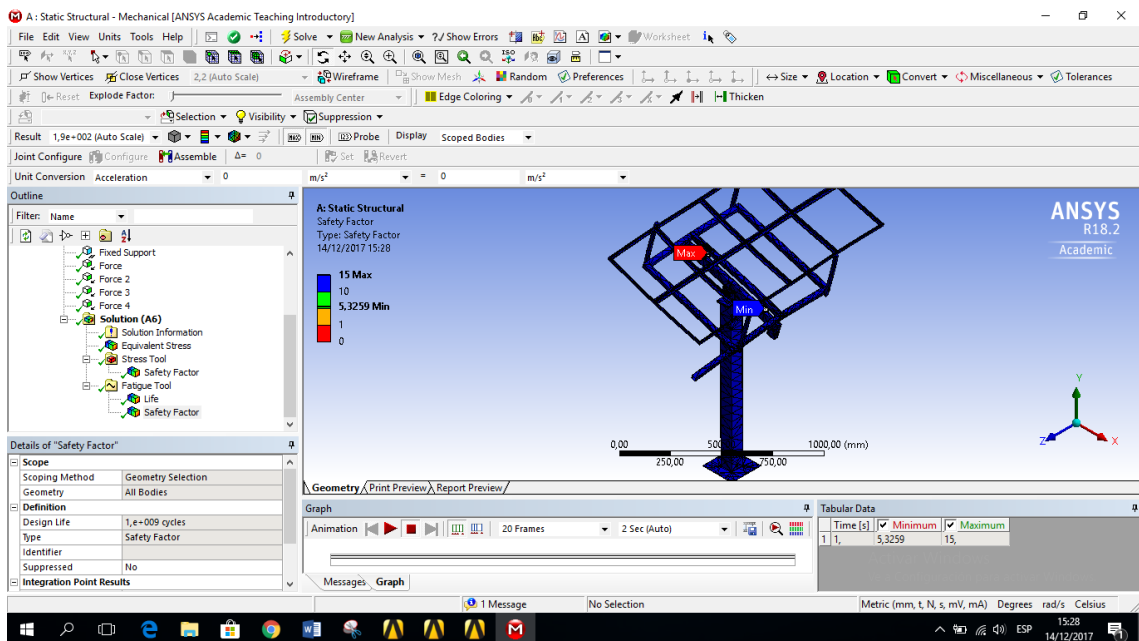
Ansys N°25. Estructura del panel – Factor de Seguridad en un Análisis Estático

Fuente: Propia



Ansys N°26. Estructura del panel – Vida útil determinada por Ciclos

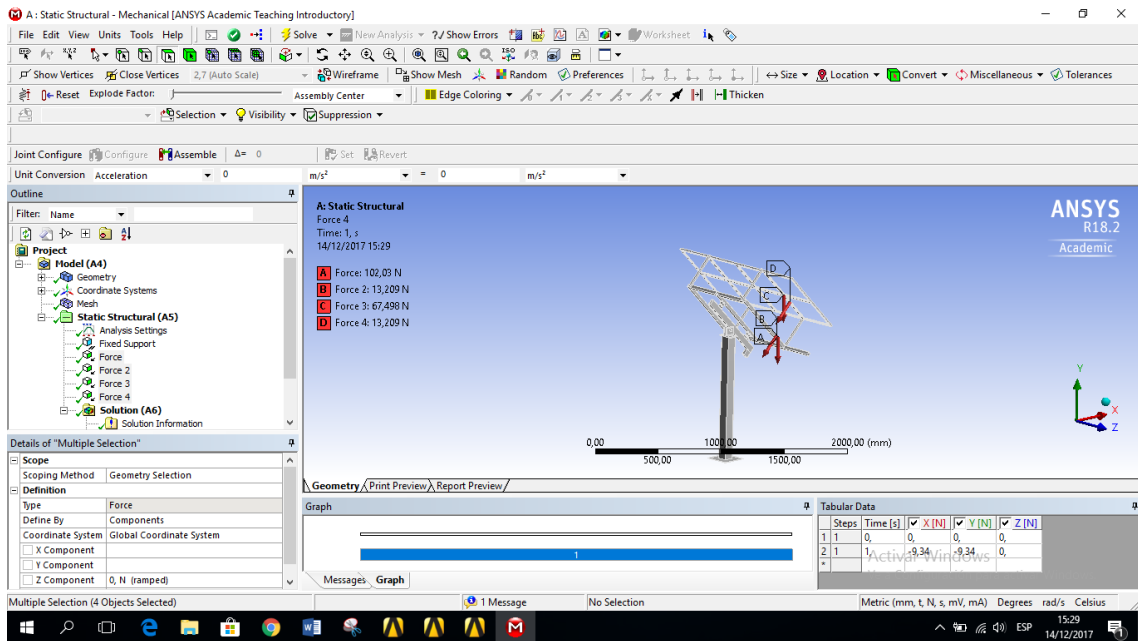
Fuente: Propia



Ansys N°27. Estructura del panel – Factor de Seguridad en Fatiga

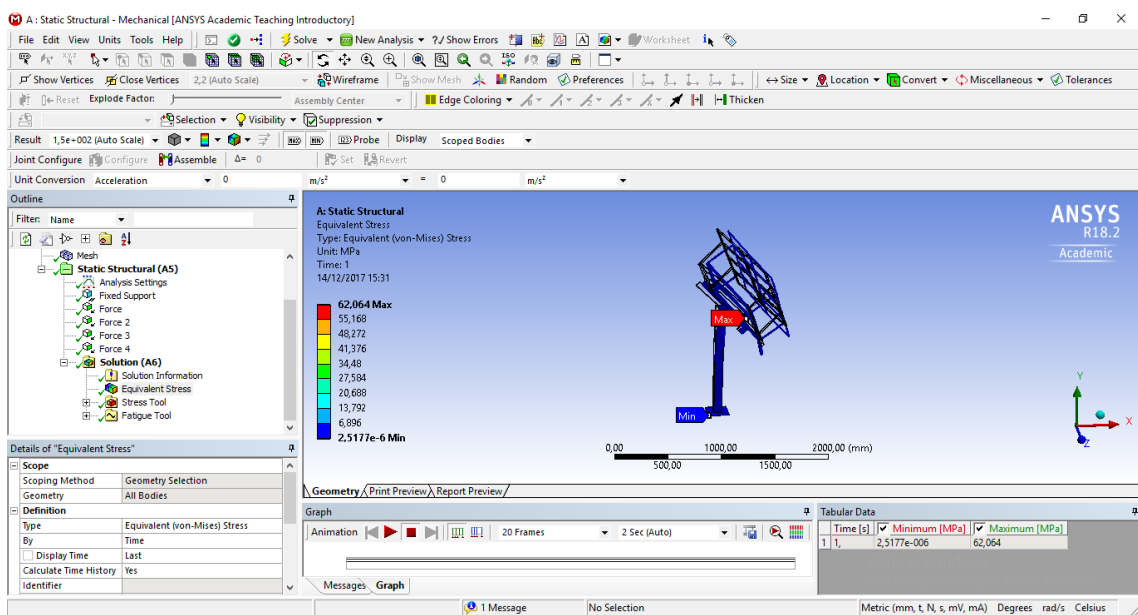
Fuente: Propia

Análisis estático con accesorio colector con inclinación de 45°.



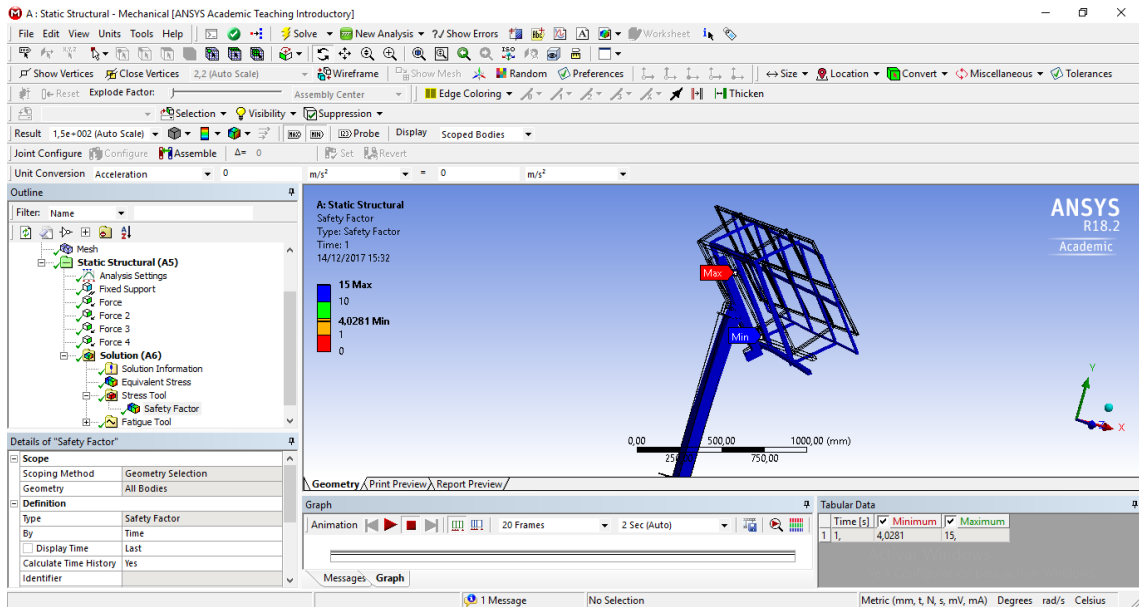
Ansys N°28. Fuerza Aplicada a la Estructura.

Fuente: Propia



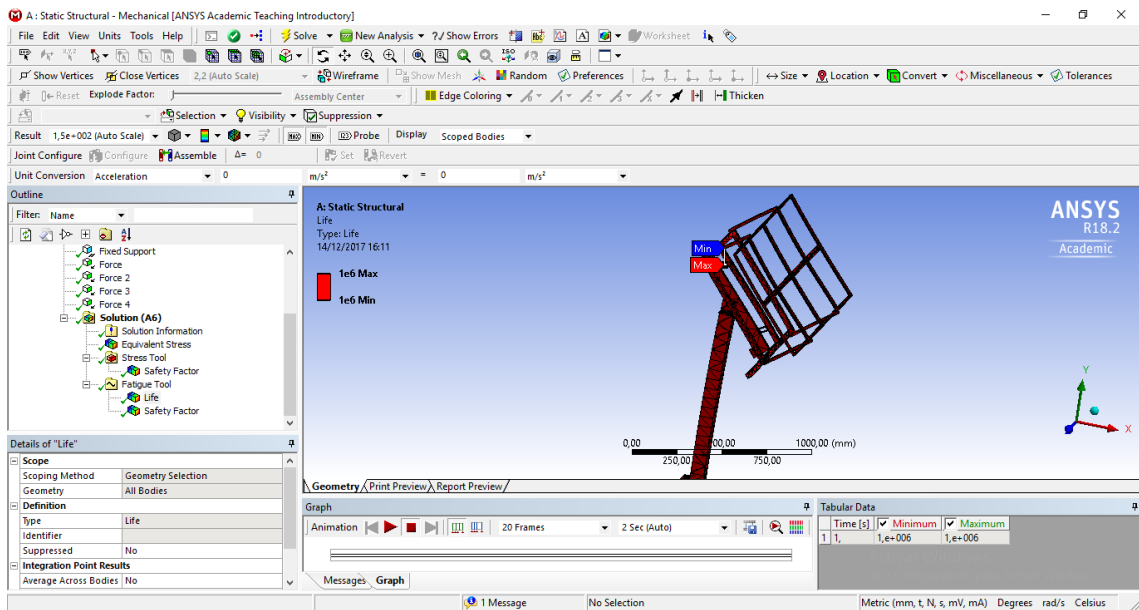
Ansys N°29. Estructura del panel – Esfuerzos por la Teoría de Von Mises

Fuente: Propia



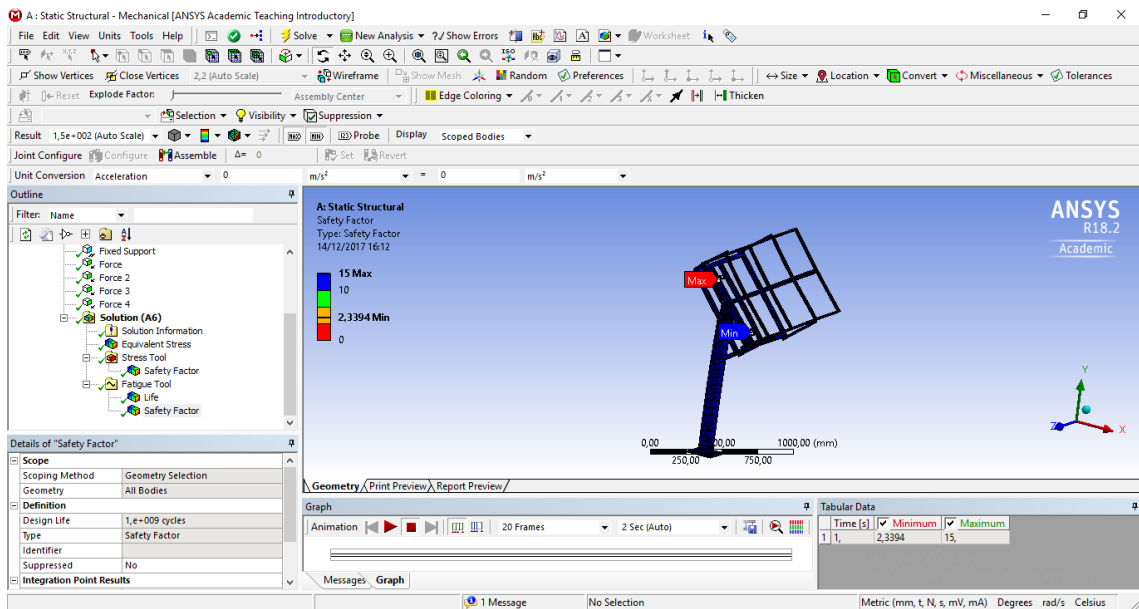
Ansys N°30. Estructura del panel – Factor de Seguridad en un Análisis Estático

Fuente: Propia



Ansys N°31. Estructura del panel – Vida útil determinada por Ciclos

Fuente: Propia



Ansys N°32. Estructura del panel – Factor de Seguridad en Fatiga

Fuente: Propia

ANEXO 9 – Mapa Eólico de Velocidad media Anual a 10 m de altura.

E.1. VELOCIDAD MEDIA ANUAL DEL VIENTO A 10 m

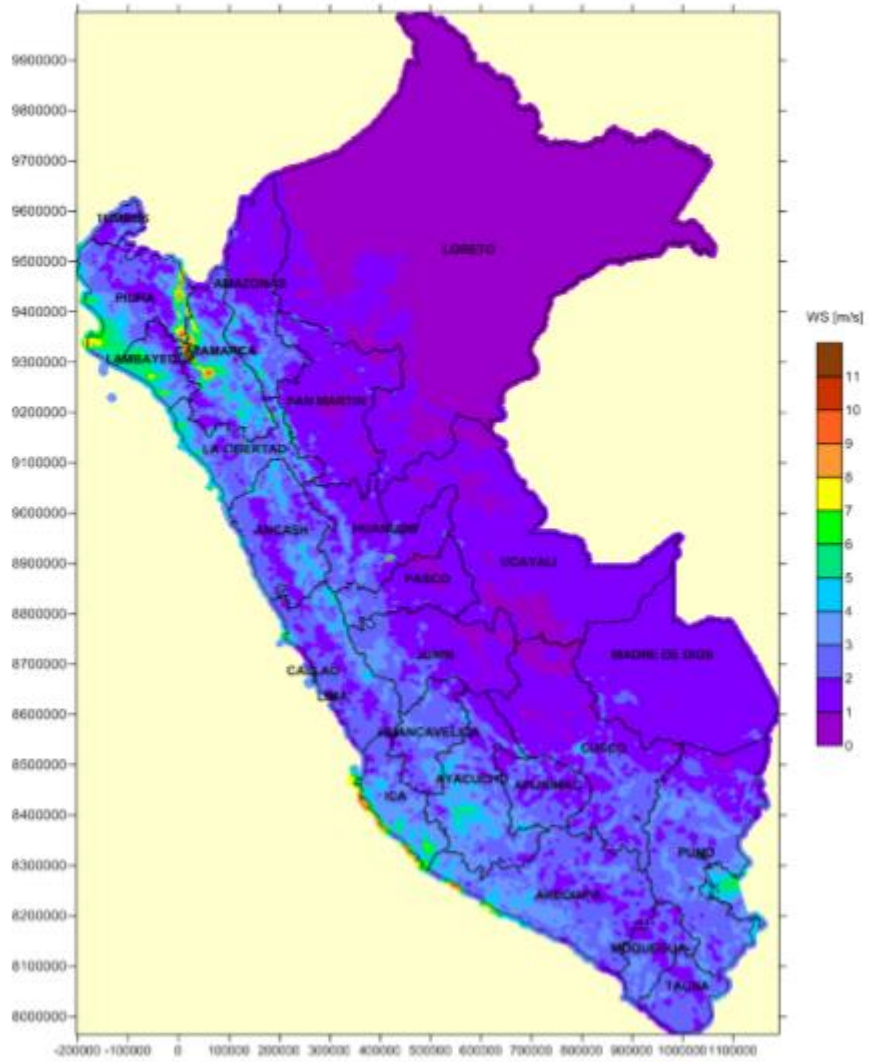


Figura N°43. Atlas Eólico del Perú.

Fuente: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ -2016

ANEXO 10 – PLANOS DE INGENIERÍA.