



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

“Diseño de una estructura metálica soporte para los paneles solares de 350 Watts de los ambientes de investigación en ingeniería mecánica eléctrica de la UCV - Chiclayo”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**AUTORES:**

De La Cruz De La Cruz, Wilson (ORCID: 0000-0001-8740-8452)

Bernilla Rufasto, Juan (ORCID: 0000-0002-3399-2793)

**ASESOR:**

Mg. Vega Calderón, Edilbrando (ORCID: 0000-0003-1880-1677)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos .....	ii
Índice de Tablas.....	iii
Índice de figuras.....	iv
Resumen.....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	8
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
IV. CONCLUSIONES.....	27
V. RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS.....	29
ANEXOS .....	31

## Índice de Tablas

Tabla 1. Características de Diseño. ....	5
Tabla 2. Operacionalizacion de variables.....	9
Tabla 3. Descripción de costos de materiales. ....	24
Tabla 4. Descripción de costos de equipos.....	25
Tabla 5. Descripción de costos de herramientas.....	25

## Índice de figuras

Figura 1. Perfiles Estructurales de Tipo I, IB, H, C, L, T, TR Y Tubos Estructurales. .....	7
Figura 2. Medida de distancia de la estructura para los paneles.....	12
Figura 3. Medida de distancia de la estructura para los paneles.....	12

## Resumen

El presente trabajo de investigación se enfoca en el diseño y elaboración de la estructura de soporte para los paneles en los ambientes de investigación de ingeniería Mecánica Eléctrica.

El desarrollo de este trabajo de investigación se inició con la identificación de las dimensiones geométricas de los puntos de apoyo del panel solar 350Watts, a partir de ello se realizó el diseño conceptual de la estructura de soporte para luego empezar a desarrollar el modelo al cual se le realizó pruebas a través de un software de modelamiento y simulación luego se procedió a la fabricación de la estructura respetando las dimensiones calculadas y siguiendo un proceso de soldadura de arco eléctrico adecuados, por último se procedió a pintar la estructura con base anticorrosiva y esmalte acrílico.

Una vez terminada la estructura se procedió al montaje del panel solar en la estructura y la instalación de todos los componentes logrando la fabricación del módulo didáctico para los ambientes de investigación de la Universidad César Vallejo.

**Palabras Clave:** Estructura metálica, módulo de soporte, generación fotovoltaica.

## **Abstract**

The present research work focuses on the design and elaboration of the support structure for the panels in the Electrical Mechanical engineering research environments.

The development of this research work began with the identification of the geometric dimensions of the support points of the 350Watts solar panel, from which the conceptual design of the support structure was carried out and then began to develop the model to which it was used. I carried out tests through a modeling and simulation software, then the structure was manufactured respecting the calculated dimensions and following a suitable electric arc welding process, finally, the structure was painted with an anticorrosive base and acrylic enamel.

Once the structure was finished, the solar panel was assembled in the structure and the installation of all the components, achieving the manufacture of the didactic module for the research environments of the César Vallejo University.

**Keywords:** Metallic structure, support module, photovoltaic generation.

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito de nuestra investigación fue diseñar una estructura soporte para los paneles solares, el motivo que nos llevó a realizar este trabajo es debido a la evolución de las energías renovables, como lo es la energía fotovoltaica y de esta manera contribuir con la universidad brindando energía fotovoltaica que sirva como respaldo en casos que el fluido eléctrico sufra cortes, ya que también las energías renovables son más saludable para el medio ambiente.

Es por ello que hemos tenido por conveniente fabricar una estructura soporte de los paneles solares para evitar cualquier accidente de los paneles producido los vientos y así mantener la conservación del equipo.

A partir de ello para el desarrollo de este trabajo de investigación se tomaron como referencias las siguientes investigaciones.

En tal sentido en el ámbito internacional para Pérez (2018), En su trabajo de investigación menciona, las universidades son parte de la formación de las personas para servir a la sociedad. Es por eso que es fundamental para el aprendizaje, así mismo también la investigación, la innovación más el desarrollo con el tiempo han hecho que cambie su definición, lo que anteriormente se le relacionaba con invenciones o desarrollos tecnológicos, ahora a algo que impulse el crecimiento y ayudar a encontrar soluciones (p.8).

En ese mismo contexto en el ámbito Nacional. Mejía (2017), en su trabajo de investigación nos menciona que: contamos con universidades que comparten los conceptos enfocados a nivel mundial de la importancia de un laboratorio de manera adecuada para poder darle sentido a la educación, sobre todo en el área de ingeniería ya que dichos alumnos están dispuestos al desarrollo y aplicación del conocimiento tecnológico en beneficio de la humanidad, considerando en todo momento las restricciones éticas, Ejemplo:

El laboratorio de ingeniería mecánica de la universidad politécnica amazónica. Diseñara un sistema fotovoltaico autónomo para el laboratorio, con diferentes ángulos de inclinación con datos obtenidos con ayuda de nuestros docentes especializado en el tema así los alumnos podrán captar nuevas enseñanzas y podrán hacer mediciones, etc. (p. 3).

Así mismo también en el ámbito local, la Universidad César Vallejo - campus Chiclayo, es una institución privada en donde se ha adoptado este modelo de trabajo para contribuir en la formación académica, personal, social y familiar de nuestros estudiantes, es una entidad comprometida con su dirección de formar profesionales de acorde al mercado laboral y las exigencias actuales, y durante el proceso de licenciamiento que se llevó a cabo en nuestro país para las universidades durante el año 2014 al 2020

Donde se estableció como requisito la implementación de laboratorios debido a la importancia que es un laboratorio dentro de la educación e aquí donde se aborda la problemática que si bien la universidad tiene los laboratorios implementados no cuentan algunos módulos adecuados para sus operaciones como el determinado módulo fotovoltaico del Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica lo que hace que este sea muy difícil de manipular tanto para el docente y los alumnos ya que no cuenta con un soporte que permita su manipulación de manera práctica.

### **Formulación del Problema.**

¿Es factible implementar una estructura que soporte los paneles solares para los ambientes de investigación en la UCV?

### **Justificación:**

**Justificación técnica:** El trabajo propuesto es muy valioso porque permitirá desarrollar la tecnología adaptada a nuestra realidad, la aplicación de las teorías aprendidas en el diseño de estructuras, además con la fabricación mejorar la instrucción de enseñanza y aprendizaje en el tema de paneles solares.

**Justificación económica:** En lo económico se da debido a la seguridad y rigidez con la que se sujetarán la estructura y los componentes para la generación, teniendo en cuenta lo valioso que son los equipos y el cuidado de este manteniéndolos fijos en la estructura de diseño adecuado podrá prever accidentes que involucren la pérdida de un equipo y así un gasto innecesario.

**Justificación social:** Esta investigación y su implementación permitirán a los estudiantes de Ingeniería mecánica eléctrica aprender en forma teórica y práctica el funcionamiento de un panel solar fotovoltaico.

### **Hipótesis.**

Si es factible el diseño y fabricación de la estructura de soporte del panel solar de 350 Watts para los ambientes de investigación en la UCV.

### **Objetivo General.**

Diseño de una estructura metálica soporte para los paneles solares de 350 Watts de los ambientes de investigación en ingeniería mecánica eléctrica de la UCV – Chiclayo.

### **Objetivos específicos.**

- Realizar un análisis estático del panel solar 350Wtts para determinar fuerzas en puntos de apoyo.
- Diseñar la estructura metálica de soporte del panel solar 350wtts utilizando solidworks.
- Realizar una evaluación económica para establecer la viabilidad y llevar acabo la implementación del proyecto.

Por otro lado nuestro trabajo de investigación se basa en el siguiente marco conceptual, que sirven de base y sustento para encontrar una solución a un problema encontrado.

Para el diseño de la estructura principal, se empleó un tubo de acero de 4" de espesor 1018 PTR 101.6 mm, donde la base principal está incorporado en una base de cemento de  $1.10m^2$  y de altura de 88cm donde ira fija. Se utilizó 6 piezas de PTR 25.4 mm, para dar estabilidad a la base del soporte principal.

Las estructuras de soporte del panel solar se diseñaron para ofrecer una estabilidad a la estructura y sostener el sistema de movimiento, ofrecer puntos de unión y perfiles estructurales, este ensamblado con tornillería es para una mejor facilidad de desarmado, además para hacer un mantenimiento preventivo a dicho soporte.

Para unir la estructura se utilizaron soldadura E6011 Cellocord AP, tornillos y tuercas de 1"  $\frac{1}{4}$  M5-M64 de acero inoxidable y rondanas. Para el respectivo giro del panel solar se utilizó un perfil de acero PTR de 3/4" x 13/4", y así mejorar la estabilidad de la estructura.

La presente investigación tuvo como finalidad implementar un módulo de laboratorio en base a una estructura metálica, el cual fue presentado para obtener el grado de bachiller en ingeniería mecánica eléctrica, para la elaboración del diseño de estructuras metálicas se requiere realizar un detallado cálculo estructural, para determinar las dimensiones de los elementos estructurales, la adecuada selección de dimensiones de cada elemento va a determinar significativamente los costos de ejecución del diseño.

“El módulo pudo mostrar que el comportamiento dinámico se puede entender utilizando método de aprendizajes activos, representa desarrollar módulos de soporte para así determinarla la relevancia de las teorías presentadas en clases por los docentes de la universidad” (Arzapalo, 2015, p. 8).

En el diseño mecánico hay una serie de pasos estructurales que requieren de muchas habilidades y destrezas. Por eso es importante ramificar las relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere un seguimiento de ideas que se presentan y se revisan de acuerdo a lo expuesto (Budynas, y otros, 2008, p. 4).

En la actualidad el diseñador tiene una serie de herramientas donde se puede apoyar y dar solución a un problema como por ejemplo las microcomputadoras, y los paquetes robustos de software. Que nos ayudara hacer una simulación, el ingeniero de diseño no sólo necesita desarrollo, para poder diseñar un maquina etc. (Budynas, y otros, 2008, p. 4).

**Factor de diseño y factor de seguridad:** “El diseño se debe analizar los métodos de pérdida de función y un parámetro máximo permisible en la resistencia del material para ello se utilizó la siguiente formula” (GUERRERO, 2007, p. 11).

**Consideraciones para el diseño mecánico:** “La resistencia significa un factor importante en el diseño donde se determinará su geometría y sus dimensiones, donde se involucra de manera directa en el diseño” ( Budynas, y otros, 2008 p. 8).

*Tabla 1. Características de Diseño.*

Características que influyen en el Diseño	
1. Funcionalidad	14. Ruido
2. Resistencia esfuerzo	15. Estilo
3. Distorsión, rigidez	16. Forma
4. Desgaste	17. Tamaño
5. Corrosión	18. Control
6. Seguridad	19. Propiedad térmica
7. Confiabilidad	20. Superficie
8. Facilidad de manufactura	21. Lubricación
9. Utilidad	22. Comercialización
10. Costo	23) Mantenimiento
11. Fricción	24. Volumen
12. Peso	25. Responsabilidad legal
13. Vida	26. Capacidad de reciclado

*Fuente:* (Budynas, y otros, 2008)

**Estructuras metálicas:** El hierro unido con sus aleaciones tiene una estructura centrada en el cuerpo a temperaturas normales y además de eso fue uno de los primeros metales que se utilizaron en el campo de la industria. Debido a que existía mucho trabajo para producirlos, por eso es que llega el acero a la construcción para remplazarlo. Presentan un contenido de cromo que varía de 12 a 27 % la resistencia de este material mejora a temperaturas bajas, hoy en día el acero ha ganado territorio a nivel mundial como un material de construcción, elementos de fundición y perfiles que facilitan la esbeltez de las estructuras metálicas (ROJAS , 2019, p.21)

**Material utilizado en Acero Estructural:** El acero está compuesto de hierro puro más metaloides como son (C, S, P, Si), además de metales variables como él (Mn, Cr, Ni), para obtener el grado estructural del acero el carbono debe ser superior a 0.03% menor de 2% (Chapula, 2014, p.18).

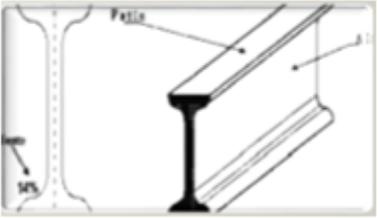
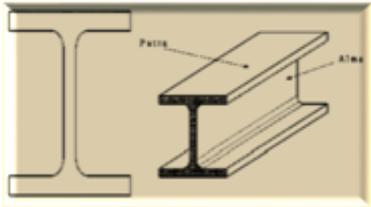
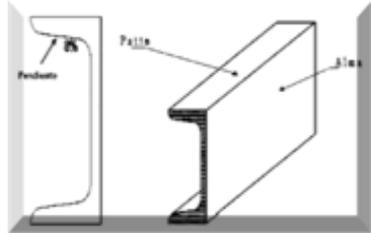
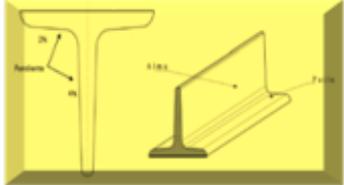
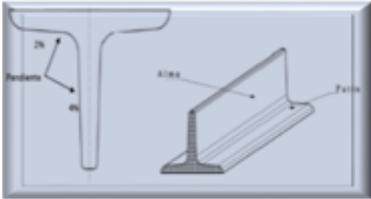
Perfil I	Perfil tipo IB	Perfil tipo H	Perfil tipo C
<p>Su sección tiene forma de I y su altura es mayor que la anchura del patín. Las caras interiores del patín forman una pendiente del 14% respecto a la perpendicular del alma. Las uniones de ambos patines con el alma son redondeadas, asimismo el patín superior e inferior tiene el borde con arista exterior y redondeado interior.</p> 	<p>Difiere del perfil tipo I en su sección que es de una altura igual a la anchura de los patines. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de los patines, están inclinadas el 9% respecto a la normal del alma, son también redondeadas. Los patines tienen los bordes con arista exterior y redondeo interior.</p> 	<p>Cada perfil tiene un uso funcional en particular, pero el caballo de batalla en la construcción de edificios es la sección H. La sección de este perfil tiene forma de H, de altura igual a la anchura de los patines. Las uniones entre las caras del alma, son redondeadas y los patines tienen los bordes con arista exterior y redondeado interior p28</p> 	<p>Su sección tiene forma de C, las uniones entre la cara interior del alma y las caras interiores de las alas, que están inclinadas un 8% respecto a la normal del alma, son redondeadas. Los patines tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.</p> 
Perfil tipo L	Perfil tipo T	Perfil tipo TR	Tubo estructural
<p>La sección de este perfil tiene forma de ángulo recto, con alas de igual dimensión. Las caras de las alas son paralelas, y la unión entre sus caras interiores es redondeada. Las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.</p> 	<p>Altura igual a la anchura del patín. Las caras interiores del patín tienen una pendiente de 2% respecto de las exteriores y las pendientes de 4% respecto a su eje. La unión entre las caras interiores del patín y el alma son redondeadas.</p> 	<p>La altura es menor que la anchura del patín. Tiene las mismas características del perfil T. La unión entre el patín y el alma redondeada, y el patín tiene el borde con arista exterior y redondeo interior y el alma con borde redondeado.</p> 	<p>Puede ser cuadrado, redondo o rectangular. Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas etc.</p> 

Figura 1. Perfiles Estructurales de Tipo I, IB, H, C, L, T, TR Y Tubos Estructurales.

Fuente: (Chapula, 2019)

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo y Diseño de investigación**

Esta investigación abarca dentro del concepto de investigación aplicada debido a que el énfasis específicamente es como se puede llevar a la práctica, teorías generales.

Debido a esto el diseño de la investigación, es **descriptiva** porque busca detallar la propiedades y características más importantes de cualquier prodigo que describe, tendencia de un equipo o villa (Hernandez Sampieri , y otros, 2014, p. 165).

### **2.2. Variables, Operacionalización**

#### **2.2.1. Variable Independiente**

Diseño de una estructura metálica para soporte de los paneles solares en los ambientes de investigación en Ingeniería Mecánica Eléctrica.

#### **2.2.2. Variable Dependiente**

Fabricar una estructura de soporte de los paneles solares de los ambientes de investigación en Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidad
<b>Independiente</b> Diseño de una estructura metálica para soporte de los paneles solares en los ambientes de investigación en Ingeniería Mecánica Eléctrica.	Establecer una estructura de acuerdo al módulo de generación fotovoltaica de los ambientes de investigación en Ingeniería Mecánica Eléctrica.	Determinar las medidas del modulo	Longitud	Razón
		Diseñar la estructura del modulo	Cumple/No cumple	Nominal
<b>Dependiente:</b> Fabricar una estructura de soporte de los paneles solares de los ambientes de investigación en Ingeniería Mecánica Eléctrica.	Fabricar la estructura de acuerdo al diseño establecido.	Adquirir los elementos del requerimiento	Unidades	Razón
		Construir la estructura según características técnicas del diseño	Cumple/No cumple	Nominal

Fuente: Elaboración Propia

## **2.3. Población y muestra**

### ➤ **Población**

La población está comprendida por el total de módulos fotovoltaicos existente en las universidades públicas y privadas de la ciudad de Chiclayo.

### ➤ **Muestra**

Será los ambientes de investigación de la UCV.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

#### ➤ **Observación**

Mediante la observación directa se caracterizó las dimensiones geométricas, su peso y condiciones de operación del panel solar 350 Watts, además de evaluar los parámetros del diseño final.

#### ➤ **Revisión documental**

Permitió realizar una búsqueda de los diversos parámetros del diseño para la estructura de soporte del panel solar, así como también la de los materiales adecuados, elementos estandarizados y normatividad vigente.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### ➤ **Ficha de registro de datos.**

La ficha de registro de datos del panel solar permitió registrar las características geométricas del panel, su peso y otras que permitan un ensamble adecuado en la estructura de soporte.

#### ➤ **Ficha de revisión documental**

Este instrumento sirvió para registrar la información recolectada, referidos al tema de diseño de estructuras metálicas de soporte. Los cuales fueron de gran ayuda para la elaboración de nuestro trabajo.

### **2.4.3. Validez y confiabilidad**

#### **➤ Validez**

La validez de este trabajo de determino a través del juicio de especialistas (profesionales de ingeniería mecánica eléctrica) expertos en el tema.

#### **➤ Confiabilidad**

La confiabilidad se logro por medio de las investigaiones y propuestas de otros investigadores que han desarrollado referidos al tema, por lo que hemos ido citando al respecto.

### **2.5. Procedimiento**

Nuestro diseño se inició tomando los datos geométricos y peso del panel solar 350Watts, lo cual nos sirvió como un punto de partida para el diseño de estructura de soporte, así mismo se planteó un concepto de diseño, en al cual se analiza sus ventajas y desventajas, entonces a partir de ello se diseña un prototipo que soporte las cargas del panel solar con los correspondientes factores de seguridad, se realiza una simulación en software especializado, luego mecánica eléctrica, si contaba con una estructura de soporte se verifico el diseño y se construyó de acuerdo a especificaciones técnicas.

### **2.6. Métodos de análisis de datos**

Los métodos que se emplearon fueron, el análisis estadístico, tablas dinámicas para la concilliación de datos. Toda la información han sido recogidos mediante la observación directa y revisión documentria.

### **2.7. Aspectos éticos**

Los ejecutores de este trabajo respetaron las consideraciones éticas pertinentes, así como la confidencialidad de la información los datos que se usaron solamente para esta investigación, por tal motivo los ejecutores de este trabajo de investigación se comprometen a respetar la veracidad y que no se usaran para ningún otro fin.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Realizar un análisis Estático del panel solar 350Wtts para determinar fuerzas en puntos de apoyo.

Para determinar el diseño del banco se estableció las medidas del panel teniendo:

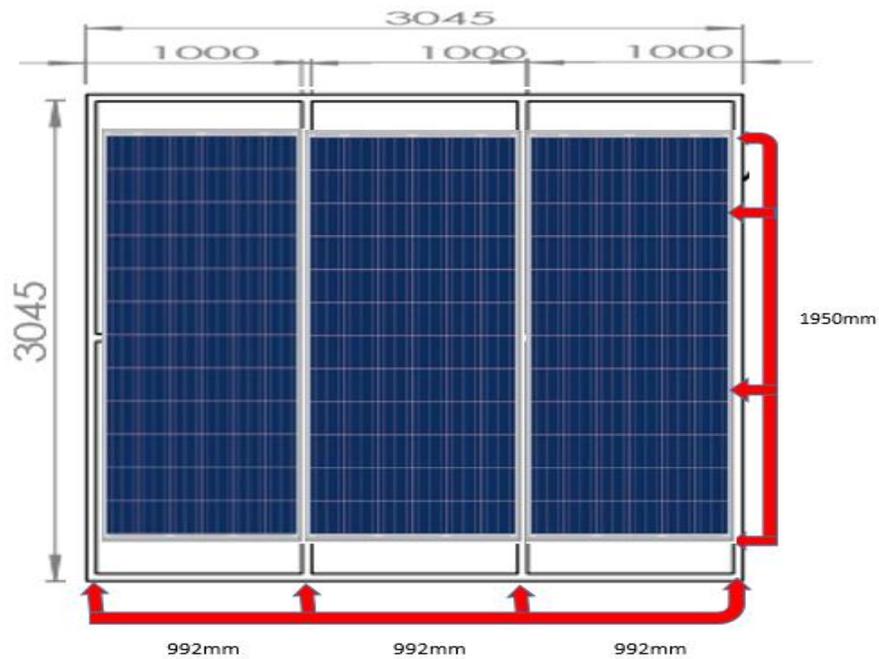


Figura 2. Medida de distancia de la estructura para los paneles.

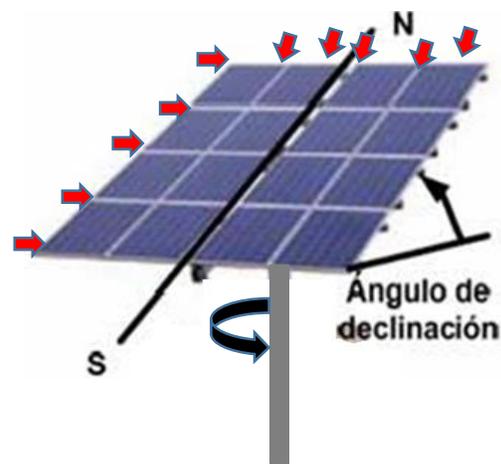
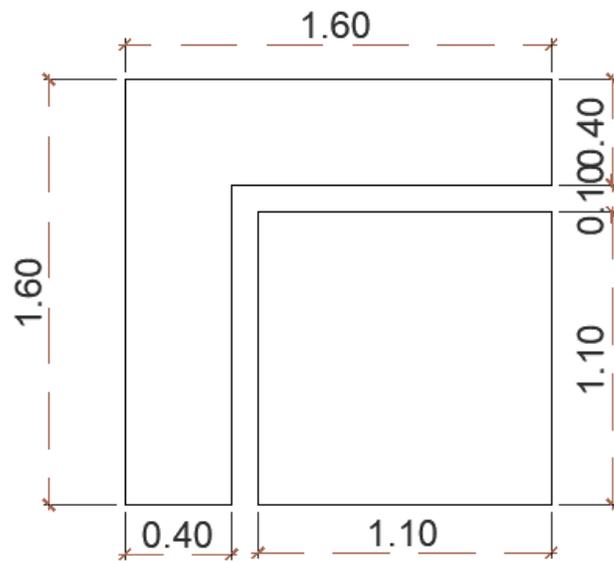
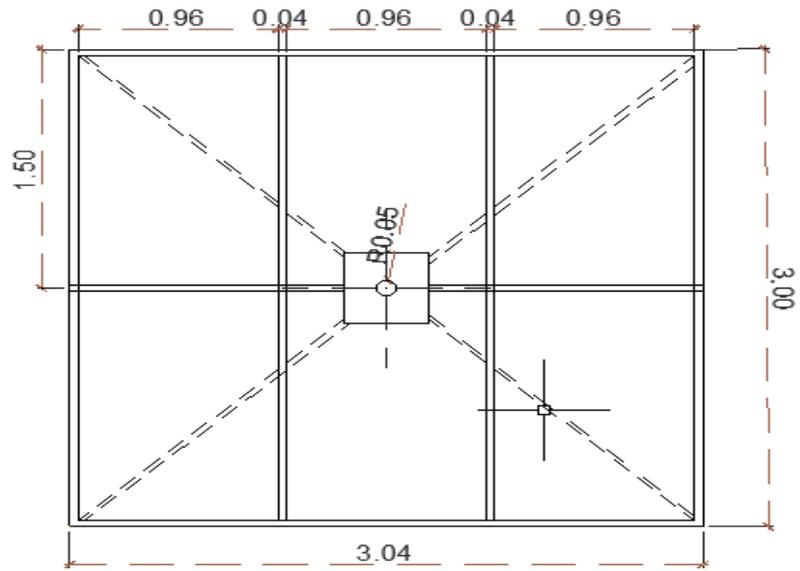
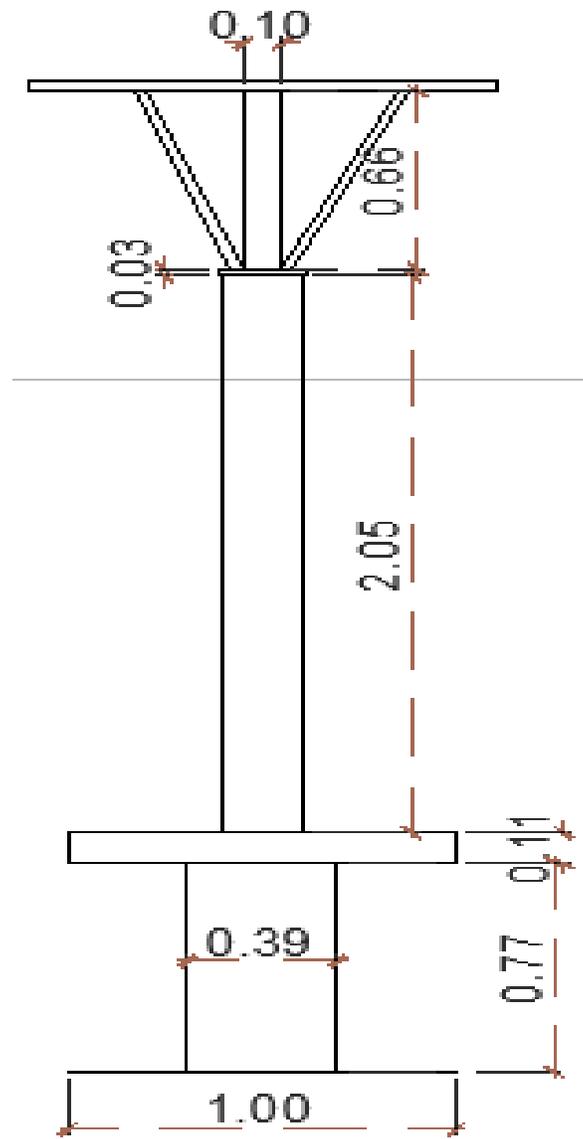


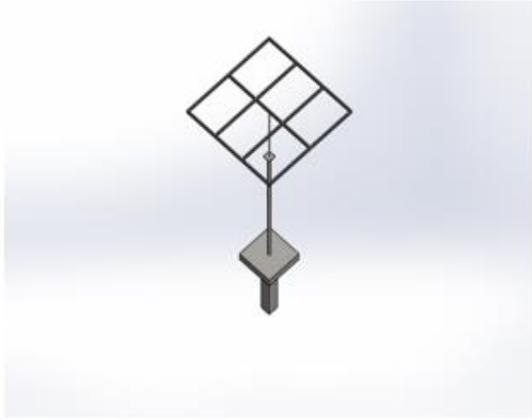
Figura 3. Medida de distancia de la estructura para los paneles.





### 3.1.2. Diseñar la estructura metálica de soporte del panel solar 350watts.

#### Suposiciones



#### Simulación de

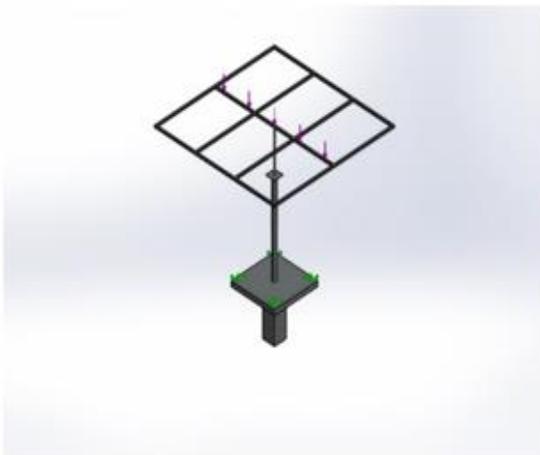
Fecha: jueves, 19 de diciembre de 2019

Diseñador: SolidWorks

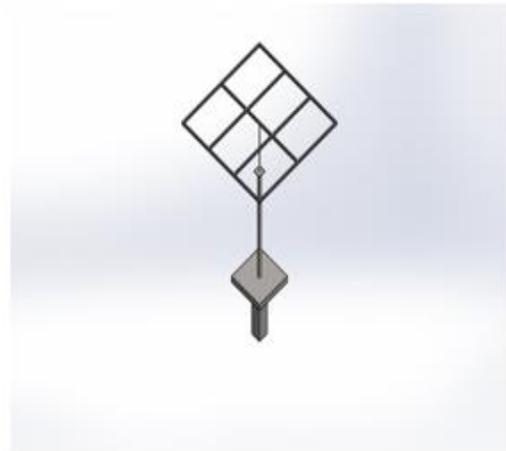
Nombre de estudio: SimulationXpress Study

Tipo de análisis: Análisis estático

#### Descripción

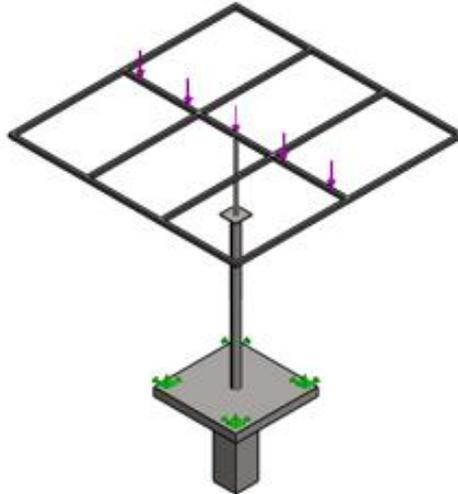


Modelo original



Modelo analizado

## Información del modelo

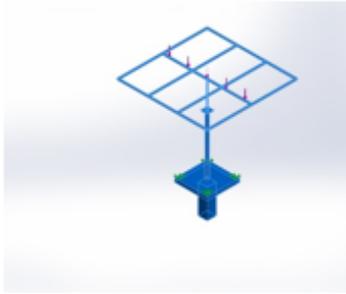


Configuración actual: Predeterminado

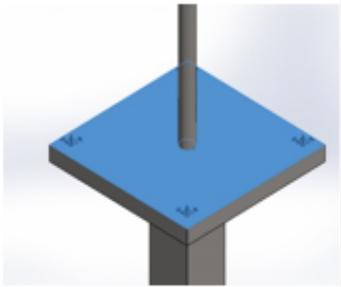
### Sólidos

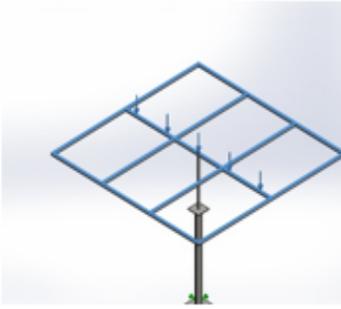
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
1.IGS[1] 	Sólido	<b>Masa:2119.77 kg</b> <b>Volumen:0.271766 m<sup>3</sup></b> <b>Densidad:7800 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Peso:20773.8 N</b>	

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 1.0116 (S235J2G3)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 215 N/mm<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 340 N/mm<sup>2</sup></p>	<p>Sólido</p> <p>11(1.IGS[1])(1)</p>

## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Aplicar fuerza normal</p> <p>Valor: 850 N</p>

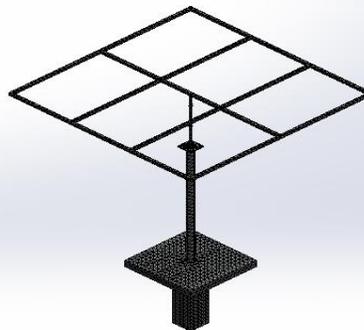
## Información de malla

<b>Tipo de malla</b>	Malla sólida
<b>Mallador utilizado:</b>	Malla estándar
<b>Transición automática:</b>	Desactivar
<b>Incluir bucles automáticos de malla:</b>	Desactivar
<b>Puntos jacobianos</b>	4 Puntos
<b>Tamaño de elementos</b>	64.7764 mm
<b>Tolerancia</b>	3.23882 mm
<b>Trazado de calidad de malla</b>	Elementos cuadráticos de alto orden

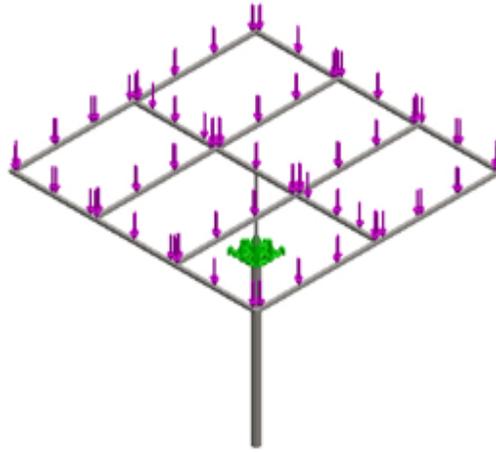
## Información de malla - Detalles

<b>Número total de nodos</b>	19198
<b>Número total de elementos</b>	9979
<b>Cociente máximo de aspecto</b>	23.406
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &lt; 3</b>	86.7
<b>% de elementos cuyo cociente de aspecto es &gt; 10</b>	0.671
<b>% de elementos distorsionados (Jacobiana)</b>	0
<b>Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):</b>	00:00:03
<b>Nombre de computadora:</b>	AZUNCK-SK3M4

Nombre del modelo:1  
Nombre de estudio:SimulationXpress Study(-Predeterminado-)  
Tipo de malla: Malla sólida



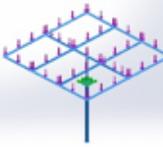
## Información de modelo



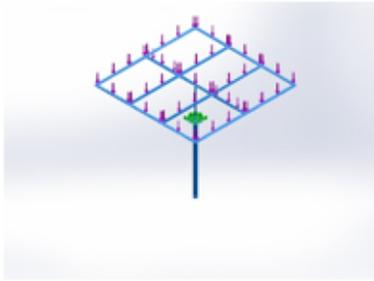
Nombre del modelo: 1

Configuración actual: Predeterminado

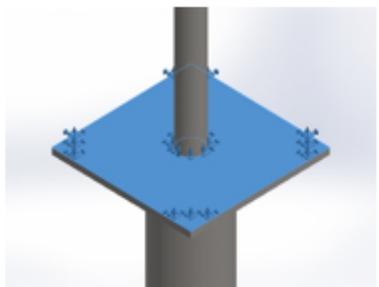
### Sólidos

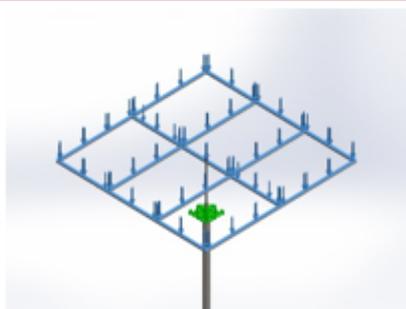
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir1 	Sólido	Masa:261.296 kg Volumen:0.0334994 m <sup>3</sup> Densidad:7800 kg/m <sup>3</sup> Peso:2560.7 N	E:\erikq\ERIKA 2\ej projects\projectos 3D\ucv\1.SLDPRT Dec 19 15:23:02 2019

## Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: 1.0050 (E295)</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx.</p> <p>Límite elástico: 275 N/mm<sup>2</sup></p> <p>Límite de tracción: 470 N/mm<sup>2</sup></p>	<p>Sólido</p> <p>1(Cortar-Extruir1)(1)</p>

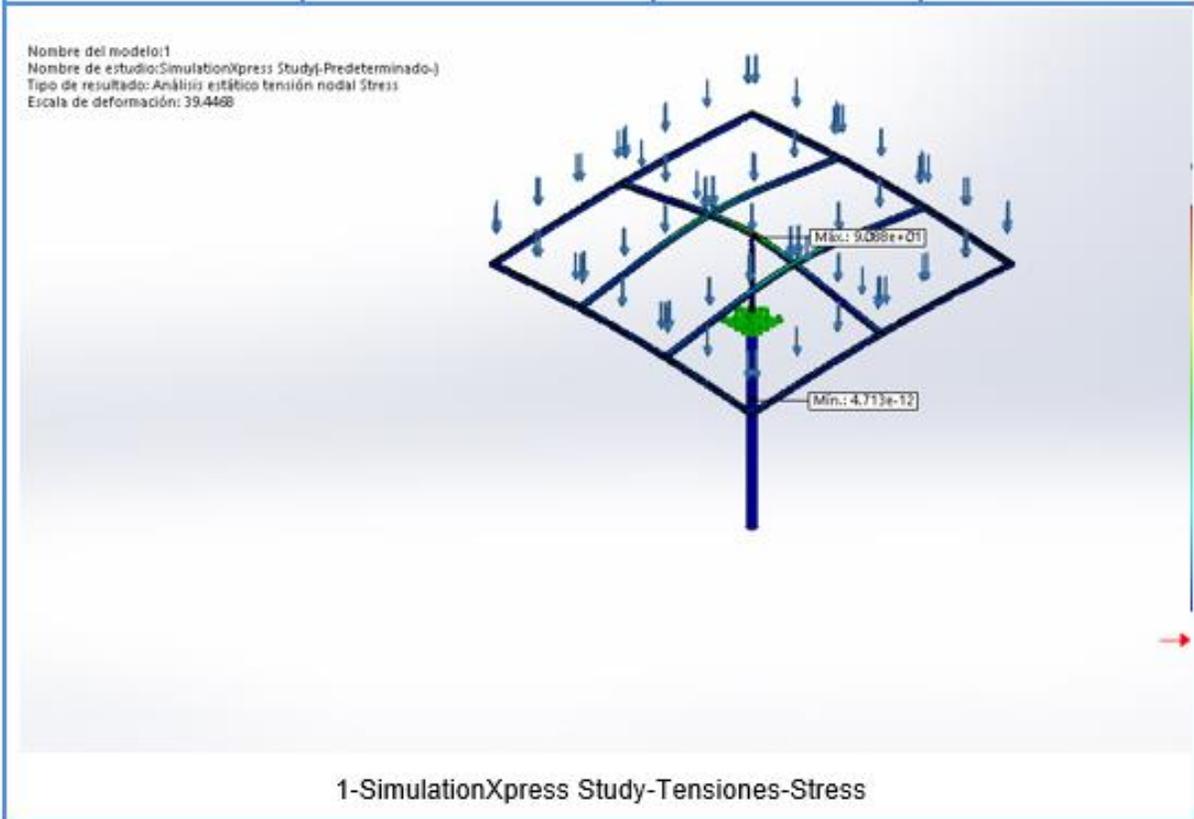
## Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-3		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>

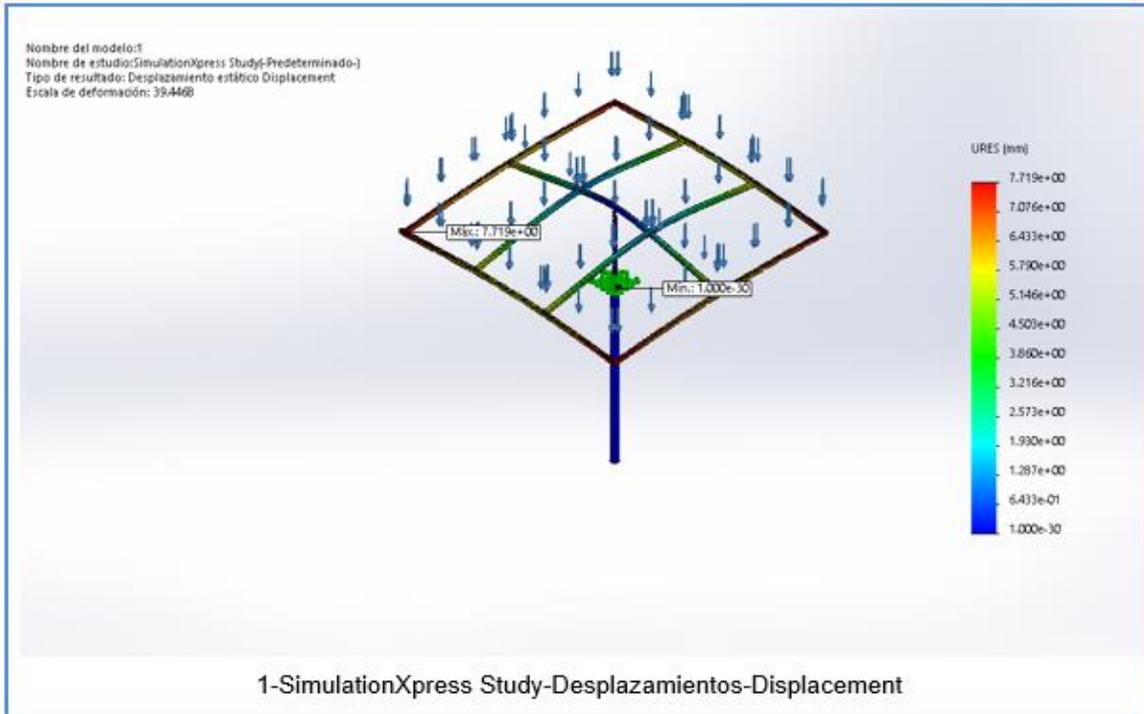
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-3		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Aplicar fuerza normal</p> <p>Valor: 850 N</p>

## Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Stress	VON: Tensión de von Mises	4.713e-12 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 48641	9.088e+01 N/mm <sup>2</sup> (MPa) Nodo: 209987



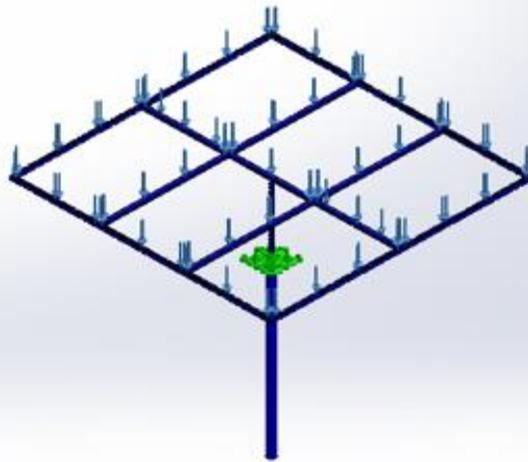
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Displacement	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 63	7.719e+00 mm Nodo: 11430



Nombre	Tipo
Deformation	Deformada
<p>Nombre del modelo: 1            Nombre de estudio: SimulationXpress Study-Predeterminado-1            Tipo de resultado: Deformada Deformation            Escala de deformación: 39.4468</p> <p>1-SimulationXpress Study-Desplazamientos-Deformation</p>	

Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Factor of Safety	Tensión de von Mises máx.	3.026e+00 Nodo: 209987	5.835e+13 Nodo: 48641

Nombre del modelo:1  
Nombre de estudio:SimulationXpress Study(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor of Safety  
Criterio: Tensiones von Mises máx.  
Rojo < FOS = 1 < Azul



1-SimulationXpress Study-Factor de seguridad-Factor of Safety

**3.1.3. Realizar una evaluación económica para establecer la viabilidad y llevar acabo la implementación del proyecto.**

La finalidad del trabajo fue el diseño de una estructura de soporte, para ello consideramos de lo siguiente.

Se realizó una descripción detallada de los costos de los equipos materiales, herramientas, mano de obra y procesos que se han utilizado para la elaboración de la estructura soporte.

*Tabla 3. Descripción de costos de materiales.*

<b>Materiales</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. Total</b>
Tubo de 4" x 6 m x1.5mm	1	S/. 75.00	S/. 75.00
Hierro T de 1"x 1/8 (25,4x3,2mm)	2	S/. 45.00	S/.90.00
Angulo de 1"x3/16"x6m	3	S/. 35.00	S/.105.00
Discos de corte 7"	3	S/. 7.00	S/. 21.00
Discos de desbaste 7"	2	S/. 9.00	S/. 18.00
Lijas de carburo	5 pliegos	S/. 2.00	S/. 10.00
Soldadura E 6011 Cellocord AP	5kg	S/. 17.50	S/. 87.50
Masilla de poliéster	1/2kg	S/. 9.00	S/. 14.00
Base de Etching Primer y Pintura Azul Atlántico	1/2 galón	S/. 150.00	S/. 150.00
			<b>TOTAL S/. 570.50</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Tabla 4. Descripción de costos de equipos.

<b>Equipos</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. Total</b>
Máquina de Soldar marca (sol)	9 hora	S/. 15.00	S/. 135.00
Cortadora de tubos	2 hora	S/. 9.00	S/. 18.00
Amoladora Bosch GWS 7-125	3hora	S/. 5.00	S/. 15.00
Compresora de aire de 95 Lts	2hora	S/. 10.00	S/. 20.00
Taladro Bosch GSB-550RE	1 hora	S/. 9.00	S/. 9.00
Nivel de burbuja	1	S/. 10.00	S/. 10.00
Casco de seguridad 3M™	1	S/. 20.00	S/. 20.00
			<b>Total S/. 227.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Descripción de costos de herramientas.

<b>Herramientas</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. Unitario</b>	<b>C. Total</b>
Martillo de bola	1	S/. 20.00	S/.20.00
Cepillos de acero 6x15 1"	1	S/.8.00	S/. 8.00
Tornillo de banco fijo	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Prensa de mano 5"	1	S/. 11.00	S/. 11.00
Lima Esférica 1/2	1	S/. 8.50	S/. 8.50
Prensa de mano 6"	1	S/. 12.00	S/. 12.00
Escuadra metálica	1	S/. 10.00	S/. 10.00
			<b>TOTAL S/ 89.50</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.2. Discusión**

El banco de estructura soporte se desarrolló tomando en cuenta los estándares de otros módulos dentro del laboratorio de Ingeniería mecánica Eléctrica, con esto y las medidas que cuenta el panel con elementos de generación fotovoltaica, así como las dimensiones del panel su requerimiento de movilidad y la batería. Se dispuso una estructura tentativa que fue implementada y cumplió con el objetivo del proyecto que se pretendía realizar, una estructura que brinde mayor seguridad en el cuidado de los paneles fotovoltaicos.

Con respecto al antecedente de Arzapalo (2015) se concuerda también en que la estabilidad de un banco de laboratorio para realizar pruebas establece en gran medida la seguridad de los investigadores, profesores y estudiantes, siendo de vital importancia el uso del módulo fotovoltaico este debe estar considerando siempre la seguridad de los asistentes cuando se desarrolla la aplicación de las teorías por lo que al estructura para el modulo permite se tenga la confianza de que no existirá falla mecánica mientras se realice el trabajo, aunque a discrepancia también con el antecedente es que es este caso no se usan cargas dinámicas así que no podría realizarse una comparación al 100% con las mismas conclusiones.

Por lo mencionado por Luengo (2014) que establece que los perfiles estructurales son manejables y aportan seguridad a las estructuras que se crean con ellos se tiene la misma perspectiva y se puede asegurar que la rigidez de la estructura durante su montaje permite soportar un peso superior, esto se comprobó al instalar la batería que al ser un elemento muy pesado no apporto ningún signo de flexión ni inestabilidad a la estructura diseñada, por lo que se estableció que el factor de seguridad es muy alto considerando que para un módulo no debería ser tan grande ya que no presenta riesgo muy altos de accidentes mecánicos.

Por ultimo con el antecedente de ROJAS (2019), menciona que, en Actualidad los procesos de los cálculos estructurales han ido mejorando y a la vez a permitido plantear este tipo de estructuras, con el pasar del tiempo la evolución de los perfiles ha cambiado llegando a hacerlos más esbeltos y resistentes, desde nuestro punto de vista consideramos estar de acuerdos con lo mencionado por el investigador.

#### IV. CONCLUSIONES

- Se determinó las dimensiones geométricas de los puntos de apoyo para el anclaje del panel solar 350Watts en la estructura metálica los cuales fueron tomados para la elaboración de la estructura metálica.
- Se realizó el diseño de la estructura metálica de soporte del panel solar 350Watts, de acuerdo a los cálculos realizados la estructura es de tubo cuadrado de acero ASTM A36 de 40 x 60 mm x 2 mm de espesor, la cual soporta una carga máxima de  $4,196 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  y una mínima de  $1.312 \text{ N/m}^2$ .
- Se elaboró el presupuesto de fabricación de la estructura, calculando por separado los materiales cuya suma asciende a S/ 570.50 soles; el costo por uso de equipos asciende a S/ 227,00 soles y por el uso de herramientas S/ 89.50 soles.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir elaborando estructuras de soporte módulos educativos para laboratorios de Ingeniería Mecánica Eléctrica ya que de esta manera se va a mejorar la formación teórica práctica del alumnado de las diferentes especialidades en Ingeniería.
  
- Se recomienda optimizar los diseños de estructuras con algún software de modelamiento y cálculos CAD, que permita un diseño eficiente de las estructuras de soporte.
  
- Realizar un mantenimiento preventivo básico como la limpieza de la estructura

## REFERENCIAS

- Budynas, Richard G, Keith Nisbett, J. y Miguel Ángel Ríos Sánchez, Miguel Ángel. 2008.** *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico : Mc Graw Hill, 2008.
- Arzapalo Barrera, Ed Freddy. 2015.** *Implementación de un módulo de laboratorio para estudio dinámico con estructuras metálicas de equipos mecánicos*. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Ponticia Universidad Catoloca del Peru . Lima - Peru : s.n., 2015. pág. 93, Tesis Pregrado.
- Budynas , Richard G. y Nisbett, J. Keith.** *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. [ed.] McGraw-Hill. Octava. Mexico : s.n. pág. 1092. 970-10-6404-6.
- Budynas, y otros. 2008.** *Diseño en Ingeniería Macánica de Shigley*. D.F : McGraw-Hill, 2008.
- Budynas, y otros. 2008.** *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Nisbett : Mc, 2008.
- Chapula Cruz, Salvador. 2014.** *Procedimiento constructivo con estructuras metálicas*. Division de Ingenierias Civil y Geomatica, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico DF : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2014. pág. 125, Tesis Pregrado.
- CONDORI MONTRO, Jorge Fernando. 2013.** *Diseño de una vivienda multifuncional familiar de dos Niveles empleando acero estructural en el Distrito de Cajamarca*. Cajamarca - Peru : Universidad Privada del Norte, 2013.
- GABRIEL HUAMAN, Yurico. 2016.** *Diseño de un proceso de fabricacion de estructura metálica en la empresa metal Mcanica Fixer Servicios Generles S.A.C.* Huancayo - Peru : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2016.
- GUERRERO, Danilo jose. 2007.** *impotancia de los factores para un conjunto de elemntos mecanicos*. colombia : univercidad de pamplona colombia, 2007.
- HERNANDEZ SAMPIERE, Roberto, y otros. 2014.** *Metodologia de la investigacion*. Mexico : Mac Graw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- Hernandez Sampieri , Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodologia de la Ingestivagacion*. Sexta. s.l. : McGrawHill Educatioin, 2014. pág. 636. ISBN 978-1-4562-2396.0.
- Mejia Vasquez, Eduar Jamis. 2017.** *Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el Suministro de Energía Eléctrica ala laboratorio de ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica S.A.C.* Bagua Grande - amazonas - peru : Universidad Politecnica Amazonica, 2017.

**Naghi Namakforoosh, Mohanmad. 2005.** *Metodologia de la Investigacion.* Segunda. s.l. : Limusa Noriega Editores, 2005. ISBN-968-18-5517-8.

**PRECIADO GARCES. 2017.** *Diseño y Calculo de estructura soporte para paneles solares.* Valencia - España : Universitat Politecnica de Valencia, 2017.

**Prez Espinoza, Jesus Ismael. 2018.** *PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN LABORATORIO DE INNOVACIÓN EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE BUCARAMANGA.* Bucaramanga - Colombia : Universidad de Bucaramanga, 2018.

**ROJAS RICSE, SUSAN CATHERIN. 2019.** *Eficiencia estructural del acero en la construcción de un Centro de Innovación Tecnológica para el Valle del Mantaro.* huancayo : univercidad Nacional de Centro del Peru, 2019.

**Universia. 2014.** *La importancia de los laboratorios para gestar los saberes.* s.l., Colombia : Universia, 4 de Noviembre de 2014.

## ANEXOS

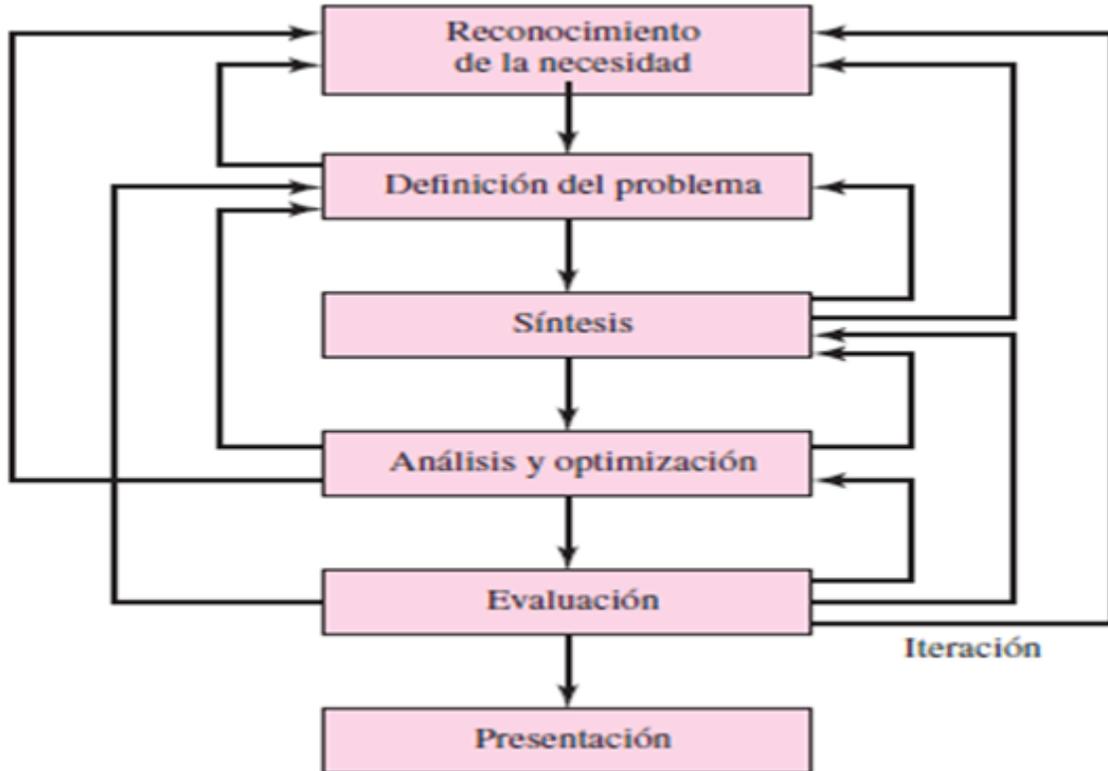
Anexo 1: Ficha de revisión Documentaria.

		<b>FICHA TECNICA DE EQUIPO</b>
<b>CARACTERISTICAS GENERALES PANEL 350 WATTS</b>		
Potencia Maxima (pmax)	350W	
Voltage Potencia Maxima (Vm)	40.50V	
Corrientes Potencia Maxima (im)	8.832A	
Voltage circuito abierto (Voc)	47.38V	
Corrientes Circuito Abierto	9.75A	
Celula solar	Poly cristalino de 156 mm	
Tolerancia (pmax)	0 - +3%	
Numero de Celulas	72 celulas por serie	
Dimensiones	1950x992x45mm	
Peso	23kg	
Temperature de Operacion	(40 -85°C)	
Numerous de Diodos	3	
Tipo de cable	PV4mm2	
Longitude del cable	90cm	
Voltaje Maximo	1000V(TUV)/600V(UL)	
Corriente Maxima	30A	

Anexo 2: Ficha de registro de Características.

		<b>FICHA DE REGISTRO DE CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Datos Generales</b>			
Nombre de la Empresa			
Nombre de la Máquina			
<b>Características Generales</b>		<b>Soportes</b>	
Largo		Distancia horizontal entre los soporte	
Ancho		Distancia Vertical entre los soporte	
Altura		Estado de los soportes	
Peso (Kg)			

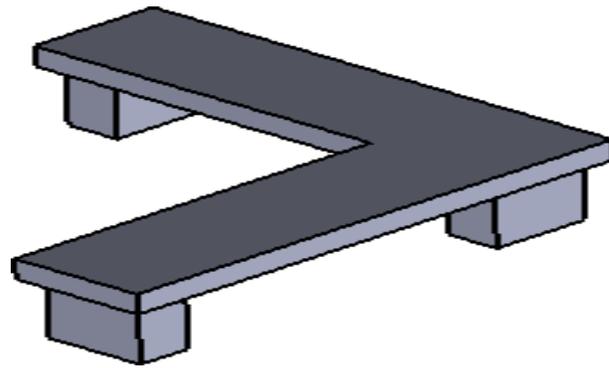
Anexo 3: Fases del proceso Diseño.



Anexo 4: Técnicas e Instrumento de recolección de datos.

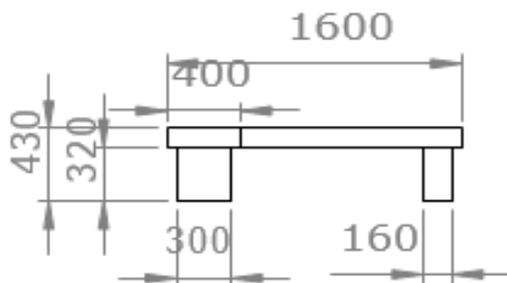
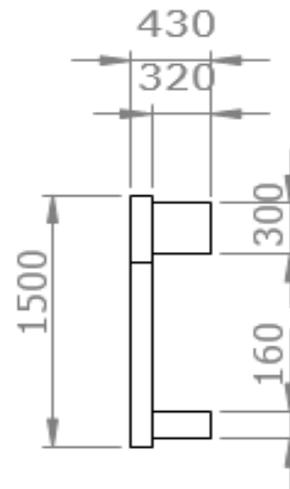
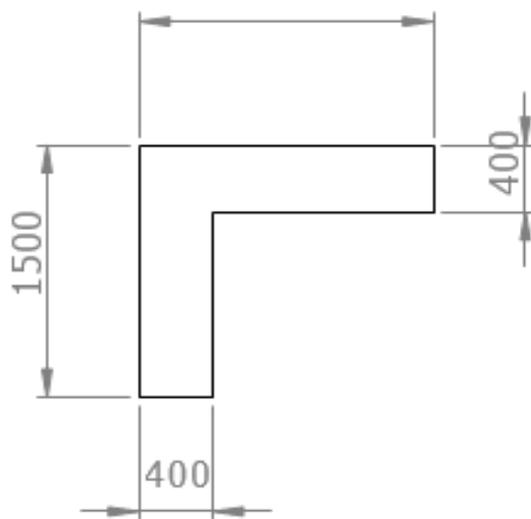
TECNICAS	OBJETIVOS	INSTRUMENTOS
Observación directa	Diseñar y fabricar una estructura metálica	Ficha de estado de equipos
Entrevista	Instrumento a utilizar	Ficha de revision documentaria

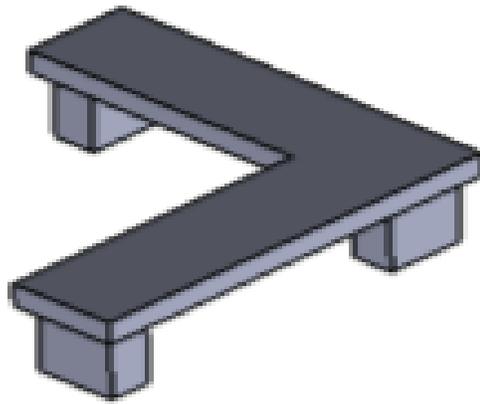
Anexo 5: Plano de la estructura metálica de soporte.



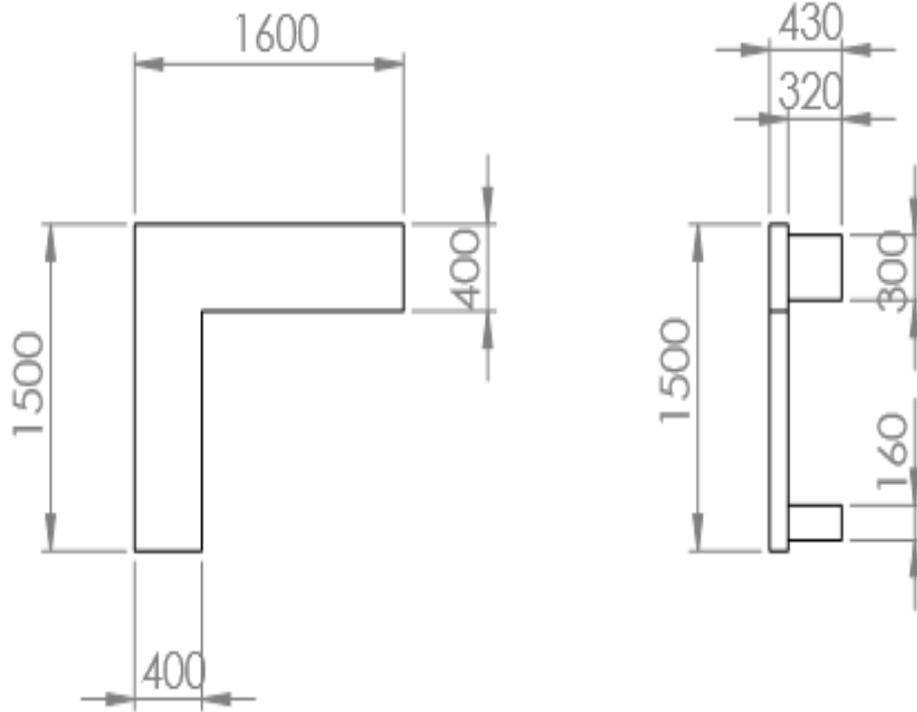
Banca derecha

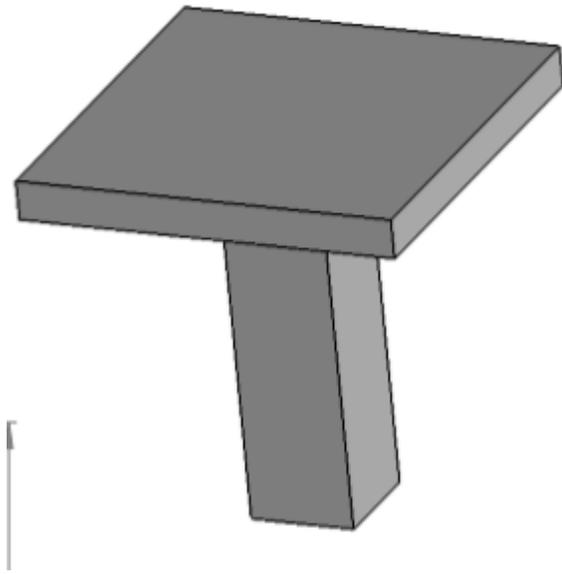
1600



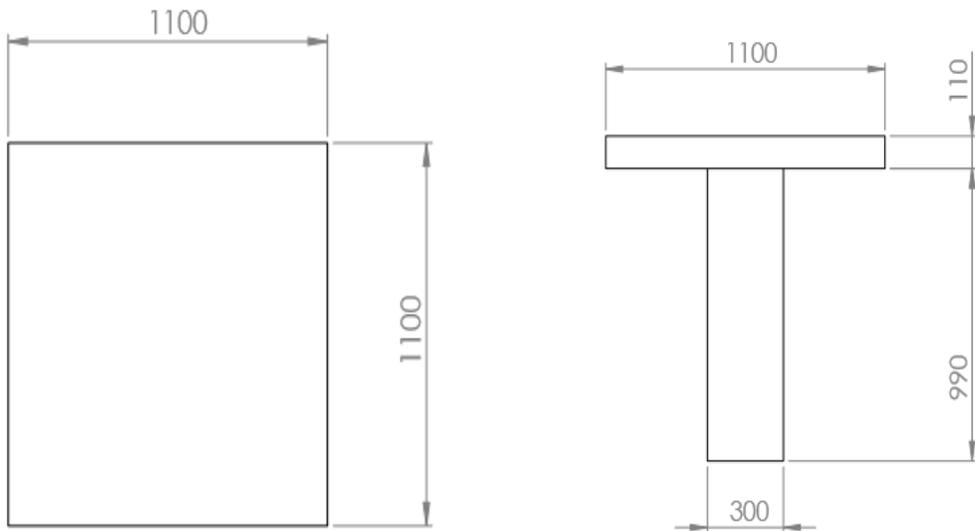


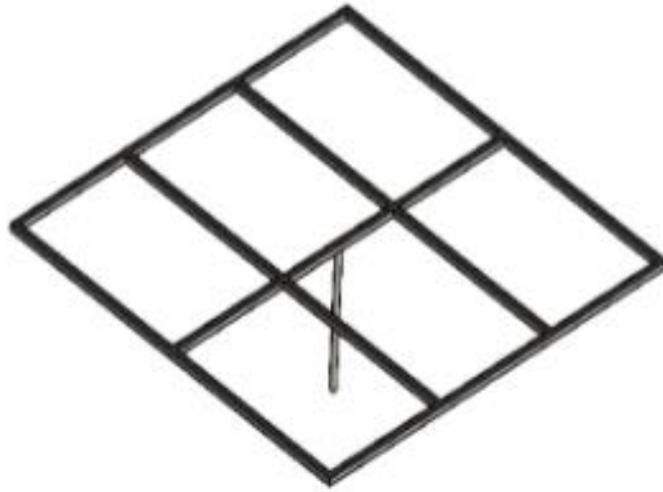
Banca izquierda



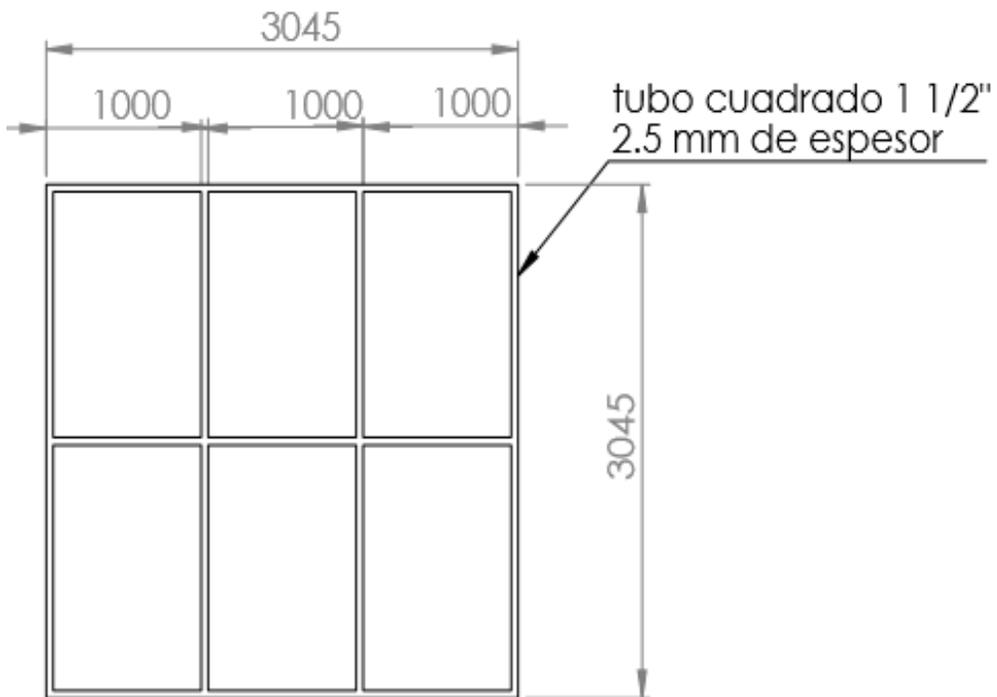


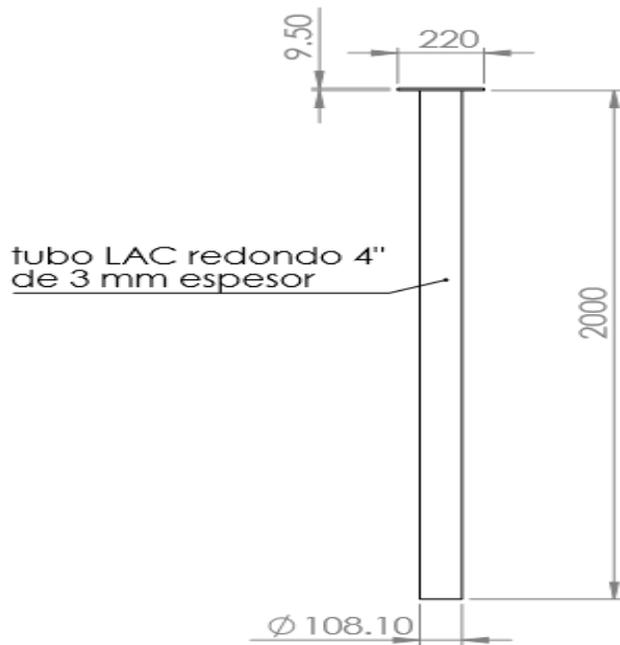
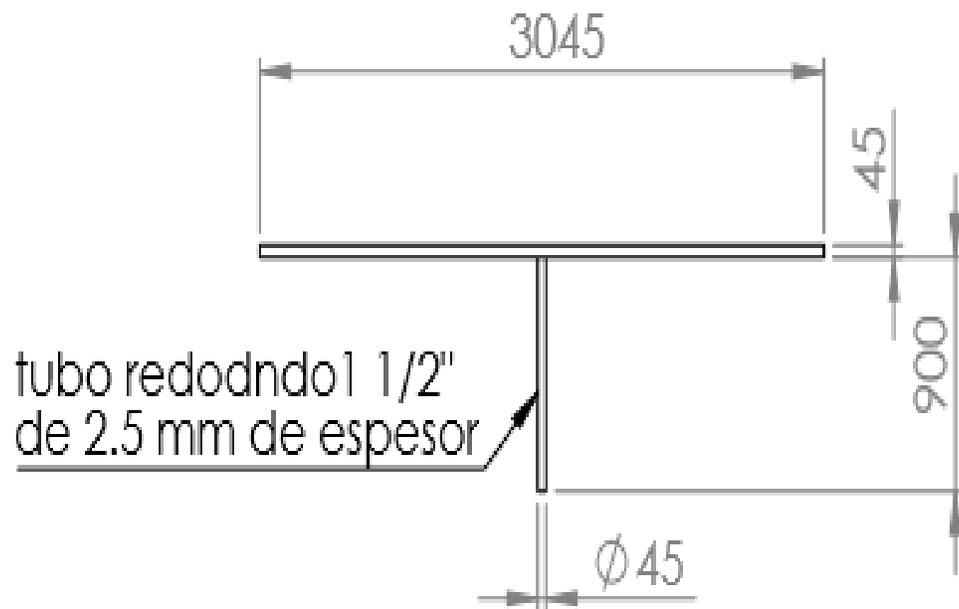
Mesa Central



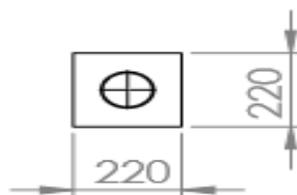


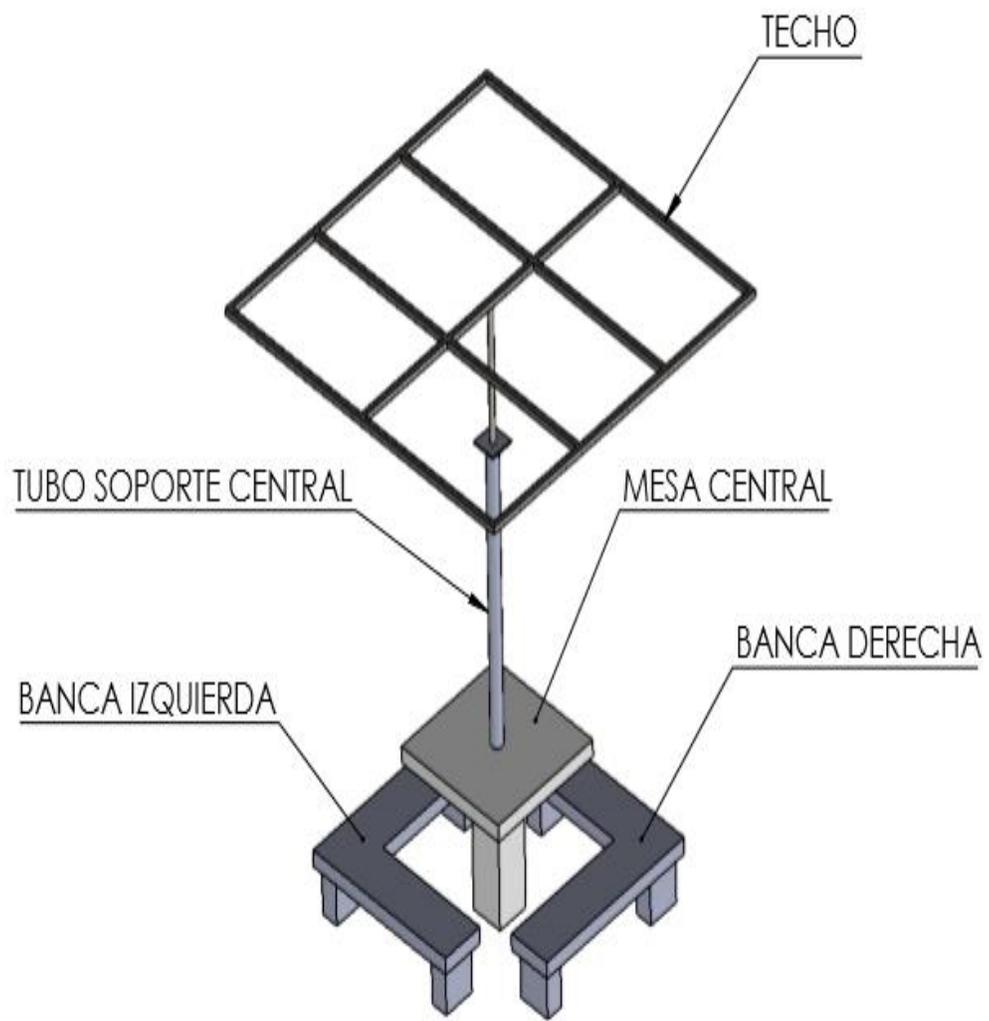
Techo Plano





Tubo del Soporte





Ensamble de la Estructura