



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE CELDAS PELTIER”**



### **Autores:**

Casa Casa Ricardo Ignacio

Crespo Acosta Cristian Danilo

### **Tutores:**

Ing. MsC Freire Martínez Luigi Orlando.

Ing. MsC Gallardo Molina Cristian Fabián.

Latacunga - Ecuador

Febrero 2019



## AVAL DE AUTORÍA

Nosotros, Casa Casa Ricardo Ignacio y Crespo Acosta Cristian Danilo declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE LAS CELDAS PELTIER**, siendo el Ing. Msc. Freire Martínez Luigi Orlando tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Casa Casa Ricardo Ignacio

C.I: 050434180-1

Crespo Acosta Cristian Danilo.

C.I: 050342897-1



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutores del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE LAS CELDAS PELTIER”**, de Casa Casa Ricardo Ignacio y Crespo Acosta Cristian Danilo, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero 2019

  
.....  
Ing. Msc. Freire Martínez Luigi Orlando  
Tutor de Tesis



## AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulante: Casa Casa Ricardo Ignacio y Crespo Acosta Cristian Danilo, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE LAS CELDAS PELTIER”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (presidente)

Ing. Moreano Martínez Edwin Homero

C.I: 050260750-0

Lector 2

Ing. Freire Andrade Verónica Paulina.

C.I: 050205622-9

Lector 3

Ing. Corrales Batidas Byron Paul

C.I: 050234776-8



GOBIERNO AUTÓNOMO PARROQUIAL  
RURAL DE PAPALLACTA  
ADMINISTRACIÓN 2014 – 2019



Papallacta, 05 de febrero del 2019

**CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN**

Ing. Msc Mauro Albarracín  
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI

De mi consideración:

Certifico que los señores. **CASA CASA RICARDO IGNACIO** con CI.0504341801 y **CRESPO ACOSTA CRISTIAN DANILO** con CI.0503428971, estudiantes de la "Universidad Técnica de Cotopaxi" de la carrera de Ingeniería Electromecánica realizaron su Proyecto de Investigación en la parroquia de Papallacta con el tema: "Proyecto Diseño e Implementación de un Prototipo Generador de Electricidad Mediante el Efecto Termoeléctrico con el Uso de Celdas Peltier", en el periodo comprendido desde: octubre del 2018 hasta febrero del 2019.

Durante este tiempo han desempeñado las funciones a ellos encomendadas con responsabilidad demostrando siempre espíritu de colaboración y entusiasmo, así mismo han sido puntuales y respetuosos con sus compañeros y superiores, lo que ha hecho merecedor del aprecio de los mismos.

Con una calificación de excelencia en el trabajo desempeñado.

Atentamente

  
Lcda. Gladys Guano  
PRESIDENTA  
G.A.D. PAPALLACTA



Papallacta - Quipe - Nago  
El Rosal, Calle Rubén González s/n  
Teléfono: Fnt 3823445 / 3825052  
gadepapallacta@guanoil.com



## **AGRADECIMIENTO**

*Mi más sincero agradecimiento a Dios por darme la vida y concederme la sabiduría, la capacidad para cumplir mis metas. A mis padres hermanos y familiares por darme el apoyo total para realizarme como ser humano y como profesional, puesto que gracias a ese apoyo incondicional soy una persona capaz y he logrado realizar mi tesis de grado. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, la cual es testigo de mis momentos más alegres y tristes a la vez, siendo el pilar fundamental de los conocimientos que con el tiempo he ido obteniendo. Agradezco a mis tutores de tesis y a los profesores por compartir conmigo sus conocimientos los cuales fueron importantes en la elaboración de este trabajo.*

*Ricardo*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento a Dios por darme la vida y concederme la sabiduría y la capacidad para cumplir mis metas. A mi madre y hermanos por darme el apoyo total para realizarme como persona y como profesional. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, la cual es testigo de mis momentos más alegres y tristes a la vez, siendo el pilar fundamental de los conocimientos que con el tiempo he adquirido. Agradezco a mis tutores de tesis Luigi Freire y Cristian Gallardo, al GAD de Papallacta por darnos la acogida en la elaboración de este trabajo.*

*Danilo*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto de investigación a Dios, por estar conmigo, protegerme y darme la fortaleza en cada paso que doy.*

*A mis padres Ricardo Casa y Rosa Casa quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo el pilar fundamental en todo momento, quienes a través de su esfuerzo y trabajo me dieron la oportunidad de tener una carrera para mi futuro, brindándome toda su paciencia y amor, gracias por ser el motor en mi vida y por creer en mí.*

*A Silvia Villegas quien con su apoyo incondicional supo estar en el momento más difícil de mi carrera universitaria, no dejándome rendir demostrándome que todo es posible con verdaderos amigos y que hay que llenarse de conocimiento, para poder enfrentar al mundo con la mejor arma que es la inteligencia.*

***Ricardo***

## DEDICATORIA

*A mi madre Teresa Crespo quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo el pilar fundamental en todo momento, quien a través de su esfuerzo y trabajo me dio la oportunidad de tener una carrera para mi futuro, brindándome toda su paciencia y amor, gracias por ser el motor en mi vida y por creer en mí. Mis hermanos Doris, Mayra y Omar quienes impulsan mis metas.*

*A Viviana Gancino quien con su apoyo incondicional supo estar en el momento más difícil de mi carrera universitaria, no dejándome rendir demostrándome que todo es posible, hay que llenarse de conocimiento, para poder enfrentar al mundo con la mejor arma que es el conocimiento.*

*Danilo*

<b>INDICE</b>	
<b>AVAL DE AUTORÍA .....</b>	<b>II</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>III</b>
<b>AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....</b>	<b>IV</b>
<b>AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>VIII</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIV</b>
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>1 INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 RESUMEN DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
Situación Problemática.....	3
<b>4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>6 OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos .....	4
<b>7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....</b>	<b>5</b>
<b>8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
8.1 OBJETIVO .....	6
8.2 MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	7

8.3	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS RELACIONADAS CON LA INVESTIGACIÓN.....	7
8.3.1	Energías renovables.....	7
8.3.2	Energía geotérmica.....	8
8.3.3	Tipos de materiales semiconductores.....	9
8.3.4	Celdas Peltier o termoeléctricas.....	10
	Efectos presentes en la célula de efecto Peltier.....	10
	Efecto Joule.....	10
	Efecto Seebeck.....	10
	Efecto Peltier.....	11
8.3.5	La célula de efecto Peltier.....	12
8.3.6	La termodinámica.....	14
8.3.7	Conducción térmica.....	15
	Propagación del calor.....	15
8.3.8	Disipadores de calor.....	16
	Tipos de Disipadores.....	17
	Analogía eléctrica con las características de un disipador.....	19
	Cálculo de grandes Disipadores.....	20
8.3.9	Elementos de un sistema de generación aislado o autónomo.....	21
	REGULADOR.....	21
	BATERÍA.....	22
	Baterías de gel.....	22
	INVERSOR.....	23
	AISLAMIENTO TÉRMICO.....	24
<b>9</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
9.1.1	Causa – Efecto.....	24
9.1.2	Matriz de Variables.....	24
<b>10</b>	<b>METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>25</b>
10.1	MÉTODOS.....	26
10.2	TÉCNICAS.....	26
10.3	INSTRUMENTOS.....	26

10.4	DISEÑO EXPERIMENTAL DE GENERACIÓN DE LAS CELDAS PELTIER.....	28
10.5	MATERIALES .....	33
	REGULADOR .....	34
	CRITERIO DE SELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA .....	34
<b>11</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
11.1	ANÁLISIS DE LA EXPERIMENTACIÓN .....	37
<b>12</b>	<b>IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>39</b>
12.1	IMPACTO TÉCNICO .....	39
12.2	IMPACTO AMBIENTAL .....	39
12.3	IMPACTO SOCIAL .....	39
12.4	IMPACTO ECONÓMICO.....	39
<b>13</b>	<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>39</b>
<b>14</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>15</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>43</b>
<b>16</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>
16.1	CATÁLOGO DE NUESTROS MÓDULOS PELTIER. ....	53

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE CELDAS PELTIER”

**Autores:** Casa Casa Ricardo Ignacio

Crespo Acosta Cristian Danilo

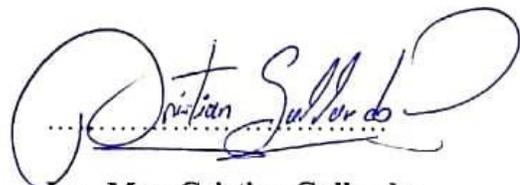
## RESUMEN

El presente proyecto contiene aspectos educativos como la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, esta direccionado a recopilar información técnica, sobre el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables para promocionar el uso eficiente de la energía. La ubicación geográfica de nuestro país y las características de funcionamiento de las celdas Peltier permiten aprovechar la energía geotérmica existente en las aguas termales para de esta manera aplicarlas en un sistema de generación de energía eléctrica. Los conocimientos y habilidades adquiridas en el transcurso de la vida universitaria permiten el diseño de un sistema generador de energía basándonos en los principios de la termodinámica, la transferencia de calor, circuitos eléctricos, para lograr finalmente la construcción e implementación de un prototipo generador de energía eléctrica mediante el efecto termoeléctrico con el uso de celdas Peltier, y determinar la eficiencia que tendrá la implantación de estos dispositivos en situaciones ambientales de cambios constantes

**Palabras clave:** Peltier, transferencia de calor, termodinámica, eficiencia aprovechamiento

  
.....  
**Ing. Msc. Luigi Freire**

**C.I:** 050252958-9

  
.....  
**Ing. Msc. Cristian Gallardo**

**C.I:** 050284769-2

**THEME:** "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE GENERATOR OF ELECTRICITY THROUGH THE THERMOELECTRIC EFFECT WITH THE USE OF PELTIER CELLS"

**Authors:** Casa Casa Ricardo Ignacio

Crespo Acosta Cristian Danilo

### **ABSTRACT**

This project contains educational aspects such as research, technological development and innovation, it is aimed at gathering technical information on the use of alternative and renewable energies to promote the efficient use of energy. The geographic location of our country and the operating characteristics of the Peltier cells allow us to take advantage of the geothermal energy existing in the thermal waters and thus to apply them in a system of electric power generation. The knowledge and skills acquired in the course of university life allow the design of an energy generating system based on the principles of thermodynamics, heat transfer, electrical circuits, to finally achieve the construction and implementation of a prototype generator of electricity through the thermoelectric effect with the use of Peltier cells, and to determine the efficiency that the implementation of these devices will have in environmental situations of constant changes.

**Keywords:** Peltier, heat transfer, thermodynamics, efficiency, exploitation



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, CASA CASA RICARDO IGNACIO y CRESPO ACOSTA CRISTIAN DANILÓ cuyo título versa "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE LAS CELDAS PELTIER", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero de 2019

Atentamente,

  
MG. CAROLINA CISNEROS  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 050276643-9



CENTRO  
DE IDIOMAS

## **1 INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO GENERADOR DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EFECTO TERMOELÉCTRICO CON EL USO DE CELDAS PELTIER

### **Fecha de inicio:**

Octubre 2017

### **Fecha de finalización:**

Marzo 2019

### **Lugar de ejecución:**

Papallacta, cantón Quijos provincia Napo, Zona 2

### **Unidad Académica que auspicia**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LAS INGENIERÍAS Y APLICADAS

### **Carrera que auspicia:**

CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Energías Renovables

### **Equipo de Trabajo:**

Casa Casa Ricardo Ignacio

Telf.: 0979378699

Correo: ricardo.casa1@utc.edu.ec

Crespo Acosta Cristian Danilo

Telf.: 0995608539

Correo: danilo.crespo1@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Termodinámica, Resistencia de materiales, Diseño de elementos de máquina, Circuitos eléctricos, Energías renovables.

**Línea de investigación:**

Línea 5.- Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Eficiencia energética en sistemas electromecánico y uso de fuentes renovables de energía.

**2 RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente proyecto esta direccionado a recopilar información técnica, característica y de funcionamiento de las celdas Peltier para aplicarlas como fuentes generadoras de energía, en relación de las fuentes tradicionales de generación eléctrica, las cuales en la actualidad representan grandes focos de contaminación ambiental y a su vez se encuentran en un punto de agotamiento irreversible.

El desaprovechamiento de diferentes tipos de energía, en este caso la energía geotérmica existente en los yacimientos de aguas termales en nuestro país, conlleva a realizar un proyecto de investigación el cual permita aplicar nuevos métodos de generación de energía eléctrica aprovechando posibles focos de generación.

El diseño e implementación de un prototipo generador de electricidad, el cual aproveche los gradientes de temperatura existentes en determinadas zonas geográficas de nuestro país, podrá constituir una nueva metodología para la obtención de electricidad aprovechando los recursos naturales sin generar contaminación.

La constitución del prototipo y el gradiente térmico, permitirá determinar el rendimiento de nuestro sistema de generación eléctrica, y la eficiencia resultante representará la factibilidad de aplicación que podría tener el sistema de generación.

**Palabras clave:** eficiencia, celdas Peltier, generación, gradiente térmico, aprovechamiento.

### **3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

#### **Situación Problemática**

El desaprovechamiento de la transferencia de calor existente en las aguas termales en el complejo “Termas Santa Catalina” y las condiciones ambientales que en estas se presentan, da lugar a la investigación de nuevos sistemas generadores de electricidad, aprovechando los recursos naturales existentes en el lugar, la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera universitaria de termodinámica, energías renovables entre otras más, permitan el uso de estas fuentes renovables, por esta razón como estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi hemos planteado realizar el diseño de un prototipo generador de electricidad mediante el efecto termoelectrico con el uso de celdas Peltier, en la Provincia de Napo Cantón Quijos, Parroquia Papallacta, de tal forma que se obtenga información relevante que permita aplicar un sistema de generación de energía limpia beneficiándonos de la ubicación geográfica del sector. El cual representaría un impacto económico-ambiental positivo.

### **4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Beneficiarios directos: 2 Postulantes (grupo de investigador), Termas Santa Catalina, Moradores de la Parroquia Papallacta (200) - Cantón Quijos - Provincia Napo - Zona 2,

Beneficiarios indirectos: Personas que visitan el sector (Termas Santa Catalina) para realizar turismo, (10000 personas anuales aproximadamente).

### **5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El desaprovechamiento de la energía geotérmica por la existencia de aguas termales para la generación de energía eléctrica en nuestro país.

#### **Objeto y campo de acción**

El objeto de la investigación está relacionado con las celdas Peltier en el proceso de generación de energía eléctrica.

El campo de acción está enmarcado en conocer los procesos termodinámicos relacionados a la transferencia de calor para la generación eléctrica, mediante el análisis de la eficiencia y características de funcionamiento de las celdas Peltier.

## **6 OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar e implementar un prototipo generador de electricidad mediante el efecto termoeléctrico con el uso de celdas Peltier para la generación de energía eléctrica, en relación a las condiciones climáticas en la Provincia de Napo, Cantón Quijos, Parroquia Papallacta, Termas Santa Catalina.

### **Objetivos Específicos**

- Conocer las características de funcionamiento y la composición de las celdas Peltier, por medio de fuentes bibliográficas para de esta manera identificar la aplicabilidad que tendrá dentro del proyecto.
- Identificar las variables térmicas soportadas por las celdas Peltier para establecer el comportamiento que tendrá en base a las condiciones ambientales existentes en el lugar de aplicación.
- Diseñar un prototipo generador de electricidad mediante el uso de celdas Peltier.
- Implementar el prototipo generador de electricidad para obtener datos de análisis de resultados en las aguas termales.

## 7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1** Tarea por objetivo

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Medios de Verificación</b>
Conocer las características de funcionamiento y la composición de las celdas Peltier, por medio de fuentes bibliográficas para identificar la aplicabilidad que tendrá en el proyecto.	Recolección de información técnica de las celdas Peltier	Desarrollo de la documentación técnica de las celdas Peltier	Alldatasheet.com Hoja de datos TEC1-12706
Identificar las variables térmicas soportadas por las celdas Peltier para establecer el comportamiento que tendrá en las condiciones ambientales en el lugar de aplicación.	Recolección de información en artículos, revistas científicas, y libros técnicos.	Se ha identificado las características que poseen los componentes a utilizar.	Hoja de datos de componentes electrónicos. TEC1-12706
Diseñar un prototipo generador de electricidad mediante el uso de celdas Peltier.	Recolección de información técnica de los elementos.	Selección de elementos en base a los requerimientos	Procesos experimentales y antecedentes de la investigación.
Implementar el prototipo generador de electricidad para obtener datos de análisis de resultados en las aguas termales.	Recolección de datos de temperatura, voltaje y corriente obtenidos en el prototipo instalado	Análisis de eficiencia del sistema de generación.	Mediciones con instrumentación adecuada

**Fuente:** Grupo investigador

## **8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **Antecedentes**

El uso de celdas Peltier se presenta en los procesos de refrigeración para el enfriamiento y calefacción de otros dispositivos electrónicos con lo cual no se ha presentado estudios fidedignos en los cuales se emplee celdas Peltier como dispositivos de generación eléctrica.

La aplicación de sistemas de generación en los cuales intervengan las celdas Peltier han sido realizados únicamente con pruebas de laboratorio, lo cual no permitiría determinar con estos trabajos una sustentación de información real que anteceda con valores verificables a nuestro proyecto de investigación.

Una estructura flotante con dos compartimentos, uno sumergido a la temperatura del agua del río, y otro emergido, de color negro, para absorber la energía calorífica del Sol. En medio de ambas situaremos una serie de placas Peltier que aprovechen la diferencia de temperatura para producir energía eléctrica, (Sarria & Rebaldo, 2011)

El aprovechamiento del recurso geotérmico para la construcción comprende un análisis de la factibilidad de utilizar la temperatura del suelo como un sumidero o una fuente de calor para su uso con equipos activos como son ventiladores, bombas de calor, etc. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 13.3.4.5 RECURSO GEOTÉRMICO (TEMPERATURA DEL SUELO)

### **8.1 Objetivo**

Aprovechar el gradiente térmico presente en las aguas termales para utilizarlo en un prototipo generador de electricidad aplicando nuevos métodos de generación eléctrica; estableciendo los fundamentos teóricos relacionados a las condiciones de funcionamiento de las celdas Peltier, para determinar su eficiencia en diferentes condiciones climáticas o distintas formas de adaptación y así obtener datos reales que permitan un mejor desarrollo del prototipo en diferentes condiciones de funcionamiento.

## **8.2 Marco de referencia de la investigación**

Las energías renovables son recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>), algo contrario a lo que ocurre con las energías convencionales o no renovables como son los combustibles fósiles. Una de sus principales desventajas, es que la producción de algunas energías renovables es intermitente ya que depende de las condiciones climáticas del sector.

Las celdas Peltier son dispositivos electrónicos semiconductores los cuales permiten la obtención de energía eléctrica por medio de recursos renovables (calor y frío), al existir una gradiente de temperatura entre sus dos caras, con lo cual se puede aprovechar las condiciones climáticas existentes en nuestra región. Lo cual nos permite conocer sus características, funcionamiento, constitución interna y forma de generación, es de mucha importancia para determinar la eficiencia de estos dispositivos en situaciones ambientales de cambios constantes y en periodos determinados.

Para lo cual se pudo identificar los elementos presentes en la transformación de energía eléctrica, en temperaturas variables y la conversión de energía por efecto termoeléctrico en el sentido calor y electricidad, el cual se basa en los efectos Seebeck y Peltier, aunque en la célula aparecen tres efectos que son el efecto joule, el efecto Seebeck y el efecto Peltier los cuales permiten la transformación de la energía por medio de variaciones termoeléctricas.

## **8.3 Referencias bibliográficas relacionadas con la investigación.**

### **8.3.1 Energías renovables**

En su publicación web (twenergy, 2012), determina que las energías renovables son recursos abundantes y limpios que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones dañinas para el ambiente como las emisiones de CO<sub>2</sub>, algo que sí ocurre con las energías no renovables como son los combustibles fósiles. Una de sus principales desventajas, es que la producción de algunas energías renovables es intermitente ya que depende de las condiciones climatológicas, como ocurre, por ejemplo, con la energía eólica.

Con todo, el (IDAE, 1986) apunta que, por su carácter autóctono, este tipo de energías "verdes" contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los suministros externos, aminoran el

riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la creación de empleo.

En el protocolo de convención marco de las naciones sobre el cambio climático se firma el acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global en un aproximado de al menos un 5% dentro del periodo 2008 – 2012 en relación a las emisiones alcanzados en 1990, (Climático, 1997).

En la actualidad de energía renovable está inmersa a la actividad principal del confort ya sea este, de diversos aspectos, (auditivo, térmico, visual, iluminación, etc.) (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011), condiciones de confort enunciado, 13.3.5.1.1 Confort térmico.

La existencia de una variante de temperatura relacionada al nivel de confort que permitirá generar en diversas condiciones residenciales Para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos: Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C, Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 °C, Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s y Humedad relativa: entre el 40 y el 65 % (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011), condiciones de confort enunciado, 13.3.5.1.1 Confort térmico.

### **8.3.2 Energía geotérmica**

La energía geotérmica es una energía renovable que aprovecha el calor del subsuelo, aunque es una de las fuentes de energía renovable menos conocidas, sus efectos son espectaculares de admirar en la naturaleza, Se trata de una energía considerada limpia, renovable y altamente eficiente.

El aprovechamiento del recurso geotérmico para la construcción comprende un análisis de la factibilidad de utilizar la temperatura del suelo como un sumidero o una fuente de calor para su uso con equipos activos como son ventiladores, bombas de calor, etc. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 13.3.4.5 RECURSO GEOTÉRMICO (TEMPERATURA DEL SUELO)

Las aplicaciones de la geotermia dependen de las características de cada fuente. Los recursos geotérmicos de alta temperatura (superiores a los 100-150°C) se aprovechan principalmente para la producción de electricidad. Cuando la temperatura del yacimiento no es suficiente para producir energía eléctrica, sus principales aplicaciones son térmicas en los sectores industrial, servicios y

residencial. Así, en el caso de temperaturas por debajo de 100°C puede hacerse un aprovechamiento directo o a través de bomba de calor geotérmica (calefacción y refrigeración). Por último, cuando se trata de recursos de temperaturas muy bajas (por debajo de los 25°C), las posibilidades de uso están en la climatización y obtención de agua caliente, (twenergy, 2012) .

El proceso para medir la temperatura se lo realiza a diferentes niveles de profundidad del suelo hasta los 2 metros, para de esta forma definir el gradiente de temperatura utilizable. (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011)Sección 13.3.4.5 Recurso Geotérmico (Temperatura Del Suelo)

### **8.3.2.1 Temperatura aguas termales Papallacta**

La riqueza hidro-termal de las aguas se debe a que la zona de Papallacta se encuentra ubicada dentro de un complejo volcánico con más de 3 millones de años de actividad persistente llamado Chacana , conformado por una gran caldera volcánica de 35 kilómetros Norte-Sur y de 15 kilómetros de este – oeste, que incluye volcanes pequeños de lava muy viscosa llamados domos, media centena de afluentes de aguas termales, erupciones con grandes volúmenes de ceniza (magma pulverizado) y muchos flujos de lava andesíticas (el ultimo flujo de lava que formo la laguna de Papallacta a mediados del siglo XVIII).

Las aguas Termales que alimentan las fuentes de Papallacta surgen de profundas capas geológicas a través de fisuras hasta llegar a la superficie con todo su potencial saludable. La temperatura de las Termas en su origen varía entre los 60 a 70 grados y la temperatura de las piscinas, fluctúa entre 36 a 38 grados, (Papallacta, 2018).

### **8.3.3 Tipos de materiales semiconductores.**

El proceso de termo electricidad solo ocurre en ciertos materiales especialmente en los semiconductores (los materiales con que fabrican los micro-controladores). El problema fundamental para crear materiales termoeléctricos eficientes es que necesitan ser muy buenos transmitiendo la electricidad, pero no el calor. Cada material termoeléctrico tiene propiedades optimas en un intervalo de temperatura, por ejemplo, para materiales de temperatura baja su intervalo de operación va de 30 °C hasta 176.95 °C corresponde a aleaciones BiTe y su derivado de Sb y Se, (Álvarez & O, 2014).

### 8.3.4 Celdas Peltier o termoelectricas

El físico alemán Thomas J. Seebeck descubrió en 1820 que, si se cierra el circuito por la unión de dos materiales distintos a diferente temperatura, ésta produce una diferencia de potencial que se genera en la unión de los metales, (Enciclopédico\_universal, 1976).

En 1834 el físico francés Jean C. A. Peltier descubrió el efecto inverso al que había descubierto Thomas. Si una corriente pasa a través del circuito descrito por Seebeck (termopar), la temperatura de una parte de este circuito aumenta y la temperatura en la otra sección disminuye, así que el calor es transferido desde una unión a otra. La cantidad de calor que se transmite es proporcional a la corriente generada, (Enciclopédico\_universal, 1976).

#### Efectos presentes en la célula de efecto Peltier

La transformación de energía eléctrica, en temperaturas variables. La conversión de energía por efecto termoelectrico (en el sentido calor, electricidad y calor) se basa en los efectos Seebeck y Peltier, aunque en la célula aparecen tres efectos: Efecto Joule, efecto Seebeck y efecto Peltier.

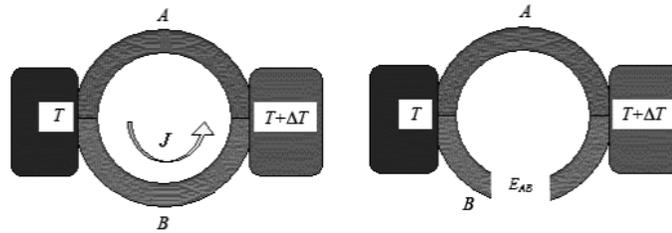
#### Efecto Joule

La más conocida interacción entre un fenómeno eléctrico, la conducción de corriente eléctrica, y su fenómeno térmico asociado, el calentamiento del conductor por el que circula la corriente, es el Efecto Joule. La materia ofrece cierta resistencia al movimiento de los electrones, los cuales ceden energía cinética al entorno en los sucesivos choques. Esta energía proporcionada por los electrones se disipa en forma de calor, (Sacristán Gómez, 2011).

#### Efecto Seebeck

Thomas J. Seebeck descubrió que, en un circuito formado por dos metales distintos homogéneos, A y B, con dos uniones a diferente temperatura,  $T$  y  $T+\Delta T$ , se establece un flujo de corriente eléctrica  $J$ , o bien, si se abre el circuito una fuerza termo electromotriz (f.t.e.m.)  $E_{AB}$  que depende de los metales utilizados en la unión y de la diferencia de temperatura entre las dos uniones. En la Figura 1 se muestra el esquema de las configuraciones mencionadas, (Patterson & Sobral, 2007).

**Figura 1** Esquema del efecto Seebeck



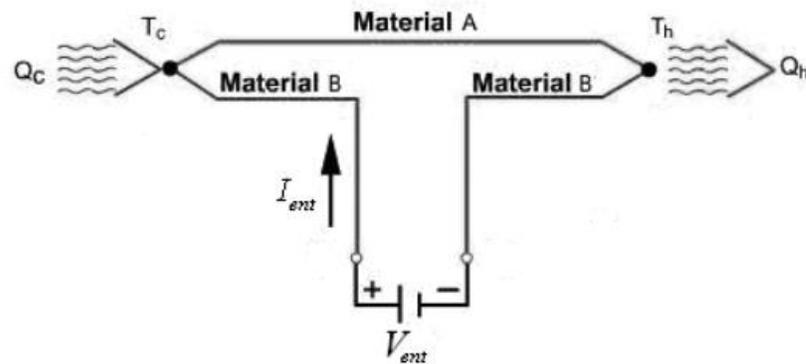
**Fuente:** Patterson, G. - Sobral, M., 2007

La relación entre la f.t.e.m.,  $E_{AB}$ , y la diferencia de temperaturas entre las uniones  $\Delta T$ , define el coeficiente Seebeck.

### Efecto Peltier

El efecto Peltier consiste en el enfriamiento o calentamiento de una unión entre dos conductores distintos al pasar una corriente eléctrica por ella y que depende exclusivamente de la composición y temperatura de la unión. En la Figura 2 se observa el esquema del circuito.

**Figura 2** Esquema del efecto Peltier



**Fuente:** Andrés Sacristán Gómez, 2011

Por lo tanto, al conectar la celda fabricada a una fuente de alimentación de corriente continua, la potencia que se absorbe corresponde a un término debido al efecto Joule y otro debido al efecto Peltier, (Sacristán Gómez, 2011).

### 8.3.5 La célula de efecto Peltier

La célula de efecto Peltier es un dispositivo termoeléctrico semiconductor en el cual, al hacer circular una corriente por él, aparece una diferencia de temperatura entre sus caras, es decir, una de sus caras se calienta y la otra se enfría, (Sacristán Gómez, 2011).

**Figura 3** Célula de efecto Peltier

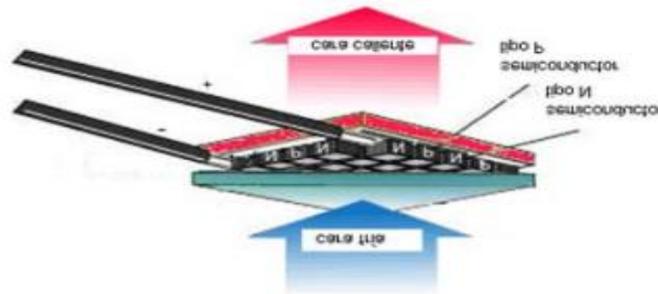


**Fuente:** Andrés Sacristán Gómez, 2011

Se puede usar la célula para enfriar o para calentar, aunque para calentar hay otras alternativas más eficientes.

Las células de efecto Peltier funcionan con corriente continua. También consta de dos superficies fabricadas con material cerámico aislante, las cuales se pondrán más frías o más calientes en función de la polaridad de la corriente y de la cantidad de amperios que se haga circular por la célula. Por último, la célula está fabricada en su parte interior con un material conductor. Este material está compuesto por dos metales diferentes o semiconductores tipo P y tipo N que están conectados entre sí por medio de soldaduras, (Sacristán Gómez, 2011).

**Figura 4** Esquema de las partes de la célula Peltier



**Fuente:** Andrés Sacristán Gómez, 2011

Un semiconductor es una sustancia que se comporta como conductor o como aislante dependiendo de la temperatura del ambiente en la que se encuentre. Los semiconductores de las células están fabricados con Teluro y Bismuto generalmente. Las células están construidas por parejas de semiconductores, uno tipo P y otro tipo N, que están organizados mediante su conexión eléctrica en serie y su conexión térmica en paralelo encerrado todo esto entre dos placas cerámicas paralelas, (Sacristán Gómez, 2011).

**Figura 5** Disposición de los semiconductores en la célula Peltier



**Fuente:** Andrés Sacristán Gómez, 2011

Otro ejemplo de disipadores son las celdas Peltier que, al circular una corriente eléctrica por el material, producen una diferencia de temperatura en ambos lados, estas celdas basan su funcionamiento en la utilización del efecto inverso al Seebeck.

Para conseguir que la célula tenga un funcionamiento adecuado y no haya transferencia de calor entre sus caras se ha colocado un disipador de calor que elimine el exceso de calor de la cara caliente de la célula con un ventilador para que haya circulación del aire. Con esto se consigue que la temperatura de la cara fría se mantenga lo más baja posible y así no habrá problemas en llevar la cara fría de la célula a la temperatura del punto de rocío, (Aranda, 2014).

## **Ventajas e inconvenientes de la celda de efecto Peltier**

### **Ventajas:**

- Tienen un funcionamiento sencillo.
- No emiten contaminantes.
- No requieren mantenimiento.
- Son potentes en cuanto al enfriamiento.
- Funcionan en diversos entornos.
- Es un dispositivo de refrigeración que no necesita ni gas ni partes móviles como otros.

### **Inconvenientes**

- Tienen un consumo en amperios elevado.
- La cara caliente necesita disipación para funcionar correctamente.
- Al tener dimensiones reducidas da una potencia frigorífica de pocos Watt.

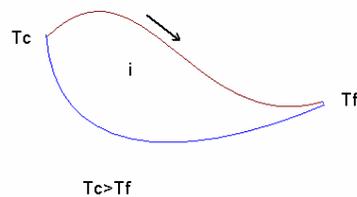
### **8.3.6 La termodinámica**

Es una rama de la ciencia que se encarga del estudio del comportamiento del calor en los materiales, de esta existe un tema llamado el efecto termoeléctrico. Este efecto relaciona los deltas de temperatura en un material y la corriente eléctrica que lo recorre a este, la corriente es generada por el calor y viceversa.

Se conocen tres efectos termoeléctricos, efecto Seebeck, descubierto por el físico alemán Thomas Johann Seebeck en 1821; el efecto Peltier descubierto por el físico francés Jean-Charles Peltier en 1834 y el físico inglés William Thomson a quien se le atribuye el efecto Thomson, en este último se explica la relación entre el efecto Seebeck y Peltier y de cómo estos se pueden presentar en un solo material, (Solís, 2013).

La intensidad de la corriente eléctrica obtenida, depende del tipo de materiales que se ponen en contacto y de la diferencia de los valores de la temperatura en las uniones. Este fenómeno se observa tanto en materiales metálicos o conductores como en materiales semiconductores, figura 3. (Metropolitan Autonomous University, 2008).

**Figura 6 Diagrama del efecto Seebeck que se produce en dos alambres de distintos materiales**



**Fuente:** Metropolitan Autonomous University, 2008

Estos efectos termoeléctricos se están utilizando en procesos de refrigeración, en los cuales se establece un gradiente de temperatura impulsado por el flujo de cargas eléctricas a través del material. Para un generador termoeléctrico se usa como fuente el calor y se obtiene como resultado electricidad.

### 8.3.7 Conducción térmica

Existe un trabajo interno que se debe a la conducción térmica determinada por la ley de Fourier. Establece que la tasa de transferencia de calor por conducción en una dirección dada, es proporcional al área normal a la dirección del flujo de calor y al gradiente de temperatura en esa dirección. Como es un trabajo interno este término no ha de ser tenido en cuenta en (5). Por lo tanto, el calor que fluye del foco más caliente al frío por unidad de tiempo para cada elemento es el coeficiente de conductividad térmica de cada elemento por unidad de longitud a través de unidad de sección,  $A$  es la sección normal a la dirección del flujo,  $L$  la longitud de cada elemento y  $\Delta T$  la diferencia de temperatura en los extremos del elemento. Por último, se define como conductividad térmica de la celda a la suma de las contribuciones de cada elemento, (Sacristán Gómez, 2011).

El calor producido por la desintegración de radioisótopos en los termo generadores (RTG) es aprovechado para calentar una de las caras de las placas Peltier y conseguir de esta manera una producción estable, compactada y duradera de energía eléctrica, (Perez, 2014).

### Propagación del calor

El calor se transmite mediante tres formas conocidas: radiación, convección y conducción.

**Por radiación.** - Recibimos los rayos del Sol. La radiación no necesita un medio material para propagarse, puede hacerlo a través del vacío. Todo cuerpo con una temperatura superior a los cero grados absolutos (kelvin) produce una emisión térmica por radiación, pero en el caso que nos ocupa es de una magnitud despreciable, y por tanto no se tiene en cuenta la emisión por radiación.

**Por convección.** - Es un fenómeno que añade a fluidos, tales como el aire o el agua. Favorece la propagación del calor en estos cuerpos, que son de por sí muy buenos aislantes térmicos. Un cuerpo caliente sumergido en aire, hace que las capas próximas al mismo se calienten, lo que a su vez ocasiona una disminución de su densidad, y por esto se desplazará esta masa de aire caliente hacia estratos más elevados dentro del recinto. Inmediatamente, el "hueco" que ha dejado este aire es ocupado por aire más frío, y así se repite el ciclo, generando corrientes convectivas que facilitan el flujo térmico. Este mismo fenómeno se da en el agua, o cualquier líquido o gas.

Fluido de transferencia de calor es el fluido encargado de transportar la energía captada en el colector hacia el acumulador o los puntos de consumo (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCION, 2011) Sección 14.1.4.1. Definiciones.

**Por conducción.** - Se manifiesta más obviamente en cuerpos sólidos.

Curiosamente los cuerpos que son buenos conductores eléctricos, también lo son térmicos, y se explica a nivel subatómico. El cobre, la plata, níquel, aluminio, oro, etc., son excelentes conductores. Si aplicamos una llama a una barra de cobre, enseguida notaremos el calor por el extremo que lo agarramos. Este calor se ha propagado por conducción.

En la disipación de calor de los semiconductores, solamente consideramos los dos últimos tipos de propagación: convección y conducción, (Icardaba, 2018).

### **8.3.8 Disipadores de calor**

Son componentes metálicos que utilizan para evitar que algunos elementos se calienten demasiado y se dañe debido a la temperatura expuesta por lo que un disipador extrae el calor del componente que refrigera y lo evacúa al exterior, normalmente al aire. Para ello es necesaria una buena conducción de calor a través del mismo, por tal razón se fabrica de aluminio por su ligereza, pero también de cobre, mejor conductor del calor, cabe aclarar que el peso es importante ya que la tecnología avanza y por lo tanto se requieren disipadores más ligeros y con eficiencia suficiente para la transferencia de calor hacia el exterior, (Unicrom, 2016).

La Transmitancia o Transmitividad es una propiedad de los materiales  $\tau$  (tau) que indica la relación entre la radiación transmitida en un medio y la radiación que incide sobre el mismo, debe tender a 1, (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 14.1.4.1. Definiciones.

## **Tipos de Disipadores**

### **Disipador de calor de aluminio**

El aluminio es un conductor térmico gracias a sus propiedades. Los niveles de conductividad van marcados con unos valores, donde cuanto más alto sea el valor, mejor conductividad térmica tendrá. La ventaja añadida es que el aluminio es barato de producir y es ligero. Cuando se pone un disipador de calor de instala en un componente, su peso pone un cierto nivel de tensión en la placa base. Aun así, el ligero peso del aluminio es beneficioso porque no produce apenas tensión a la placa base, (LiFong (HK) Co. industrial, 2018).

**Figura 7 Disipador de calor de aluminio**



**Fuente:** <http://spanish.aluminiumdiecastingparts.com>

### **Disipador de calor de Cobre-Tungsteno (CuW)**

El heatsink de CuW es un material compuesto de cobre y tungsteno. Controlando el contenido de tungsteno, se puede adaptar su coeficiente de expansión térmica (CTE) para hacer juego con los materiales, tales como cerámica ( $Al_2O_3$ , BeO), semiconductores (Si, GaAs), vidrio y otros, (lcardaba, 2018).

### **Características**

- Alta conductividad térmica
- Excelente hermeticidad
- Excelente control dimensional, superficie de acabado
- Disponibilidad de productos con acabados o semi acabados (Ni/Au plateados)

**Figura 8 Disipador de CuW**



**Fuente:** <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-heatsink-20613.htm>

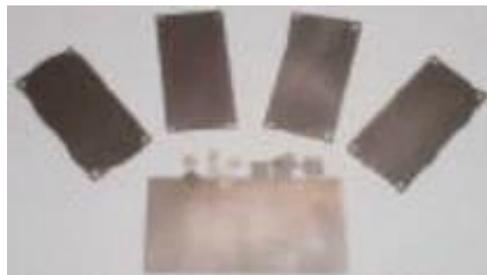
### **Disipador de calor de Cobre-Molibdeno (CuMo)**

Está compuesto de molibdeno y cobre. Es similar al CuW, la CTE del CuMo puede además adaptar un ajuste de composición. El CuMo es mucho más ligero que el CuW por lo que su aplicación es ideal donde el peso sea importante, (Icardaba, 2018).

#### **Características**

- Alta conductividad térmica debido a que los aditivos que fueron usados no se aglomeran.
- Excelente hermeticidad
- Densidad relativa pequeña
- Disponibilidad de partes acabadas o semiacabadas (Ni/Au plateados)

**Figura 9 Disipador de calor de CuMo**



**Fuente:** [www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)

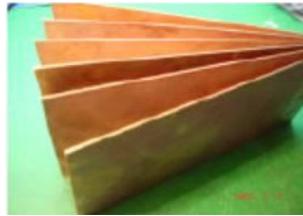
### Disipador de calor de Cu/Mo/Cu laminado

El Cu/Mo/Cu (CMC) es un sandwich compuesto de una capa central de molibdeno y dos capas de cobre cubriéndolo. Tiene una CTE variable, conductividad térmica alta y alta dureza. Todos los tipos de láminas de Cu/Mo/Cu pueden ser selladas dentro de los componentes, (Icardaba, 2018).

#### Características

- Varios tamaños de lámina disponibles (longitud 16", ancho 4")
- Puede ser sellada dentro de los componentes
- Interface de enlace muy alta la cual puede resistir repetidamente golpes térmicos de 850 grados centígrados
- Alta conductividad térmica
- Sin magnetismo

**Figura 10** Disipador de calor Cu/Mo]/Cu



Fuente: [www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)

### Analogía eléctrica con las características de un disipador

Se puede establecer una correspondencia entre la Ley de Ohm y la propagación térmica mediante la siguiente tabla de equivalencias:

**Tabla 2** Analogía eléctrica

analogía térmica - Ley de Ohm	
intensidad ( I )	calor ( W )
tensión ( V )	temperatura ( T )

resistencia ( R )	resist. térmica ( R )
$V = IR$	$T = WR$

Fuente: <http://www.lcardaba.com>

Las unidades son W (Watt), T (°C, grados centígrados) y R (°C/W)

La asociación de resistencias térmicas es igual que la asociación de resistencias. En serie, sumamos los valores de cada R, de manera que la resistencia térmica equivalente es mayor que cada una de las resistencias por separado. Lógicamente, cuanto mayor es la resistencia térmica, mayor dificultad para el flujo de calor, (lcardaba, 2018).

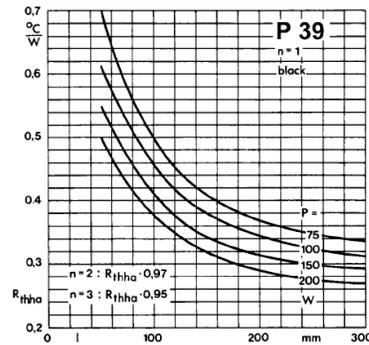
### **Cálculo de grandes Disipadores**

Cuando tengamos que disipar potencias de más de 50 vatios, las dimensiones del Disipador se disparan. Es habitual en transistores de salida, sobre todo en amplificadores de clase A.

A veces, es incluso difícil evaluar cuál será la potencia que tenemos que disipar. Si, por ejemplo, se trata de un amplificador clase A, la cosa es fácil, pues sabemos que la máxima potencia se disipa en el reposo y conociendo la corriente y la tensión a la que está sometido el transistor podemos inmediatamente saber la potencia. Pero en el caso de clase B o clase AB la cosa no es tan sencilla y tendremos que recurrir a predicciones más o menos acertadas, teniendo siempre presente que más vale tirar por lo alto para evitar fallos.

La lógica nos dice que, si tenemos un Disipador con una resistencia térmica R y lo dividimos en dos partes iguales, entonces obtenemos dos Disipadores cuya R es justo el doble. No es cierto. Dependerá de la geometría y características propias del fabricante. No hay más remedio que consultar datasheets, que para grandes Disipadores de extrusión incluyen gráficas de R y longitud. Normalmente, en el caso anterior la R obtenida en cada una de las mitades es menor que el doble. El gráfico adjunto corresponde a un Disipador de la casa Semikron (modedo P39), (lcardaba, 2018).

**Figura 11 Diagrama de selección de Disipador**



Fuente: <http://www.lcardaba.com>

### 8.3.9 Elementos de un sistema de generación aislado o autónomo

Dentro de los elementos que constituyen un sistema autónomo o aislado tenemos:

- Paneles solares, turbinas, biodigestor, etc.
- Regulador.
- Baterías.
- Inversor.

Serán los encargados de la generación eléctrica pueden ser de varios tipos formas o tecnologías, para su utilización es importante fijarnos siempre en la curva I-V que proporcionan los fabricantes sus hojas técnicas. Ejemplo de un sistema de generación aislado.

#### Regulador

Dispositivo que controla la corriente de carga y descarga de las baterías mediante el monitoreo y ajuste permanente del voltaje máximo y mínimo proveniente del panel fotovoltaico, y en algunos casos por el control de la temperatura del banco de baterías, (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 14.2.1.4. Definiciones, nomenclatura y símbolos.

Se encarga de controlar la carga y descarga de las baterías y evitar tensiones de entrada y salida bruscas de un modo sencillo, un regulador se puede interpretar como un interruptor, cerrado y conectado en serie entre el dispositivo de generación y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada. Se debe emplear un regulador con un 20 % superior al valor de la corriente máxima que pueda producir el sistema de generación (Energía solar, 2017)

**Figura 12 Regulador de carga.**



**Fuente:** Foro técnico de Energía Solar y Energías Renovables

## **Batería**

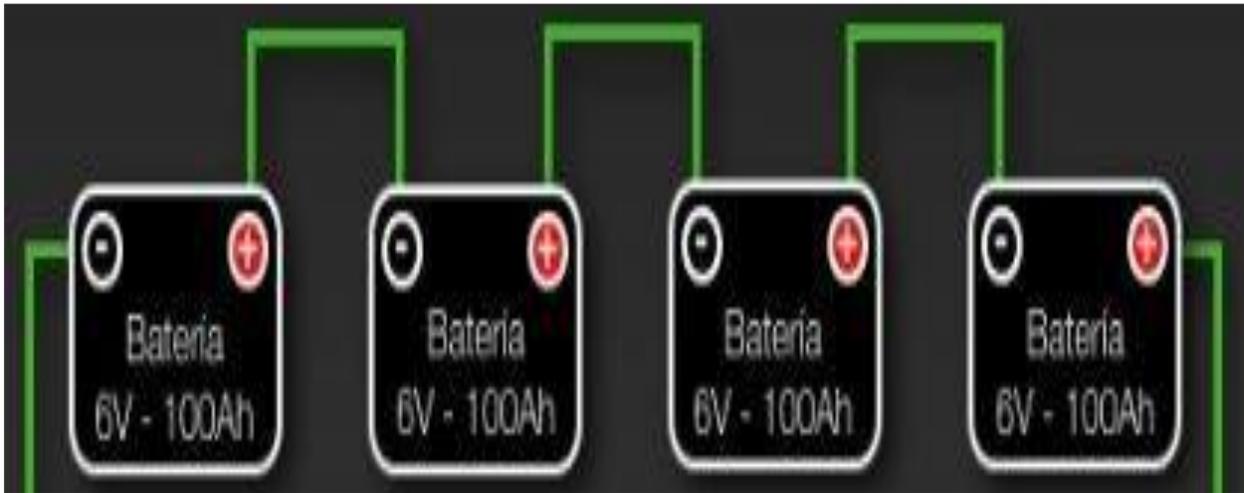
Dispositivo que convierte la energía química de sus componentes activos en energía Eléctrica, mediante una reacción electroquímica que involucra el paso de electrones desde un material a otro, a través de un circuito eléctrico, (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 14.2.1.4. Definiciones, Nomenclatura Y Símbolos.

Se encargan de acumular la energía eléctrica producida por el sistema de generación para poder disponer de ella cuando sea requerido, las más recomendadas para utilizar son las baterías estacionarias de plomo ácido, las cuales se podrán conectar en serie y/o paralelo para completar un voltaje necesario 12, 24 o 48 Vcc. Este tipo de baterías pueden permanecer largos periodos de tiempo cargadas y soportar descargas profundas esporádicamente, Para definir el tamaño de las baterías es necesario tomar en cuenta el número de baterías necesarias en el sistema, que se debe tomar en cuenta como: el voltaje nominal del sistema y la tensión nominal de cada batería, (Energia solar, 2017).

## **Baterías de gel**

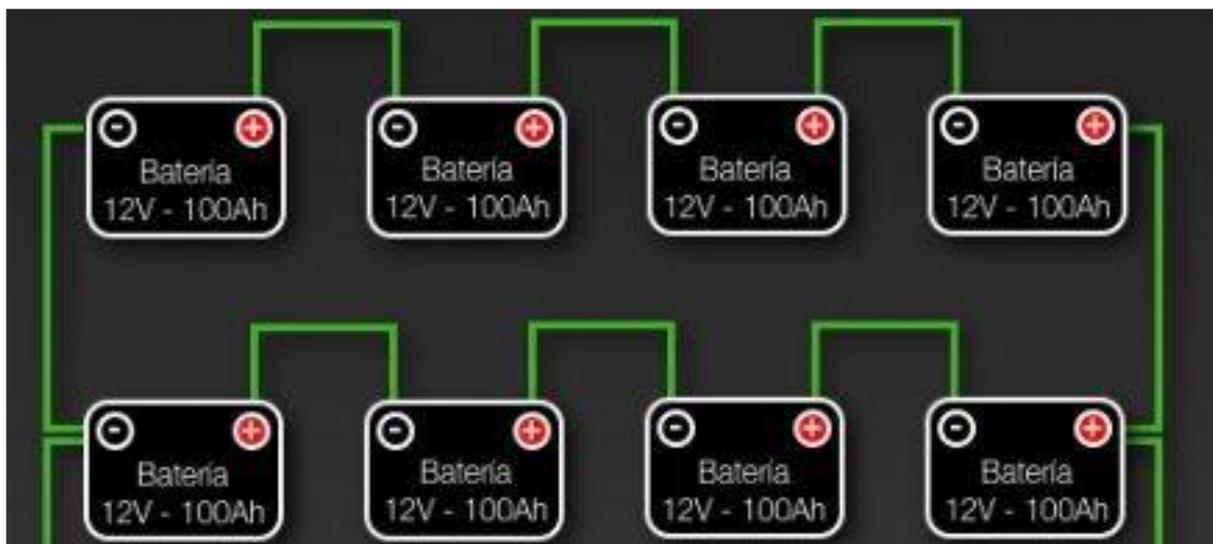
Otro tipo de baterías donde el electrolito no se encuentra en estado líquido, sino solido e inmóvil es el caso de las baterías de gel, en el cual el electrolito se ha gelificado, y se ha separado mediante una fibra de vidrio con gran poder de absorción, que actúa como una esponja, son de libre mantenimiento y nunca les será necesario añadir agua, (Energia solar, 2017).

**Figura 13** Conexión de baterías en serie



Fuente: Núñez, Salazar

**Figura 14** Conexión mixta de baterías



Fuente: Núñez, Salazar

## **Inversor**

Dispositivo electrónico que convierte la corriente directa proveniente de la batería (por ejemplo, 12 Vcc) en corriente eléctrica alterna (por ejemplo, 120 Vca). Y el Inversor de conexión a red. Dispositivo electrónico que transforma la corriente continua entregada por el arreglo fotovoltaico a corriente alterna de las mismas características que la red eléctrica pública a la que se conecta, En

la (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011), Sección 14.2.1.4. Definiciones, nomenclatura y símbolos.

La función de un inversor es cambiar el voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje de salida de corriente alterna con magnitud y frecuencia deseada por el diseñador.

### **Aislamiento térmico**

Se dan en los materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica, cuyo empleo en los SST tiene por objeto reducir las pérdidas, (NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN, 2011) Sección 14.1.4.1. Definiciones.

## **9 HIPÓTESIS**

¿El aprovechamiento de la energía geotérmica en las Termas Santa Catalina permitirá implementación de un prototipo generador de electricidad con el uso de celdas Peltier?

### **9.1.1 Causa – Efecto**

**Tabla 3** Causa - Efecto

Desaprovechamiento del proceso de generación eléctrico	Sectores propicios para la investigación	Ausencia de prototipos
El desaprovechamiento de la energía geotérmica por la existencia de aguas termales en el país.		
El desconocimiento de la aplicación de energía geotérmica para la generación eléctrica.	Ubicación geográfica.	Costos de producción de energía geotérmica

**Fuente:** Grupo investigador

### **9.1.2 Matriz de Variables**

**Variable dependiente:** Aprovechamiento de la energía geotérmica.

**Variable independiente:** Implementación de un prototipo generador de electricidad.

**Tabla 4** Variable de entrada y Variables de salida

<b>Variables Entrada</b>	<b>Proceso</b>	<b>Variable de salida</b>
Gradiente térmico		Voltaje
Conexiones de las celdas Peltier (serie, paralelo y mixto)		Eficiencia
Selección del tipo de celda		Corriente
Resistencia térmica		

**Fuente:** Grupo investigador

## 10 METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente proyecto se desarrolló una investigación de carácter descriptivo la cual se llevó a cabo en las “Termas Santa Catalina”, donde se obtuvo la documentación necesaria. De acuerdo a la metodología por tratarse de un prototipo generador de energía se determinó la siguiente documentación.

**Bibliográfica.** - Este método se refiere a la recolección de información necesaria para el desarrollo de la investigación, se analizó las características de funcionamiento de las celdas Peltier, también se determinó las características térmicas que soportan las celdas Peltier, con lo cual se pueda elaborar y sustentar teóricamente el trabajo investigativo.

**De campo.** - se utilizará la investigación de campo en el proceso de recopilación de datos directamente relacionados con las fuentes geotérmicas y el gradiente de temperatura existente en las Termas Santa Catalina, y que son utilizadas para el sistema de duchas, además de contar con una temperatura apropiada para determinar el gradiente térmico entre las aguas termales y el ambiente. El levantamiento de la información a través de la observación in situ, lo cual fue útil en el desarrollo del proyecto de investigación, como investigadores se aporta que la investigación de campo ayuda al análisis o diagnóstico actual del problema partícipe del estudio, el desaprovechamiento de la energía geotérmica por la existencia de aguas termales para la generación de energía eléctrica.

## 10.1 Métodos

**Inductivo.** – Será aplicado para determinar el registro de los valores de temperatura existente en las aguas termales de las Termas Santa Catalina para aprovecharlas en el proceso de generación eléctrica con celdas Peltier.

**Científico.** – El método científico será aplicado para desarrollar un conjunto de pasos ordenados para hallar nuevos conocimientos en relación a la generación eléctrica, aprovechando gradientes de temperatura.

## 10.2 Técnicas

**Observación.** – La técnica de observación permite determinar la presencia de gradientes térmicos y falta de sistemas de generación eléctrica con procesos termoeléctricos existente en las aguas termales de las Termas Santa Catalina.

**Medición.** – Por medio de la técnica de medición permite determinar el valor de temperatura del agua y el ambiente, también los valores de voltaje y corriente, respecto a las configuraciones de conexión, y el dimensionamiento estructural del prototipo.

**Calculo.** – Con la ayuda de esta técnica se aplica las fórmulas necesarias para determinar los valores resultantes de las diversas configuraciones de conexión.

## 10.3 Instrumentos

Para iniciar el proceso de implementación del proyecto se utilizará diferentes materiales y dispositivos electrónicos, los cuales permitirán controlar monitorear y evaluar las variables de las entradas y salidas del sistema de generación y de esta manera obtener datos lo más fidedignos posibles en un determinado periodo de tiempo identificando así, las diferentes características de nuestro dispositivo de estudio.

### Multímetro

Este dispositivo utilizaremos para poder identificar cada una de las celdas y poder agrupar con las mismas características ya sea en voltaje y corriente, y una vez ya determinada la cantidad exacta de celdas Peltier y celdas fotovoltaicas, entonces ya empezaremos a obtener datos resultantes, pero como a bien es de conocimiento no podemos afirmar con un simple dato en un periodo mínimo por

lo que el multímetro nos ayudara solo para identificar características iguales de las celdas pero para la obtención de datos en periodos extensos ocuparemos otros elementos y dispositivos.

**Figura 15 Multímetro**



**Fuente:** <http://www.taringa.net>

### **Pistola medidora de temperatura**

Este dispositivo nos permitirá visualizar en tiempo real la temperatura del sistema de generación, o a su vez medir la temperatura de la cara fría y de la cara caliente, pudiendo percibir la diferencia de temperatura entre las dos.

**Figura 16 Pistola medidora de temperatura**



**Fuente:** <http://www.taringa.net>

**Ecuaciones.** - Estas son utilizadas para determinar las magnitudes eléctricas, como: voltaje, corriente y potencia.

#### **10.4 Diseño experimental de generación de las celdas Peltier**

Por medio de la recolección de datos obtenidos mediante la observación y medición con la pistola térmica, en las aguas Termales que alimentan las fuentes de Papallacta surgen de profundas capas geológicas a través de fisuras hasta llegar a la superficie con todo su potencial saludable. La temperatura de las Termas en su origen varía entre los 60 a 70 grados y la temperatura de las piscinas, fluctúa entre 36 a 38 grados, (Papallacta, 2018).

Una vez conocidas las características de funcionamiento, ventajas y desventajas se ha seleccionado las celdas Peltier **TEC1-12706** las cuales se encuentran en valores intermedios de rendimiento entre las existentes, para emplearlas en el sistema de generación.

Previo a la implementación final del prototipo, se ha realizado una serie de experimentos que permitirán determinar el rendimiento del sistema planteado.

Para poder identificar y analizar las variables de temperatura, corriente y voltaje, registradas en el sistema se deberá aplicar un conjunto de dispositivos electrónicos que permitan el registro y visualización de las gradientes de temperatura y variaciones de corriente – voltaje.

##### **Proceso experimental:**

El proceso se lo realizo teniendo los siguientes datos:

Cantidad de celdas Peltier = 104

Valor de temperatura interna del prototipo (receptor de agua) = 38 °C

Valor de temperatura externa (disipador) = 12 °C

##### **Conexiones de las celdas Peltier en serie**

Un circuito serie es aquel circuito en el que la corriente eléctrica tiene un solo camino para llegar al punto de partida. en este tipo de conexión se puede elevar el voltaje (V), manteniendo la corriente (I).

Para nuestro proceso experimental de conexión en serie, se utilizará un total de 104 celdas Peltier, y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se conectó un sistema conformado por 8 conjuntos de celdas.
- Cada conjunto está constituido por 13 celdas Peltier conectadas en serie.

- Los valores resultantes de cada conjunto de 13 celdas son:

Voltaje = 2.37 V

Corriente = 0.04 A

- Posteriormente se procede a conectar los 8 conjuntos en serie teniendo como resultante un último sistema conformado por 104 celdas Peltier todas ellas conectadas entre sí.
- De la última conexión realizada se obtuvo los siguientes valores:

### DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTO 1

Voltaje = 18,17 V

Intensidad = 0,04 A

Potencia =  $V \times I = 0,726 \text{ W}$

**Figura 17** Datos obtenidos en conexión serie voltaje – corriente



**Fuente:** Grupo investigador

### Conexión en paralelo

Un circuito paralelo es aquel circuito en el que la corriente eléctrica se bifurca en cada nodo. Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la

misma diferencia de potencial. - en este tipo de conexión se puede elevar la corriente (I), manteniendo el voltaje (V).

Para nuestro proceso experimental de conexión en paralelo, se utilizará de igual forma un total de 104 celdas Peltier, y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se conecto un sistema conformado por 8 conjuntos de celdas.
- Cada conjunto está constituido por 13 celdas Peltier conectadas en paralelo.
- Los valores resultantes de cada conjunto de 13 celdas son:

Voltaje = 2.37 V

Corriente = 0.06 A

- Posteriormente se procede a conectar los 8 conjuntos en serie teniendo como resultante un último sistema conformado por 104 celdas Peltier todas ellas conectadas entre sí
- De la última conexión realizada se obtuvo los siguientes valores:

### DATOS OBTENIDOS

Voltaje = 2,37V

Intensidad = 0,46| A

Potencia =  $V \times I = 1,09 \text{ W}$

**Figura 18** Datos obtenidos en la medición en paralelo voltaje – intensidad



**Fuente:** Grupo investigador

**Conexión mixta:**

Un circuito mixto es aquel circuito que es una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos. - en este tipo de conexión se puede elevar tanto el valor de la corriente, así como el voltaje.

Para nuestro proceso experimental de conexión mixta, se utilizará de igual forma un total de 104 celdas Peltier, y se realizó el siguiente procedimiento:

- Se agrupo la conexión mixta de la siguiente estructura; 4 conjuntos de 13 celdas Peltier conectadas en serie formando 2 grupos.
- Cada grupo está constituido por 52 celdas Peltier conectadas en serie.
- A estos dos grupos, se conectó en paralelo a sus terminales, formando así la conexión mixta
- Los valores resultantes de cada conjunto de 52 celdas son:

Voltaje = 10,30V

Corriente = 0.04 A

- Posteriormente se procede a conectar los 8 conjuntos en conexión mixta, agrupando en series de 52 celdas el en primer conjunto y 52 celdas en el segundo conjunto, y a su vez los terminales conectados en paralelo, teniendo como resultante un último sistema conformado por 104 celdas Peltier todas ellas conectadas en configuración mixta.
- De la última conexión realizada se obtuvo los siguientes valores:

**DATOS OBTENIDOS**

Voltaje = 10,33V

Intensidad = 0,08 A

Potencia =  $V \times I = 0,826 \text{ W}$

**Figura 19 Datos obtenidos de la conexión mixta voltaje – intensidad**

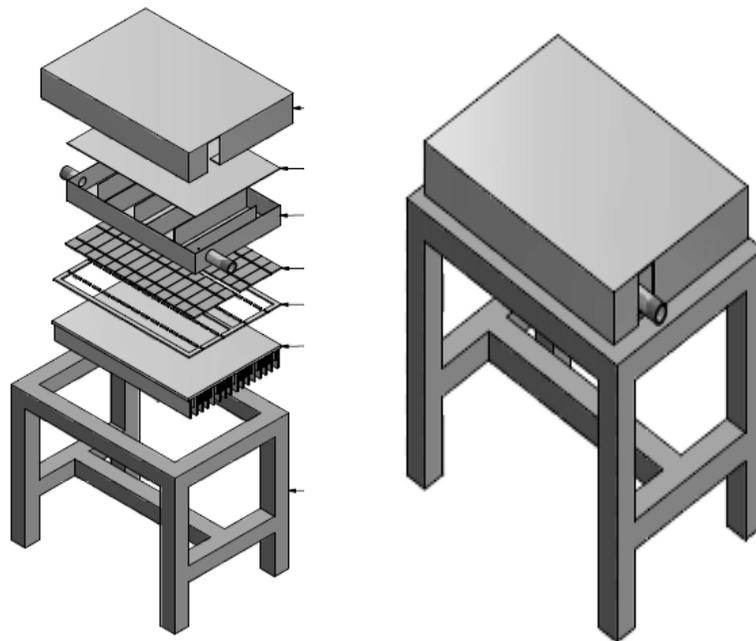


Fuente: Grupo investigador

### Composición del sistema de generación Peltier

Para la obtención de un gradiente o variación de temperatura entre las dos caras de las celdas Peltier, se empleará una caja hermética para conservar por más tiempo la temperatura del lado caliente; a su vez en el lado frío adaptar un disipador de calor para receptor la temperatura ambiente del lugar y de esta forma obtener la gradiente térmica.

**Figura 20 Diseño del prototipo con caja hermética y disipador**





**Tabla 5** Descripción de las celdas Peltier, tipo, potencia y costo

Number	Description
TEC1-12706	40x40x3.5mm 8.5A/15.4V 85W 127 couples

**Fuente:** <http://www.hebeiltd.com.cn/>

### **Regulador**

Se encarga de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas de un modo sencillo.

### **Regulador de carga PWM**

Un regulador de carga PWM se caracteriza en que los módulos trabajan a la tensión a la que está cargada la batería evitando que la batería se sobrecargue o descargue abruptamente, su mayor ventaja es el precio y su poco peso.

### **Regulador de carga MPPT**

El regulador de carga MPPT se caracteriza por incluir un controlador de punto de máxima potencia, un transformador CC-CC, encargado de convertir la corriente continua de alta tensión en corriente continua de una tensión inferior para cargar la batería. Estos mecanismos permiten que el regulador de carga permita obtener en cada momento la máxima potencia, o limitar las fases de flotación o absorción, su desventaja puede presentarse en el costo.

### **Criterio de selección del controlador de carga**

Debido a las características de funcionamiento hemos seleccionado los reguladores PWM ya que, son reguladores sencillos que actúan como interruptores entre las placas fotovoltaicas y la batería. Estos reguladores fuerzan a los módulos fotovoltaicos a trabajar a la tensión de la batería, sin ningún tipo de instalación extra. Por ejemplo, si la batería es de 12 V, los paneles cargarán la batería con una tensión de 12 V.

### **Selección del Voltaje**

El primer paso involucra seleccionar un controlador de carga que sea compatible con el voltaje del sistema, siendo 12, 24 y 48 Voltios las configuraciones más comunes. Si va a cablear sus baterías

para operar a 24 Volts necesita un controlador de carga de 24 voltios. Algunos controladores son de voltaje fijo, es decir, no puede cambiarse. Controladores más sofisticados pueden operar a voltajes variados, el controlador selecciona el voltaje de operación de forma automática una vez conectado a la batería.

### **Corriente máxima**

Consiste en seleccionar un controlador de carga con capacidad de trabajar con la corriente de salida máxima del sistema, se recomienda incluir un factor de seguridad para eventos aislados en los que se puede producir un exceso de corriente, es recomendable que la corriente máxima del regulador sea como mínimo el 20% superior a la máxima corriente nominal del sistema (Renovables, 2018).

$$I_R = 1.2 \frac{W_p}{V_m} \quad (1)$$

$I_R$  = Corriente del regulador

$W_p$  = Potencia del módulo (Celda Peltier, panel)

$V_m$  = Voltaje del modulo

### **Batería**

Se encargan de acumular la energía eléctrica producida por el sistema de generación para poder disponer de ella cuando sea requerido, para nuestro sistema se ha seleccionado baterías de ciclo profundo de gel ya que presenta las siguientes características.

- 1) Son resistentes al daño causado por descargas muy profundas.
- 2) Pueden ser cargadas más rápidamente y requieren menos energía para recargar completamente.
- 3) Mantienen un voltaje más alto mientras se descargan, así que sus aparatos de D.C. trabajan mejor.
- 4) Producen menos gas de hidrógeno al cargar.
- 5) No necesitan mantenimiento.

No deben ser cargados en más de 14,1 voltios por lo se utiliza el regulador de carga para proteger la batería contra sobre carga, y en algunos casos contra sobre descarga.

### **Inversor**

La función de un inversor es cambiar el voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje de salida de corriente alterna con magnitud y frecuencia deseada por el diseñador.

### Disipadores de calor de aluminio

Un disipador es un instrumento que se utiliza para bajar la temperatura de algunos componentes electrónicos se basa en la ley cero de la termodinámica, transfiriendo el calor de la parte caliente que se desea disipar al aire. Este proceso se propicia aumentando la superficie de contacto con el aire permitiendo una eliminación más rápida del calor excedente.

**Figura 23** Disipador de calor de aluminio



**Fuente:** ledcontrols.com.mx

### Criterio de selección.

El disipador de calor de aluminio tiene resistencia a la corrosión sin necesidad de añadir aditivos, además presenta la mejor característica de ahorro de energía, la cantidad de aluminio fundido es inferior a la cantidad de acero u otro material con mismas especificaciones del disipador de calor en la misma situación.

### Pasta térmica

La pasta térmica, también llamada silicona o grasa para semiconductores, es una sustancia que incrementa la [conducción de calor](#) entre las superficies de dos o más objetos que pueden ser irregulares y no hacen contacto directo. En electrónica e informática, es frecuentemente usada para ayudar a la disipación del calor de componentes mediante un disipador.

**Figura 24** Pasta térmica



**Fuente:** pccomponentes.com

## 11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 11.1 Análisis de la experimentación

En base a la experimentación realizada, se pudo evidenciar que las diferentes condiciones de temperatura y formas de conexión de los elementos (celdas Peltier) determina la funcionalidad del prototipo de generación eléctrica.

Con la información resultante de la experimentación se determina:

**La conexión en serie**, las tensiones se suman y la intensidad resultante es la de uno de los paneles (deben ser de las mismas características) (García, 2019)

$$\textit{Tensión en vacío total: } Voc = Voc1 + Voc2 + VocN = [ \textit{Voltios} ]$$

$$\textit{Intensidad de cortocircuito: } Isc = Isc1 = Isc2 = IscN = [ \textit{Amperios} ]$$

#### DATOS OBTENIDOS

Voltaje = 18,17 V

Intensidad = 0,04 A

Potencia =  $V \times I = 0,726 \text{ W}$

**La conexión en paralelo**, las intensidades se suman y la tensión resultante es la de uno los paneles (deben ser de las mismas características) (García, 2019)

$$\textit{Tensión en vacío total: } Voc = Voc1 = Voc2 = VocN \dots = [ \textit{Voltios} ]$$

$$\textit{Intensidad de cortocircuito: } Isc = Isc1 + Isc2 + IscN = [ \textit{A} ]$$

#### DATOS OBTENIDOS

Voltaje = 2,37V

Intensidad = 0,46 A

Potencia =  $V \times I = 1,09 \text{ W}$

**La conexión mixta**, presenta una mayor eficiencia al momento de realizar un proceso de generación, puesto que con esta se puede mejorar tanto los valores de voltaje (V) como los de corriente (I).

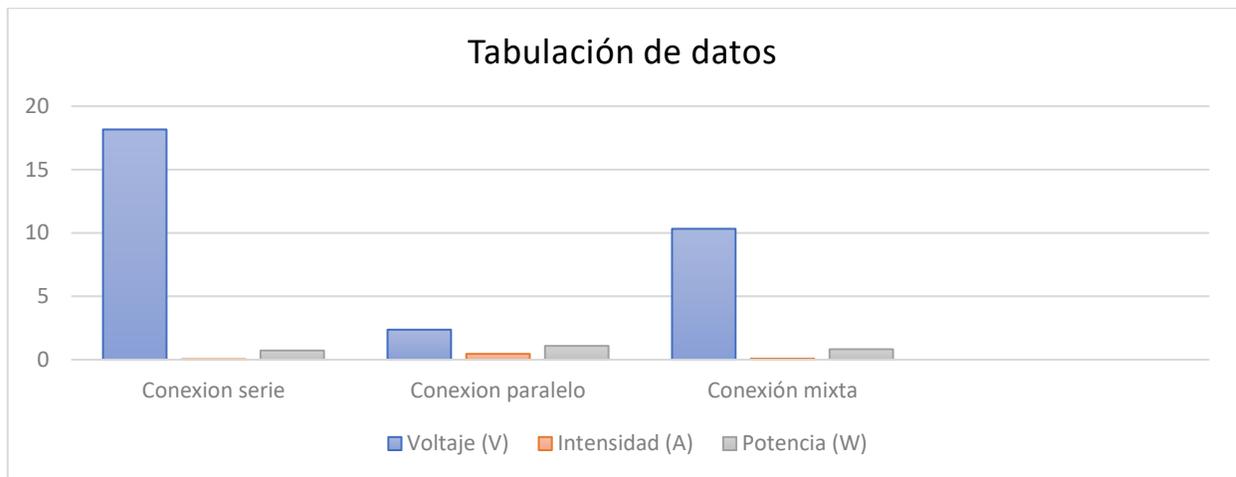
## DATOS OBTENIDOS

Voltaje = 10,33V

Intensidad = 0,08 A

Potencia =  $V \times I = 0,826 \text{ W}$

**Tabla 6 Tabulación de resultados**



**Fuente:** Grupo investigador

## Análisis

Con los datos obtenidos en los procesos experimentales se determinó que en iguales condiciones de funcionamiento (gradiente térmico), el prototipo presenta:

**Conexión serie.** - 18,17 V; 0,04 A y 0,726 W; mejor eficiencia de voltaje.

**Conexión en paralelo.** - 2,37 V; 0,46 A y 1,09 W; mejor eficiencia de corriente.

**Conexión mixta.** - 10,33V; 0,08 A y 0,826 W; estabilidad de generación de corriente y voltaje.

Con los antecedentes mencionados podemos determinar que solo en la conexión en paralelo se obtiene una aparente eficiencia respecto a la potencia.

En base a lo expuesto anteriormente se implementará el sistema de generación eléctrica, la conexión (mixta), puesto que, los niveles de voltaje corriente y potencia obtenidos determinan valores lo más cercanos para la implementación de sistema de generación auto sustentable.

## 12 IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 12.1 Impacto técnico

Es un proyecto relevante en el cual se encuentra inmersas áreas de la ingeniería como transferencia de calor, termodinámica, resistencia de materiales, circuitos eléctricos, inventor, ocupando mucha fundamentación teórica de estas áreas para el diseño e implementación de prototipo.

### 12.2 Impacto ambiental

Respecto al aprovechamiento de los recursos naturales en las aguas termales (gradiente térmico) existentes en el sector, al ser un prototipo el cual se adapta a este entorno, evita la contaminación por el uso de materiales generadores de combustión.

### 12.3 Impacto social

Por ser un proyecto de ingeniería representa nuevas alternativas para la obtención de energía eléctrica, pudiendo a mediano o largo plazo representar una nueva metodología para la obtención de energía eléctrica en sectores alejados de la urbe donde se tenga condiciones climáticas (los páramos) que permitan tener un gradiente térmico.

### 12.4 Impacto económico

El proyecto tiene la iniciativa de aprovechar el gradiente térmico para la generación de electricidad con ello se establece que puede trabajar beneficiándose de características térmicas resultantes de otros procesos sin la necesidad de gastar un valor monetario externo o ajeno, para obtener las condiciones térmicas de funcionamiento del prototipo.

## 13 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 7** Presupuesto del proyecto titulación II

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>			
<b>GASTO USO COMPUTADORA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO / HORA</b>	<b>HORAS OCUPADAS</b>	<b>TOTAL</b>
Computadora HP (Corei3)	0,60	100	60,00
<b>TOTAL, GASTO USO COMPUTADORA</b>			<b>60,00</b>

<b>GASTO IMPRESIONES</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR / IMPRESIÓN</b>	<b>NUMERO / HOJAS</b>	<b>TOTAL</b>
Impresiones a colores	0,10	300	30,00
Impresiones a Blanco y Negro	0,05	100	5,00
<b>TOTAL, GASTO IMPRESIONES</b>			<b>35,00</b>
<b>GASTO RECURSOS MATERIALES</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			<b>TOTAL</b>
Movilidad			150,00
Refrigerios			50,00
Celdas Peltier			260,00
Disipadores			160,00
Regulador			60,00
Inversor			60,00
Baterías			200,00
Cable conductor			30,00
Pasta térmica			20,00
Pistola térmica			25,00
Plancha de acero inoxidable			70,00
Tubo de acero inoxidable $\frac{3}{4}$			10,00
Lana de vidrio			50,00
Mano de obra			100,00
<b>TOTAL, GASTO RECURSOS MATERIALES</b>			<b>1245,00</b>

**Tabla 8** Resumen de Gastos.

<b>RESUMEN GASTOS</b>	
Total, Gasto Uso Computadora	60,00
Total, Gasto Impresiones	35,00
Total, Gasto Recursos Materiales	1245,00
<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>	<b>1340,00</b>

**Fuente:** Elaborado por el grupo de investigación

**NOTA ACLARATORIA:** El costo total del proyecto correrá por cuenta de los investigadores por ende no se aplica el TIR y VAN ya que a corto plazo no abra recuperación debido a que es un proyecto de investigación nuevo, y se podría implementar distintas formas de prototipo para aprovechar el gradiente térmico, cambiando forma o diseño del prototipo, pero manteniendo su fondo el cual es la generación de electricidad por medio de celdas Peltier.

## 14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Las características de funcionamiento en base al datasheet de las celdas Peltier permitieron identificar el tipo a ocupar dentro del sistema de generación (TEC1- 12706).
- Posterior a la realización de las conexiones los valores resultantes en serie, determinan un voltaje de 18,17 V y corriente de 0,04 A.
- Posterior a la realización de las conexiones los valores resultantes en paralelo, determinan un voltaje de 2,37 V y corriente de 0,46 A.
- Posterior a la realización de las conexiones los valores resultantes en mixto, determinan un voltaje de 10,33 V y corriente de 0,08 A.
- Los valores de temperatura existente en las aguas termales de este sector se encuentran entre (38 y 40 °C), las cuales directamente en el rendimiento del sistema de generación eléctrica con el uso de las celdas Peltier.

- La vida útil de las celdas Peltier se promedia entre 15 y 20 años, esto dependerá de las condiciones de trabajo.
- Mediante la implementación de nuestro prototipo se pudo crear la condición para la generación de electricidad con el uso de las celdas Peltier.
- Los valores obtenidos de la investigación dan como resultado una eficiencia aparente en la conexión mixta de las celdas Peltier un voltaje de 10,33 V; corriente de 0,08 A y potencia de 0,826 W, mismos que permiten trabajar en un sistema de generación autosustentable, pero por el momento no representaría una opción principal como medio de obtención de energía eléctrica.

### **Recomendaciones**

- Incentivar propuestas para promover el desarrollo de nuevos trabajos de investigación relacionados con las energías alternativas (geotérmica).
- Realizar nuevos estudios en los procesos de generación con las celdas Peltier.
- Para obtener datos de corriente en el sistema de generación se debe realizar un corto circuito el los terminales de sistema o a su vez utilizar un amperímetro para obtener valores máximos de generación de corriente.
- El uso de recursos naturales para la generación eléctrica se lo debe realizar dentro de los marcos legales ambientales.
- Para obtener un mejor rendimiento en la vida útil de las celdas Peltier es la recomendable utilizar pasta térmica y disipadores de calor.

## 15 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, V., & O, H. d. (2014). CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE GENERADOR TERMOELECTRICO DE ESTADO SOLIDO EMPLEANDO UN CONCENTRADOR SOLAR. México.
- Aranda, D. (2014). *Electronica: conseptos basicos y diseño de circuitos*. Buenos Aires: Dalaga S.A.
- Avila, M. A. (30 de Enero de 2016). Electricidad y emisiones de CO2. Obtenido de Red Solar: <http://www.cubasolar.cu/Biblioteca/Energia/Energia70>
- Climático, C. M. (1997). *Protocolo de Kioto*. Kioto.
- Díaz Tarascó, D. (2015). Efecto termoeléctrico. Descripción y aplicación. En A. Arturo P. Sandoval G., *Una alternativa para sistemas de enfriamiento*. México.
- Enciclopédico\_universal, D. I. (1976). *enciclopédico universal. Diccionario enciclopédico universal ilustrado (1976)* , 108. Barcelona-15 Calabria.
- Energia solar. (8 de Junio de 2017). Solar energia. Obtenido de <https://solar-energia.net/definiciones/baterias.html>
- Galperin, J. Y. (2001). "Introduction to modern solid state physics". Oslo.
- García, P. R. (2019). *instalaciones y eficiencia energetica*. Obtenido de *instalaciones y eficiencia energetica*: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/paneles-solares-fotovoltaicos>
- IDAE. (11 de Abril de 1986). IDAE. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de <http://www.idae.es/>
- Knier, G. (13 de MAYO de 2010). *FUNCIONAN LAS CELDAS FOTOCOLTAICAS*. Recuperado el 18 de MAYO de 2017, de *CIENCIA@NASA COMO* : [http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/solarcells\\_spanisha.htm](http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/solarcells_spanisha.htm)
- Kolb, J. H. (1999). *Quimica para el nuevoi milenio*. Mexico: Prentice Hall.
- lcardaba. (8 de Enero de 2018). lcardaba. Obtenido de <http://www.lcardaba.com/articles/heatsinks/heatsinks.htm#propagacion>
- LiFong (HK) Co. industrial, l. (8 de Enero de 2018). LiFong (HK) Co. industrial, limitado. Obtenido de <http://spanish.aluminiumdiecastingparts.com>

- Metropolitan Autonomous University. (OCTUBRE de 2008). CARACTERISACIÓN TERMODINÁMICA DE CELDAS PELTIER. Recuperado el 19 de Mayo de 2017, de <https://www.researchgate.net>
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. (06 de Abril de 2011). NEC - 11. CAPÍTULO 14 ENERGÍAS RENOVABLES. Ecuador.
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONTRUCCIÓN. (06 de Abril de 2011). CAPÍTULO 14 ENERGÍAS RENOVABLES. NEC - 11. Ecuador.
- NÚÑEZ, S. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE DE ALIMENTACIÓN SOLAR, MEDIANTE ACUMULADORES DE ENERGÍA, PARA UN VEHÍCULO ELECTRICO”. LATACUNGA: REPOSITORIO UTC.
- Papallacta, T. (6 de Enero de 2018). Termas Papallacta. Obtenido de <https://www.termaspapallacta.com/nosotros/>
- Patterson, G., & Sobral, M. (2007). EFECTO PELTIER. Buenos Aires.
- Perez, M. A. (2014). Instrumentacion Electronica. España: Paraninfo.
- QuimiNet. (8 de Mayo de 2007). QuimiNet . Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-heatsink-20613.htm>
- Renovables, F. t. (26 de Enero de 2018). webosolar. Obtenido de <http://www.webosolar.com>
- Sacristán Gómez, A. (2011). Obtención de agua a partir de humedad atmosférica emplenado células de efecto peltier. Madrid.
- Sarria, S. C., & Rebaldo, F. R. (2011). Termoelectricidad. Aplicación de las placas Peltier a la generación de energía eléctrica en plataformas flotantes. Galicia. San Ciprián de Viñas. Orense.
- Solís, M. D. (2013). DISEÑO DE GENERADORES DE ELECTRICIDAD POR EFECTO SEEBECK. Antioquia.
- styng, R. (2018). Sistemas fotovoltaicos.
- SunFields. (9 de Enero de 2018). SunFields. Obtenido de SunFields: <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

Tous, M. R. (2010). Energia solar fotovoltaica. Barcelona: ceac.

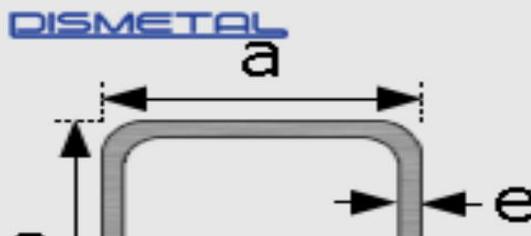
twenergy. (23 de Marzo de 2012). twenergy. Recuperado el 14 de Noviembre de 2017, de twenergy: <https://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>

Unicrom, E. (9 de Enero de 2016). Electrónica Unicrom. Obtenido de <https://unicrom.com>

Users. (2014). Electronica, conceptos basicos y diseño de circuitos. Buenos Aires: Dalaga S.A.

**16 ANEXOS****TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE CUADRADO.**

<b>CALIDAD:</b>	AISI - 304
<b>OTRAS CALIDADES:</b>	PREVIA CONSULTA
<b>LARGO NORMAL:</b>	6.00m
<b>OTROS LARGOS:</b>	PREVIA CONSULTA
<b>ACABADOS:</b>	PREVIA CONSULTA
<b>USOS:</b>	MUEBLES, PASAMANO



## Planchas de Acero Inoxidable ASTM A240, calidad 304, 316 y 430



### PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE A240 / A480

Planchas de acero inoxidable calidad 304, 316 y 430; para uso petroquímico, industrial, equipamiento médico, utensilios de cocina, etc.

Anchos de 4' (1200 mm) y 5' (1500 mm).

Largos de 8' (2400 mm) y 10' (3000 mm).

Materiales: ASTM A240, A480

Resistentes a la corrosión y la oxidación.  
Acabados 2B, N°1 y N°4

Se mide en espesor x ancho x largo

#### Características de Acabados:

**2B** Laminado en frío, recogido y decapado. Conocido como acabado MATE.

**N°1** Laminado en caliente, recogido y decapado. Conocido como acabado INDUSTRIAL.

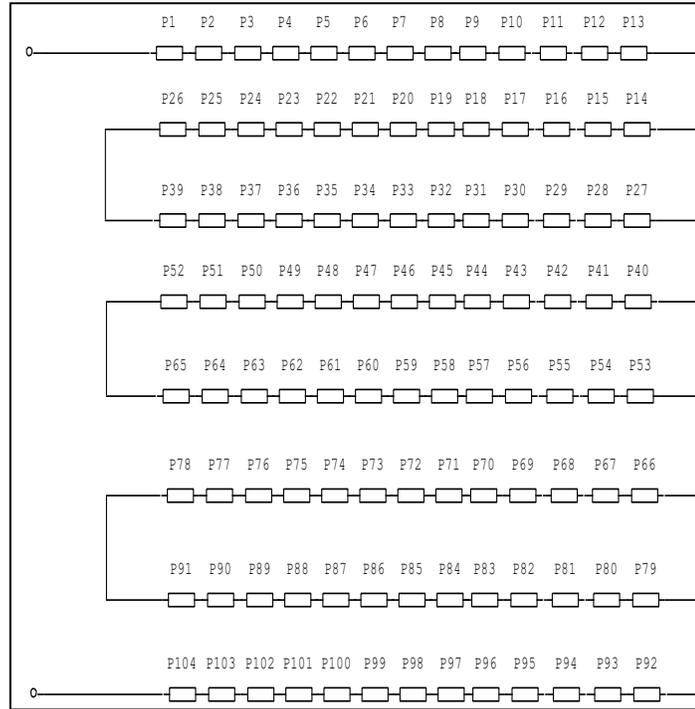
**N°4** Pulido con cintas abrasivas de grano 150 a 400. conocido como acabado SATINADO.

Espesor		Peso Teórico (Kg)	
pulg	mm	4' x 8'	5' x 10'
	0.3	7.14	11.15
1/64	0.4	9.53	14.86
1/54	0.45	10.72	16.72
1/46	0.50	11.91	18.58
	0.55	13.09	20.44
1/40	0.6	14.29	22.30
	0.7	16.67	26.01
1/32	0.8	19.05	29.73
1/27	0.9	21.43	33.45
1/20	1.2	28.58	44.59
1/16	1.5	35.72	55.74
5/64	2.0	47.57	74.32
3/32	2.5	59.45	92.90
1/8	3.0	71.35	111.48
	3.5	83.24	130.26
5/32	4.0	95.13	148.64
3/16	4.76	113.21	176.89
1/4	6.35	151.02	235.97
3/8	9.53	226.65	354.15
1/2	12.70	302.05	471.95
5/8	15.00	356.75	557.42
	18.00	428.10	668.90
3/4	19.05	453.07	707.92
1	25.40	604.09	943.89
1 1/4	31.75	755.12	1179.87
1 1/2	38.10	906.14	1415.84
2	50.80	1208.19	1887.79

\* Equivalencias de conversión son aproximadas.

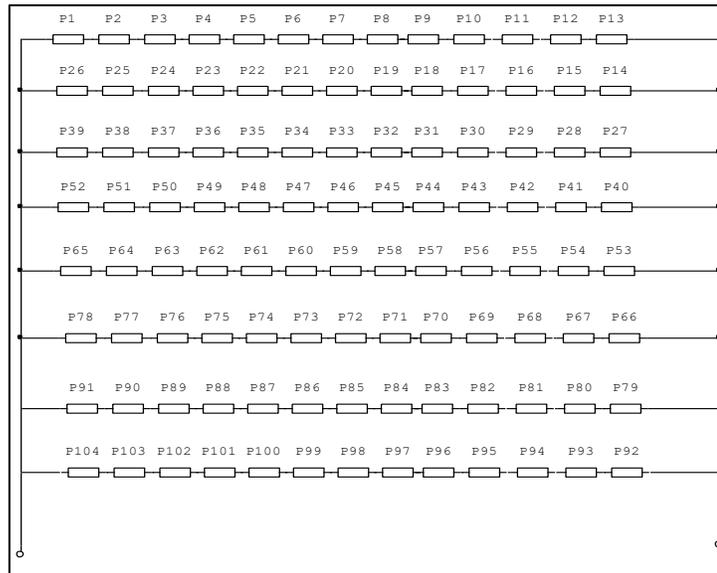
\* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

**Conexiones realizadas en el proceso experimental**



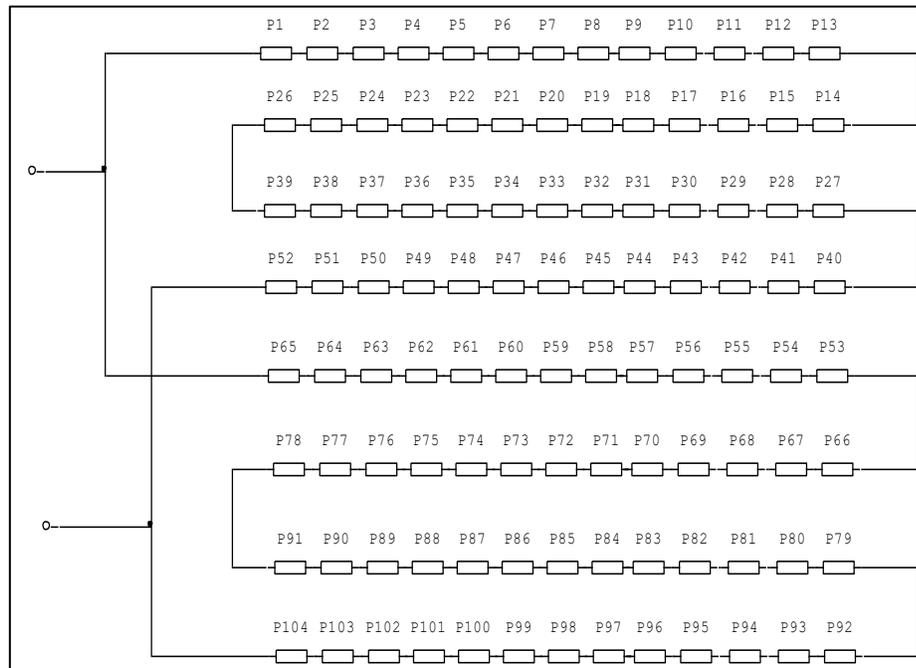
**Figura 25 Esquema de asociación en serie**

**Fuente:** Grupo investigador



**Figura 26 Esquema de asociación en paralelo**

**Fuente:** Grupo investigador



**Figura 27 Esquema de asociación mixta**

**Fuente:** Grupo investigador



## Thermoelectric Cooler

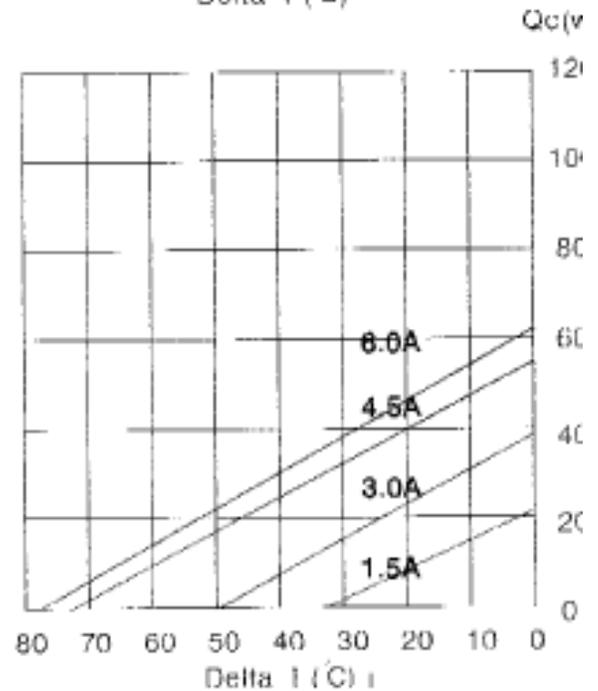
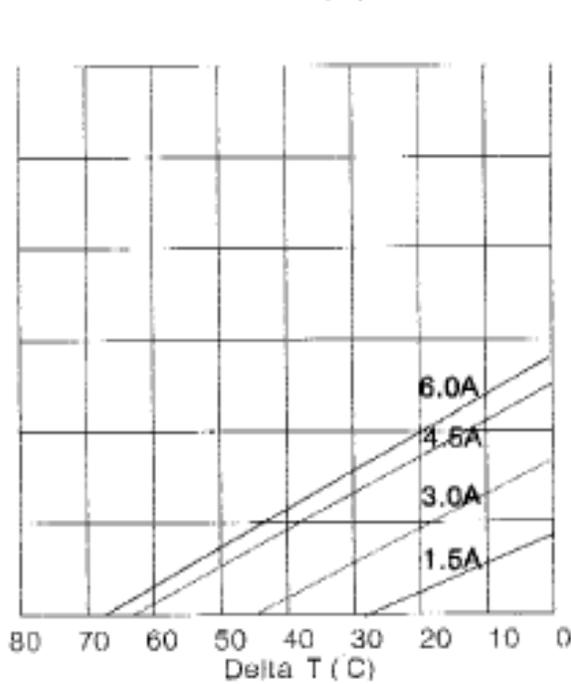
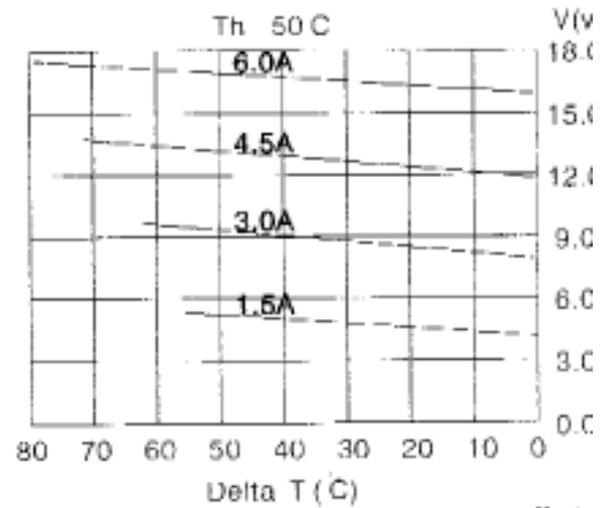
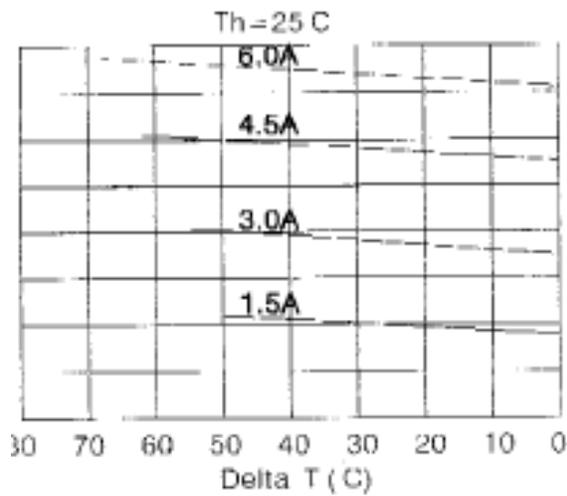
**TEC1-12706**

### Performance Specifications

Hot Side Temperature (°C)	25° C	60° C
Gmax (Watts)	60	67
Delta Tmax (°C)	88	76
I <sub>max</sub> (Amps)	8.4	8.4
V <sub>max</sub> (Volts)	14.4	18.4
Module Resistance (Ohms)	1.88	2.30

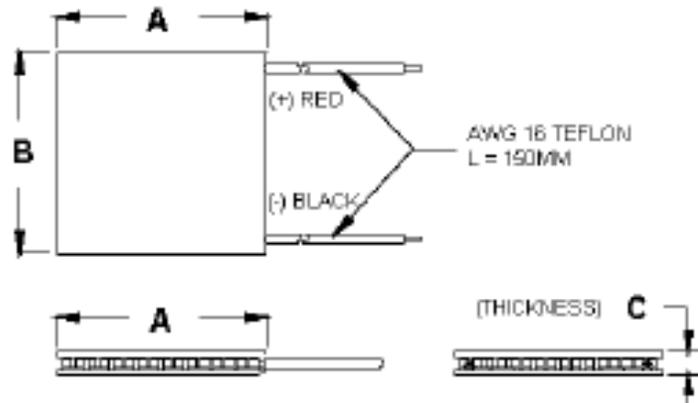


Performance curves on page 2


**TEC1-12706**




TEC1-12706



Ceramic Material: Alumina ( $Al_2O_3$ )  
 Solder Construction: 138°C, Bismuth Tin (BiSn)

#### Size table:

A	B	C			
40	40	3.8			

#### Operating Tips

- Max. Operating Temperature: 138°C
- Do not exceed  $I_{max}$  or  $V_{max}$  when operating module.
- Life expectancy: 200,000 hours
- 
- Please consult HB for moisture protection options (sealing).
- Failure rate based on long time testings: 0.2%.

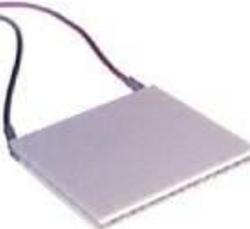
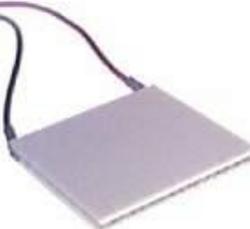
## 16.1 Catálogo de nuestros módulos peltier.

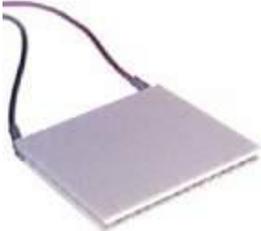
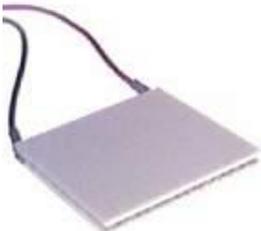
[Módulos Peltier Notas de aplicación](#) PDF 197Kb

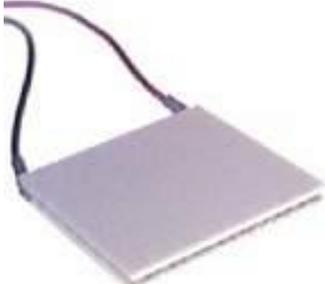
[E-Catálogo](#)

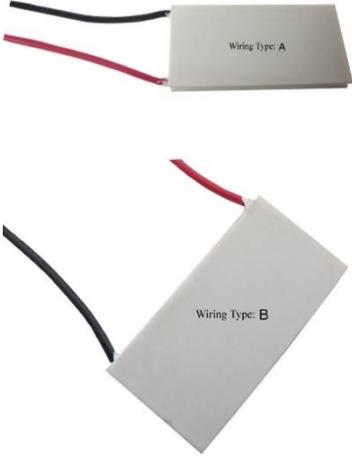
**S** = Silicon Sealed, **HT** = Max. Temperatura de trabajo 225 ° C (tipos sin HT 138 ° C)

	Tamaño 15x15x3.5mm (WxDxH), peso 6g I <sub>max</sub> 8.5A, U <sub>max</sub> 2.0V, R = 0.21 ohm, 17 parejas <a href="#">TEC1-01708</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>9.5W</b> <a href="#">TEC1-01708S</a> ΔT máx. = 67 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>9.5W</b>
	Tamaño 20x20x3.5mm (WxDxH), peso 8 g I <sub>max</sub> 8.5A, U <sub>max</sub> 3.7V, R = 0.40 ohm, 31 parejas <a href="#">TEC1-03108</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>17.6W</b>
	Tamaño 25x25x3.5mm (WxDxH), peso 11 g I <sub>max</sub> 8.0A, U <sub>max</sub> 5.9V, R = 0.57 ohm, 49 parejas <a href="#">TEC1-04908</a> ΔT máx. = 66 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>30W</b>
	Tamaño 30x30x4.7mm (WxDxH), peso 14 g I <sub>max</sub> 3.3A, U <sub>max</sub> 8.5V, R = 1.94 ohm, 71 parejas <a href="#">TEC1-07103</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>18.0W</b> <a href="#">TEC1-07103HTS</a> ΔT máx. = 67 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>18.0W</b>
	Tamaño 30x30x3.5mm (WxDxH), peso 17g I <sub>max</sub> 8.5A, U <sub>max</sub> 8.5V, R = 0.85 ohm, 71 parejas <a href="#">TEC1-07108</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>40.0W</b> <a href="#">TEC1-07108S</a> ΔT máx. = 67 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>40.0W</b> <a href="#">TEC1-07108HT</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>40.0W</b>
	Tamaño 30x30x4.0mm (WxDxH), peso 14 g I <sub>max</sub> 2.5A, U <sub>max</sub> 15.4V, R = 3.85-4.15 ohm, 127 parejas <a href="#">TES1-12702</a> ΔT máx. = 66 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>18W</b>
	Tamaño 30x30x3.3mm (WxDxH), peso 14 g I <sub>max</sub> 3.2A, U <sub>max</sub> 15.4V, R = 3.85 ohm, 127 parejas <a href="#">TES1-12703</a> ΔT máx. = 68 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>30.0W</b> <a href="#">TES1-12703S</a> ΔT máx. = 67 ° C, Q <sub>max</sub> (ΔT = 0) <b>30.0W</b>

	<p>Tamaño 30x30x3.3mm (WxDxH), peso 16g  <math>I_{max}</math> 4.3A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 3.10</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12704</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>40.0W</b>  <a href="#">TEC1-12704S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>40.0W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x4.4mm (WxDxH), peso 30 g  <math>I_{max}</math> 3.3A, <math>U_{max}</math> 24V, <math>R = 4.55-4.75</math> ohm, 199 parejas  <a href="#">TEC1-19903</a> <math>\Delta T</math> máx. = 65 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>47.5W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x4.7mm (WxDxH), peso 31 g  <math>I_{max}</math> 3.3A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 3.42</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12703</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>38.0W</b>  <a href="#">TEC1-12703S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>38.0W</b>  <a href="#">TEC1-12703HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>38.0W</b>  <a href="#">TEC1-12703HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>38.0W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x4.7mm (WxDxH), peso 31 g  <math>I_{max}</math> 4A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 2.85-3.15</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12704</a> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 66</math> ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>33.4W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x4.0mm (WxDxH), peso 29 g  <math>I_{max}</math> 5.3A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 2.20</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12705</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>57.0W</b>  <a href="#">TEC1-12705S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>57.0W</b>  <a href="#">TEC1-12705HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>57.0W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x3.9mm (WxDxH), peso 27 g  <math>I_{max}</math> 6.4A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 1.98</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12706</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>63.0W</b>  <a href="#">TEC1-12706S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>57.0W</b>  <a href="#">TEC1-12706HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>57.0W</b></p>

	<p>Tamaño 40x40x3.5mm (WxDxH), peso 25 g  <math>I_{max}</math> 7.4A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 1.80</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12707</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>75.0W</b>  <a href="#">TEC1-12707HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>75.0W</b>  <a href="#">TEC1-12707HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>75.5W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x3.5mm (WxDxH), peso 23g  <math>I_{max}</math> 8.5A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 1.55</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12708</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>85.0W</b>  <a href="#">TEC1-12708S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>85.5W</b>  <a href="#">TEC1-12708HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>85.0W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x3.4mm (WxDxH), peso 26 g  <math>I_{max}</math> 9A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 1.25-1.40</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12709</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>73W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x3.3mm (WxDxH), peso 26g  <math>I_{max}</math> 10.5A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 1.08</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12710</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>100.0W</b>  <a href="#">TEC1-12710S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>100.0W</b>  <a href="#">TEC1-12710HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>100.0W</b>  <a href="#">TEC1-12710HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>100.0W</b></p>
	<p>Tamaño 40x40x3.1mm (WxDxH), peso 30 g  <math>I_{max}</math> 12A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 0.95-1.25</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12712-40</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>120W</b></p>
	<p>Tamaño 50x50x3.9mm (WxDxH), peso 50g (<b>Jumbo Junio</b>)  <math>I_{max}</math> 15.6A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 0.80</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12715</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>150 W</b>  <a href="#">TEC1-12715S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>150 W</b>  <a href="#">TEC1-12715HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>150 W</b>  <a href="#">TEC1-12715HTS</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>150 W</b></p>

	<p>Tamaño 50x50x4.1mm (WxDxH), peso 65 g  <math>I_{max}</math> 12A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 0.95-1.05</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12712-50</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>120W</b></p>
	<p>Tamaño 50x50x3.1mm (WxDxH), peso 65g (<b>Jumbo Junior</b>)  <math>I_{max}</math> 16.0A, <math>U_{max}</math> 31.5V, <math>R = 1.60</math> ohm, 263 parejas  <a href="#">TEC1-26316</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>300 W</b></p>
	<p>Tamaño 62x62x3.9mm (WxDxH), peso 90 g (<b>Jumbo</b>)  <math>I_{max}</math> 30.7A, <math>U_{max}</math> 15.4V, <math>R = 0.35</math> ohm, 127 parejas  <a href="#">TEC1-12730</a> <math>\Delta T</math> máx. = 68 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>350 W</b>  <a href="#">TEC1-12730S</a> <math>\Delta T</math> máx. = 67 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>350 W</b>  <a href="#">TEC1-12730HT</a> <math>\Delta T</math> máx. = 66 ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>350 W</b></p>
<p>TEC1-06306-TEC1-06315  MOQ: 50pcs / Por tipo. Incluya  el tipo de cableado en su pedido (A / B)</p>	
	<p>Tamaño 40x20x3.9mm (WxDxH), peso 17g  <a href="#">TEC1-06306</a> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 63</math> ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>42W</b>  <math>I_{max}</math> 6A, <math>U_{max}</math> 7.6V, <math>R = 0.95-1.05</math> ohm, 63 parejas</p>
	<p>Tamaño 40x20x3.9mm (WxDxH), peso 17g  <a href="#">TEC1-06308</a> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 63</math> ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>32W</b>  <math>I_{max}</math> 8.5A, <math>U_{max}</math> 7.6V, <math>R = 0.65-0.75</math> ohm, 63 parejas</p>
	<p>Tamaño 40x20x3.3mm (WxDxH), peso 17g  <a href="#">TEC1-06310</a> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 63</math> ° C, <math>Q_{max} (\Delta T = 0)</math> <b>45W</b>  <math>I_{max}</math> 7.5A, <math>U_{max}</math> 7.5V, <math>R = 0.55-0.65</math> ohm, 63 parejas</p>
	<p>Tamaño 40x20x3.1mm (WxDxH), peso 17g</p>

	<p><b>TEC1-06312</b> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 63</math> ° C, <math>Q_{max}</math> (<math>\Delta T = 0</math>) <b>55W</b>  <math>I_{max}</math> 9.5A, <math>U_{max}</math> 7.5V, <math>R = 0.45-0.55</math> ohm, 63 parejas</p> <hr/> <p>Tamaño 40x20x3.1mm (WxDxH), peso 17g  <b>TEC1-06315</b> <math>\Delta T</math> máx. <math>\geq 63</math> ° C, <math>Q_{max}</math> (<math>\Delta T = 0</math>) <b>65W</b>  <math>I_{max}</math> 12.5A, <math>U_{max}</math> 7.6V, <math>R = 0.3-0.4</math> ohm, 63 parejas</p>
<p>Explicación numérica: TEx1-yyyzz  x = Área de sección de N / P (C =&gt; 1mm<sup>2</sup>, S = &lt;1mm<sup>2</sup>)  yyy = No. de parejas  zz = max. corriente (A)  Para módulo de alta temperatura (225 ° C) agregue "HT", para módulo sellado agregue "S".</p> <p>Ejemplos de uso de los módulos termoeléctricos Peltier: máquinas de agua, equipos médicos, cajas colectoras y frigoríficos pequeños, masajeadores, refrigeración de componentes electrónicos (procesadores, circuitos integrados ...) y muchos más.</p>	



GOBIERNO AUTÓNOMO PARROQUIAL  
RURAL DE PAPALLACTA  
ADMINISTRACIÓN 2014 - 2019



Papallacta, 19 de diciembre del 2018  
Oficio 103-18P/GPP

Ingeniero  
Msc Mauro Albarracín  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Reciba un cordial saludo del Gobierno Parroquial de Papallacta.

En respuesta a la solicitud realizada para el Proyecto de Tesis por parte de los señores estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi:

- ❖ Casa Casa Ricardo Ignacio
- ❖ Crespo Acosta Cristian Danilo

Debo comunicarles que por parte del Gobierno Parroquial de Papallacta, han sido aceptados para que realicen este proyecto, la información que mantenemos como Gobierno Parroquial serán proporcionados de acuerdo a sus necesidades.

Esperando que nuestro aporte en la formación del recurso humano, técnico y profesional sea de gran utilidad para su Institución, me suscribo de usted.

Atentamente



Fausto Tituaña  
**PRESIDENTE  
G.A.D. PAPALLACTA**

**Armado del prototipo**





**Meidciones de temperatura**





**Prototipo ensamblado**





**Sistema de generacion autonomo**



**Medicion de voltaje y corriente**





**Medición de corriente con el metodo de corto circuito**

