

## Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**“DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA PARA  
GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE RECURSOS RENOVABLES Y  
POCO CONTAMINANTES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES”**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Mora Valdivia, Luis Enrique**

Asesor:

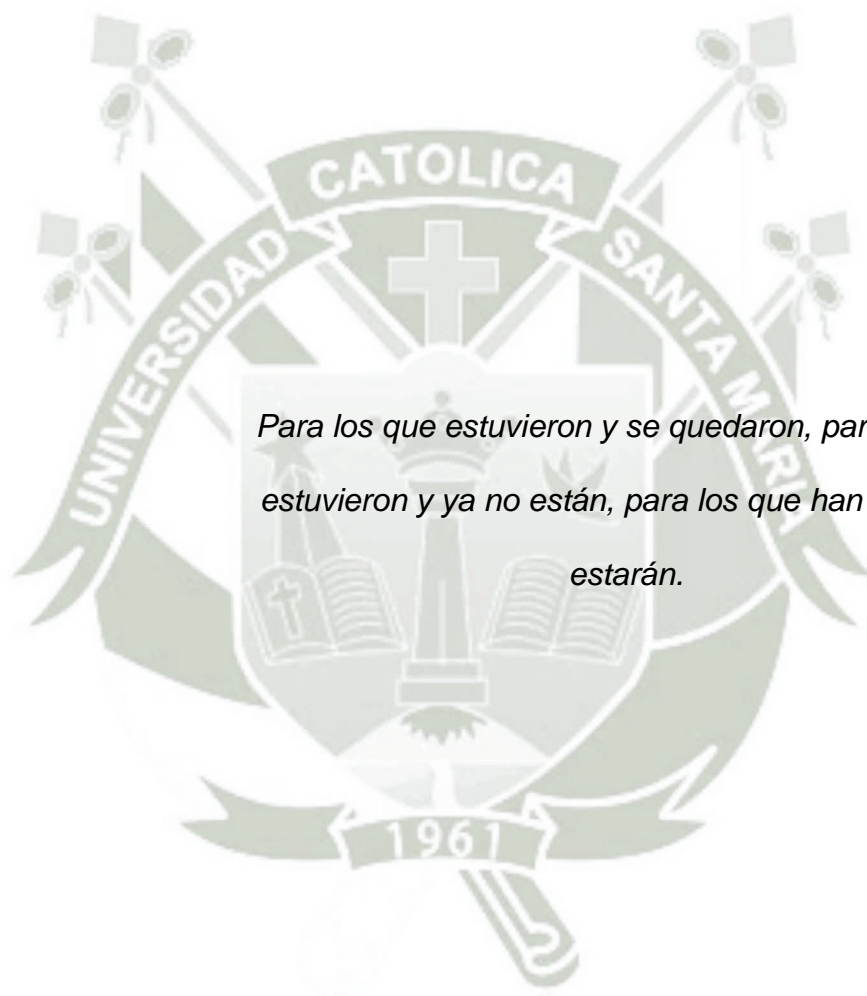
**Pacheco Oviedo, Abraham Arturo**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2017**



*Para los que estuvieron y se quedaron, para los que  
estuvieron y ya no están, para los que han estado y  
estarán.*

## RESUMEN

La contaminación del medio ambiente es una realidad palpable hoy en día, las emisiones de gases de efecto invernadero además de ser continuas, están creciendo con el paso del tiempo.

La demanda energética creciente es uno de los causantes principales de este incremento de emisión de gases de efecto invernadero, parte de ella viene dada por el incremento presencial de la tecnología y sus nuevas aplicaciones, una de las más notorias son los dispositivos móviles, tales como laptops, celulares, tablets y otros.

Este trabajo tiene como finalidad frenar el incremento de emisión de gases contaminantes dado por el incremento de dispositivos móviles, mediante la adaptación y optimización del uso de energías renovables, como podrían ser: energía solar, eólica, entre otras.

Para medir las emisiones de gases que genera la demanda de energía eléctrica para cargar dispositivos móviles dentro de la UCSM, primero se cuantificó dicha demanda promediando el consumo por dispositivos, para luego definir la cantidad mediante una encuesta a los estudiantes de la universidad en donde se obtuvo que la energía consumida al día para cargar dispositivos móviles es de 177.18 kWh.

Se evaluó qué energía renovable era la más viable en la ciudad de Arequipa entre dos opciones, la energía solar y la energía eólica, encontrándose que la energía solar era la más adecuada para el propósito. A partir de dicha decisión se elaboró un prototipo de adaptación tecnológica para el uso del panel solar de manera más eficiente y suplir la carga de dispositivos móviles estableciendo un modelo “estándar” de 100W de potencia. Posteriormente, se encontró que la demanda energética para

cargar dispositivos móviles, consumida de la red, representa 19.53 toneladas de gases de efecto invernadero expulsados a la atmósfera al año.

La proporción de la emanación de gases de efecto invernadero producidas por el consumo de energía de la red resultó ser de 70.13 veces la contaminación producida por la energía solar del módulo si se cubriera la demanda de energía con esta tecnología.

Se presupuestó que para la construcción de una unidad estándar del módulo solar sería necesaria la inversión de US\$ 533.

Finalmente se estableció que el uso de esta tecnología en el campus universitario, representaría la reducción de consumo de 43080.25 kWh al año para la UCSM.

**Palabras Clave:** Módulo Solar, Gases Contaminantes, Energía Renovable.



## ABSTRACT

Pollution of the environment is a reality today, greenhouse gas emissions as well as being continuous, are growing with the passage of time.

The growing energy demand is one of the main causes of this increase in the emission of greenhouse gases, part of which is given by the increase in the presence of technology and its new applications, one of the most notorious are mobile devices, such as laptops, cell phones, tablets and more.

This work aims to curb the increase of emission of pollutant gases given by the increase of mobile devices, by adapting and optimizing the use of renewable energy, such as solar and wind energy, among others.

In order to measure the gas emissions generated by the demand for electric power to charge mobile devices within UCSM, this demand was first quantified by averaging consumption by devices, and then defined the amount by means of a survey to the students of the university where obtained that the energy consumed per day to charge mobile devices is 177.18 kWh.

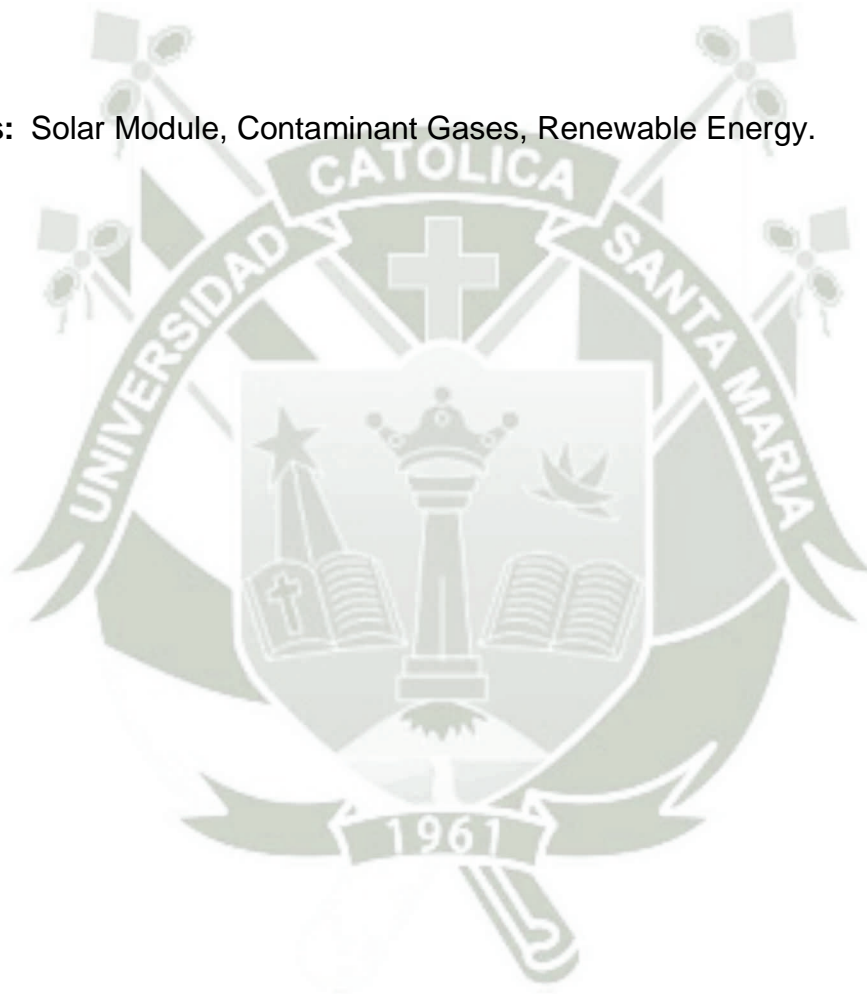
It was evaluated which renewable energy was the most viable in the city of Arequipa between two options, solar energy and wind energy, finding that solar energy was the most suitable for the purpose. From that decision a prototype of technological adaptation was developed for the use of the solar panel in a more efficient way and to supplement the load of mobile devices, establishing a "standard" model of 100W of power. Subsequently, it was found that the energy demand to charge mobile devices, consumed from the network, represents 19.53 tons of greenhouse gases expelled to the atmosphere per year.

The proportion of the emanation of greenhouse gases produced by the network's energy consumption was found to be 70.13 times the pollution produced by the module's solar energy if the energy demand were covered with this technology.

It was budgeted that for the construction of a standard unit of the solar module would be necessary the investment of US \$ 533.

Finally it was established that the use of this technology on campus, represent reducing consumption of 43080.25 kWh per year for UCSM.

**Keywords:** Solar Module, Contaminant Gases, Renewable Energy.



## INTRODUCCIÓN

La última década ha sido marcada significativamente por el incremento de la contaminación y el deterioro medioambiental. Las emisiones de gases de efecto invernadero han crecido a tal punto que hoy en día los efectos causados ya se hacen visibles.

Estos efectos van desde la escasez del agua, incremento de la radiación UV, incremento de enfermedades respiratorias a causa de la polución, variación del clima por estaciones, y hasta incluso ya se nota el impacto ambiental con el agravamiento de los desastres naturales.

Pese a todo el escenario presentado existe una luz de esperanza, y es que, al dejarse notar todos estos cambios, las medidas de prevención y campañas para cuidar el medio ambiente ya están siendo escuchadas. Esto, además de promover leyes de protección medioambiental, ha dado paso al surgimiento de las energías renovables como opción o alternativa saludable que a la larga significaría la nivelación de nuestro ecosistema, reduciendo el impacto que se registra hoy en día, a un nivel aceptable.

La responsabilidad de promover estas nuevas alternativas de solución energética recae en las instituciones educativas, que tienen que ser pioneras en la adaptación y promoción de energías renovables.

La Universidad Católica De Santa María es una organización que lleva muchos años de funcionamiento y trabajo responsable con el medio ambiente, y es necesario dar un paso al siguiente nivel.

Al ser una institución con amplia gama de funciones internas que van desde labores de oficina, hasta labores de laboratorio, e incluso labores de producción en el Fondo

La Católica, utiliza energía eléctrica en grandes cantidades, en especial el campus universitario que recientemente ha incrementado su consumo energético debido al incremento de dispositivos móviles, y es en este último en el cual se va a aplicar el tema de investigación.

Existen distintos tipos de energías limpias disponibles, desde energía fotovoltaica, energía eólica, energía geotérmica, etc. De todas las mencionadas, la más desarrollada es la energía eólica, y es precisamente ésta la que hemos elegido debido a las características estructurales de la institución y de la naturaleza climática de la ciudad de Arequipa.

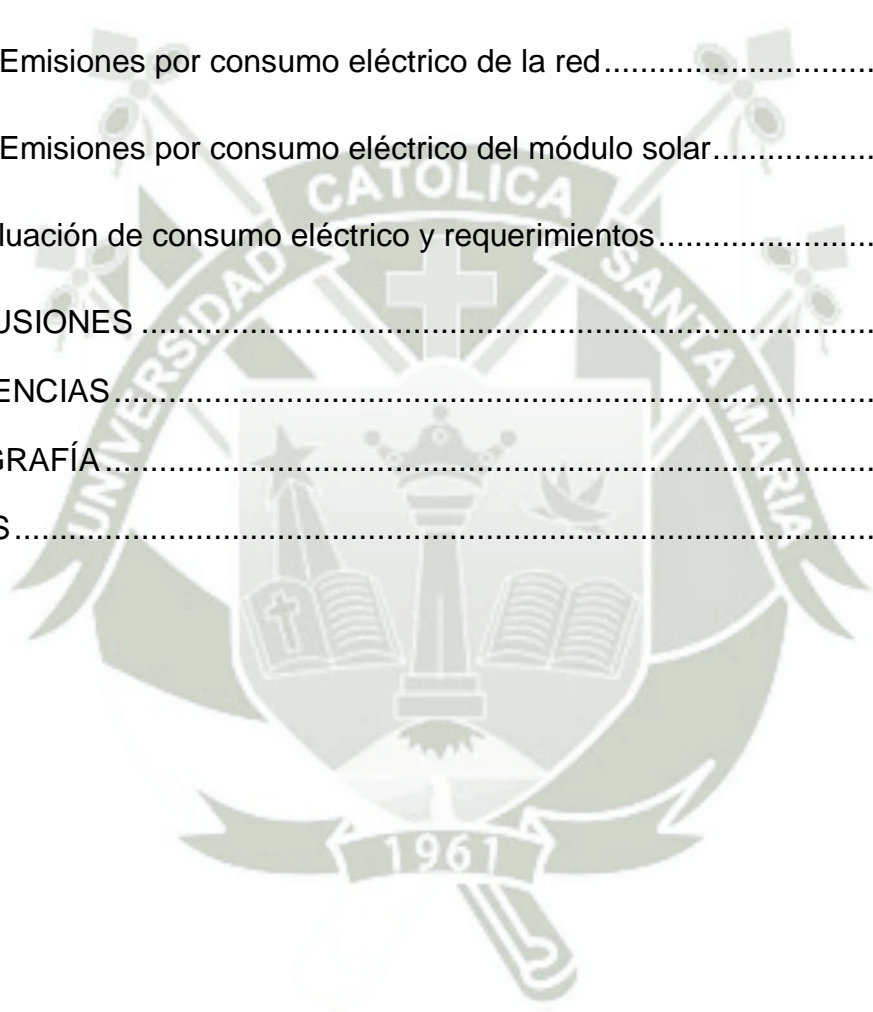


## INDICE

	<b>Pág.</b>
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.1. Título .....	11
1.2. Identificación del Problema .....	11
1.3. Descripción del Problema .....	11
1.4. Antecedentes del Problema .....	12
1.5. Formulación del Problema .....	12
1.6. Justificación de la Investigación .....	12
1.7. Limitaciones de la Investigación .....	13
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
2.1. Objetivo General .....	13
2.2. Objetivos Específicos .....	13
3. HIPÓTESIS .....	13
4. VARIABLES .....	14
5. MARCO TEÓRICO .....	14
5.1. Antecedentes de la Investigación .....	14
5.2. Bases teóricas .....	18
6. MARCO METODOLÓGICO .....	33
6.1. Nivel de Investigación .....	33
6.2. Diseño de Investigación .....	33

6.3. Método .....	34
6.4. Población y Muestra .....	34
6.5. Técnicas e Instrumentos e Recolección de Datos.....	35
6.6. Técnicas e Procesamiento y Análisis de Datos.....	35
CAPÍTULO II: NECESIDADES ENERGÉTICAS .....	36
1. Determinar el requerimiento de energía.....	36
1.1. Cálculo de la demanda energética:.....	42
CAPÍTULO III: ESTABLECER EL TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE A USAR....	45
1. Variabilidad de la incidencia solar.....	45
2. Variabilidad de la velocidad del viento .....	47
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA. ....	50
1. Características primarias del módulo generador de energía renovable:.....	50
1.1. Adaptabilidad modular: .....	50
1.2. Obtención de energía optimizada: .....	50
1.3. Ubicación cómoda de recursos:.....	50
1.4. Diseño para optimizar espacios: .....	51
2. Elementos funcionales y elementos físicos.....	51
2.1. Elementos físicos.....	51
2.2. Elementos funcionales.....	52
3. Esquema del módulo. ....	53
4. Distribución geométrica aproximada .....	56
5. Creación del prototipo.....	57

5.1. Boceto.....	58
5.2. Diseño Industrial.....	58
5.3. Diseño a detalle.....	64
6. Inversión requerida.....	70
CAPÍTULO V: CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	73
1. Evaluación de emisión de gases de efecto invernadero.....	73
1.1. Emisiones por consumo eléctrico de la red.....	73
1.2. Emisiones por consumo eléctrico del módulo solar.....	74
2. Evaluación de consumo eléctrico y requerimientos.....	74
CONCLUSIONES.....	76
SUGERENCIAS.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	80



## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Título**

“DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE RECURSOS RENOVABLES Y POCO CONTAMINANTES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES”

#### **1.2. Identificación del Problema**

El problema se ubica físicamente en el campus universitario de la Universidad Católica de Santa María ubicado en el distrito de Umacollo en la ciudad de Arequipa. El consumo energético que se efectúa en dicha institución además de ser elevado, contribuye al calentamiento global ya que proviene de fuentes de energía no renovable. El crecimiento exponencial de la tecnología que funciona a base de energía eléctrica, tales como celulares inteligentes, tablets, laptops, entre otros, representa un incremento significativo en el consumo energético debido a la cantidad de dispositivos que existen en el campus universitario.

#### **1.3. Descripción del Problema**

La cultura medioambiental para mantener un ecosistema saludable está calando fuerte en nuestra vida cotidiana, y es responsabilidad de la UCSM unirse a este cambio; Actualmente no existe vinculación de la institución con el uso de energías renovables en su campus educativo, siendo éste el mayor consumidor de energía eléctrica de toda la institución.

#### **1.4. Antecedentes del Problema**

El uso de energías renovables en la UCSM ya fue abordado con anterioridad, en el cual se presenta la alternativa de utilizar energía solar fotovoltaica para abastecer los requerimientos energéticos del Fundo La Católica; se presentaron dos alternativas: La primera aislando el sistema eléctrico totalmente de la red y la segunda hacer un sistema mixto que oscilaría entre la red y el sistema fotovoltaico de acuerdo a las horas con sol durante el día.

#### **1.5. Formulación del Problema**

¿La adaptación tecnológica para generar energía eléctrica mediante recursos renovables y poco contaminantes pueden reducir el impacto ambiental producido por el incremento de dispositivos móviles?

#### **1.6. Justificación de la Investigación**

La energía utilizada actualmente por las personas dentro de la UCSM para recargar sus dispositivos móviles representa un factor contaminante para el medio ambiente, y con esto contribuye al calentamiento global. Además la imagen que representa la universidad como institución verde es prácticamente nula. Esto también representa un desembolso de dinero constante y creciente debido a que la demanda energética va aumentando año tras año.

Con la generación de energía renovable para sustentar el requerimiento energético de los dispositivos móviles, la universidad dispondría de una nueva opción que además de contribuir con el medio ambiente y con la imagen que transmite de ser una institución verde, reduciría los costos en que incide año tras año por la energía que consume.

### **1.7. Limitaciones de la Investigación**

Existe la posibilidad de no poder contar con los registros de consumo energéticos necesarios para contrastar los escenarios.

La realización de los diseños puede no ser financiada.

## **2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Objetivo General**

“Desarrollar alternativas de adaptación tecnológica con el fin de generar energía eléctrica mediante recursos renovables y menos contaminantes para dispositivos móviles”

### **2.2. Objetivos Específicos**

2.2.1. Definir las necesidades energéticas del campus universitario de la UCSM para cargar dispositivos móviles.

2.2.2. Establecer el tipo de energía renovable a usar.

2.2.3. Desarrollar diseños para la aplicación de la tecnología.

2.2.4. Cuantificar la variación entre los escenarios actuales y propuestos de consumo energético.

## **3. HIPÓTESIS**

3.1. La adaptación tecnológica para generar energía eléctrica mediante recursos renovables permite reducir la emisión de contaminantes.

3.2. Con la adaptación de sistemas generadores de energía renovable se reduce el consumo energético de la UCSM.

#### 4. VARIABLES

Tipo	Variable	Indicador	Unidad de medida
Independiente	Generación y demanda de energía	Consumo	kWh
		Capacidad	kW
Dependiente	Niveles de contaminación	Emisiones de gases contaminante	Tn

#### 5. MARCO TEÓRICO

##### 5.1. Antecedentes de la Investigación

**Título:** Factibilidad de cambiar dentro de la UCSM el sistema de iluminación actual y su fuente de energía, por leds y generadores fotovoltaicos.

**Autor:** Lazo Valdivia, Gilmar Alfonso

**Año:** 2011

**Resumen:**

En esta investigación se buscó demostrar la factibilidad de cambiar dentro del Pabellón "A" la UCSM el sistema de iluminación actual y su fuente de energía, por LEDs y generadores fotovoltaicos.

Para poder lograrlo, primero, se buscó la eficiencia energética orientada a la iluminación, es decir, conseguir la misma iluminación que actualmente se requiere pero con un menor consumo de potencia, y segundo, se dimensionó un Sistema de Generación Fotovoltaica con la capacidad de alimentar el Sistema de Iluminación.

Para conseguir esto se tuvo que plantear el uso de tecnologías más eficientes que las usadas actualmente, y la respuesta a esa necesidad fueron los LED.

Por otro lado a pesar de haber dimensionado un Sistema de Generación Fotovoltaico de suficiente capacidad, el diseño considera que se mantendrá la energía de la Red como Back Up en caso de alguna eventualidad o falla del Sistema Propuesto.

Para poder determinar la factibilidad de cambiar el Sistema Actual por el propuesto se tomó como requisitos: la viabilidad técnica, económica y ambiental. Finalmente los resultados fueron positivos.

**Título:** Ecoeficiencia de la propuesta generar energía solar fotovoltaica en el fundo de la UCSM irrigación Majes para su autoabastecimiento.

**Autor:** Pacheco Oviedo, Abraham Arturo

**Año:** 2015

**Resumen:**

Las emisiones de gases contaminantes que se generan en nuestro país, como consecuencia de generar energía eléctrica con tecnologías no renovables, se está incrementando especialmente por el uso de gas natural como recurso energético. El objetivo del trabajo es dimensionar la configuración de generar energía eléctrica en el Fundo de la UCSM Irrigación Majes a través de un sistema solar fotovoltaico y determinar las emisiones de gases y evaluar la ecoeficiencia, como resultado del uso de energía en el fundo.

Para poder analizar y evaluar las emisiones de gases contaminantes como resultado de las actividades que se realizan en el fundo de la UCSM provenientes de fuentes indirectas, simulamos el dimensionamiento de dos posibles alternativas de generar energía para el consumo en el fundo. Una de las alternativas es de un sistema solar

fotovoltaico aislado de la red y la otra alternativa es un sistema solar fotovoltaico con interconexión a la red, es decir un sistema híbrido.

La metodología aplicada para el análisis y evaluación de los impactos ambientales y la ecoeficiencia de generar energía solar fotovoltaica es la de ISO 14042, Análisis del Ciclo de Vida (ACV) la cual nos permitió analizar y evaluar las alternativas de generación de energía eléctrica para el fundo. Con este instrumento se cuantifico los impactos ambientales ocasionados por las emisiones de gases contaminantes producidos por la forma actual de generación producida a través de la red, y las alternativas de solar fotovoltaica aislada y con interconexión a la red. Los resultados obtenidos para la generación de 84 459 kWh/año en el fundo de la UCSM, con la alternativa de consumo de energía de la red, es de 34,06 toneladas de gases contaminantes emitidos a la atmosfera y esto representa US\$ 491,45 dólares como costos de contaminación, con la alternativa de generar energía solar fotovoltaica aislada de la red, para la misma cantidad de consumo de energía se emitirían un total de 0,5 toneladas de gases contaminantes y US\$ 166,38 dólares como costos descontaminación. En el caso de generar energía solar fotovoltaica con interconexión a la red se emitirán 7,88 toneladas de gases contaminantes y US\$ 237,90 dólares como costos de contaminación. Asimismo, los costos sobre el cambio climático son de US\$ 377,23 en la situación actual, bajo la modalidad solar FV aislada es de US\$ 33,78 dólares y US\$ 109,34 usando la alternativa solar FV con interconexión a la red. En cuanto a indicadores de ecoeficiencia los resultados que se tienen es que por cada sol que se desembolse se usa 2,58 kWh de energía en la situación actual, 6,29 kWh de energía, con solar FV aislada y 65,30 kWh de energía, con solar FV con interconexión a la red. Asimismo, los costos financieros para la institución en un horizonte de 10 años de evaluación representan un total de US\$ 113 883 dólares en

la situación actual, bajo la modalidad solar FV aislada el costo es de US\$ 46 702 dólares y con la alternativa solar FV con interconexión en la red, el costo es de US\$ 4 500 dólares.

**Título:** Diseño de un sistema de energía solar autónomo basado en equipos y dispositivos electrónicos modernos.

**Autor:** Perez Pacori, Rigan Eloy

**Año:** 2009

**Resumen:**

La energía es fundamental en la vida del hombre. Tal vez su vida en la tierra se extinguiría, puesto que los seres humanos necesitamos de ella, ya que es fundamental en el ciclo vital. Sin embargo, esta posibilidad para muchos científicos es ahora imposible; por ello se plantean alternativas de energía, al petróleo, denominadas energías renovables.

En el Perú, al igual que en muchos países, se está empezando a estudiar este tipo de energía. Por ejemplo, poseemos abundantemente del recurso natural elemental que es la radiación solar, con lo cual podemos satisfacer necesidades básicas de un gran sector de nuestra población. La electricidad solar, es la mejor alternativa actual, tanto económica y técnica de producir energía eléctrica, sobre todo, para el poblador rural. Conseguir la suficiente potencia para este tipo de energía, que sea rentable, es el principal problema planteado y esto debe resolverse con la ingeniería electrónica. Los dispositivos denominados inversores electrónicos de última generación se proponen en el presente trabajo de tesis y su diseño e implementación es una de las conclusiones de la tesis.

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables. El sol está en el origen de la mayoría de ellas, porque su energía provoca

en la tierra las diferencias de presión que generan los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua que da origen a la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en dos formas térmica y fotovoltaica. Esta última es la base del presente trabajo.

La energía solar fotovoltaica permite generar energía eléctrica gracias a unas placas solares sobre las que incide la radiación solar. Una instalación fotovoltaica está compuesta por un generador fotovoltaico y un sistema de acumulación de energía en las instalaciones aisladas, acumulándose la electricidad generada en corriente continua y luego mediante inversores se la convierte en corriente alterna.

Las energías renovables son unas buenas fuentes de energía para conseguir un ahorro energético, y tener la llave de un futuro energético más limpio, eficaz, seguro y autónomo. Para conocer más y mejor que son las energías renovables, está el presente trabajo de tesis.

## **5.2. Bases teóricas**

### **5.2.1. La energía renovable**

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades o reservas, agotables en un plazo más o menos determinado. Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. Las energías renovables provienen, de forma directa o indirecta, de

la energía del Sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas. (Schallenberg, 2008)

Hoy en día las más difundidas son la energía eólica y la energía solar, esta última se caracterizaba por tener un bajo porcentaje de eficiencia, tema que en el último año se ha logrado mejorar desde el bastante reducido porcentaje de 15% a un 75%, a un costo mayor de manufactura. Sin embargo con la creciente preocupación por el medio ambiente y la difusión e incremento del uso de paneles solares para obtención de energía eléctrica ha hecho que los costos de los mismos tienda a caer, este hecho presenta un escenario positivo al uso de las mencionadas tecnologías renovables, ya que los costos por obtención de kW/h mediante paneles solares está decreciendo al punto de casi igualar al costo de obtención de kW/h mediante otros recursos más contaminantes. El desarrollo de esta industria proyecta que el costo de kW/h mediante paneles solares se reducirá en el futuro haciendo viable la sustitución real de los medios de obtención de energía eléctrica que contaminan más.

La energía eólica por otro lado tiene una mejor eficiencia energética, las dificultades que se presentan con esta tecnología son los requerimientos de instalación que exigen cumplir varios aspectos los cuales van desde la continuidad y estabilidad en la velocidad del viento como principal aspecto además de que mencionada velocidad este por encima de un punto mínimo para lograr el movimiento de los rotores, a esto se le suma la estructura en la que se planea situar el generador y la dirección en la que el viento se mueve a lo largo del día. Para ello cuentan con dos tipos de adaptación, los aerogeneradores de eje vertical que funciona con menor eficiencia pero con corrientes de aire de cualquier dirección además del menor requerimiento estructural para su instalación y los aerogeneradores de eje horizontal que tienen un mejor rendimiento pero que funcionan con corrientes de viento en una sola dirección

y a cierta intensidad, esta discapacidad se contrarresta con una veleta para orientar las aspas en contra del viento en el caso de los generadores de menor tamaño.

### **5.2.2. Energía solar**

Se considera la energía solar como la fuente indirecta de las demás energías renovables tales como la eólica, la hidráulica, mareomotriz, undimotriz, entre otras. La energía directa del sol se divide en energía lumínica y en energía calórica, es decir, se puede obtener directamente estas dos transformaciones de energía dependiendo de la aplicación que se le quiera dar, ya sea para obtener energía eléctrica o energía térmica.

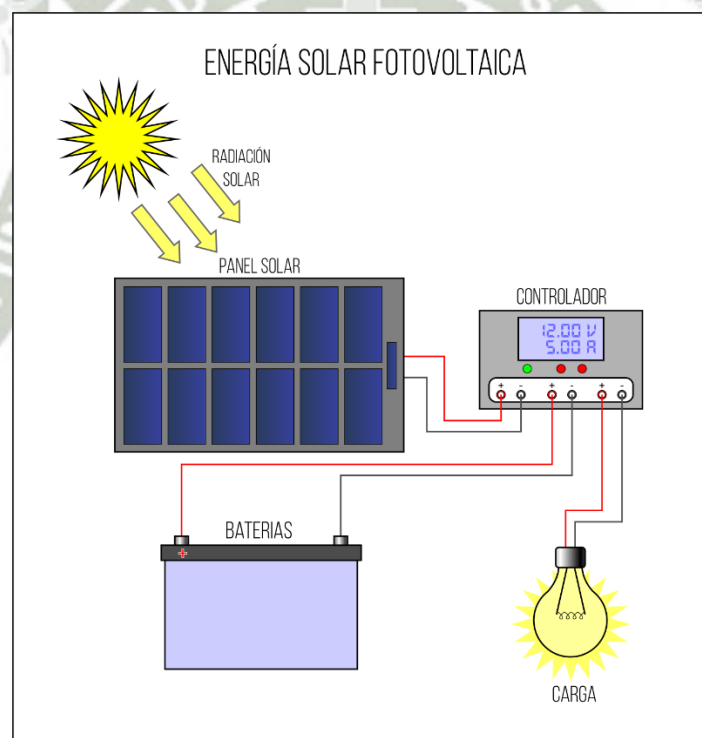
#### **5.2.2.1. Energía Solar Fotovoltaica**

La energía solar se puede transformar directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas (Figura 01). Este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores; de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía eléctrica. Un panel fotovoltaico, también denominado módulo fotovoltaico, está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Las células fotovoltaicas se conectan en serie, en paralelo o en serie-paralelo, en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos. (Schallenberg, 2008)

La energía solar fotovoltaica es la más adaptable a los diversos medios físicos que hay, de hecho más allá de formalidades estructurales solo basta luz para que ésta genere energía. Sin embargo su gran limitante es la eficiencia energética, la cual está muy por debajo del promedio en cuanto a tecnologías generadoras de energía

renovable. Su eficiencia ha crecido los últimos años hasta llegar a un 75%, mostrándose abismal el crecimiento comparado con el 15% que presentaba años atrás, aunque este incremento de eficiencia viene acompañado de un importante y muy considerable aumento de costos de manufactura y por tanto costos de adquisición, reduciendo en cierta medida la aplicabilidad y accesibilidad a la población. A pesar de ello la proyección de mercado y el crecimiento de esta industria está apuntando a una reducción de costos de manufactura, lo cual se reflejaría en un decremento del costo de kW/h de energía solar fotovoltaica viabilizando su uso por sobre otras energías más contaminantes.

**Figura N° 01: Esquema de procesamiento de energía solar fotovoltaica**



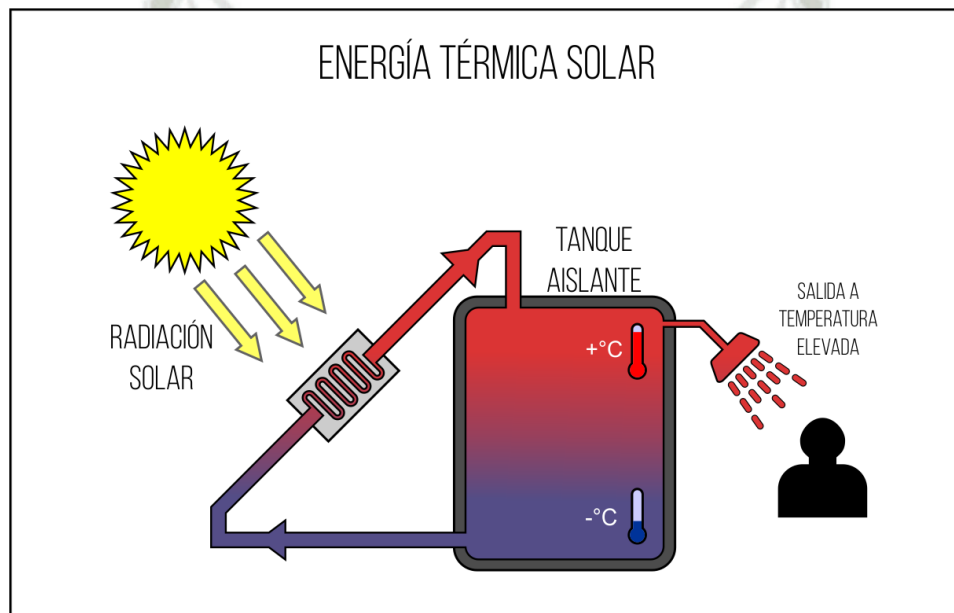
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.2.2.2. Energía Solar Térmica

Esta variación de energía solar se presenta en muchos lugares, incluyendo en la naturaleza como es el caso del ciclo del agua, siendo la energía calorífica proveniente

del sol el principal actuante de este ciclo al evaporar el agua del mar y dar inicio a todo este fenómeno. Comúnmente vemos la aplicación de esta energía en las termas solares (Figura 02) que se han difundido mucho los últimos años. Se trata de utilizar el calor producido por el sol para calentar diferentes sustancias dependiendo de lo que se desee hacer, ya sea agua en una simple terma solar, cocinar comida con una cocina solar o producir energía a nivel industrial.

**Figura N° 02: Aplicación de energía solar térmica**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3. Energía eólica

La energía eólica es la que contiene el viento en forma de energía cinética ( $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ ). Esta energía se puede transformar en otro tipo de energía como la mecánica, eléctrica, hidráulica, etc. Una de las formas más utilizadas en la actualidad para el aprovechamiento a gran escala de la energía eólica es a través de las denominadas aeroturbinas: aeromotores y aerogeneradores. (Schallenberg, 2008)

Los generadores eléctricos se unen a una turbina o molino con aspas mediante una serie de engranajes y frenos de velocidad de tal manera que la fuerza mecánica generada por el viento que golpea las aspas del molino hace girar el rotor del generador, este posee una bobina de cobre que, al ser movida a través del campo magnético que también posee el generador, induce una corriente de electrones dentro del alambre de la bobina, lo cual resulta en un flujo de corriente en los extremos de la bobina.

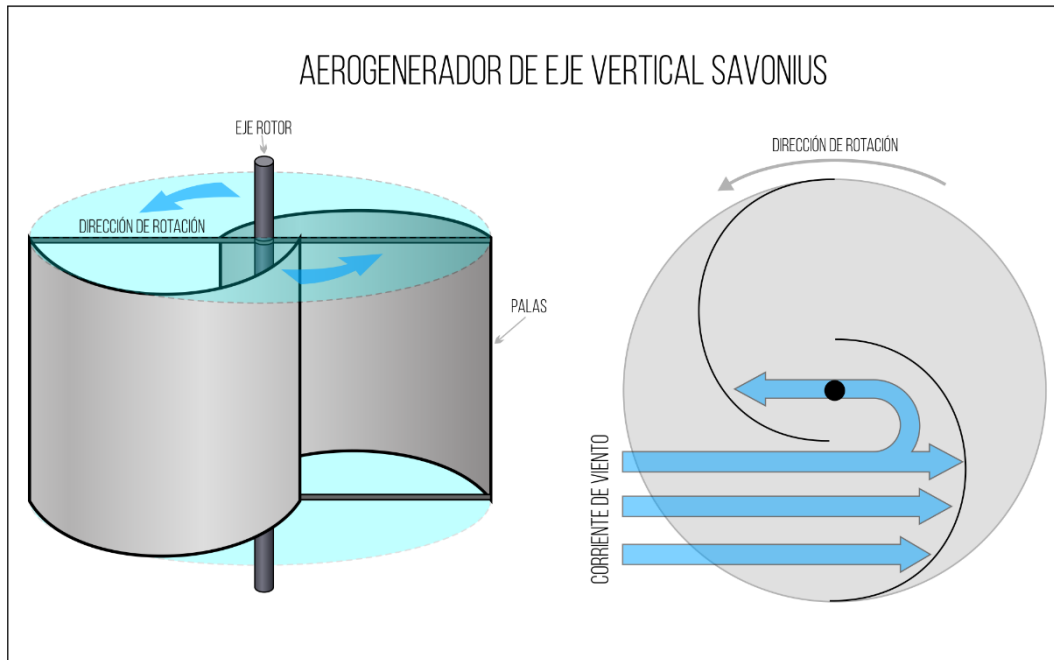
Los aerogeneradores han evolucionado mucho en cuanto a eficiencia, el fundamento de funcionamiento es el mismo pero la forma de extracción de energía mecánica del viento ha avanzado mucho. Hay dos tipos de aerogeneradores en general, los de eje vertical, que funcionan con relativa menor eficiencia pero tienen la ventaja de funcionar con corrientes de aire de cualquier dirección, ideales para zonas de cambio constante de corrientes de viento, y están los aerogeneradores de eje horizontal, los cuales funcionan con mejor eficiencia pero solo con la corriente de aire en una dirección, ejemplos de estos aerogeneradores se pueden observar en los diversos campos eólicos que existen en el mundo.

#### **5.2.3.1. Aerogeneradores de eje vertical**

Al poseer un eje vertical el diseño de este generador permite ampliar la superficie de contacto con la corriente de aire reduciendo el mínimo de velocidad en el viento para movilizar los rotores de manera tal que se alcance su funcionamiento promedio, además al ser perpendicular a cualquier corriente de aire hace innecesario la orientación para su funcionamiento. Existen distintos modelos de este generador y su diferencia radica en la distribución, número y forma de palas dispuestas con respecto al rotor como podemos ver en la Figura 03, las mismas pueden variar de materiales

desde policarbonatos, maderas industriales (contrachapados, triplay) y en algunos casos de metal.

**Figura N° 03: Aerogenerador de eje vertical**

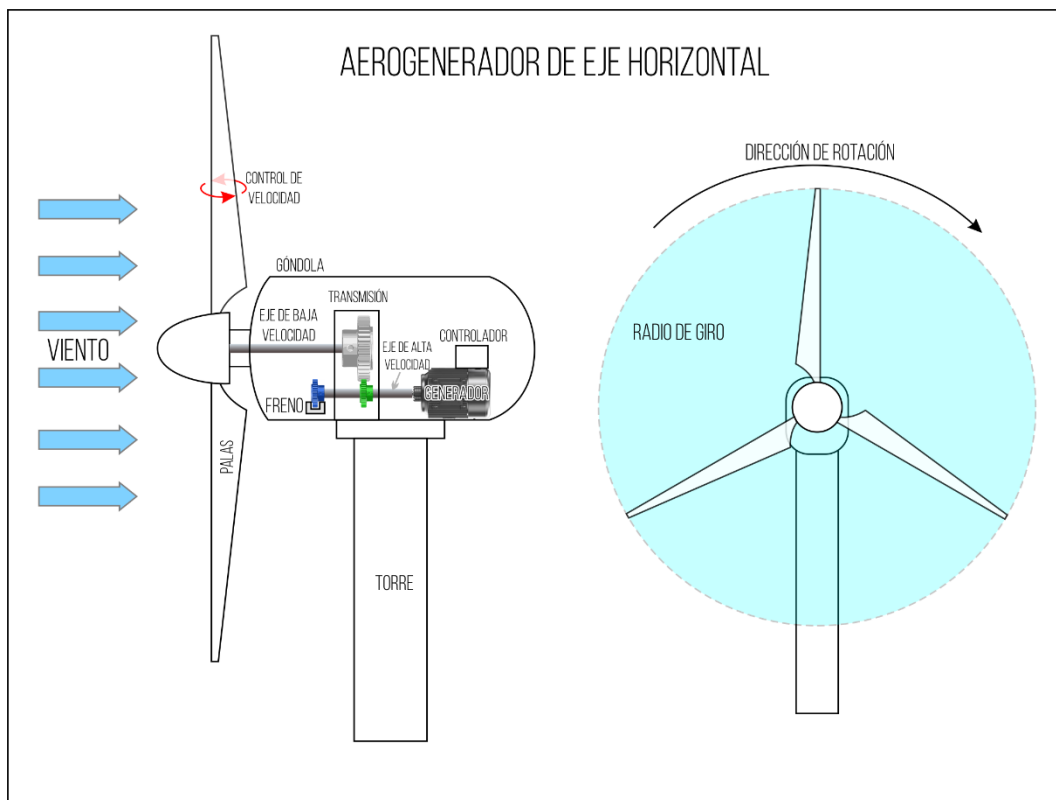


Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.3.2. Aerogeneradores de eje horizontal

Son generadores que poseen el eje de giro paralelo a las corrientes de aire (Figura 04), al ser direccionados poseen mayor fuerza y eficiencia además de permitirse tener el generador junto al eje principal de giro. Su funcionamiento es igual a los generadores de eje vertical con pequeñas diferencias además de las mencionadas, dentro de ellas está la variación de la inclinación de las palas para reducir la fuerza que se ejerce en la caja de velocidades o transmisión. Algunos de estos aerogeneradores poseen una veleta para orientarse a la dirección del viento. Normalmente se sitúan en lugares con mayores velocidades de viento y con menor variación de la dirección del mismo.

**Figura N° 04: Aerogenerador de eje horizontal**

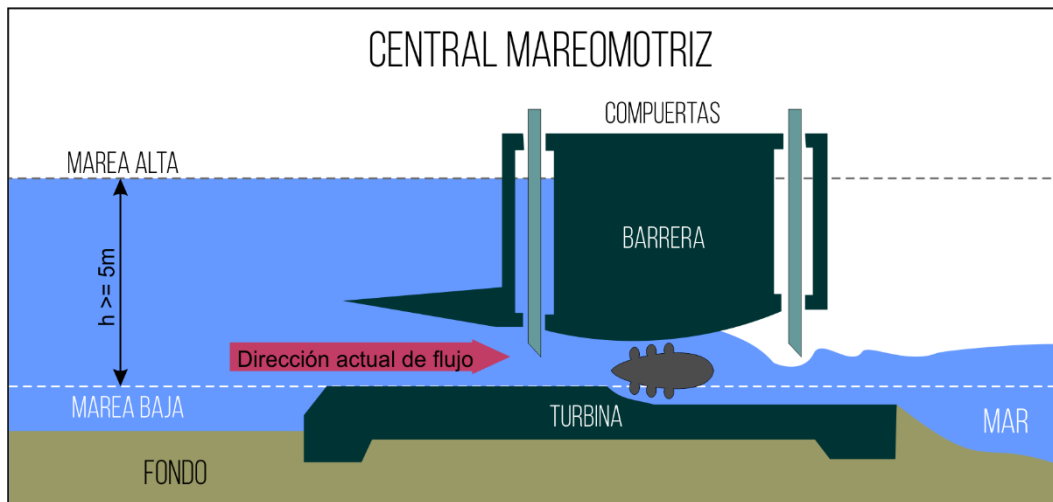


Fuente: Elaboración propia.

#### 5.2.4. Energía Mareomotriz

Esta energía se genera a partir del incremento y decremento del nivel del nivel del mar a causa de las mareas, la energía potencial acumulada se retiene en masas de agua dentro de represas, toda esta agua luego se libera hacia el mar cuando la marea baja. El flujo producido al salir o entrar el agua es utilizado para mover turbinas que convierten la energía cinética en eléctrica a través de generadores eléctricos. Se considera que la variación de la marea debe ser de al menos 5 metros para que la planta sea viable además de una distribución física natural específica. En la Figura 05 se observa la representación de una represa mareomotriz en su etapa de vaciado, actualmente se emplea sistemas más eficientes en los que se aprovecha la energía de movimiento de masas de agua tanto en el llenado como en el vaciado de la represa.

**Figura N° 05: Funcionamiento de central mareomotriz**

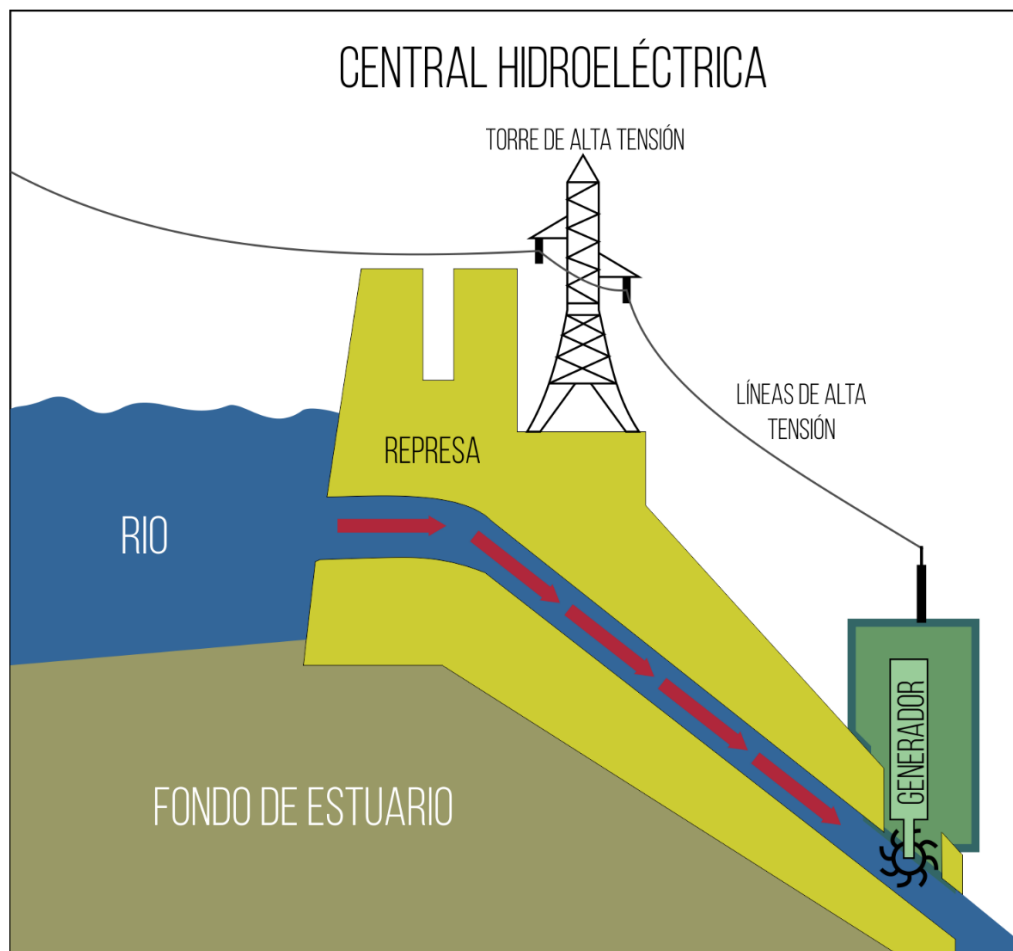


Fuente: Elaboración Propia.

### 5.2.5. Energía Hidráulica

Se denomina energía hidráulica a aquella generada por los movimientos de masas de agua que se desplazan de una altura determinada, este movimiento cinético se puede utilizar de muchas maneras, una de ellas es para impulsar las turbinas de generadores eléctricos. Esta energía es directamente provocada por el sol y la incidencia que tiene el mismo en el ciclo hidrológico. Las represas hidroeléctricas (Figura 06) son las que se valen de esta energía para producir energía eléctrica, se ubican en afluentes de ríos en los que mediante una construcción física llamada represa retienen el paso del agua para canalizarlo ordenada y controladamente a través de vías en las que se encuentran palas conectadas a generadores, la energía producida posteriormente se procesa para su distribución y consumo.

**Figura N° 06: Esquema de Central Hidroeléctrica**



Fuente: Elaboración propia.

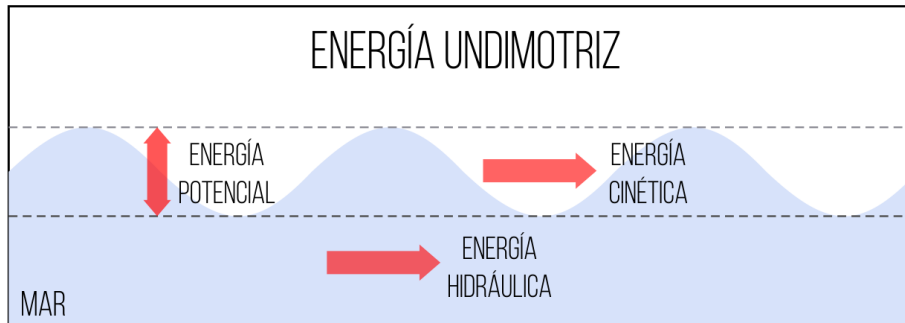
### 5.2.6. Energía Undimotriz

El término undimotriz se origina en la palabra onda y se aplica tanto a las ondas marinas en las zonas medianamente cercanas y alejadas de la costa (*middle y off shore*) como a la extinción de la onda o sea la ola en la franja costera (*on shore*). (Pelissero, 2011).

También conocida como energía olamotriz, es la energía producida por las ondas de agua en los océanos, estas pueden tener distintos desencadenantes tales como el viento, terremotos, el sol, la luna. La particularidad de las ondas es que pueden

recorrer largas distancias sin reducir su potencia. Existen tres tipos de energías presentes en una onda marina (Figura 07):

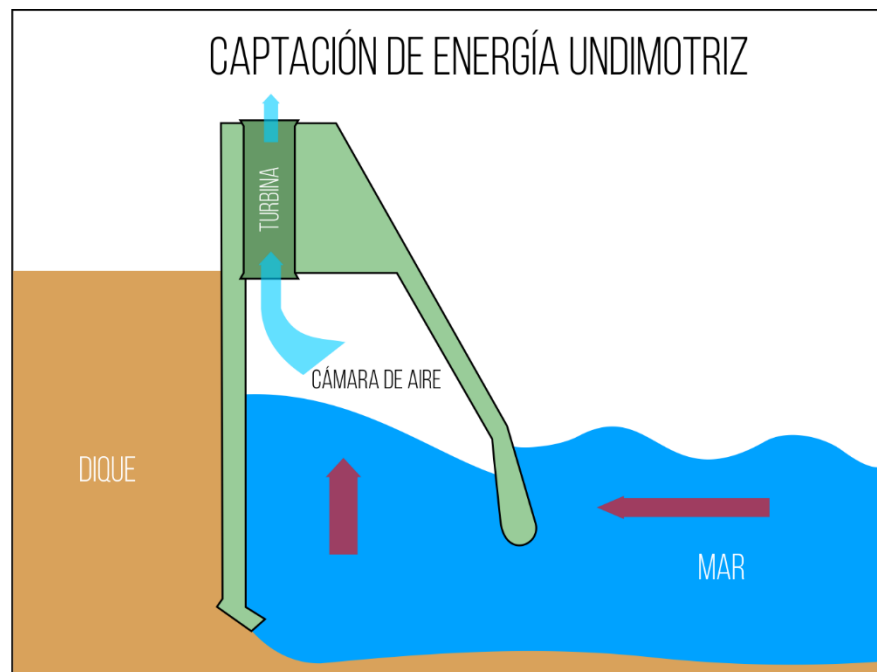
**Figura N° 07: Energías presentes en una onda marina.**



Fuente: Elaboración Propia.

- La energía potencial que viene dada por la altura de la onda.
- La energía cinética que se encuentra en la velocidad con la que la onda se mueve.
- La energía hidráulica que se presenta en la masa de agua en movimiento.

Dependiendo de cuál de estas tres fuentes de energía se desea aprovechar varía el diseño o forma de extracción de la misma, tales como boyas que transmiten el movimiento ascendente y descendente de la superficie del agua hacia un generador vertical de corriente eléctrica, o presurización de aire en cámaras al final del recorrido de las ondas (Figura 08), también generadores sumergidos de apariencia similar a los generadores eólicos de eje horizontal en los que la corriente de agua produce el efecto que haría una corriente de aire en su similar eólico, entre otras.

**Figura N° 08: Esquema de central undimotriz**

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario también resaltar que se considera que la energía undimotriz es constante y predecible.

### 5.2.7. Baterías de litio

El Litio al ser el metal más liviano, con un potencial estándar de reducción de  $-3.040\text{V}$ ; tiene el mayor potencial electroquímico produciendo una capacidad energética teórica de  $3860\text{ Ah/Kg}$ . Por el valor tan negativo de su potencial de reducción, le proporciona una inestabilidad termodinámica en disolventes protónicos, como el agua, o, en ambientes con aire húmedo, que reacciona muy fácilmente, limitando el uso o construcción de baterías de litio en electrolitos no acuosos. En 1991, la empresa Sony comercializó la primera batería ion-Li. Actualmente, son las baterías de mayor crecimiento en el mercado y se fabrican en diferentes modelos y tamaños; conocidas son las baterías Tipo Botón principalmente para relojes, juguetes, teléfonos celulares y las computadoras portátiles, que son rectangulares. (Hemel, 2011).

Estas baterías sin embargo representan un impacto ambiental en su fabricación debido a que algunos de los componentes de los que está hecha (como el cobalto y el grafito), para su extracción de la naturaleza significan problemas de contaminación.

### **5.2.8. Contaminación ambiental**

Se entiende por contaminación la presencia en el aire, agua o suelo de sustancias o formas de energía no deseables en concentraciones tales que puedan afectar al confort, salud y bienestar de las personas, y al uso y disfrute de lo que ha sido contaminado. Esto es, un medio o vector ambiental (aire, agua o suelo) estará contaminado si tiene algo (sustancias materiales, energía en forma de ruido, calor...) que provoca efectos negativos en él. Si ese algo no provoca efectos negativos, no se dirá que el medio está contaminado y, por supuesto, ese algo no será nunca un contaminante. (Encinas, 2011).

De esta manera también se puede hablar de contaminación ambiental cuando nos referimos a estructuras artificiales no provenientes de la naturaleza directa sino que han tenido intervención externa como la mano del hombre, siempre y cuando dichas estructuras cumplan las características de ser un contaminante.

La contaminación en el medio ambiente se presenta en 3 ámbitos específicos que son el aire, el agua y la tierra o suelo. Entre estos tres puntos existe una relación directa en la que los contaminantes pueden moverse entre medio y medio con relativa facilidad, esto complica la erradicación de los mismos.



Los gases de efecto invernadero hacen posible la vida en el planeta tierra ya que mantienen el ambiente a una temperatura determinada y equilibrada. El desbalance de este equilibrio se traduce en un incremento o disminución en la temperatura de la tierra. La quema de combustibles fósiles entre otros, emite gases de efecto invernadero, de esta manera la concentración y cantidad de estos gases en la atmósfera incrementa, lo cual se refleja en un incremento de la temperatura media del planeta entre otros fenómenos.

#### **5.2.10. Recursos renovables**

Son los bienes de la naturaleza que al utilizarlos adecuadamente pueden ser renovados y utilizados nuevamente sin agotar su existencia; usualmente son organismos vivos que crecen y se renuevan. Entre los recursos naturales renovables podemos encontrar a las plantas y animales. También se consideran dentro de este grupo al agua y al suelo; aunque existe una discusión sobre si incluirlos o no en esta categoría, debido a que el suelo cuando es destruido y se hace algo por renovarlo, su renovación lleva más tiempo que el tiempo de una generación humana, por lo tanto, no es renovable en el tiempo que una persona promedio puede vivir. La renovación del agua está en función del clima, y con el cambio climático que está sufriendo la tierra se dificulta cada vez más tener un manejo apropiado sobre las corrientes y depósitos naturales de agua dulce. (Paiz, 2007)

Los recursos renovables pueden también agotarse cuando se hace un mal uso de ellos convirtiéndose en recursos no renovables, esto puede deberse a una explotación excesiva del recurso o a no cuidarlo de manera tal que el recurso subsista. Un claro ejemplo de esto es la numerosa desaparición de especies de animales y plantas a lo largo de los años alrededor del mundo, tanto por falta de planificación para una

subsistencia adecuada como a la ausencia de conciencia ambiental para la preservación de especies y recursos.

#### **5.2.11. Recursos no renovables**

Los recursos no renovables son: minerales, metales, petróleo, gas natural y depósitos de agua subterráneos. Es decir, aquellos bienes de la naturaleza que al utilizarlos el ser humano, se agotan paulatinamente. Hasta hace poco tiempo se pensaba que había tantos minerales, metales, petróleos y gas, que era francamente imposible terminar con ellos. Actualmente los diferentes estudios e inventarios realizados reportan que la baja de estos recursos es alta, algunos de ellos en franco riesgo de desaparecer. (Paiz, 2007).

El uso de estos recursos significa un impacto al ambiente, tanto por su desaparición o ausencia como del uso que se le preste, este es el caso de los combustibles fósiles, que al ser quemados para obtener energía, emiten gases de efecto invernadero y ello proyecta progresivamente el calentamiento global.

## **6. MARCO METODOLÓGICO**

### **6.1. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación es exploratorio debido a que no se ha aplicado antes el metamorfismo del uso de las energías renovables.

### **6.2. Diseño de Investigación**

Es una Investigación experimental ya que se probará en qué grado se puede adaptar las energías renovables para reducir el impacto ambiental del consumo energético de la red.

### 6.3. Método

Se calcularán los requerimientos aproximados de energía para recarga de dispositivos móviles en el campus universitario de la UCSM mediante entrevistas y encuesta, de esta manera se podrá medir el impacto ambiental aproximado actual y la proyección a suplir de la capacidad del diseño.

Posteriormente se analizarán los requerimientos más usuales de carga para determinar la distribución de puertos de energía en el diseño. Se determinará el modo de obtención de energía renovable más adecuada para el propósito del diseño. Además se analizará la mejor forma de adecuar estas tecnologías para emplearlas eficientemente.

Se presentaran diseños modulares y estos se dividirán en dos, el módulo captador de energía y el módulo expendedor de energía.

En cada uno de estos módulos se presentarán los requerimientos específicos tanto de materiales como de tecnología y de los costos que implican. Se calculará el potencial energético de los mencionados módulos y así establecer la reducción de impacto ambiental que significa cada uno de ellos.

### 6.4. Población y Muestra

**6.4.1. Población:** Estudiantes de la UCSM que posean dispositivos móviles.

**6.4.2. Muestra:** El muestreo será probabilístico.

$$N = 15000$$

$$p = 0.5$$

$$Z = 90\% = 1.67$$

$$e = 5\%$$

$$n = 164$$

### **6.5. Técnicas e Instrumentos e Recolección de Datos**

Se usará la técnica de la entrevista y el instrumento del cuestionario (EVP) encuesta de valores promedio. También análisis documental, ya que se utilizará registros de libros para los aspectos necesarios.

### **6.6. Técnicas e Procesamiento y Análisis de Datos**

Se recolectarán los datos requeridos para el cálculo de las variables y se promediarán los valores obtenidos de tal manera de poder elaborar una tabla que sintetice los valores medios a usarse.



## CAPÍTULO II: NECESIDADES ENERGÉTICAS

### 1. Determinar el requerimiento de energía.

Es necesario primero determinar la amplitud de la demanda energética que requieren los dispositivos móviles para su carga completa. Para ello se realizará un cuestionario (Anexo 01) con el cual se pueda obtener la información del promedio de tiempo de carga, los dispositivos que más se carguen, la frecuencia con la cual se cargan.

### Resultados

**Tabla N° 1 Tabla de Resultados**

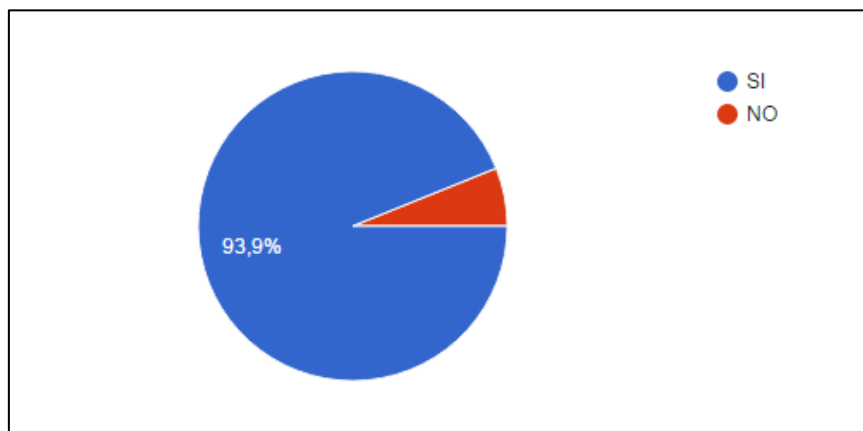
N°	Respuestas			
1	SI (93.9%)	NO (6.1%)		
2*	Casa (92.7%)	Universidad (26.2%)	Trabajo (3%)	Otro (1.2%)
3*	Celular (100%)	Laptop (15.2%)	Tablet (4.3%)	Otro (0%)
4	1 vez (67.5%)	2 veces (19.6%)	3 veces (9.2%)	Más veces (3.7%)
5*	Aula (69.9%)	Cafetería (33.7%)	Baños (2.5%)	Otro (8.6%)
7	SI (96.3%)	NO (3.7%)		
8	SI (92.1%)	NO (7.9%)		
9	SI (94.5%)	NO (1.8%)	Me es indiferente (3.7%)	

\* = Pregunta de opción múltiple.

Fuente: EVP.

A continuación se realizará un análisis más detallado de los resultados obtenidos para cada una de las preguntas del cuestionario (Anexo 01).

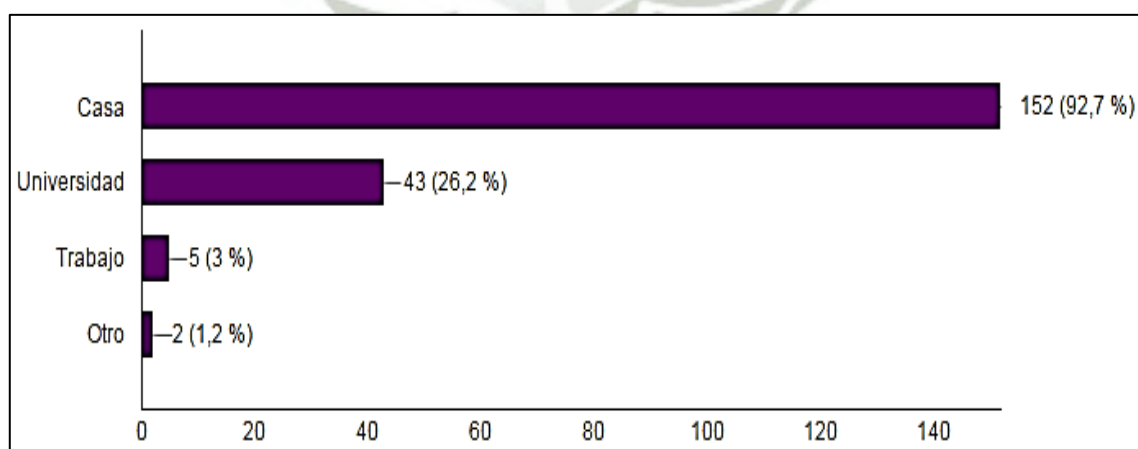
**Gráfica N° 01: Estudiantes que cuentan con dispositivos móviles dentro de la UCSM.**



Fuente: EVP.

Como se puede ver en la Gráfica N° 01 la gran parte de los estudiantes (93,9%) de la UCSM poseen al menos 1 dispositivo móvil dentro de la universidad. Este porcentaje apunta a incrementarse en los próximos años, dado directamente por la necesidad de tener una comunicación más constante entre las personas por medio de sus dispositivos móviles, el avance de la tecnología y la reducción de costos para su adquisición.

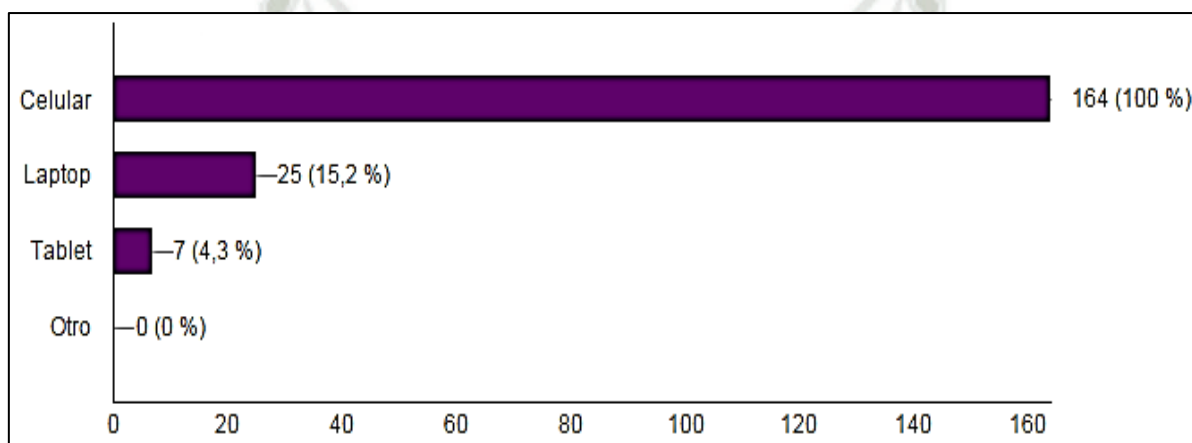
**Gráfica N° 02: Lugares donde los estudiantes de la UCSM suelen cargar la batería de sus dispositivos móviles.**



Fuente: EVP.

En la Gráfica N° 02 se observa que la mayoría (92,7%) de estudiantes prefieren cargar sus dispositivos móviles en casa, sin embargo el 26,2% de ellos también cargan sus dispositivos en la universidad, esto representa un consumo significativo de energía eléctrica dentro del campus universitario que se refleja en un desembolso económico mayor de efectivo además del incremento de emisiones de gases contaminantes al medio ambiente.

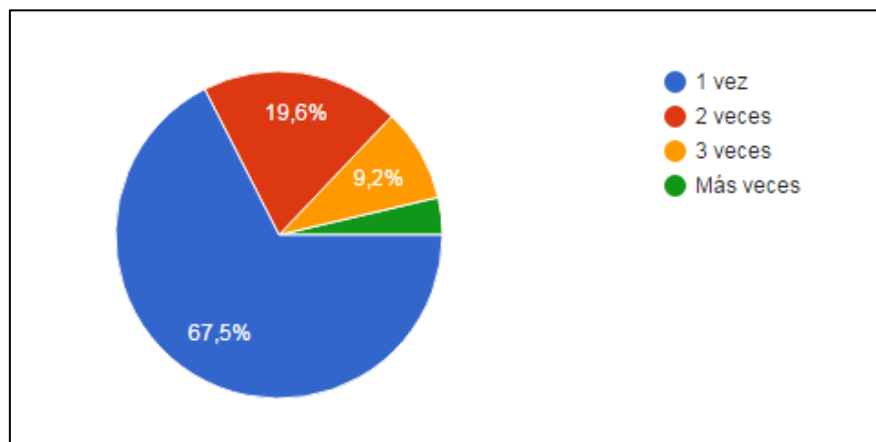
**Gráfica N° 03: Dispositivos móviles que los estudiantes de la UCSM llevan con más frecuencia.**



Fuente: EVP.

Uno de los dispositivos móviles que más se presentan en nuestro día a día son los celulares y esto se refleja claramente en la Gráfica N° 03 donde la totalidad de estudiantes señala que lleva el celular a la universidad, además también cabe señalar que el 15,2% llevan laptops al campus, que si bien no representa un porcentaje alto en cuanto a cantidad de dispositivos móviles dentro de la UCSM, representan el dispositivo con mayor consumo energético dentro de los dispositivos evaluados.

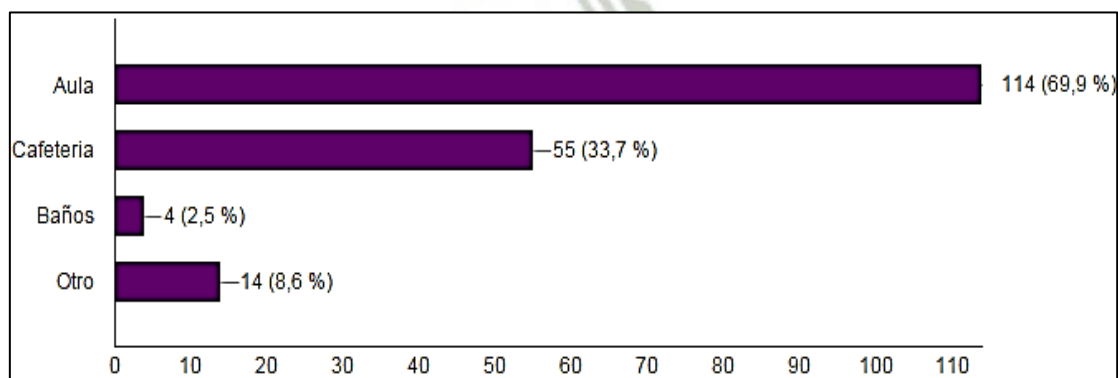
**Gráfica N° 04: Frecuencia con la que cargan al día sus dispositivos móviles los estudiantes de la UCSM dentro de la universidad.**



Fuente: EVP.

La Gráfica N° 04 deja ver que la mayoría de estudiantes solo precisa cargar sus dispositivos móviles una vez al día, también se observa que el 19,6% realiza esta acción 2 veces al día y el 9,2% de estudiantes 3 veces al día, esta información nos deja ver que el consumo energético es considerable ya que la acción de cargar un dispositivo móvil más de una vez duplica, triplica o hasta más el requerimiento energético normal que se tendría si solo se cargase una sola vez un dispositivo móvil.

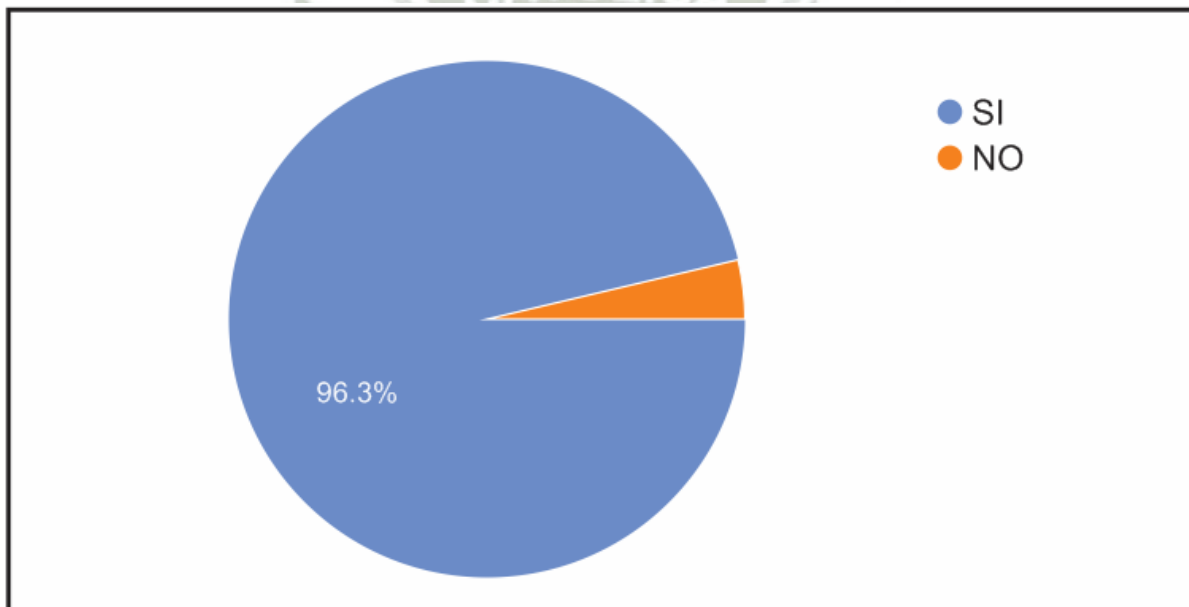
**Gráfica N° 05: Lugares dentro de la UCSM en los que los estudiantes prefieren cargar sus dispositivos móviles.**



Fuente: EVP.

Según lo que señala la Gráfica N° 05, los estudiantes de la UCSM prefieren cargar sus dispositivos móviles en el aula (69,9%) y en la cafetería de la universidad (33,7%), esta información es relevante para definir el consumo real en cada una de estas ubicaciones debido a que además del consumo energético, dado por la iluminación y el empleo de artefactos de carácter educativo entre otros, está también presente el consumo energético causado por la carga de dispositivos móviles.

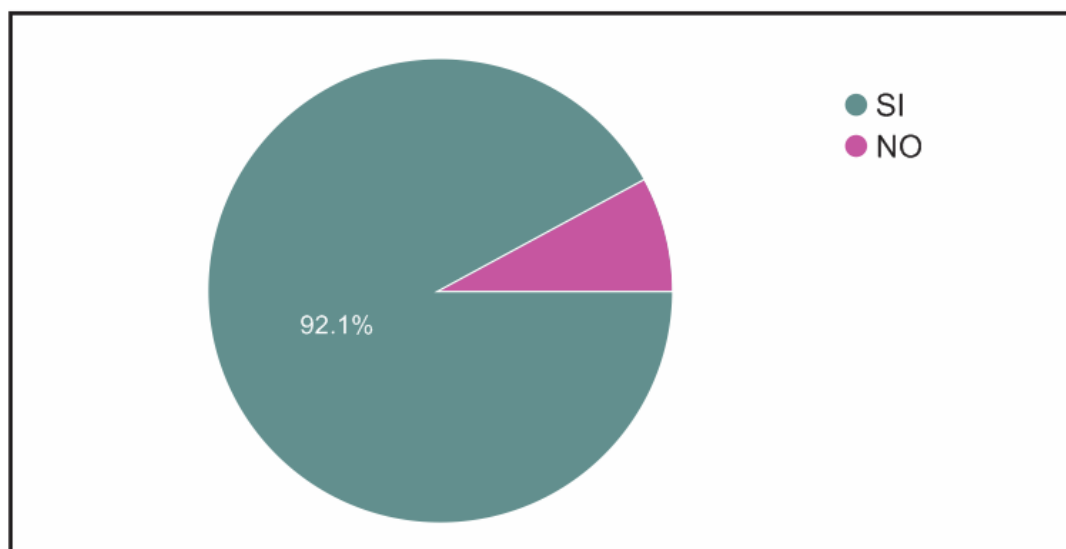
**Gráfica N° 06: Estudiantes que consideran que el uso de energía convencional produce impactos ambientales.**



Fuente: EVP.

La gran mayoría de estudiantes de la UCSM (96,3%) considera que el uso de la energía eléctrica de la red representa un impacto ambiental según la Gráfica N° 06, esto denota que el cuerpo estudiantil es consciente y está informado acerca de la contaminación que produce el conectar un dispositivo móvil a una toma de corriente convencional.

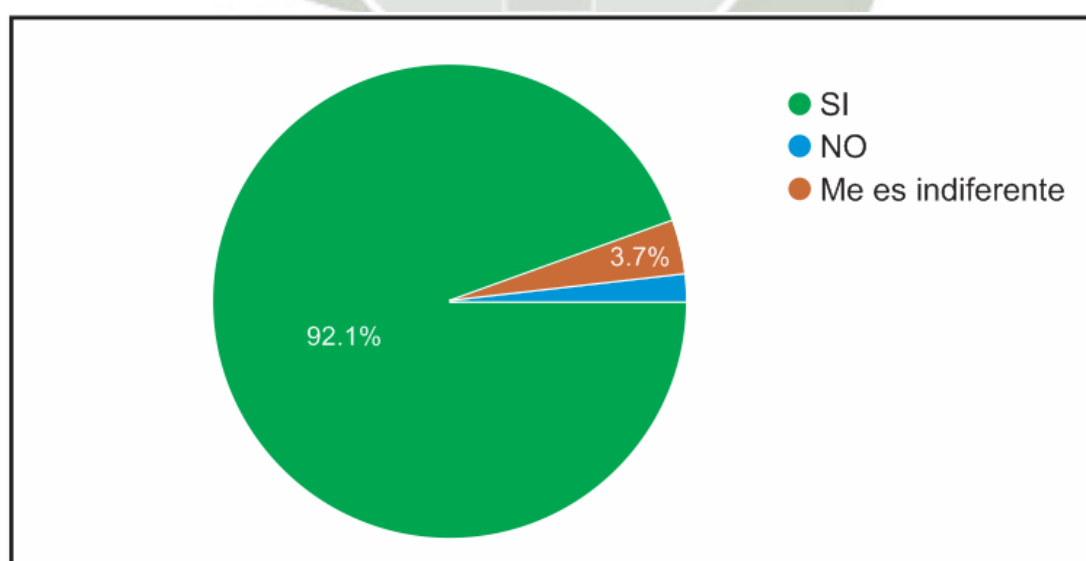
**Gráfica N° 07: Estudiantes que consideran que el uso de energías renovables reduce los impactos ambientales.**



Fuente: EVP.

De acuerdo a lo que señala la Gráfica N° 07 el 92,1% de los estudiantes encuestados si considera que al usar energías renovables se reduce la contaminación emitida y por ende el impacto ambiental producido es menor.

**Gráfica N° 08: Estudiantes que utilizarían energías renovables para cargar sus dispositivos móviles si está disponible.**



Fuente: EVP.

En la Gráfica N° 08 se observa que las energías renovables tienen buena aceptación en los estudiantes de las UCSM, estando el 92,1% de acuerdo en que usaría energías renovables para cargar sus dispositivos móviles si esta está disponible.

### 1.1. Cálculo de la demanda energética:

Para el cálculo de del requerimiento energético se empleará el promedio de tiempo de carga de una hora y media debido a que el promedio de carga completa de un dispositivo móvil en promedio es de dos a tres horas, siendo lo recomendable un tiempo inferior a dos horas para no afectar la vida útil de la batería. Este tiempo de carga se aplica tanto a los celulares, tablets y a laptops, este último con un tiempo mayor por lo que de una hora para celulares y tablets, el promedio se convierte en una hora y media para los tres dispositivos.

Además para el consumo en kW se tomará el promedio ponderado de consumo de dispositivos móviles entre celulares, tablets y laptops, con el fin de estandarizar una unidad de medida debido a que la variación de consumo entre dispositivo y dispositivo es significativa, éste se especifica en la Tabla N° 2:

**Tabla N° 2: Promedio de consumo en kW de dispositivos móviles.**

Dispositivo	Consumo kW	Porcentaje	Total kW
Celular	0.0075	83.6%	0.00627
Laptop	0.103	12.8%	0.013184
Tablet	0.01	3.6%	0.00036
Total		100%	0.019814

Fuente: Elaboración Propia

Con el promedio ponderado del consumo en kW de los dispositivos móviles se determinará a continuación el total del requerimiento promedio de energía demandada dentro de la universidad para la carga de dispositivos móviles empleándose como número total de estudiantes en promedio de 15000 como se aprecia en la Tabla N° 3 y un promedio de tiempo de carga de 2 horas que corresponde a cargar una batería promedio.

**Tabla N° 3: Demanda de energía en kWh por dispositivos móviles dentro de la UCSM al día.**

Consumo Prom. kW	Horas Prom.	Porcentaje de Cargas diarias (PCD)				Promedio PCD	N	% Estudiantes con dispositivos móviles	% Estudiantes que cargan sus dispositivos dentro de la UCSM	Total
		1	2	3	4					
0.019814	2	67.5%	19.6%	9.2%	3.7%	1.491	15000	93.9%	21.29%	177.18 kWh

Fuente: Elaboración Propia

Entonces concluimos que la demanda energética total para recargar dispositivos móviles dentro de la Universidad Católica de Santa María es de 177.18 kWh por día.

**Tabla N° 4: Demanda y costo mensual de energía en kW por dispositivos móviles dentro de la UCSM.**

Consumo kWh/día	Días trabajados al mes	Consumo mensual kWh	Costo por kW	Costo mensual
177.18	24	4252.32	S/. 0.185*	S/. 786.68

\* Promedio de costo por kW de horas pico y horas normales (Anexo 02)

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 4 se puede observar que el coste mensual de la energía demandada al mes sólo por dispositivos móviles asciende a S/. 786.68, el mismo que proyectado a cifras anuales representa una significativa suma de dinero que la UCSM

desembolsa, además esta demanda no ha de ser continua debido al crecimiento tecnológico acelerado que se presenta hoy en día, en otras palabras la demanda energética incrementará.



### CAPÍTULO III: ESTABLECER EL TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE A USAR.

Debido a la posición geográfica de la ciudad de Arequipa, a los recursos alternativos viables y cercanos a la UCSM se proponen dos posibles fuentes de energía renovable a usarse, estas son: La energía Solar Fotovoltaica y la energía Eólica. A continuación se realizará un análisis para determinar cuál de ellas tiene una menor variabilidad a lo largo del año y una mejor adaptabilidad al espacio geográfico de trabajo.

#### 1. Variabilidad de la incidencia solar.

En la Tabla N° 5 aparece la radiación solar diaria promedio que incide en la ciudad de Arequipa, en los primeros meses se pronuncia más pero la presencia de nubosidad reduce la percepción de radiación solar en la ciudad.

**Tabla N° 5: Radiación solar diaria – horizontal en kWh/m<sup>2</sup>/d en la ciudad de Arequipa**

Mes	Radiación solar diaria – horizontal kWh/m <sup>2</sup> /d
Enero	6.57
Febrero	6.32
Marzo	6.12
Abril	5.53
Mayo	4.89
Junio	4.49
Julio	4.64
Agosto	5.19
Septiembre	6.00
Octubre	6.73
Noviembre	7.08
Diciembre	7.04
<b>Promedio Anual</b>	<b>5.88</b>

Fuente: Atmospheric Science Data Center

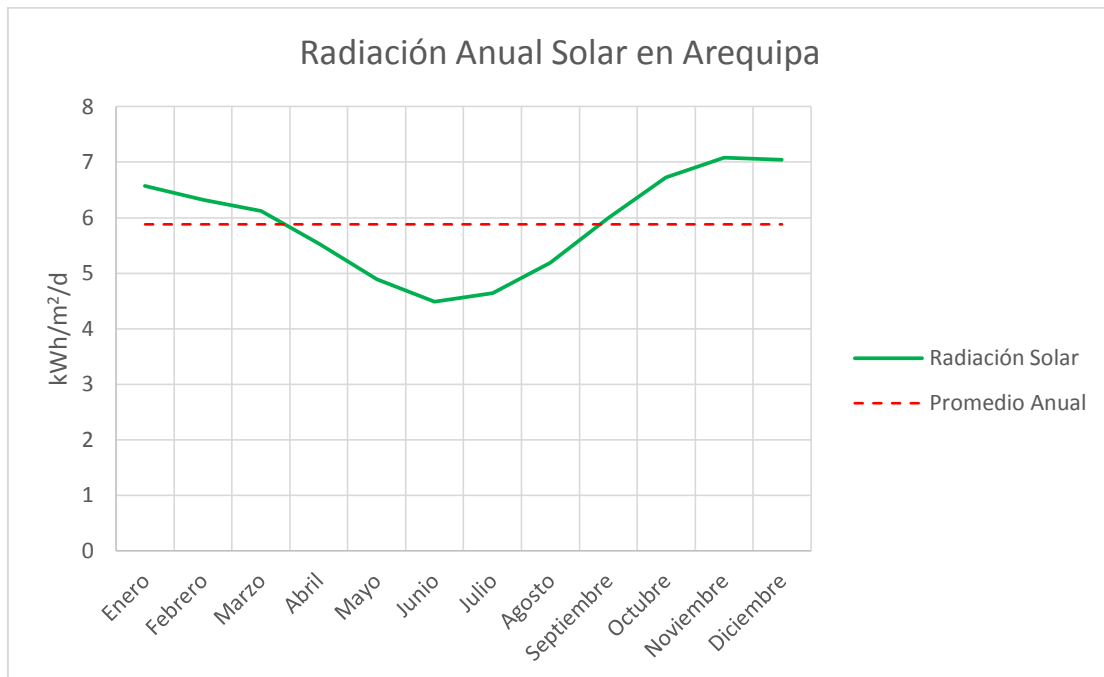
**Gráfica N° 09: Irradiación Global Horizontal.**



Fuente: Solargis.

En la Gráfica N° 09 se muestra un mapa térmico del Perú donde se puede apreciar que las regiones de Arequipa, Moquegua, Tacna y en menor grado Puno, son las que más energía solar reciben al año, esto hace propicio el uso de dicha energía en las mencionadas regiones al ser un recurso abundante y poco contaminante para suplir los actuales medios de obtención de energía.

**Grafica N° 10: Radiación Solar Anual en Arequipa**



Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar en la Gráfica N°10 que la incidencia de radiación solar en Arequipa está más presente con mayor intensidad en los meses de septiembre hasta finales de marzo, reduciendo al mínimo del año en los meses de junio y julio, pero nunca descendiendo a menos de 4 kWh/m<sup>2</sup> al día, si bien es cierto la variación presentada es ligeramente considerable, la cantidad de radiación a lo largo del año es muy significativa.

## 2. Variabilidad de la velocidad del viento

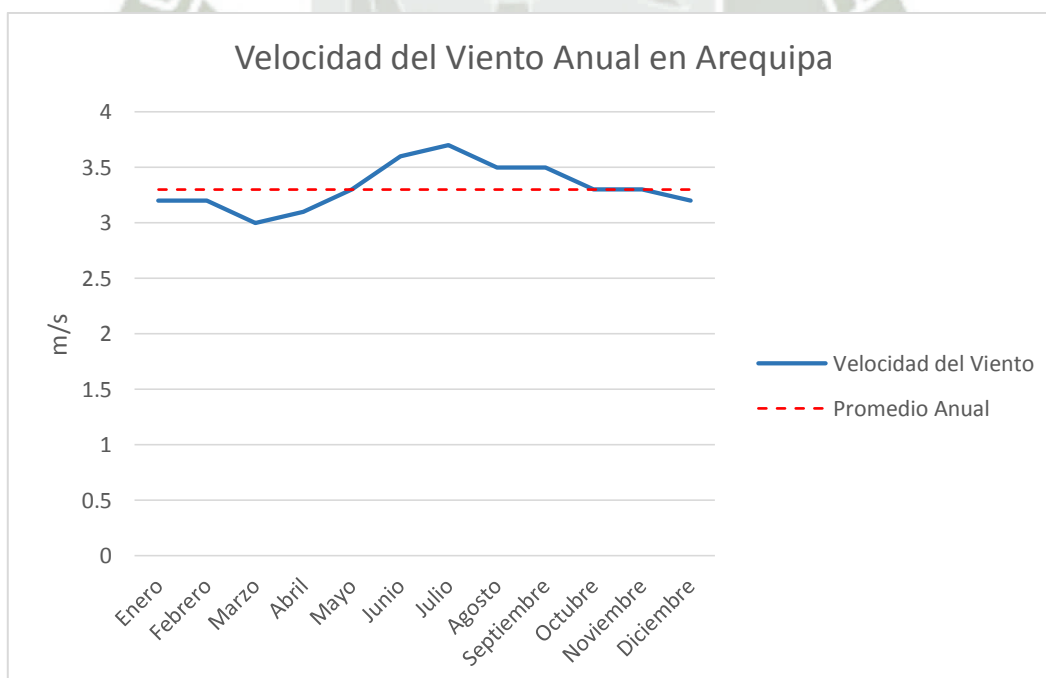
Como se observa en la Tabla N° 6 la velocidad del viento en la ciudad de Arequipa presenta poca variación, esto representaría un punto a favor del uso de esta energía, pero a la vez esta velocidad es baja, reduciendo las posibilidades de viabilidad de su uso.

**Tabla N° 6: Velocidad del viento en m/s en la ciudad de Arequipa**

Mes	Velocidad del viento m/s
Enero	3.2
Febrero	3.2
Marzo	3.0
Abril	3.1
Mayo	3.3
Junio	3.6
Julio	3.7
Agosto	3.5
Septiembre	3.5
Octubre	3.3
Noviembre	3.3
Diciembre	3.2
<b>Promedio Anual</b>	<b>3.3</b>

Fuente: Atmospheric Science Data Center

**Gráfica N° 11: Velocidad del Viento Anual en Arequipa**

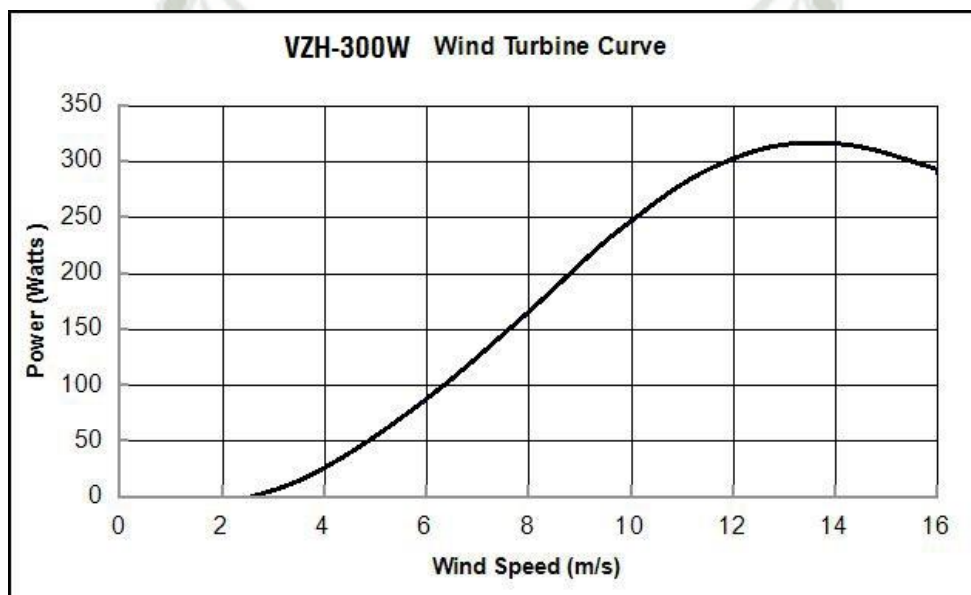


Fuente: Elaboración Propia.

En la Gráfica N° 11 se observa que la variación a lo largo del año es muy poco considerable, de hecho es casi constante salvo por los picos de bajada en marzo y de subida en junio y julio, esto presenta mayor estabilidad, pero es preciso mencionar que la velocidad del viento está por debajo de lo ideal para generadores eólicos.

A continuación se presenta la gráfica de rendimiento en watts (Gráfico N° 12) que presenta un generador de 300 w (VZH-300W) de eje vertical.

**Gráfico N° 12: Rendimiento en Watts por velocidad de viento del generador  
VZH-300W.**



Fuente: Proviento S.A.C.

En el Gráfico N° 12 se observa que para llegar al óptimo de rendimiento se necesita una velocidad de viento de aproximadamente 13.5 m/s lo cual se aleja mucho del promedio de velocidad de viento en Arequipa, y usando el promedio de 3.3 m/s solo se obtendría solo unos 10W de potencia. Esto descarta el uso de esta alternativa debido a las condiciones climáticas en la ciudad de Arequipa.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA.**

Se basará este punto en la decisión de capítulo anterior de emplear la energía solar como primer tipo de energía renovable para usar debido a las condiciones ambientales y geográficas que ofrece la ciudad de Arequipa además de las aplicaciones y mejoras en la eficiencia de la tecnología que pretendemos utilizar.

### **1. Características primarias del módulo generador de energía renovable:**

#### **1.1. Adaptabilidad modular:**

Parte del concepto fundamental que se busca es que el diseño sea modular, de tal manera que se pueda adaptar a las características del medio ambiente en el que se encuentre, de esta manera lograr una usabilidad mucho más amplia en diferentes medios geográficos. En otras palabras se busca la flexibilidad.

#### **1.2. Obtención de energía optimizada:**

Se busca emplear al máximo la capacidad de la tecnología disponible, empleando maneras alternativas de adaptación de la misma, con el objetivo de optimizar su empleo y obtener mejores resultados en la eficiencia de extracción de energía, a esto también se le puede adosar prestaciones alternativas extra que no necesariamente estén relacionadas con el fin principal.

#### **1.3. Ubicación cómoda de recursos:**

Este punto se refiere a la disposición física ergonómica, funcional que facilite y simplifique el uso de los medios de expendio de energía que ofrece el módulo para un uso más cómodo de los usuarios y que brinde flexibilidad en prestaciones.

#### 1.4. Diseño para optimizar espacios:

Se quiere contar con un diseño que sea práctico con el uso de espacios, tanto para el acceso de las personas en él como para la obtención necesaria de energía, además de su almacenamiento y procesamiento. El automatismo de funcionamiento fuera del horario solar no va a ser considerado en este caso como una característica deseable sino como un efecto secundario o remanente energético.

## 2. Elementos funcionales y elementos físicos.

### 2.1. Elementos físicos

- *Paneles Solares:* Son el inicio del ciclo de producción de energía de este sistema, convierten la energía lumínica solar en electricidad que posteriormente debe ser procesada para su uso y consumo. En el presente caso van a ser la alternativa seleccionada de obtención de energía renovable por los motivos resueltos en el capítulo anterior, por lo tanto, basándose en el concepto inicial, este medio de extracción de energía podría variarse de acuerdo a necesidad.
- *Seguidor solar:* Directamente está relacionado con la eficiencia de los paneles solares debido a que busca tener una incidencia horizontal de la luz del sol hacia los paneles solares, este incremento de producción de energía puede llegar hasta el 38%.
- *Controlador:* Se encarga de procesar la energía cruda recibida de los paneles solares y administrarlos hacia una carga y a la vez almacenarla en baterías, posteriormente también direcciona la energía de las baterías hacia la carga.
- *Inversor:* El voltaje producido por los paneles solares comercialmente suele ser de 12v DC, 24v DC, entre otros, el inversor eleva este voltaje a 220v AC o 110 AC

(entre otros voltajes requeridos) haciendo posible el uso de esta energía en aparatos convencionales de uso doméstico.

- *Tomacorrientes:* Son conectores eléctricos que en este caso se emplearán para conectar dispositivos alternativos como se conectarían a cualquier fuente de la red.
- *Cargadores:* Serán el principal recurso disponible para los usuarios e irán conectados a la fuente de tal manera de que los dispositivos puedan ser conectados directamente a estas tomas ya reguladas para este propósito.
- *Batería:* Para la estabilización de la corriente expendida se empleará una batería que almacene la energía obtenida del sol, este elemento puede ser prescindible dependiendo del rendimiento que presente el sistema y de la demanda que el o los usuarios requiera para cargar sus dispositivos móviles.

## 2.2. Elementos funcionales

- *Divisor de movimiento de orientación:* Como se mencionó en líneas anteriores, la cantidad de producción de energía va relacionada directamente con el ángulo de incidencia solar hacia los paneles, pudiendo incrementarse hasta en un 38%. Este sistema se usa en estructuras de gran tamaño, por lo que se debe idear una manera práctica de simplificar su diseño con el fin de optimizar espacios en el producto final.
- *Sujeción de elementos generadores:* El elemento generador en este caso los paneles, debe de estar sujeto a una base firme que permita su desenvolvimiento correcto, el mismo ha de variar consecuentemente al tipo de energía que se desea obtener respecto a la tecnología que se adapte.
- *Información de estado:* Para tener un control del desenvolvimiento del sistema, tanto para fines técnicos como para el usuario, es necesario tener información de ciertos parámetros específicos, de esta manera se pueden prevenir contratiempos y malfuncionamientos además del costo extra que implicaría una falla.

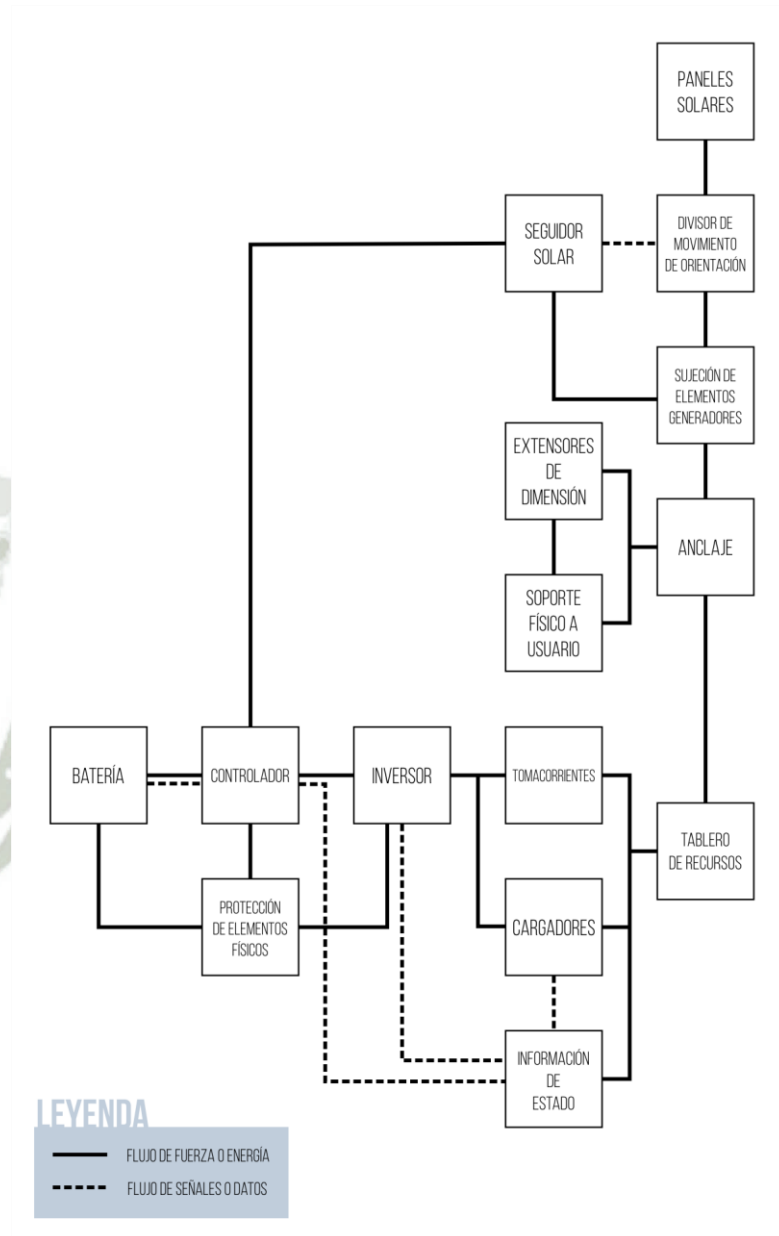
- *Extensores de dimensión:* La flexibilidad es una de las palabras clave en este proyecto, por lo que se busca un sistema estructural adaptable más allá del primer concepto que es la obtención de energía, sino proyectado también a la comodidad del usuario.
- *Anclaje:* La estabilidad del sistema y la estructura del proyecto debe adaptarse a los requerimientos físicos a los que se someta sin sacrificar la seguridad y la eficiencia del producto, por lo que es necesario incorporar un sistema de anclaje, apoyo o sujeción.
- *Soporte físico a usuario:* Además de la adaptación para la comodidad del usuario, es necesario contar con cierta independencia de recursos físicos en la estructura del proyecto sin sacrificar la comodidad del usuario, inclusive se le puede sumar un valor extra logrando que esta independencia signifique un grado más de adecuación al gusto del usuario.
- *Tablero de recursos:* Los conectores y salidas de corriente deben de situarse ordenadamente y en una ubicación conveniente para facilitar su uso, además debe de ser intuitiva.
- *Protección de elementos físicos:* Varias de las partes funcionales del sistema pueden verse afectados si se mantienen o sitúan en partes de fácil acceso para los usuarios o si están expuestos al clima, para ello se les debe aislar de estos riesgos debidamente.

### 3. Esquema del módulo.

A continuación en la Figura N° 11 se presenta un esquema en el que se muestra la interacción entre las partes funcionales y físicas del sistema que se ha planteado, es necesario recalcar que algunos elementos físicos pueden variarse en modelos en los que se busque otro medio de extracción de energía, sin embargo la esencia del

producto es la misma y el esquema estructural debe por tanto permanecer interrelacionado de la misma manera salvo raras excepciones.

**Figura N° 11: Esquema del módulo.**

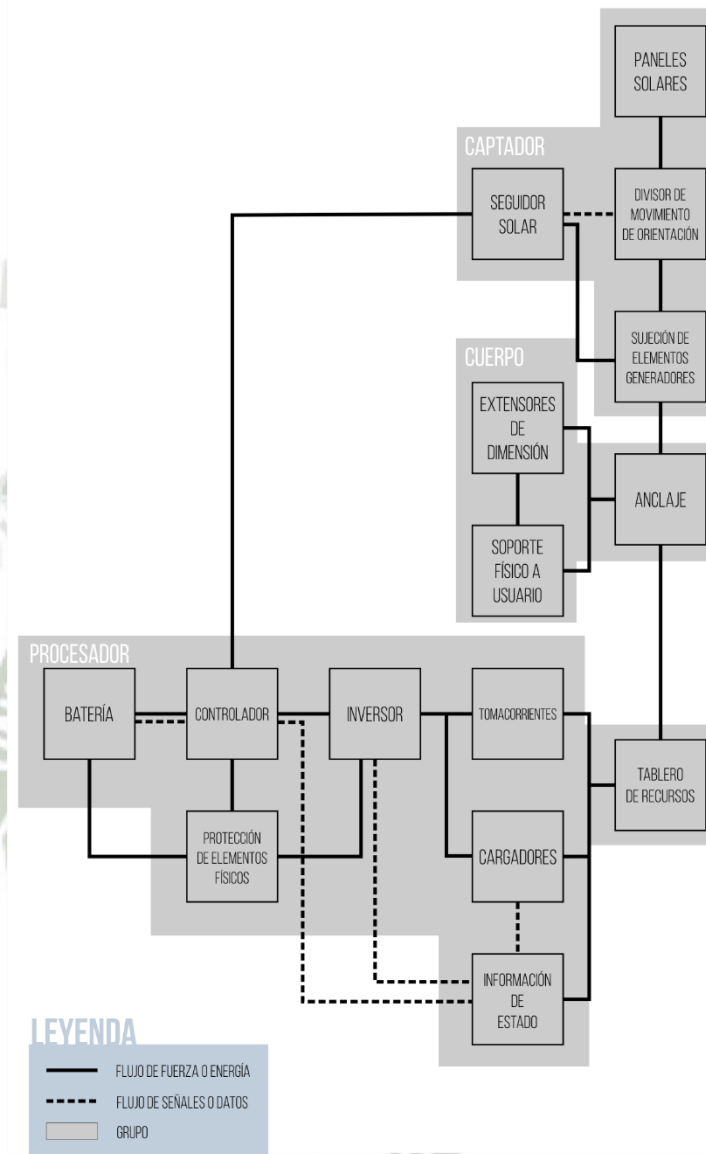


Fuente: Elaboración propia

Una vez concluido el esquema de las partes y establecidas las relaciones que hay entre ellas tanto físicas como de datos de información para su funcionamiento, se

procede a agruparlas (Figura N° 12) con el fin de simplificar el diseño y preparar la disposición geométrica aproximada del módulo generador de energía.

**Figura N° 12: Esquema del módulo agrupado.**



Fuente: Elaboración propia.

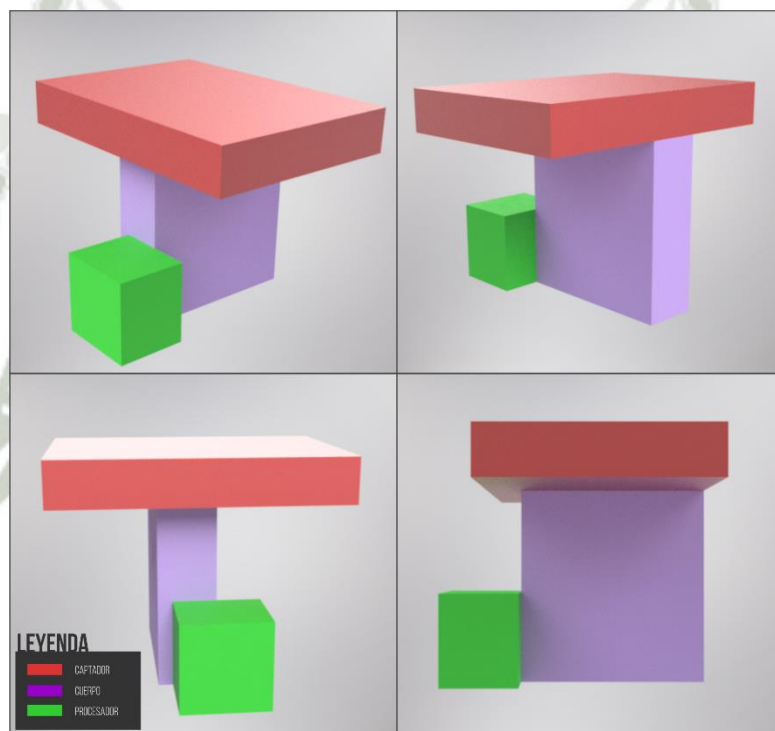
Se ha resumido el esquema en tres grupos principales de tal manera de que el agruparlos físicamente o distribuirlos en un diseño geométrico sea más llevadero de realizar en un plazo menor. La agrupación de estos elementos se ha basado

fundamentalmente en las interrelaciones que presentan dentro del sistema y de las funciones que realizan.

#### 4. Distribución geométrica aproximada

Para determinar si las locaciones físicas y relaciones establecidas entre las partes y los grupos establecidos son realmente factibles es necesario tener una distribución geométrica aproximada, no obstante cabe señalar que esta representación no necesariamente recrea la apariencia final del producto.

**Figura N° 13: Representación de distribución geométrica aproximada.**



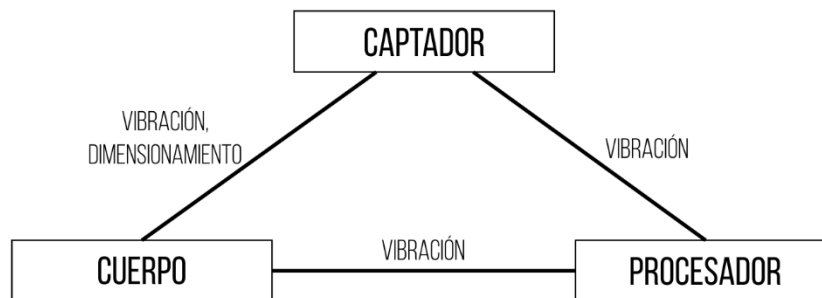
Fuente: Elaboración propia.

La Figura N° 13 muestra la disposición de las tres agrupaciones de elementos: Captador, cuerpo y procesador. Esto ayuda a determinar qué relación de tamaño van a tener cada grupo entre sí, y la factibilidad de la disposición establecida, de esta manera se puede considerar cambios en la mencionada distribución.

Se ha encontrado que el área del captador está directamente relacionada con el ancho del cuerpo y que la versatilidad de uso depende de la posición del procesador, de esta manera se incrementarían las tomas de salida si el procesador se divide hacia ambos lados del cuerpo.

Existe una relación entre las partes del sistema que no son resultado de la planeación, por lo que representan los principales puntos a tener en cuenta en el diseño. En la Figura N° 14 se aprecia mejor representado la interacción incidental que hay entre cada uno de los elementos del módulo.

**Figura N° 14: Diagrama de interacción incidental.**



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura N° 14, el principal problema es la vibración que se transmite desde el captador hacia toda la estructura, esto principalmente va a ser resultado de las corrientes de aire que incidan en el captador debido a que por su funcionamiento requiere estar posicionado en el exterior.

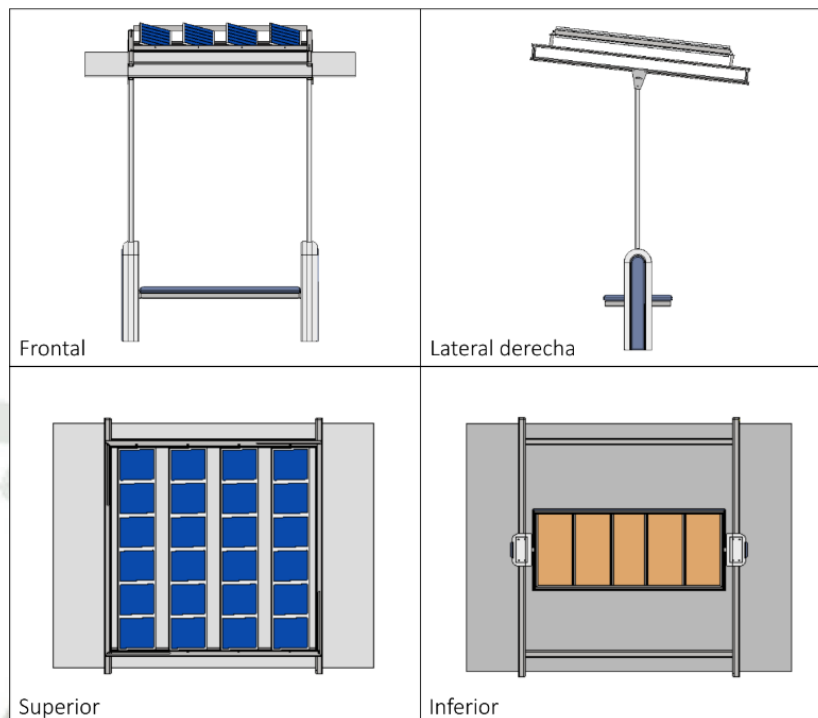
## 5. Creación del prototipo.

Con los datos previamente analizados y la distribución geométrica aproximada, junto a las características deseables establecidas, con el uso del programa de diseño industrial Autodesk Inventor 2017 se ha diseñado un prototipo no funcional ni

altamente especificado pero que servirá como referencia para el diseño final del módulo.

### 5.1. Boceto.

**Figura N° 15: Boceto del módulo.**



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°15 se puede observar un boceto simplificado de la apariencia final del módulo, este dibujo solo se ha realizado con la finalidad de definir la apariencia física, por lo tanto no considera medidas ni escalas en su elaboración.

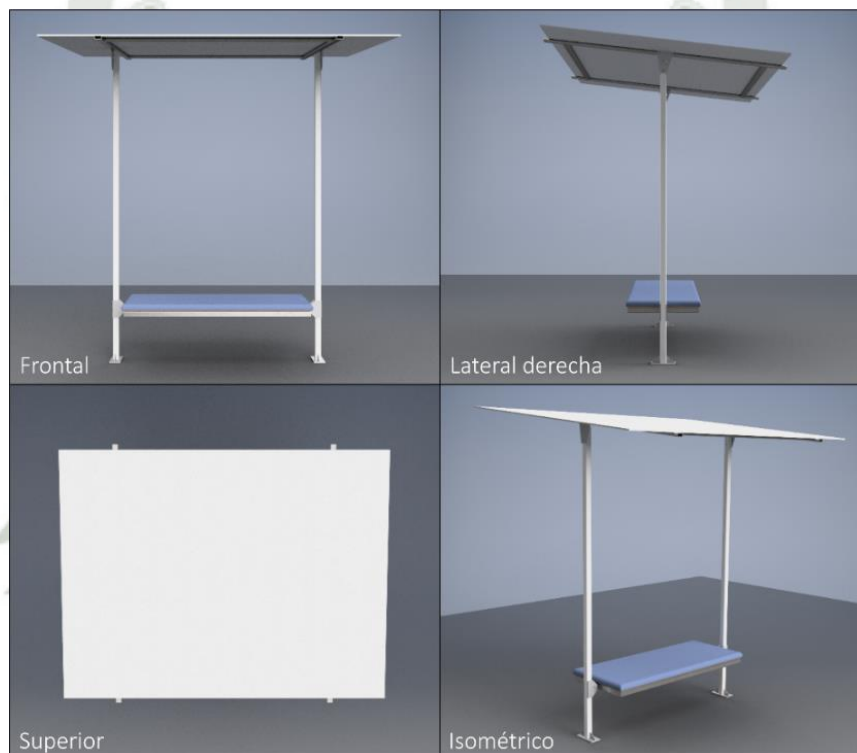
### 5.2. Diseño Industrial

A partir del boceto del módulo se elabora a detalle cada uno de los componentes establecidos previamente (ver figura N°12), los mismos son: Cuerpo, procesador y captador.

### 5.2.1. Cuerpo

Esta será la estructura física principal del módulo, debido a que sostiene todos los demás componentes. Cuenta con disposiciones física que permiten la ampliación longitudinal del módulo de acuerdo a necesidad (ver figura N°16), además con la opción de un soporte de usuarios removible (asiento) y un techo de inclinación regulable.

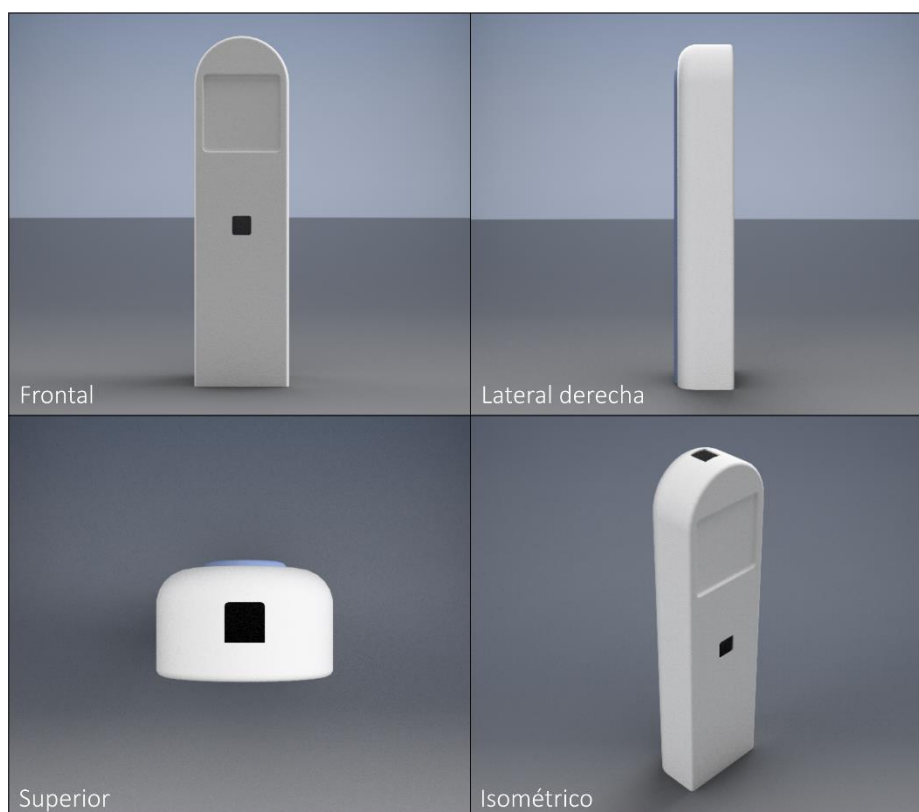
**Figura N° 16: Diseño físico del cuerpo del módulo.**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.2. Procesador

El procesador del módulo contiene la mayor parte de componentes eléctricos que se requieren, actúa como interfaz de usuario y a la vez protege todos los componentes internos. La proyección inicial es de dos unidades procesadoras por módulo, sin embargo se puede prescindir de uno de acuerdo a la necesidad energética que se establezca.

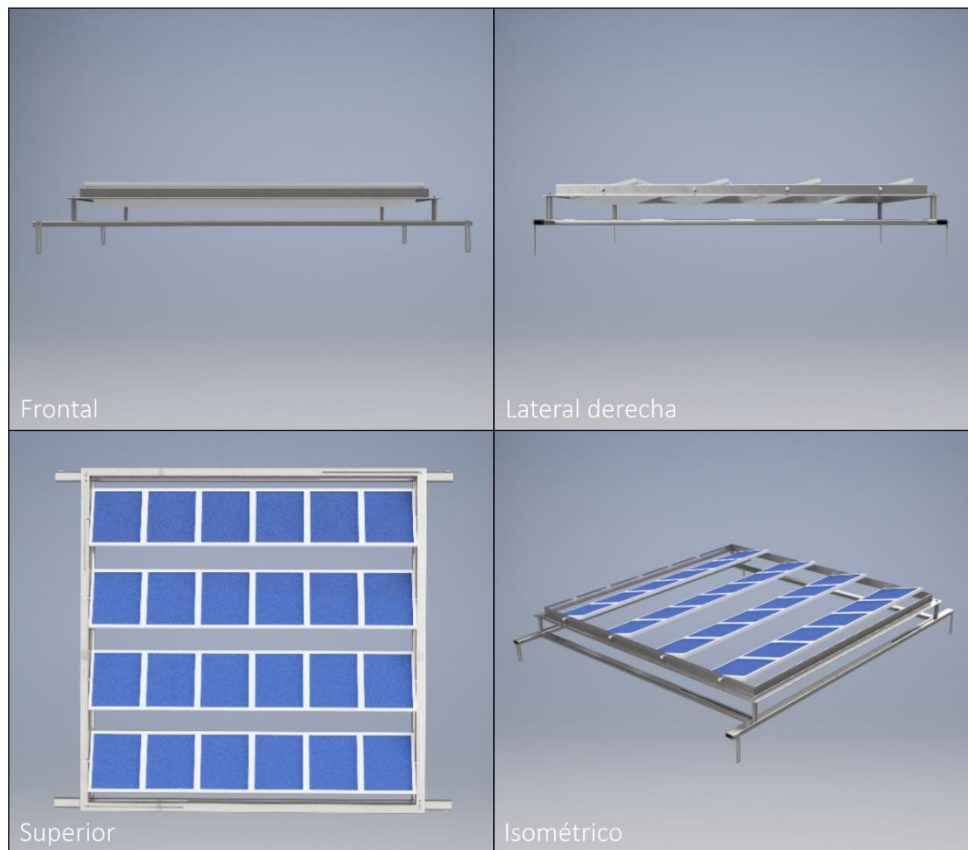
**Figura N° 17: Diseño físico del procesador del módulo.**

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario resaltar que en la figura N°17 no se ha especificado a detalle el interfaz de usuario que posee el procesador, sin embargo ya está definida su ubicación y disposición además del espacio interior que requerirán los demás componentes del procesador pudiendo variarse su disposición interna de acuerdo a necesidad.

### 5.2.3. Captador

El captador es la parte decisiva del concepto inicial del módulo, al ser un sistema agrupado independiente del resto del módulo, puede variar sus características conforme a la fuente de energía establecida. En otras palabras es adaptable a cualquier energía renovable que se desee rescatar. En este caso el captador está diseñado para la extracción de energía solar por lo que el modelo ya está definido.

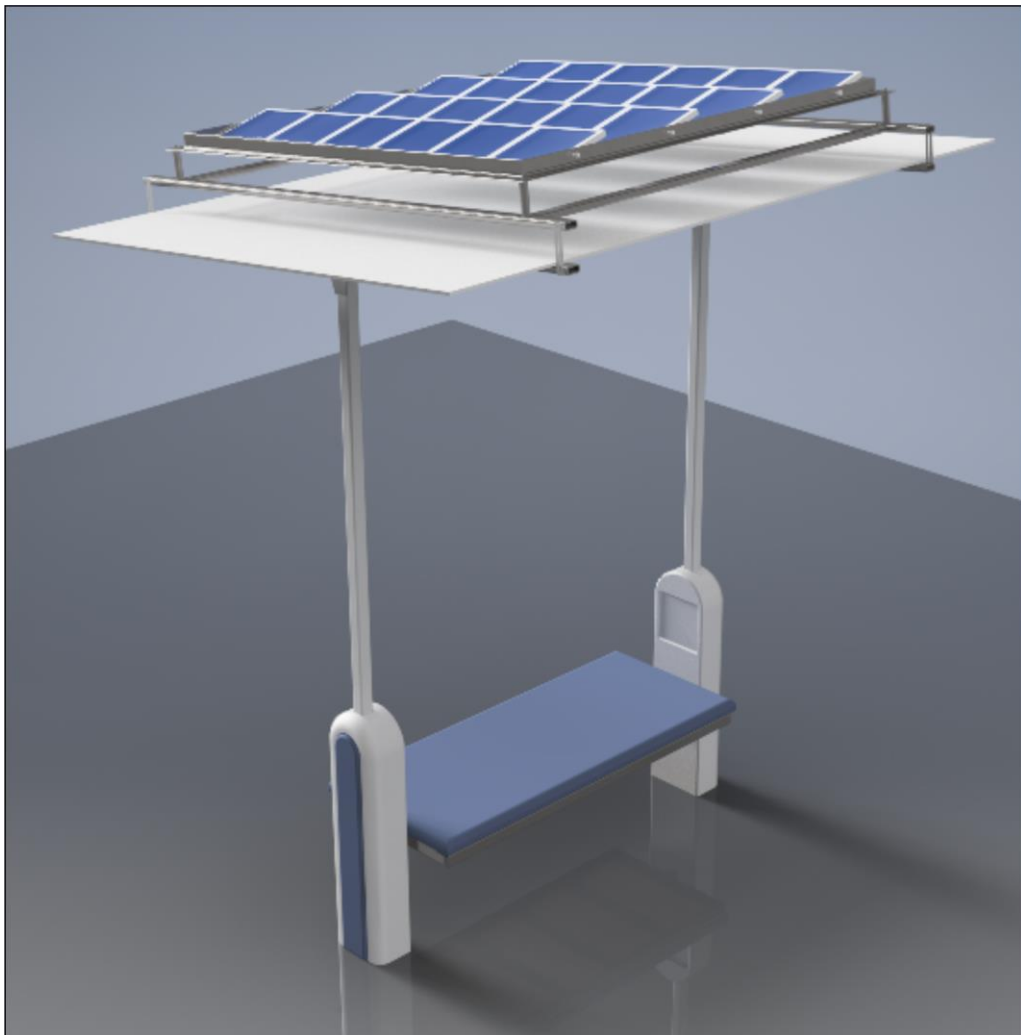
**Figura N° 18: Diseño físico del captador del módulo.**

Fuente: Elaboración propia.

El diseño del captador posee tres sistemas de regulación, el primero se encuentra dispuesto para ir sujeto con la estructura del cuerpo y su función es contrarrestar la inclinación del techo del cuerpo, con la finalidad de tener un nivel de cero grados en el captador. El segundo sistema de regulación está entre el soporte base y el soporte de los paneles solares, sirve para regular la orientación de la cara de los paneles, tiene un campo de rotación de hasta 45° grados, no es necesario ampliar más ese rango ya que de ser requerido un giro mayor, se modificaría directamente la sujeción con el cuerpo, incrementando 90°, 180° y 270° grados a los 45° disponibles, a esto se suma la capacidad de girar 90° grados la base de los paneles respecto a la base que se sujeta al cuerpo dando la capacidad de movimiento de 45° grados restantes, en su conjunto este ajuste permite una rotación de 360° grados. Finalmente el tercer ajuste

tiene que ver directamente con el sistema de captación o seguidor solar, donde los paneles solares están dispuestos sobre ejes que pueden rotar verticalmente para acomodarse perpendicularmente a la luz del sol.

Ensamblando todas las partes del módulo obtenemos finalmente la apariencia física que tendrá el módulo, se debe mencionar que en este modelo no se está considerando ni las escalas (es decir las medidas finales que se tendrá) ni la distribución de los componentes eléctricos, tampoco se ha definido con exactitud el interfaz de usuario que se vaya a utilizar en los procesadores, en cuanto a las conexiones de transferencia energética no se encuentran representados los cables o conectores eléctricos que unen las tres partes del módulo, sin embargo el espacio físico para su ubicación o disposición ha sido considerado en todo momento durante el diseño del módulo, de esta manera también se busca ampliar la flexibilidad en la construcción de este módulo. Otro aspecto a resaltar es que las dimensiones de este módulo pueden variarse a necesidad, por lo que la aproximación de tamaños entre piezas es referencial, de todas maneras se establecerá un modelo “estándar” con fines práctico, sin embargo cabe señalar que la altura proyectada para el módulo es de 2 metros desde el anclaje hasta la parte superior de los parantes del cuerpo.

**Figura N° 19: Diseño físico del módulo.**

Fuente: Elaboración propia.

El resultado final de este diseño industrial da como resultado el modelo “estándar” del módulo generador. El tamaño y disposición de componentes, a la par del estimado de dimensiones finales, hace determinar que la capacidad de potencia del modelo “estándar” ha de ser de 100 watts en el panel solar, el almacenamiento de energía aún no se ha determinado debido a que se espera reducir en lo posible el uso de baterías por su naturaleza contaminante.

### **5.3. Diseño a detalle**

Ya estructurado el diseño principal a continuación se procede a desarrollar a detalle los componentes necesarios para la construcción del módulo, de esta manera se podrá establecer los costos requeridos con mayor precisión.

#### **5.3.1. Interface de usuario**

Para que el sistema logre interactuar correctamente y pueda suplir un servicio al usuario es necesario establecer un interface de comunicación entre ellos, este diseño debe ser altamente intuitivo, a la vez de estar a prueba de fallas, errores, o mal uso. Al igual que el diseño industrial, las prestaciones de esta interface ha de variar en función a las dimensiones que a la vez determinan la potencia eléctrica máxima disponible a generar, de esta manera la flexibilidad de los recursos y su disposición nos dan opciones infinitas, por ello, para lograr un mejor análisis, se establecerá un diseño estándar de interface que vaya acorde a la potencia disponible al modelo estándar de la estructura que se determinó a una capacidad de 100 watts en el panel solar. De acuerdo a ello se distribuirá esta potencia en los recursos disponibles en el interface de usuario.

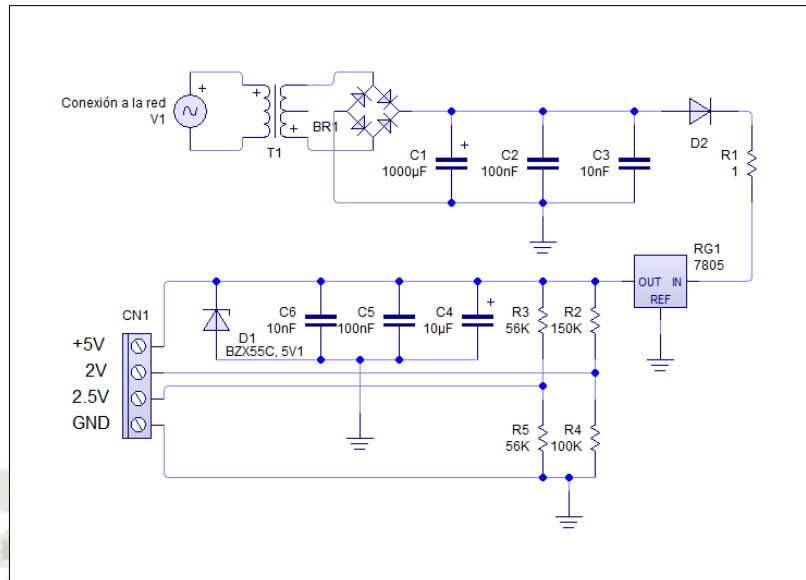
Básicamente y en palabras muy generales se resume los recursos disponibles más necesarios a: conectores USB y conectores de corriente alterna.

##### **5.3.1.1. Conectores USB de carga**

Al obtenerse la información de que la mayoría poblacional de dispositivos móviles son celulares (ver Gráfica N°3) se deduce que la prioridad de disponibilidad de este recurso debe ser precisamente salida para carga de celulares. Convenientemente en los últimos años se ha estandarizado las interfaces de conexiones celulares. Las especificaciones estándar de salida de los cargadores de celulares son las siguientes:

5 V,  $\geq 550$  mA. El circuito de un cargador de celular difiere entre algunos modelos, pero la estructura es similar.

**Figura N° 20: Diseño del circuito de un cargador de celular.**

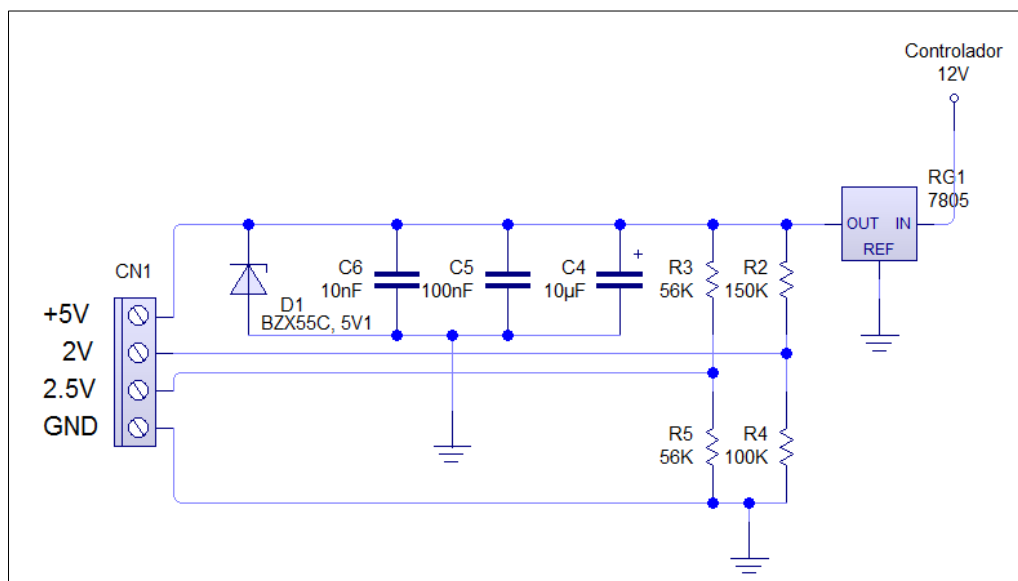


Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 20 se observa el circuito básico de un cargador de celular, en el que básicamente se utiliza un transformador que reduce los 220v AC de la red a 9v AC que posteriormente se rectifican y filtran a través de un puente de diodos y un condensador. Este voltaje reducido a aproximadamente 10v DC se reduce con un regulador de voltaje a 5v DC, que pasa finalmente a alimentar los terminales del cargador, previamente atraviesa por resistencias divisoras de voltaje que hacen que llegue el voltaje requerido en las terminales del cargador.

El voltaje del módulo es de 12v DC después de haber pasado por el controlador, por lo tanto la primera parte del circuito presentado en la figura N° 20 ya no es necesaria, reduciendo el costo e incrementando el factor de eficiencia para las salidas del módulo.

**Figura N° 21: Diseño del circuito de un cargador de celular o Tablet con entrada de 12 voltios DC.**



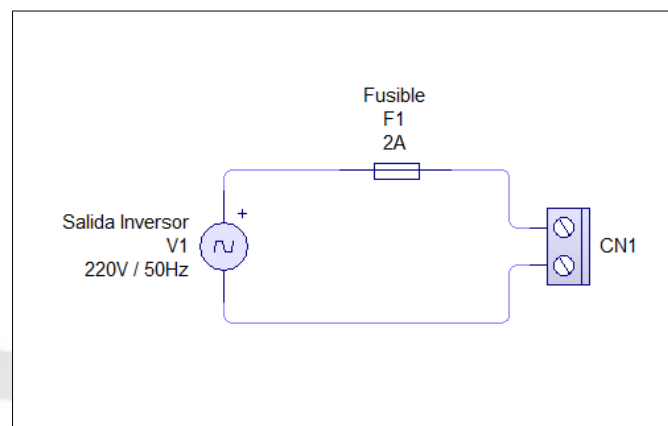
Fuente: Elaboración propia.

Dado que el regulador LM7805 está en serie con el circuito resultante, la capacidad máxima de corriente que podrá suplir el cargador sin sufrir daño es de máximo 2.2 A (ver Anexo 03). Sin embargo se puede usar fusibles para proteger los reguladores en caso se vean sometidos a corrientes mayores.

### 5.3.1.2. Conectores de corriente alterna

El voltaje suministrado por el controlador es de 12v DC, para poder establecer una salida de corriente alterna a 220v es necesario emplear un inversor. El circuito de funcionamiento es un poco más complejo que el del cargador, además de los costos de fabricación que implicaría, es por ello que se ha determinado comprar uno de fábrica. Por lo que quedaría agregar un sistema de protección en caso de corto como un fusible de 2 A que estaría por encima de la corriente que usa una laptop normalmente, y luego la terminal de conexión.

**Figura N° 22: Diseño del circuito de salida de 220v AC con fusible de protección.**



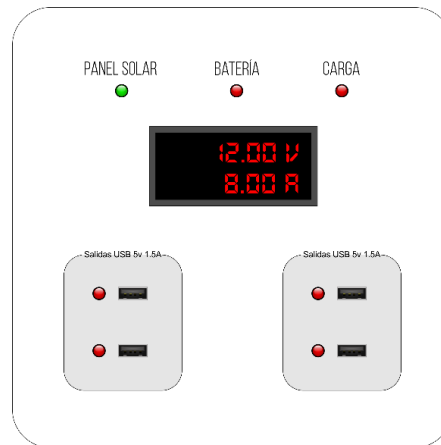
Fuente: Elaboración propia.

Para establecer el número de salidas disponibles y el tipo de las mismas, se procede a hacer el cálculo en base a la capacidad del panel solar y la eficiencia debido a las pérdidas en cables y controlador.

Capacidad disponible	100 w	
Eficiencia	70%	
Potencia disponible	70 w	<b>Unidades</b>
Celulares	7.5 w	9.3
Laptops	103 w	<b>Insuficiente</b>
Tablet	10 w	7

De acuerdo a los cálculos se determina que la potencia disponible no es suficiente para poder abastecer la demanda de carga de una laptop, en cambio para celulares y tablets si es viable, es necesario recordar que la población de dispositivos está dominada por los celulares y en último lugar se encuentran las tablets. Ambos dispositivos cuentan con la misma interface de carga, por lo que se ha optado por distribuir las salidas del modelo estándar a 8 tomas para cargar celulares y el excedente para alimentar los otros circuitos.

**Figura N° 23: Diseño de interface de usuario para modulo estándar.**



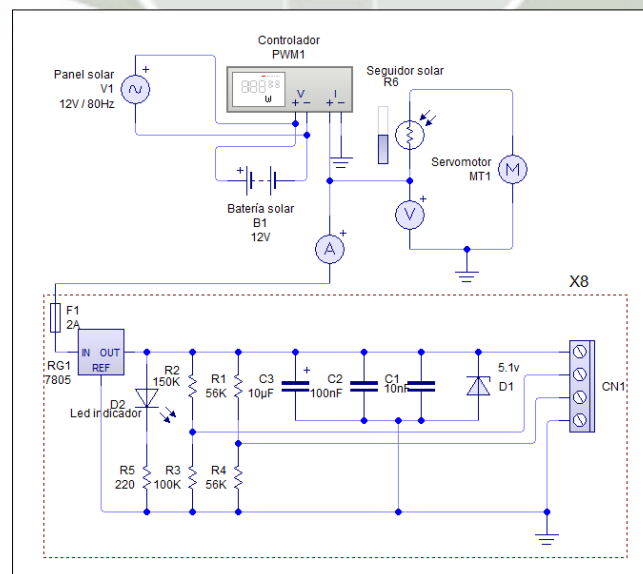
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 23 se puede observar solo 4 salidas USB en lugar de 8, esto se debe a que el módulo estándar cuenta con dos carcavas de procesador, para una mejor distribución de las tomas, se encuentran 4 toma en cada lado.

### 5.3.2. Circuito general del módulo

Una vez definido la cantidad de salidas y la interface de usuario que se va a usar, es necesario establecer un circuito general.

**Figura N° 24: Circuito general del módulo solar.**



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura N° 24 el circuito general del módulo cuenta con una parte central que está conformada por el controlador, el panel solar, la batería y el seguidor solar; en esta sección el controlador recibe la corriente y voltaje del panel solar, y carga la batería que a la vez alimenta la carga (es decir las salidas USB), también alimenta el circuito del seguidor solar y el servomotor. En la sección de salida se encuentran un voltímetro en paralelo y un amperímetro en serie a la línea principal que luego se divide a 8 tomas que conforman el regulador de voltaje para cargar celulares, este circuito se puede ver más a detalle en la figura N° 21, además se le ha agregado un led indicador en a cada uno de estos reguladores y un fusible protector de sobrecargas de 2 amperios que sería la carga máxima de cada salida, además de estar por debajo de la corriente máxima del regulador.

### 5.3.3. Cálculo de baterías para la autonomía del módulo

La alimentación del panel solar tiende a ser inestable por ligeros cambios como sombra, posición del sol, entre otros. Con el circuito general se puede aproximar el consumo del módulo, y así determinar la capacidad de las baterías. En cuanto a la autonomía, se ha determinado solo 1 día de autonomía para quedar con capacidad sobrante ya que el uso del módulo como máximo va de ser de 14.5 horas al día. Las horas de luz de sol en la ciudad de Arequipa fluctúan entre 11 y 12 horas aproximadamente, por lo que para los cálculos se estimará 9 horas de luz de sol para los cálculos. La capacidad requerida de las baterías se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de baterías} = \frac{\text{demanda de energía total} * \text{días de autonomía}}{\text{profundidad de descarga} * \text{tensión del sistema}}$$

La batería que se desea usar es una batería de gel que permite una profundidad de carga de hasta 30% a 1200 ciclos que al ser un ciclo por día para nuestro sistema la vida útil de esta batería supera los 3 años, la tensión del sistema es de 12V y un día de autonomía. La demanda total de energía se va a considerar solo los reguladores y su potencia normal de 7.5W que en conjunto suman 60W, a esto se le sumará el exceso de 5W para funcionamiento del amperímetro y voltímetro, el excedente reduce la profundidad de carga y alarga la vida de la batería.

$$\text{Capacidad de baterías} = \frac{65 \text{ Wh} * 1 \text{ dia}}{30\% * 12 \text{ V}} = 18.06 \text{ Ah}$$

La capacidad necesaria de la batería es de 18.06 Ah, comercialmente el valor más cercano es de 20Ah. El excedente de energía puede servir también para alimentar un circuito con función agregada como podría ser la iluminación del módulo en la noche, sin embargo no forma parte del módulo estándar por lo que no se desarrollará a detalle.

## 6. Inversión requerida.

La construcción del módulo solar en su modelo estándar con una potencia de 100W (70W efectivos) y los componentes requeridos, mediante cotizaciones llevadas a cabo en tiendas de la ciudad de Arequipa y otras en páginas web tanto peruanas como extranjeras, requiere de la inversión total de US\$ 533 incluido IGV de 18% y la mano de obra, se puede apreciar con mayor detalle en la Tabla N° 7 los recursos presupuestados, la cantidad y el precio unitario en dólares.

**Tabla N° 7: Inversión requerida módulo solar**

Pieza Estructural	Cantidad	Unidad	Costo por Unidad S/.	Costo por Unidad US\$	Costo US\$ Tc=3.2	Costo más IGV (\$)
Acolchado	1	u	50	15.6	15.6	
Almohadilla de impacto	2	u	8	2.5	5	
Base de asiento	1	u	10	3.1	3.1	
Case panel	4	u	15	4.7	18.8	
Cubierta de techo	1	u	30	9.4	9.4	
Estructura de asiento	1	u	25	7.8	7.8	
Estructura de eje panel	1	u	30	9.4	9.4	
Estructura de parante	2	u	12	3.8	7.5	
Estructura de techo	1	u	30	9.4	9.4	
Estructura movable de techo	1	u	30	9.4	9.4	
Platina de anclaje	2	u	4	1.3	2.5	
Platina de sujeción de asiento	4	u	3	0.9	3.8	
Platina de sujeción de techo	2	u	5	1.6	3.1	
Platina de unión panel techo	4	u	2	0.6	2.5	
Refuerzo de anclaje	4	u	1	0.3	1.3	
Regulador	4	u	5	1.6	6.3	
Tablero	2	u	30	9.4	18.8	
Tapa	2	u	30	9.4	18.8	
Resina	1	kg	30	9.4	9.4	
Estaño	5	m	1	0.3	1.6	
Tubo corrugado	5	m	1	0.3	1.6	
Cable 14 multihilo	10	m	1.5	0.5	4.7	
Cable 20 multihilo	5	m	0.5	0.2	0.8	
Pernos varios	20	u	0.5	0.2	3.1	
Pintura	4	u	6	1.9	7.5	
Termocontraíble	2	m	1	0.3	0.6	
Tornillos auto perforantes	50	u	0.1	0.03	1.6	
<b>Componentes eléctricos</b>						
Celdas solares	24	u	8	2.5	60	
Controlador	1	u	70	21.9	21.9	
Batería	1	u	115	35.9	35.9	
10µF Condensador elect.	8	u	0.5	0.2	1.3	
100K Resistencia (1/4W)	8	u	0.05	0.016	0.1	
100nF Condensador	8	u	0.3	0.1	0.8	
10nF Condensador	8	u	0.2	0.1	0.5	
150K Resistencia (1/4W)	8	u	0.05	0.016	0.1	
Terminal USB	8	u	1	0.3	2.5	
56K Resistencia (1/4W)	16	u	0.05	0.016	0.3	
Regulador LM7805	8	u	2	0.6	5	

Diodo Zener 5.1v	8	u	1	0.3	2.5
Led rojo difuso	11	u	0.2	0.1	0.7
100 Resistencia	8	u	0.05	0.016	0.1
Placa de cobre	200	cm <sup>2</sup>	0.05	0.016	3.1
Voltímetro amperímetro	1	u	25	7.8	7.8
Servo motor	4	u	10	3.1	12.5
Seguidor solar	1	u	15	4.7	4.7
<b>Gastos generales</b>				5%	17.1
<b>TOTAL Materiales</b>					<b>360 425</b>
<b>Mano de obra especializada</b>				30%	108 108
<b>Costo total del Proyecto</b>					<b>533</b>

Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO V: CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES

### 1. Evaluación de emisión de gases de efecto invernadero

El consumo de energía eléctrica representa una demanda energética que se cubre produciendo electricidad a partir de distintos modelos de extracción, cada una de estas formas genera gases de efecto invernadero en distintas proporciones. En el Perú, la generación de energía, fundamentalmente es a partir de la quema de gas natural, pero hay otros medios de extracción que también generan contaminación (ver Anexo 04).

#### 1.1. Emisiones por consumo eléctrico de la red

Para calcular el equivalente de emisiones de gases de efecto invernadero que representa el consumo de energía eléctrica directo de la red, es necesario confrontar los porcentajes de contaminación que representa los kWh producidos con la contaminación que emite la producción de energía de la red (ver Anexo 05).

**Tabla N° 8: Emisión anual de contaminantes por consumo de la red**

Consumo Promedio Anual	Porcentaje	kWh/año	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
	100%	46775.26								
GAS NATURAL	46.46%	21733.34	17.91	0.005	0.007	0.026				17.95
AGUA	45.85%	21444.73	0.142							0.142
RENOVABLES	4.73%	2213.96	0.163							0.163
CARBÓN	1.60%	748.08	0.792	0.002	0.002	0.001	2.00E-04	7.63E-05		0.798
DIESEL 2	0.96%	447.15	0.473	0.001	0.001	7.27E-04	1.19E-04	4.56E-05		0.477
RESIDUAL	0.40%	188.00	0.002	6.4E-06	0.000005	5.64E-07	3.38E-06	1.88E-07	6.84E-04	2.32E-03
										19.53

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 8 obtenemos como resultado que el total de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el consumo de energía eléctrica para cargar dispositivos móviles durante el año en la UCSM es de 19.53 toneladas.

## 1.2. Emisiones por consumo eléctrico del módulo solar

De igual manera se debe contabilizar el equivalente en emisiones por el consumo de energía eléctrica del módulo solar que se ha diseñado. Esta vez solo se toma en cuenta el ítem de energía solar debido a que las demás formas de extracción energética ya no intervienen.

**Tabla N° 9: Emisión anual de contaminantes por consumo del módulo**

Consumo Promedio Anual	Porcentaje	kWh	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total (Tn)
	100%	46775.26								
ENERGÍA SOLAR	100%	46775.26	0.276	3.74E-04	1.08E-03	7.95E-04	1.40E-04	9.36E-05		0.278
										0.278

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 9 podemos observar que las emisiones de gases de efecto invernadero con el uso del módulo solar para suplir la totalidad de demanda energética para cargar dispositivos solares en un año en la UCSM, son de 0.278 toneladas.

## 2. Evaluación de consumo eléctrico y requerimientos

La determinación de demanda total energética para cargar dispositivos móviles no representa el porcentaje real de la energía de la red que podría reemplazarse con

energía proveniente de una fuente renovable, para ello se debe combinar dos datos, la demanda total de energía (ver Tabla N° 3), y el porcentaje de usuarios que estén dispuestos a reemplazar su demanda de energía por una fuente renovable (ver Gráfica N° 8).

**Tabla N° 10: Proyección de reducción anual de consumo eléctrico**

<b>Demanda Energética kWh/día</b>	<b>Días al mes</b>	<b>Meses aproximados al año</b>	<b>Demanda energética anual</b>	<b>% de usuarios dispuestos a usar energías renovables</b>	<b>Reducción de consumo kWh/año</b>
177.18	24	11	46775.52	92.1%	<b>43080.25</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla N° 10, de encontrarse disponible la alternativa de la energía renovable para cargar dispositivos móviles, el consumo anual de energía de la red en la UCSM se reduciría en 43080.25 kWh.

## CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se encontró que la necesidad energética, es decir, la demanda energética del campus universitario de la UCSM para cargar dispositivos móviles es de 177.183 kwh al día, totalizando un valor de 4252.32 kwh al mes, lo cual representa un egreso monetario de S/. 786.68 para cubrir el consumo destinado a este fin.
- SEGUNDA:** Debido a la amplia variedad de opciones en cuanto a extracción de energía renovable disponible en el mercado, se optó por evaluar las dos alternativas con mayor desarrollo y viabilidad, las cuales eran: la energía solar y la energía eólica, obteniéndose que la energía solar era la más óptima a usar en el medio geográfico de la universidad.
- TERCERA:** Se estableció un diseño físico y técnico de un módulo energético con la posibilidad de variar su fuente de extracción energética, además de lograr la simplificación del sistema de seguidor solar, con la finalidad de obtener un 38% más de eficiencia de los paneles con referencia a un sistema sin seguidor solar.
- CUARTA:** La variación de escenarios de emisiones de gases contaminantes entre el actual y el uso del módulo solar para cubrir la totalidad de la demanda energética, dio como resultado que, el consumo de energía de la red representa una emisión de 19.53 toneladas de emisiones al año, mientras que el uso de los módulos representaría 0.278 toneladas de emisiones por año.

## SUGERENCIAS

- PRIMERA:** Dados los resultados de emisiones contaminantes en el que el módulo solar representa aproximadamente 70 veces menos gases de efecto invernadero expulsados a la atmósfera, se sugiere implementar estos módulos para aminorar la velocidad del incremento de la degradación ambiental y contrarrestar el incremento de la demanda energética que traen los nuevos dispositivos móviles y su crecimiento en el mercado.
- SEGUNDA:** Al igual que la energía solar, es factible emplear los otros medios de extracción de energía renovable y aplicarlos a la tecnología del módulo. Se sugiere el desarrollo de estas otras opciones y medir su viabilidad ecológica.
- TERCERA:** Debido a los objetivos de la investigación no se pudo determinar la viabilidad económica de esta tecnología de adaptación, por lo que se recomienda realizar un análisis de retorno de inversión para la ejecución del proyecto.
- CUARTA:** Se recomienda analizar el empleo del concepto desarrollado en esta investigación para suplir la demanda energética de otros aspectos como iluminación y funcionamiento de computadoras en la universidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Encinas, M. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*. 1era Edición, España.
- Hamel, J. (2011). *CELDAS, PILAS Y BATERÍAS DE ION-LITIO UNA ALTERNATIVA PARA....???*. Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental; no publicada, Universidad del Valle, Cochabamba.
- Larios, J. (2008). *CALENTAMIENTO GLOBAL Al borde del límite*. Sociedad de Estudios Transnacionales, Córdoba, España.
- Lazo, G. (2011). *Factibilidad de cambiar dentro de la UCSM el sistema de iluminación actual y su fuente de energía, por leds y generadores fotovoltaicos*. Tesis de Titulación en Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Pacheco, A. (2015). *Ecoeficiencia de la propuesta generar energía solar fotovoltaica en el fundo de la UCSM irrigación Majes para su autoabastecimiento*. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Paiz, G. (2007). *Los recursos naturales*. ASDENA, Guatemala.
- Pelissero, M. Haim, P. (2011). *Proyecciones*. Publicación de investigación y posgrado de la Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- Pérez, R. (2009). *Diseño de un sistema de energía solar autónomo basado en equipos y dispositivos electrónicos modernos*. Tesis de Titulación en Ingeniería Electrónica, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.

- Schallenberg, J. Piernavieja, G. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias.
- Ulrich, K. Eppinger, S. (2013) *Diseño y desarrollo de productos*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 5ta edición, México.



## ANEXOS

### **Anexo 01: Encuesta de Valores Promedio (EVP)**

#### **Cuestionario:**

- 1) ¿Cuenta con uno o más dispositivos móviles? Si – No (No: Termina la encuesta).
- 2) ¿Dónde suele cargar la batería de su o sus dispositivos móviles con más frecuencia? Casa – Universidad – Trabajo – Otros (Especificar).
- 3) ¿Qué dispositivos lleva a la universidad con más frecuencia? Celular – Laptop – Tablet – Otro.
- 4) ¿Con qué frecuencia carga su dispositivo móvil al día dentro de la universidad?  
1 vez – 2 veces – 3 veces – más veces
- 5) ¿En qué lugares de la universidad suele preferir cargar su dispositivo móvil? Aula – Cafetería – Baños – Otros (Especificar).
- 6) ¿A qué se debe la elección que he marcado en la pregunta anterior?  
(Especificar).
- 7) ¿Considera que el uso de energía convencional produce impactos ambientales?  
Si – No
- 8) ¿Usted considera que el uso de energías renovables reduce los impactos ambientales? Si – No
- 9) ¿Si existiera una fuente de energía renovable, usted la usaría para cargar sus dispositivos móviles? Si – No – Me es indiferente

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02: Recibo de Luz de la UCSM Junio 2016

**Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A.**  
 RUC 20-10018862-8 - Consuelo 310 - Arequipa  
 Fonoseal: 381188 - Fax: (54) 381199  
 www.seal.com.pe - seal@seal.com.pe

<b>NOMBRE:</b> UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA <b>RUC:</b> 2010187901 <b>DIRECCION:</b> AV. SAN JERONIMO S/N. USACOLLO <b>LOCALIDAD:</b> SANABARBA PROVINCIA: AREQUIPA <b>DIRECCION ENTREGA:</b> CALLE SAMUEL VELAZQUEZ 301	<b>CONTRATO:</b> 216794 <b>RUEDA:</b> 1-27-27-43-021000 <b>SS.EF:</b> 2534 <b>MES FACTURADO:</b> Junio-2016 <b>RECIBO N°:</b> 1 - 58696872
--	--

**HISTORICO DE CONSUMOS**

**DATOS DEL SUMINISTRO**

Opcion Tarifaria: 913  
 Potencia Contratada: POTENCIA CONTRATADA(20x) 110.00  
 Nivel de tension (KV):  
 Tipo Suministro: TRESARCO - Area  
 Conexion: C5  
 Ubicacion de Medicion: PNB  
 Calificacion: PRESENTE EN FUERA DE PUNTA  
 N° Horas Punta: 125  
 Medidor:  
 Base Calificacion: MEDICION PERMANENTE  
 Dem. Media HP (KW): 115.14

DETALLE DEL CONSUMO						
DESCRIPCION		Energia Activa (kwh)		Maxima demanda (KW)		Energia
		Hora Punta	Fuera Punta	Hora Punta	Fuera Punta	Resolvia (KVARh)
Lectura Anterior	31/05/2016	1519.9801	7206.9904			2960.0321
Lectura Actual	30/06/2016	1543.9676	7343.9047	0.4650	0.9500	2999.3976
Diferencia		23.9875	136.9143			39.3655
Factor de Medicion		600.0000	600.0000	600.0000	600.0000	600.0000
Consumo		14397.5000	82148.9800	779.0000	930.0000	23619.3000

DETALLE DE LA FACTURACION			
DESCRIPCION	Facturado	Tarifa (S/.)	Importe (S/.)
POTENCIA POR DISTRIBUCION	329.40 KW	10.6900	3,521.29
POTENCIA POR GENERADORA	330.00 KW	22.2400	7,330.20
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	82148.98 kWh	0.1708	14,038.98
ENERGIA HORA PUNTA	14397.50 kWh	0.2076	2,987.98
ALUMBRADO PUBLICO			626.60
CARGO FIJO			6.40
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION			15.51
SUBTOTAL			28,729.89
IGV 18%			5,171.38
CARGO POR AFIANZAMIENTO DE LA SEGURIDAD ENERGETICA - CASE			893.30
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL			762.67
REDONDEO MES ACTUAL			-0.02
REDONDEO MES ANTERIOR			-0.02
Abono a Recargo Ley 27510 IRR., Anexo S. 812.21			
<b>SON: TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS VEINTISIETE CON 20/100 SOLES</b>			<b>TOTAL S/.</b>
Fecha Emision	Fecha de Vencimiento		<b>35,327.20</b>

Fuente: SEAL.

## Anexo 03: Hoja técnica del transistor LM7805

**FAIRCHILD**  
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

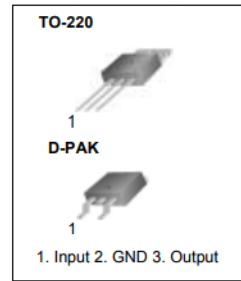
### MC78XX/LM78XX/MC78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

#### Features

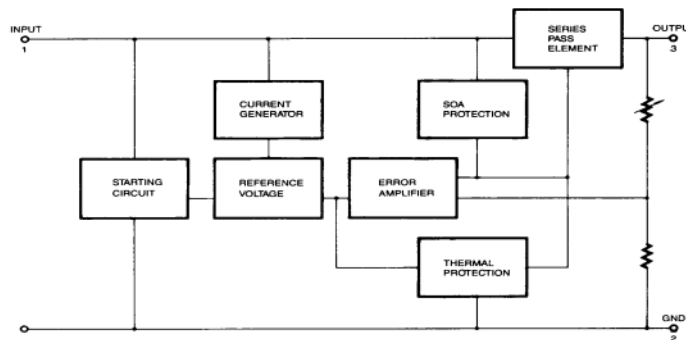
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

#### Description

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



#### Internal Block Diagram



Rev. 1.0.1

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

Fuente: Fairchild Semiconductor Corporation.

**Anexo 04: Producción de energía eléctrica en el Perú por tipo de recurso energético (GWh)**

Recurso Energético	2014		2015		2016	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%
GAS NATURAL	19910.49	47.64%	20672.67	46.41%	22454.06	46.46%
AGUA	20330.01	48.64%	21557.99	48.40%	22155.88	45.85%
RENOVABLES	1304.94	3.12%	1847.16	4.15%	2287.37	4.73%
CARBÓN	163.21	0.39%	248.09	0.56%	772.89	1.60%
DIESEL 2	54.63	0.13%	170.83	0.38%	461.98	0.96%
RESIDUAL	32.61	0.08%	43.30	0.10%	194.23	0.40%
TOTAL	41795.89	100.00%	44540.04	100.00%	48326.42	100.00%

Fuente: Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES SINAC)

**Anexo 05: Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad (Tn/GWh)**

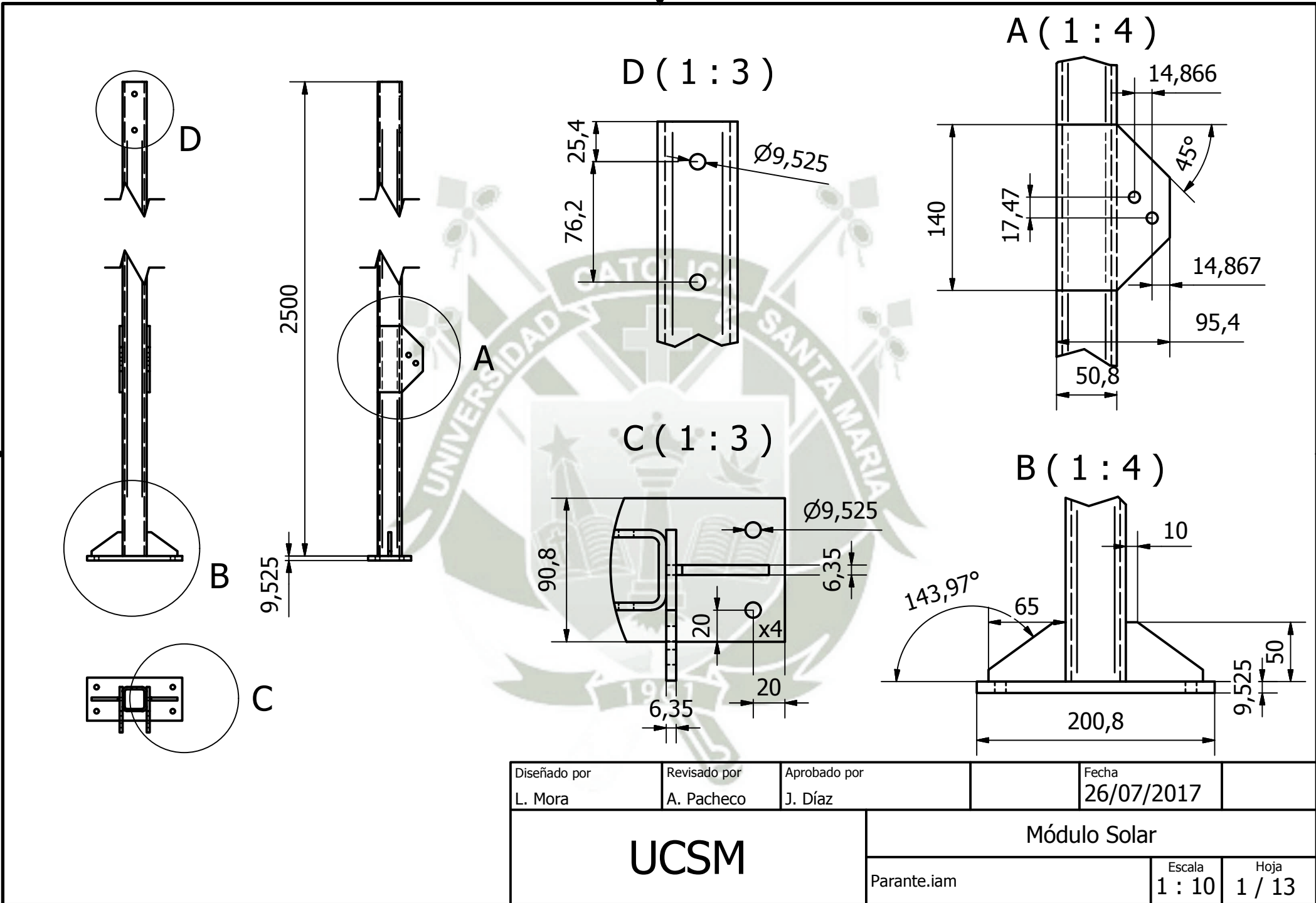
Fuente de Energía	CO2	NO2	SO2	Partículas	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
Carbón	1058.2	2.986	2.971	1.626	0.267	0.102	-	1066.152
Gas Natural	824	0.251	0.336	1.176	TR	TR	-	825.763
Nuclear	8.6	0.034	0.029	0.003	0.018	0.001	3.641	12.326
Solar	5.9	0.008	0.023	0.017	0.003	0.002	-	5.953
Biomasa	-	0.614	0.154	0.512	11	0.768	-	13.048
Geotérmica	56.8	TR	TR	TR	TR	TR	-	56.8
Eólica	7.4	TR	TR	TR	TR	TR	-	7.4
Solar térmica	3.6	TR	TR	TR	TR	TR	-	3.6
Hidráulica	6.6	TR	TR	TR	TR	TR	-	6.6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y ADENAT.

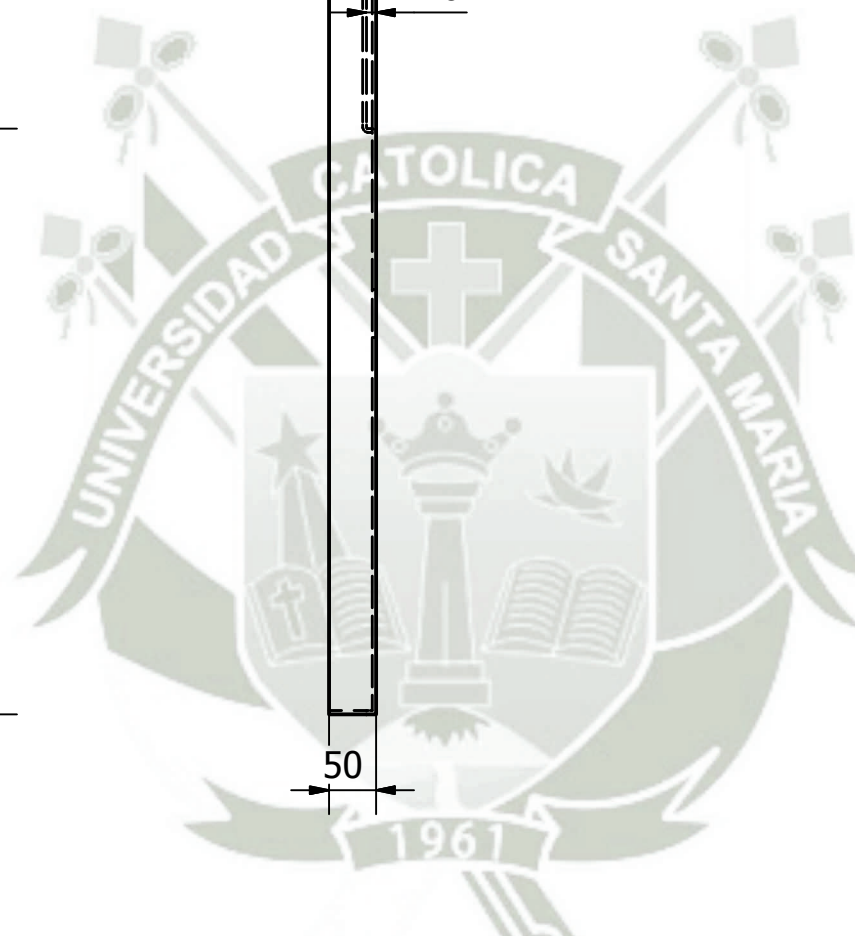
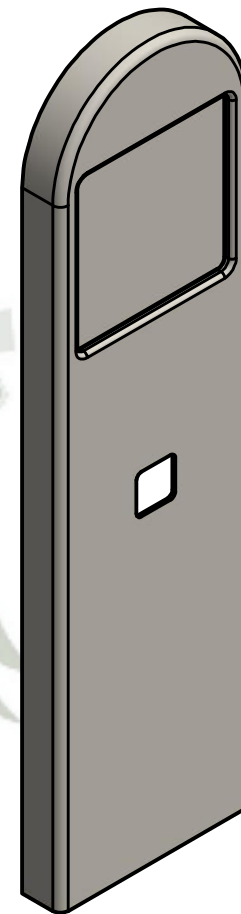
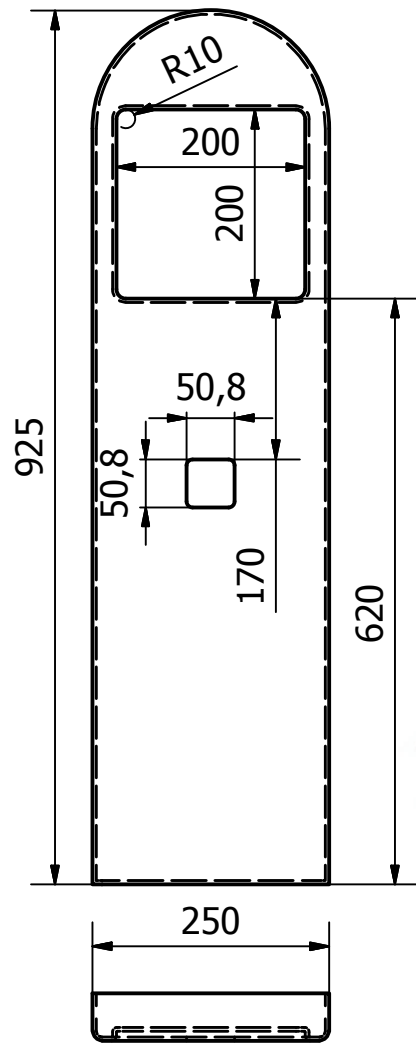
## ANEXO 06

### Dibujo técnico detallado de partes

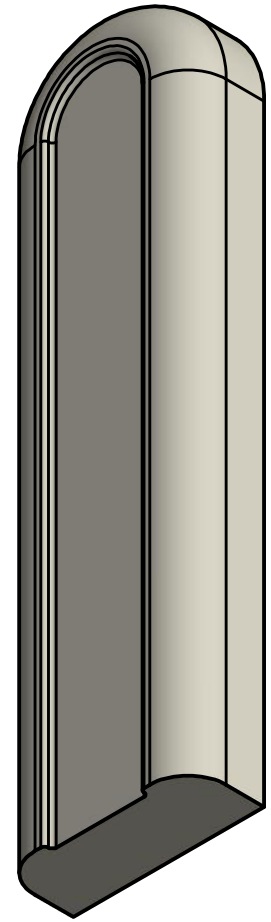
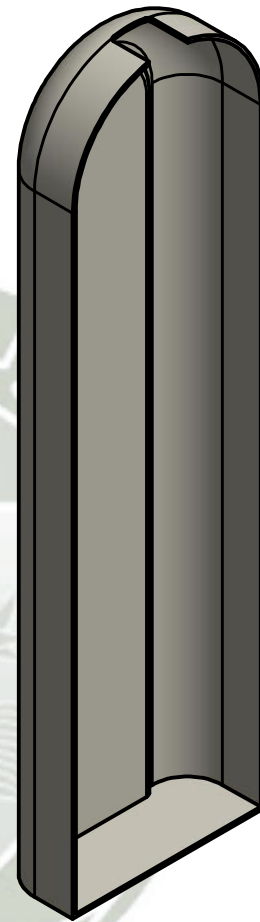
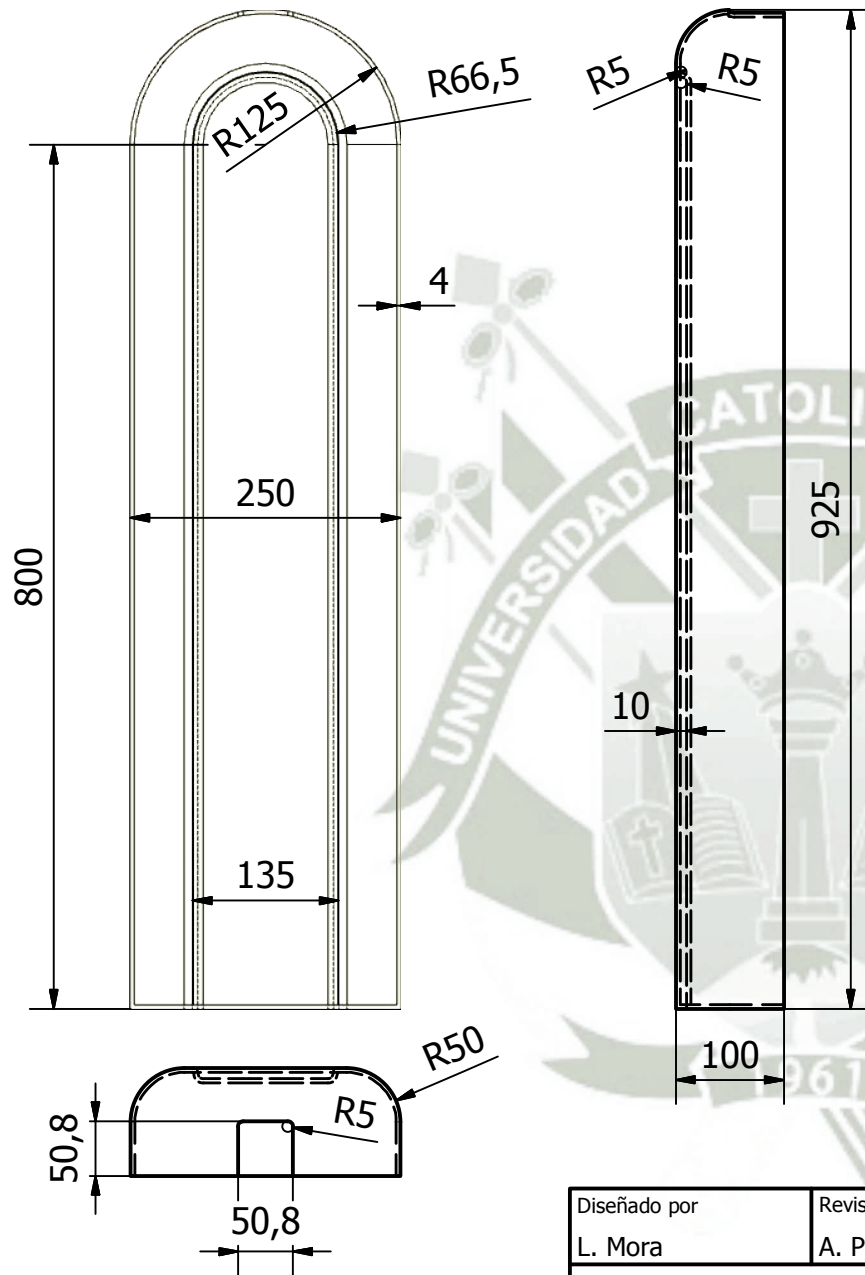




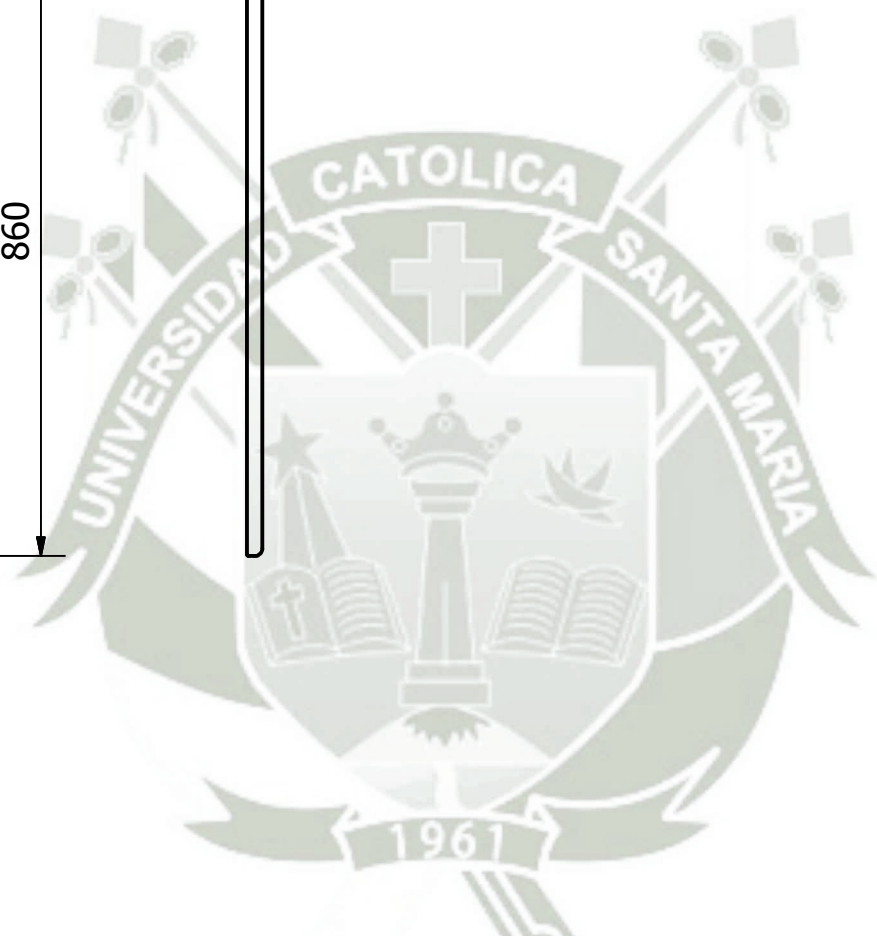
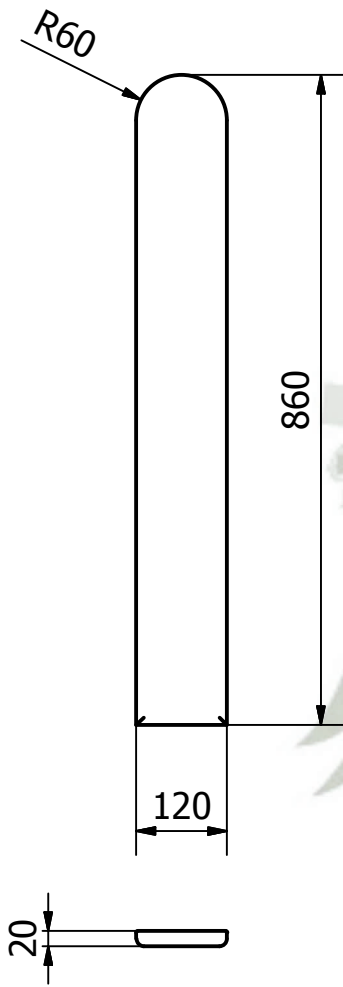
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 26/07/2017
<b>UCSM</b>		Módulo Solar	
		Parante.iam	Escala 1 : 10 Hoja 1 / 13



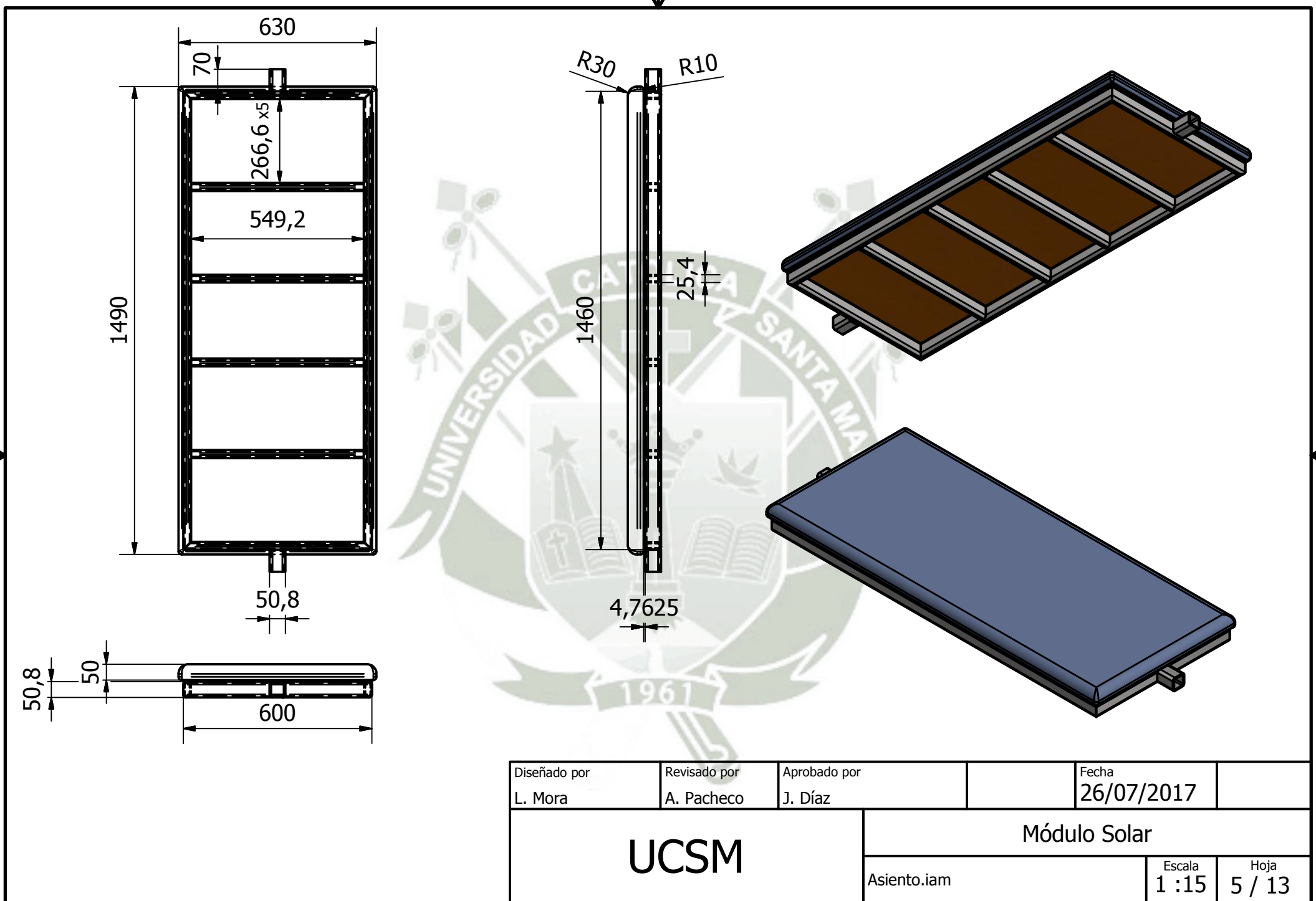
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 26/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Tablero.ipt	Escala 1 : 8
		Hoja 2 / 13	

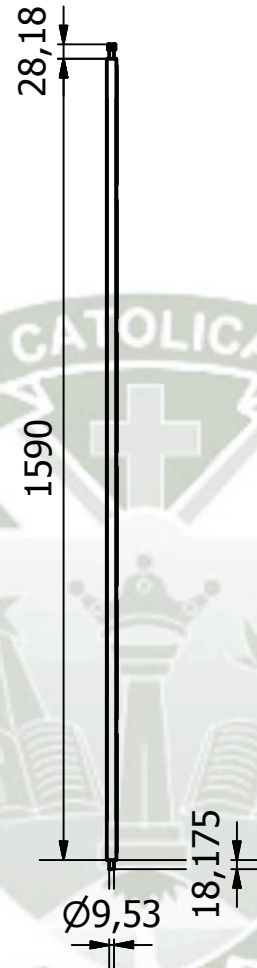
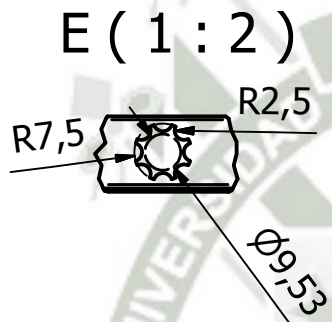
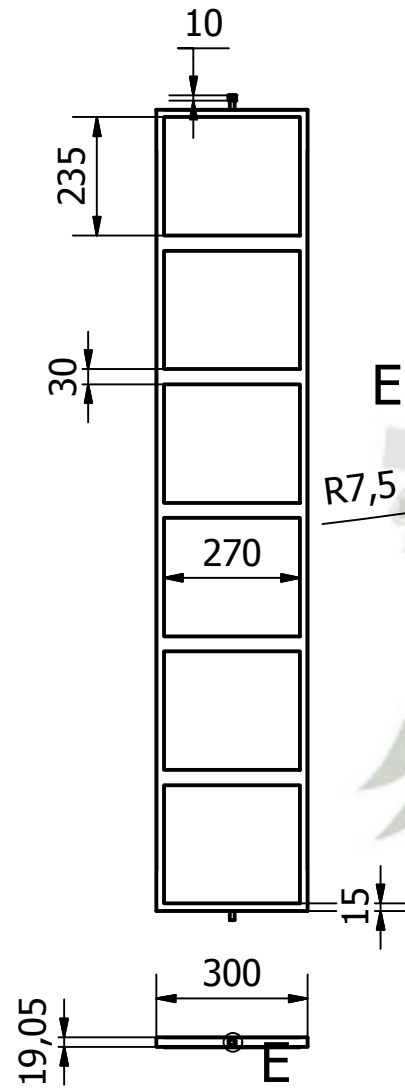


Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 26/07/2017
UCSM		Módulo Solar	
		Tapa.ipt	Escala 1 : 7
		Hoja 3 / 13	

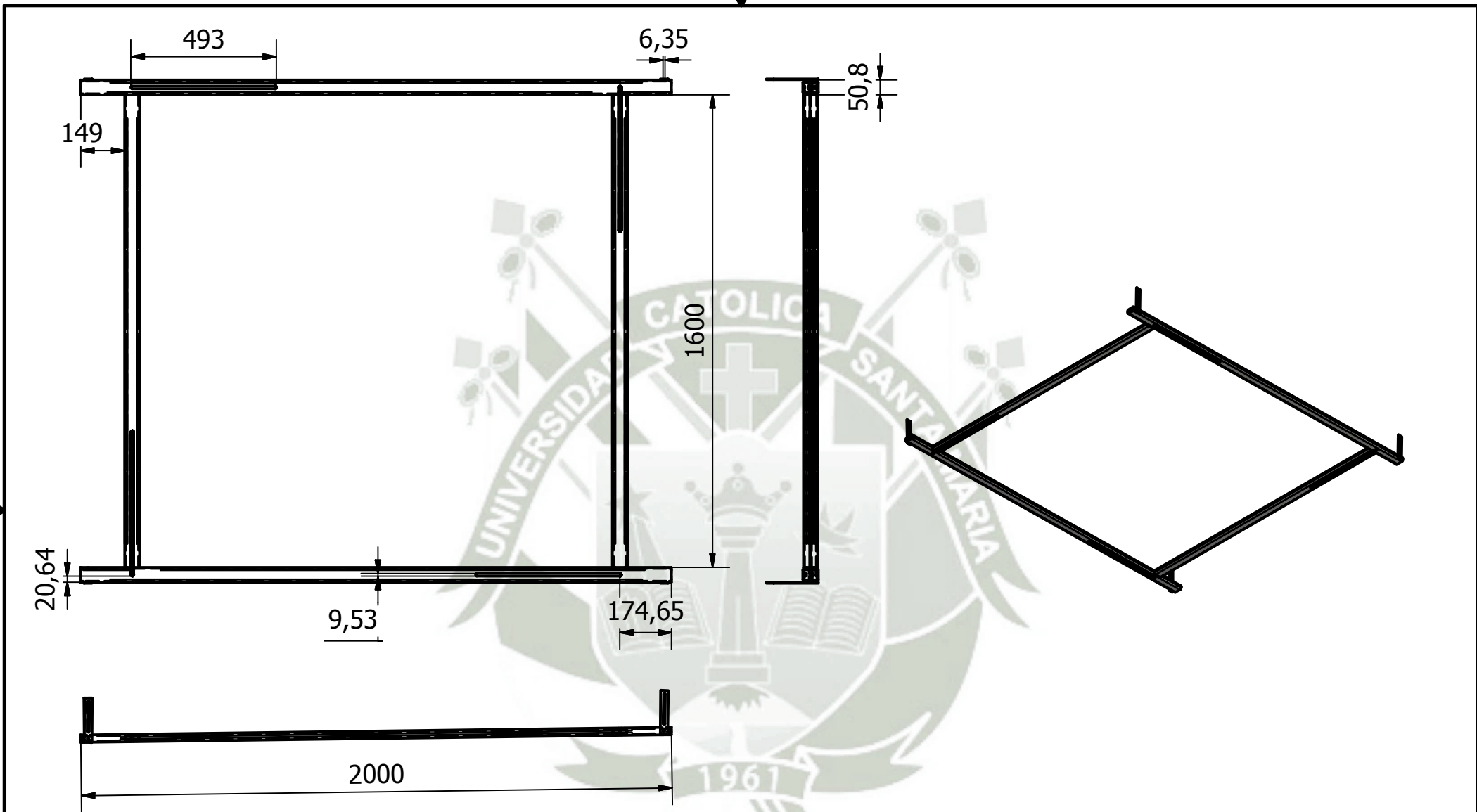


Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 26/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Almohadilla de impacto.ipt	Escala 1 : 10

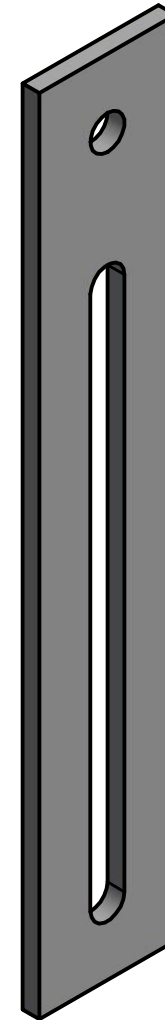
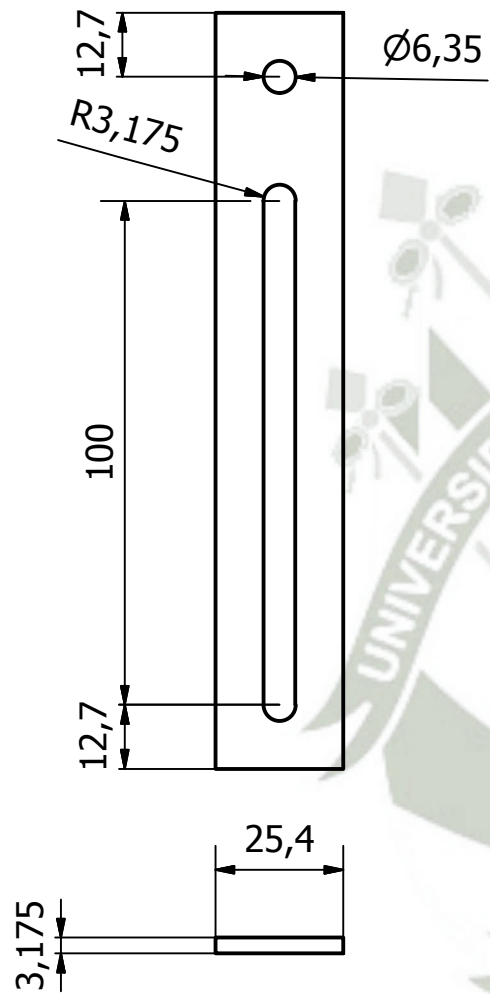




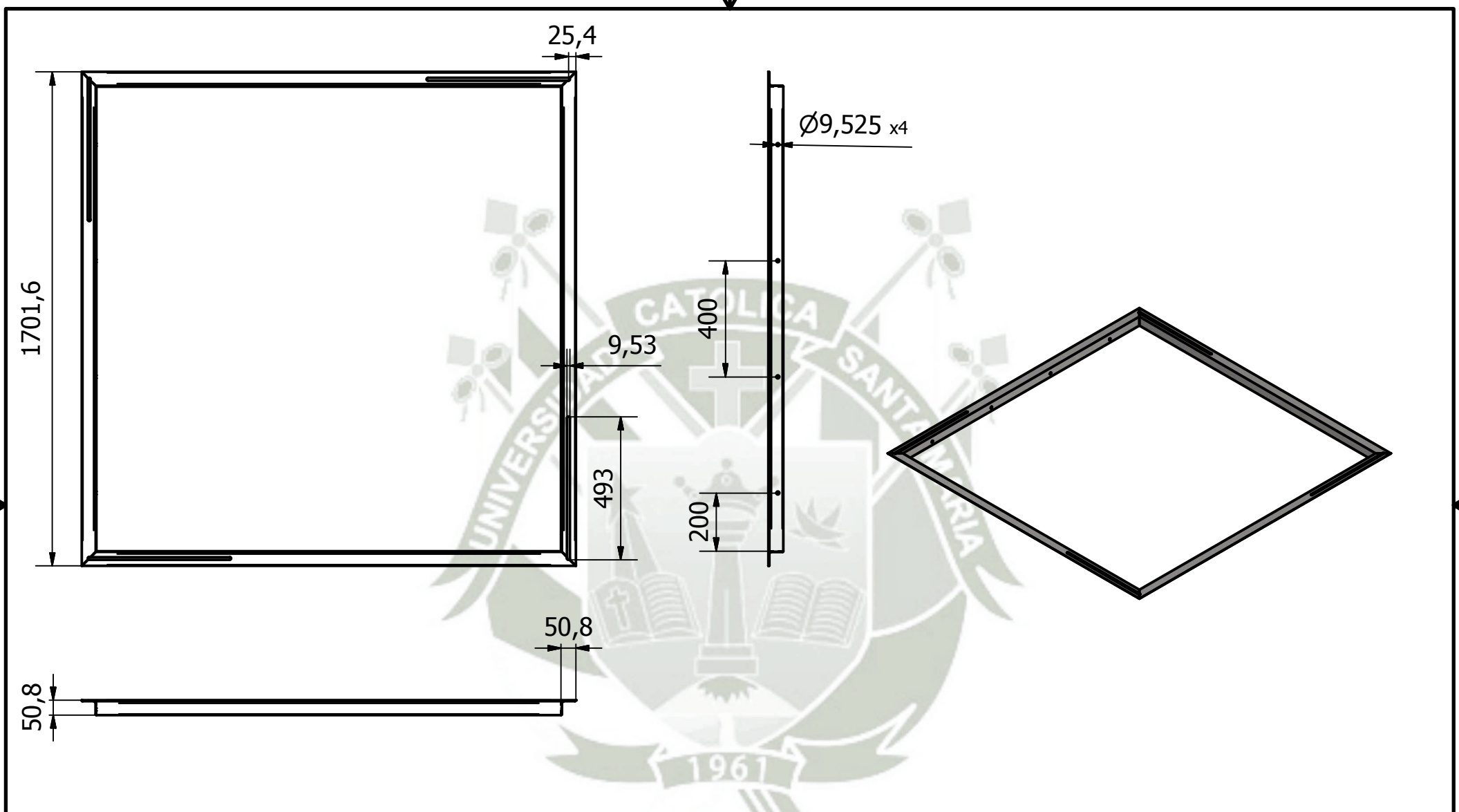
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Panel solar.iam	Escala 1 : 15
		Hoja 6 / 13	



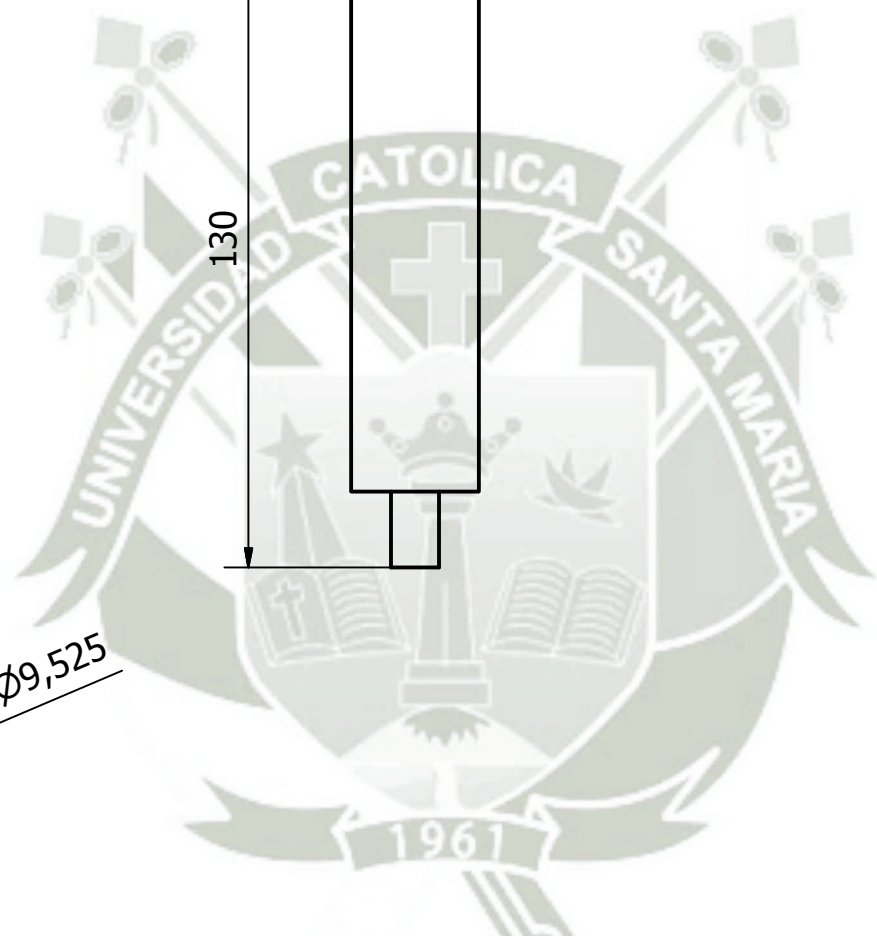
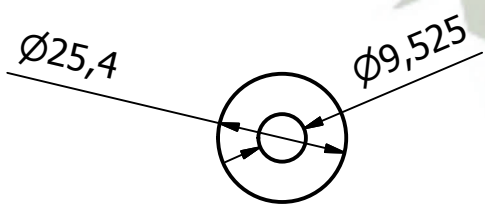
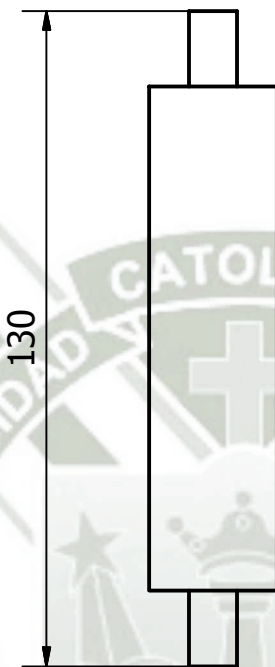
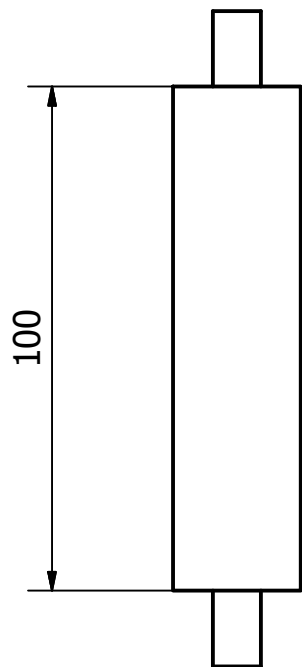
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
UCSM		Módulo Solar	
		Base panel.iam	Escala 1 : 18
		Hoja 7 / 13	



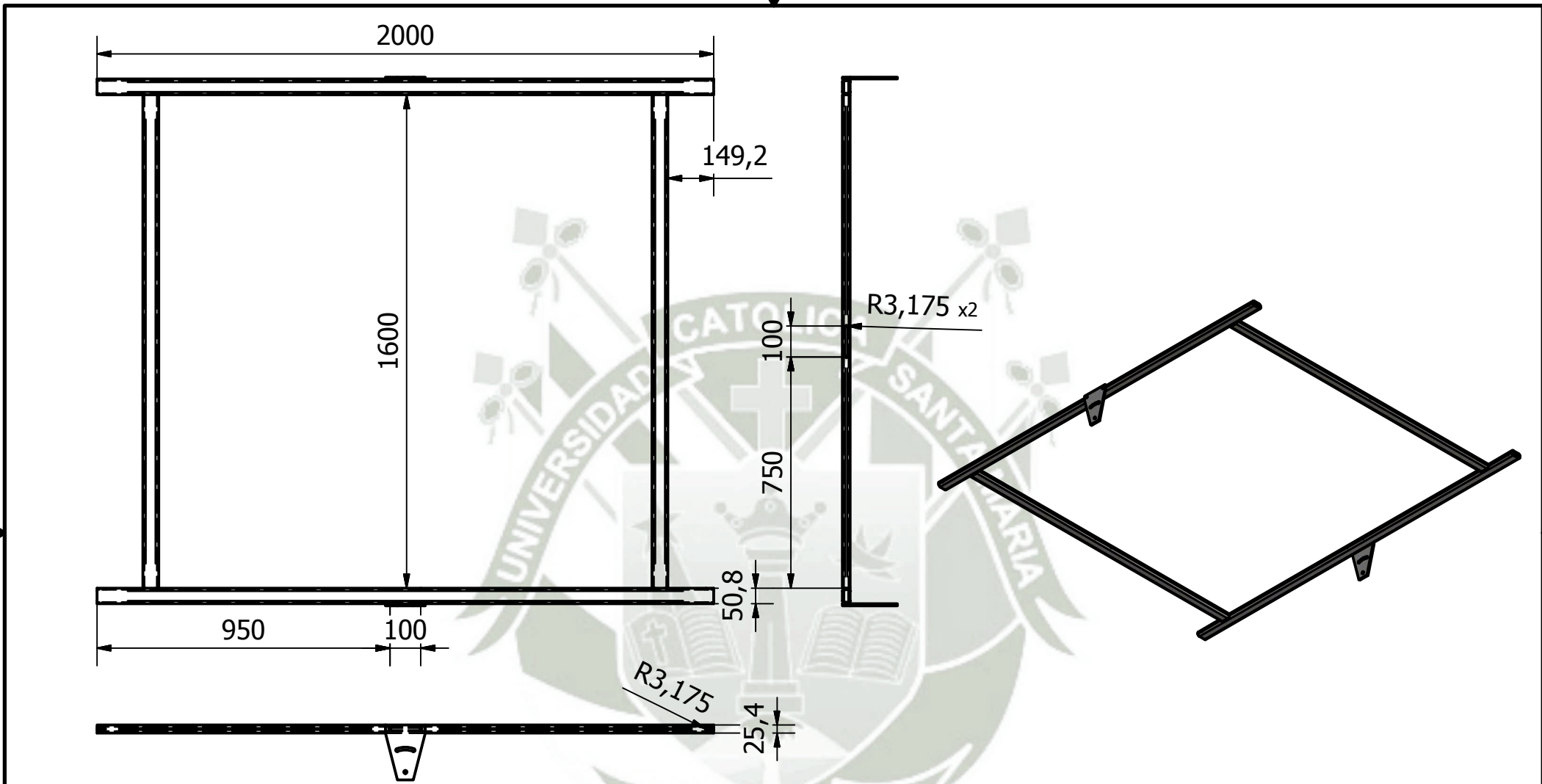
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
UCSM		Módulo Solar	
		Platina de union panel techo.ipt	Escala 2 : 3
		Hoja 8 / 13	



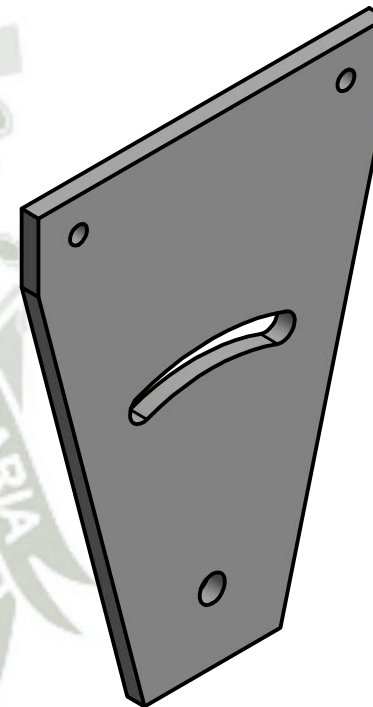
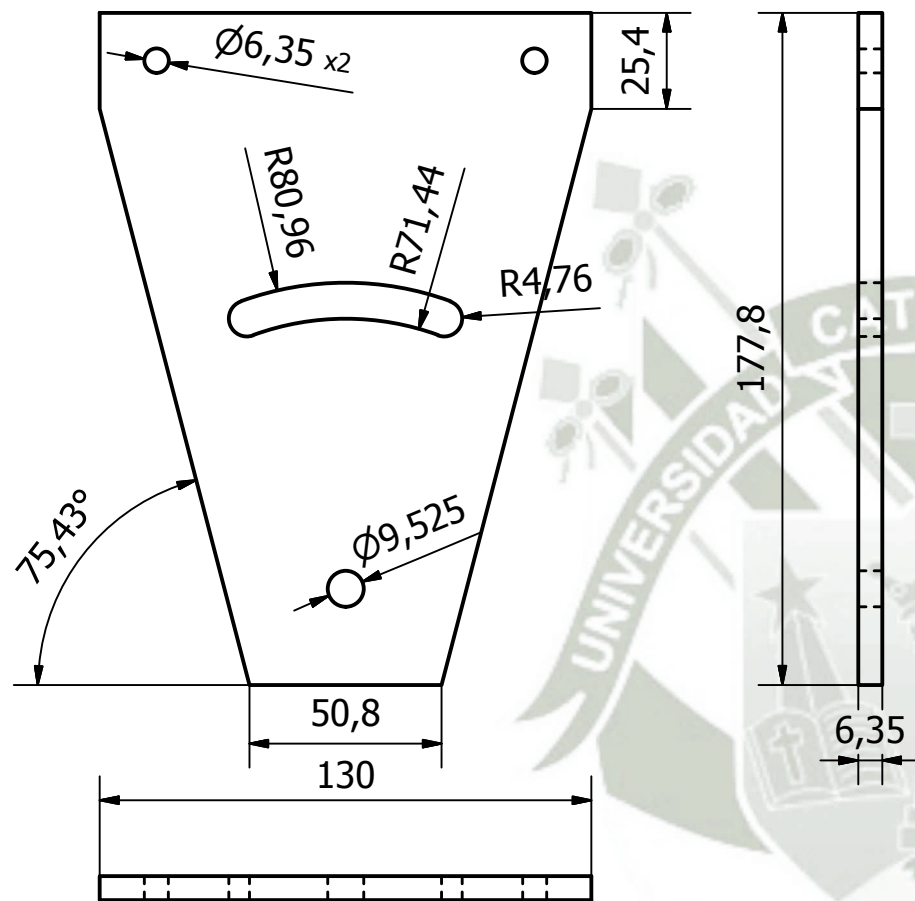
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Eje panel.iam	Escala 1 : 18
		Hoja 9 / 13	



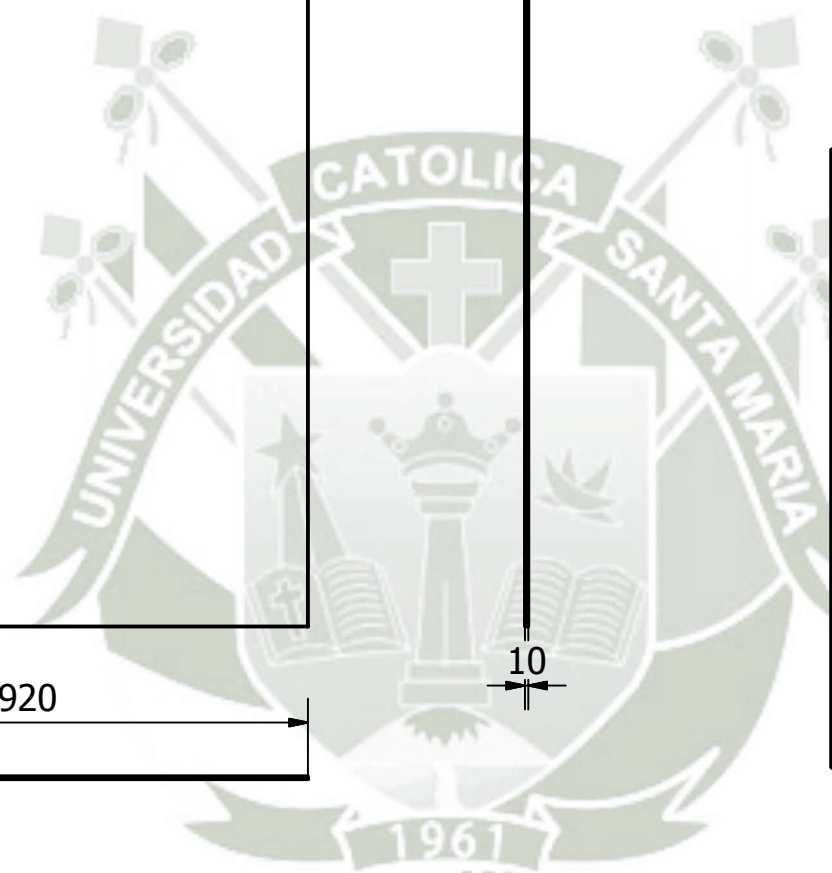
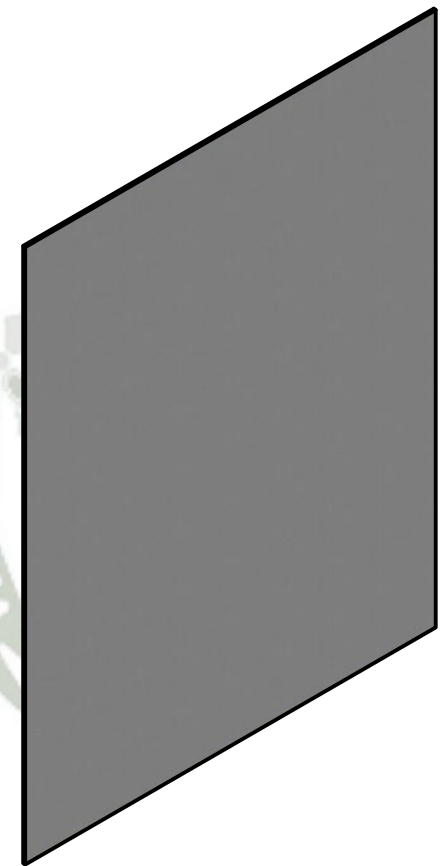
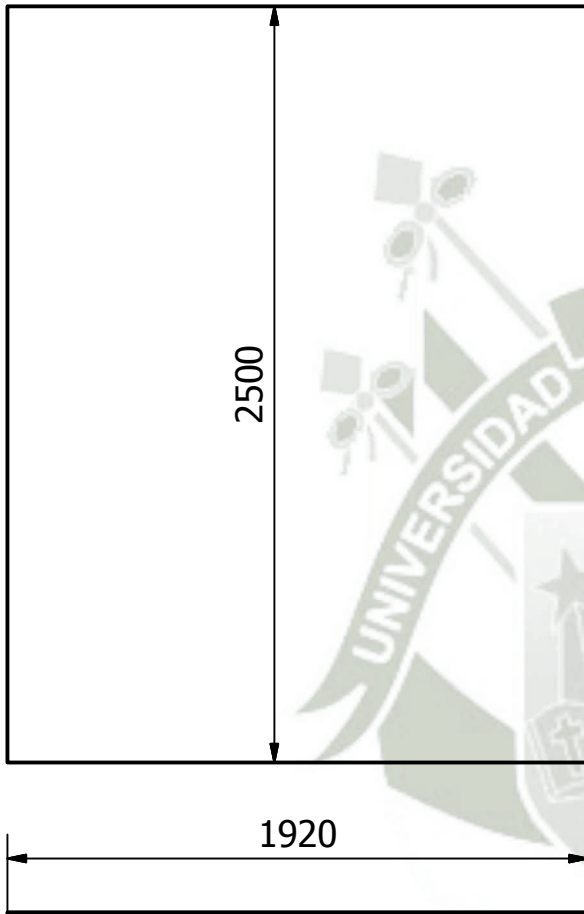
Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Regulador.ipt	<table border="1"> <tr> <td>Escala 2 : 3</td> <td>Hoja 10 / 13</td> </tr> </table>
Escala 2 : 3	Hoja 10 / 13		



Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Techo.iam	<table border="1"> <tr> <td>Escala 1 : 18</td> <td>Hoja 11 / 13</td> </tr> </table>
Escala 1 : 18	Hoja 11 / 13		



Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Platina de sujeción de techo.ipt	Escala 1 : 2 <span style="float: right;">Hoja 12 / 13</span>



Diseñado por L. Mora	Revisado por A. Pacheco	Aprobado por J. Díaz	Fecha 27/07/2017
<b>UCSM</b>		<b>Módulo Solar</b>	
		Cubierta de techo.ipt	<table border="1"> <tr> <td>Escala 0.04</td> <td>Hoja 13 / 13</td> </tr> </table>
Escala 0.04	Hoja 13 / 13		