

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**Generación de agua con celdas Peltier a
partir de la humedad del aire de la ciudad
de Huacho, 2019**

PRESENTADO POR:

Claudia Liliana Felles Isidro

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

ASESOR:

Dr. Máximo Cisneros Tejeira


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
Dr. MÁXIMO CISNEROS TEJEIRA
DOCENTE FIQYM
CIP N° 46832

HUACHO - 2022

**Generación de agua con celdas Peltier a partir de la humedad del aire de
la ciudad de Huacho, 2019**

Claudia Liliana Felles Isidro

TESIS DE DOCTORADO

ASESOR: Máximo Cisneros Tejeira

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES
HUACHO
2022**

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a todos mis seres queridos y personas que me apoyaron con sus consejos y motivación para concluir con la investigación.

Claudia Liliana Felles Isidro

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por regalarme un día más de vida y permitirme estar sano, a pesar de la pandemia que vive la humanidad.

A la Universidad Nacional José Faustino por brindarme la oportunidad de formarme en sus aulas, compartiendo ilusiones y anhelos con mis compañeros

Agradezco a los docentes por que brindaron sus conocimientos y experiencia que enriquecieron mi formación profesional.

Claudia Liliana Felles Isidro

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitaciones del estudio	5
Delimitación espacial	5
Delimitación temporal	5
1.6 Viabilidad del estudio	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	9
2.2 Bases teóricas	10
2.3 Bases filosóficas	18
2.4 Definición de términos básicos	19
2.5 Hipótesis de investigación	21
2.5.1 Hipótesis general	21
2.5.2 Hipótesis específicas	21
2.6 Operacionalización de las variables	22
CAPÍTULO III	23
METODOLOGÍA	23
3.1 Diseño metodológico	23

3.2 Población y muestra	24
3.2.1 Población	24
3.2.2 Muestra	24
3.3 Técnicas de recolección de datos	24
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	25
CAPÍTULO IV	26
RESULTADOS	26
4.1 Análisis de resultados	26
CAPÍTULO V	46
DISCUSIÓN	46
5.1 Discusión de resultados	46
CAPÍTULO VI	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1 Conclusiones	49
6.2 Recomendaciones	50
REFERENCIAS	51
7.1 Fuentes documentales	51
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación de efectos termoeléctricos	15
Tabla 2 Características del Arduino Mega	28
Tabla 3 Características de la Celda Peltier Tec1-12706.	28
Tabla 4 Características del sensor de temperatura analógico LM35	29
Tabla 5 Características de sensor DHT22.	30
Tabla 6. Parámetros Físicos a nivel de laboratorio.	34
Tabla 7. Cantidad de Agua recolectada según frecuencia horaria por mes.	35
Tabla 8. Análisis descriptivo de los parámetros ambientales y volumen de agua.	35
Tabla 9. Prueba de hipótesis	44

Índice de Figuras

Figura 1. Estructura de una celda Pelter	13
Figura 2. Disposición de los semiconductores en la célula Peltier	14
Figura 3. Índice Humidex	18
Figura 4. Características del Arduino Mega.	27
Figura 5. Características de la celda Peltier Tec1-12706	27
Figura 6. Características de sensor temperatura analógico LM35	29
Figura 7. Características del sensor DHT22	30
Figura 8. Diseño de prototipo para la obtención de agua con celdas Peltier.	33
<i>Figura 9.</i> a) Gráfica de barras y b) diagrama de cajas de la humedad.	36
<i>Figura 10.</i> Gráfico de tallo y hojas de volumen agua (mL) obtenido.	38
<i>Figura 11.</i> Diagrama de cajas de volumen agua (mL) obtenido	38
<i>Figura 12.</i> Diagrama de efectos principales.	39
<i>Figura 13.</i> Gráfica de superficie	39
<i>Figura 14.</i> Gráfica de contorno entre humedad, temperatura y volumen de agua.	40

Anexo

ANEXO A: Matriz de consistencia	
ANEXO B: Resultados de datos de laboratorio con el prototipo, Huacho 2021.....	
ANEXO C: Ubicación geográfica de la ciudad de Huacho.....	
ANEXO D: Temperatura máxima y mínima promedio en octubre año 2021, Huacho	
ANEXO E: Temperatura promedio por hora en el mes de octubre del 2021	
ANEXO F: Categorías de nubosidad en octubre en Huacho, 2021.....	
ANEXO G: Probabilidad de precipitación en octubre, Huacho 2021	
ANEXO H: Niveles de comodidad de la humedad en octubre, Huacho 2021	
ANEXO I: La temperatura promedio de agua en octubre Huacho 2021.....	
ANEXO J: Prototipo diseñado y construido	
ANEXO K: Programación Arduino	
ANEXO L: Construcción del prototipo.....	
ANEXO M: Equipos e instrumentos utilizados para desarrollar el prototipo.....	

GENERACIÓN DE AGUA CON CELDAS PELTIER APARTIR DE LA HUMEDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE HUACHO, 2021

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue el diseño e implementación de un prototipo capaz de obtener agua con células Peltier a partir de la condensación de humedad del aire en la ciudad de Huacho, 2021. La metodología es una investigación experimental, donde fue posible construir un equipo a nivel de laboratorio para obtener agua del medio ambiente con el apoyo de un programa elaborado en Arduino Mega. La población estuvo constituida por la humedad del aire del área de investigación equivalente a 22 m². El prototipo fue adecuado mediante circuitos electrónicos y de alimentación basados en el principio de la termoeléctrica, siendo el valor óptimo de corriente de tres amperios. Durante un mes se logró obtener un volumen total de agua de 7 148,90 mL. Se llegó a la conclusión que mediante el prototipo diseñado y construido y bajos los parámetros físicos del ambiente tales como: temperatura ambiente promedio 16.32 °C, humedad relativa promedio 81.97% y punto de rocío promedio 13.22 °C de la ciudad de Huacho, del mes de octubre del año 2021, es posible obtener agua a un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Palabras clave: Celdas, Humedad, Temperatura, Diseño.

GENERATION OF WATER WITH PELTIER CELLS FROM THE HUMIDITY OF THE AIR OF THE CITY OF HUACHO, 2021

ABSTRACT

The objective of this research was the design and implementation of a prototype capable of obtaining water with Peltier cells from condensation in the humidity of the air in the city of Huacho, 2021. The methodology is an experimental investigation, where it was possible to build a laboratory level a team to obtain water from the environment with the support of a program developed in Arduino Mega, the population was constituted by the humidity of the air of the research area equivalent to 22 m². The prototype was adapted using electronic and power circuits based on the thermoelectric principle, with the optimum current value being three amps. During a month it was possible to obtain a total volume of water of 7 148.90 mL. It was concluded that through the prototype designed and built and under the physical parameters of the environment such as: average ambient temperature 16.32 °C, average relative humidity 81.97% and average dew point 13.22 °C of the city of Huacho, of the month October 2021, it is possible to obtain water at a significance level of $p < 0.05$.

Keywords: Cells, Humidity, Temperature, Design.

INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales vienen originando épocas prolongadas de sequía ocasionando una escasez hídrica como consecuencia del calentamiento global. Además del uso irracional del agua, han conllevado a que las condiciones del líquido elemento se constituya en un gran problema para la humanidad, por lo que, a fin de contribuir con una solución al problema se ha diseñado y elaborado un prototipo capaz obtener agua, empleando para ello celdas Peltier, los principios termoeléctricos y como parámetros atmosféricos la humedad y temperatura. La celda de efecto Peltier se ha elegido en función de la tensión de alimentación y las dimensiones de ésta, tratando que consuma la mínima energía de corriente y por las características que tiene va captar agua del medio ambiente. Al haber células de tamaño más reducido es interesante elegir una que disponga de una superficie mínima para conseguir que su área produzca un goteo mínimo de agua

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Se ha descrito el planteamiento del problema, formulación del problema, los Objetivos, justificación y delimitación de la investigación.

Capítulo II: Constituyen los aspectos teóricos de la investigación, antecedentes internacionales y nacionales, teoría y definición de términos.

Capítulo III: Se describe la metodología de la investigación, población, muestra, técnicas de procesamiento de datos y análisis de datos.

Capítulo IV: Se encuentran los resultados, procesamiento de datos y figuras.

Capítulo V: Se considera la discusión de los resultados.

Capítulo VI: Se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El planeta cuenta con grandes masas de agua dulce, pero estas son insuficientes para satisfacer las necesidades de la población mundial. Actualmente, la escasez de agua es considerada como un problema mundial, la degradación de su calidad origina muchas consecuencias para la salud y el medio ambiente, que vuelven al recurso no apto para su uso. Entre las principales causas de la escasez y deterioro del agua se pueden mencionar: su uso indiscriminado en la industria, las malas prácticas agrícolas, la acelerada urbanización, la escasez por sequía, la deficiente eliminación de desechos que afecta la disponibilidad de los recursos de agua dulce, entre otras, lo que ha conllevado que ésta se desperdicie y contamine de manera insostenible el medio ambiente, las mismas fuentes de agua y el reúso de las mismas, (UNESCO, 2015).

En las últimas décadas se ha elevado la tasa de natalidad en la población mundial, y se estima que aproximadamente la quinta parte (1 200 millones de habitantes) de la población mundial vienen sufriendo una escasez de agua; mientras que la cuarta parte (1 600 millones) ve restringido el suministro de agua por carencia de infraestructura para captar y procesar agua de fuentes superficiales y acuíferos (ONU, 2005). Esta carencia de agua viene

entorpeciendo el crecimiento socioeconómico y sobre todo la calidad de vida de los habitantes en diferentes zonas del mundo.

En ese sentido, la escasez de agua es la condición en la cual la demanda de este recurso, en todos los sectores, incluyendo el del medio ambiente, no puede ser satisfecha debido al impacto del uso del agua en el suministro o en la calidad del mismo. La escasez de agua puede empeorar a causa del cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas, que ya de por sí presentan estrés hídrico.

Así, a nivel mundial se requiere que la protección de los recursos de agua dulce sea abordada de manera integral, para lo cual se necesita que los gobiernos dentro de sus políticas o programas ambientales presupuesten e inviertan en recursos que protejan el medio ambiente natural, conserven los recursos hídricos y los utilicen de manera eficiente. Considerando además estrategias en la búsqueda de soluciones y alternativas para extraer o captar agua a partir de otros métodos.

Así mismo, la ciudad de Huacho no está ajena a la problemática del agua; cada año se incrementa la población, urbanizándose de manera indiscriminada en diferentes zonas, generando así la necesidad del citado recurso hídrico, pero es imposible atender la necesidad oportunamente. Para enfrentar tan grave problema, se ha intentado: en primer lugar, promover la cultura del uso adecuado del agua, y en segundo lugar mejorar la eficiencia en la gestión técnica, administrativa y financiera por parte de Aguas Lima Norte; pero con ninguna de las dos alternativas se han logrado resultados positivos a la fecha.

Los habitantes de Huacho señalan que el servicio de agua es deficiente. La Dirección Regional de Agricultura de Lima Provincias (2020) menciona que existe escasez del recurso hídrico en la laguna de la cordillera de Raura (cuenca principal de Huacho), por lo que, se hace necesario buscar solución al problema hídrico para recuperar e incrementar la

capacidad de almacenamiento del líquido vital, y la de generar diversas iniciativas involucradas al sector agropecuario. Por ello, es necesario diseñar e implementar métodos alternativos de captación de agua, por lo que se propone el diseño de un equipo prototipo capaz de obtener agua con celdas Peltier a partir de la condensación de la humedad ambiental del aire de la ciudad de Huacho.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Es posible el diseño y la implementación de un prototipo basado en celdas Peltier que genere agua a partir del ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera se implementa un arreglo de celdas de Peltier para la obtención de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021?
- ¿Cómo desarrollar un sistema de control para alcanzar el mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021?
- ¿Es posible la elaboración de un programa que optimice los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo basado en celdas Peltier para la generación de agua del medio ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementar un arreglo de celdas de Peltier para la generación de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021.
- Desarrollar un sistema de control para la obtención del mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021.
- Elaborar un programa que optimice los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales.

1.4 Justificación de la investigación

La investigación tiene como fin proponer una alternativa de solución ante la escasez de agua dulce aprovechando las condiciones ambientales como es la humedad del aire en la ciudad de Huacho, para lo cual se ha diseñado un prototipo generador de agua que pueda ser utilizado para captar las gotas suspendidas de agua en el aire mediante los principios de condensación a partir de prototipos construido mediante arreglo de celdas de Peltier y el correcto funcionamiento del prototipo, considerando la temperatura y la humedad.

Con ello se estaría planteando una alternativa de solución a la escasez de agua beneficiando a sectores que lo requieran. Por lo que el trabajo de investigación se constituye como una alternativa en la búsqueda de nuevos dispositivos, equipos y técnicas para lograr alternativas de solución de la escasez de agua que afecta de manera global a la humanidad.

1.5 Delimitaciones del estudio

Delimitación espacial

Este estudio se realizó en la ciudad de Huacho, con coordenadas: latitud -11.10667 y longitud -77.605

Delimitación temporal

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Huacho, durante el año 2021 . La parte experimental se realizó durante el mes de octubre.

1.6 Viabilidad del estudio

El presente estudio fue viable porque las condiciones ambientales de la ciudad de Huacho fueron propicias, además porque fue posible el diseño del prototipo. Así mismo, se contó con un presupuesto proyectado para cada gasto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Chavez, Espejel, Hernández & Rascon. (2019) en la investigación titulada “*Generador de Agua mediante el uso de Celdas Peltier y Energía Solar*”. El estudio tuvo como objetivo contribuir con una solución a la problemática de la escases de agua, al aplicar un sistema de control a la tecnología que utilizan las celdas de Peltier se genera un flujo moderado de agua, ya que condensa las partículas de agua suspendidas en el aire. De esta manera, se implementó un arreglo de celdas de Peltier para obtener la mayor cantidad agua posible bajo factores ambientales, como humedad y temperatura. Además, al tratarse de zonas donde el clima es árido, se pretende utilizar fuentes de energía alternativas, de tipo fotovoltaico autónomo, para aprovechar la radiación solar y alimentar al sistema de control de una manera autosustentable. Se concluye que el prototipo propuesto para la generación de agua es una excelente opción en zonas donde no exista su acceso, ya que no requiere un alto costo de implementación. Los resultados obtenidos con las pruebas realizadas, brindaron las bases necesarias para implementar un sistema generador y adaptarlo en sitios con alto porcentaje de humedad. Ya que el sistema de control funciona bajo los mismos criterios, solo es

necesario dimensionar el prototipo dependiendo de la cantidad de agua que generará y sus aplicaciones. Por otra parte, puede ser implementado en zonas donde no exista suministro constante de energía eléctrica, gracias a su fuente de alimentación autosustentable.

Acosta & Reina. (2019), en la investigación. “*Sistema de supervisión y control del prototipo generador de agua a partir de celdas de Peltier*”. implementó un prototipo capaz de condensar las partículas de agua suspendidas en el aire y adicional a esto ser auto sostenible, con la implementación de un sistema de energías renovables (energía fotovoltaica). La puesta en marcha del prototipo se basó en el uso de celdas de Peltier para la generación de agua, la adquisición de datos y control se realizó por medio de un PLC (controlador lógico programable), la interfaz hombre máquina fue por medio de una pantalla táctil HMI. Al prototipo propuesto se le realizaron pruebas tanto de funcionamiento, cantidad de celdas de Peltier a utilizar, pruebas de rendimiento tanto con la red domiciliaria como con el panel fotovoltaico, Se obtuvieron resultados muy favorables en la generación de agua comparados con el prototipo anterior realizado con celdas de Peltier. El suministro energético del prototipo se basa en un panel solar de 265 vatios y una batería de 12 voltios los cuales nos brindan la energía necesaria para que el prototipo funcione correctamente.

Moreno & Garcia (2016), en la investigación titulada “*Prototipo Generador de Agua con Celdas de Peltier*”, Con el fin de contribuir con una solución a la problemática de la escases de agua se realizó el estudio de tecnologías que utilizaran celdas de Peltier para condensar las partículas de agua suspendidas en el aire y otras aplicaciones para posteriormente diseñar un sistema prototipo generador de agua basado en esta tecnología y como valor agregado la implementación de un sistema de alimentación fotovoltaico para la alimentación del sistema.

Sacristan (2011), en la investigación titulada “ *Obtención de agua a partir de la humedad atmosférica empleando Células de Efecto Peltier*” se realizó un estudio para tratar de obtener goteo de agua a partir de la condensación de vapor atmosférico. Para conseguir esa condensación se ha empleado una célula de efecto Peltier. Esta celda constó de dos superficies planas de pequeña dimensión, por las que se hizo circular una corriente que es la que ha puesto una de sus caras fría y la otra caliente. Mediante un circuito de control realizado con el programa Labview se ha intentado mantener la cara fría en la temperatura necesaria para llegar al punto de rocío y que así se produzca la condensación de vapor de agua. El punto de rocío depende de dos variables termodinámicas que son temperatura y humedad relativa por eso se han utilizado dos sensores para captar esas dos variables: sensor de temperatura y sensor de humedad relativa. Los datos dados por los sensores se han introducido en un ordenador por medio de una tarjeta de adquisición de datos conectada al ordenador mediante un cable USB. Con el programa Labview se ha tratado la información y mediante el diseño de un regulador proporcional se ha intentado mantener, a la salida de la tarjeta de adquisición, la tensión necesaria para poner la cara fría de la célula en la temperatura del punto de rocío. Esto se produce cuando el aire circulante en contacto con la cara fría de la célula se enfría y así el agua que contiene ese aire se condensa hasta producir goteo. La salida de tensión de la tarjeta de adquisición como era demasiado pequeña se ha tenido que amplificar mediante un circuito amplificador diseñado para tal caso para poder alimentar la célula Peltier, ya que ésta demanda más corriente de la que sale por la tarjeta de adquisición de datos.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Espinosa (2017), en la investigación titulada “*Implementación de un Seguidor Solar a Prototipo Generador de Agua Autosostenible*”, Se discutió el diseño e implementación de un seguidor solar horizontal de un solo eje, determinado a partir de un mecanismo de movimiento lineal y controlado mediante un sistema que rastrea la posición exacta del Sol al usar información simple como la latitud, longitud y hora local de donde se encuentra el panel, obteniendo el ángulo de elevación solar y posteriormente orientar la inclinación del panel solar. La energía solar obtenida de este seguidor puede usarse posteriormente para encender un sistema de generación de agua, especialmente cuando este prototipo este implementado en remotos, dando una mayor eficiencia energética y autonomía al prototipo, teniendo en cuenta las limitaciones mecánicas y las condiciones ambientales que influye en el panel solar y por tanto en el almacenamiento de energía.

Gonzales (2017), en su estudio “Sistema de refrigeración con efecto peltier y superficies extendidas, para enfriamiento sensible de aire. Caso de estudio: dimensionamiento de una carga térmica de 100 w de refrigeración” en la investigación se determinó la relación entre el coeficiente de desempeño de celda Peltier que permite extraer una carga de refrigeración de 100 W, con las diferentes resistencias térmicas. Se consideró que las superficies extendidas fueron de aluminio y se ha elegido una celda Peltier comercial (TEC1-24126), formado por termopares de telururo de bismuto (Bi_2Te_3). En el modelamiento se ha considerado los procesos de transferencia de calor en superficies extendidas; flujo interno del aire y las relaciones termodinámicas entre los flujos de calor y trabajo en la celda Peltier.

Las ecuaciones planteadas se han resuelto utilizando el software: “Engineering Equation Solver (EES)”, que utiliza una variación del método de Newton, para resolver sistemas de ecuaciones no lineales. Para el prototipo propuesto se ha comprobado la magnitud de cada resistencia térmica. La resistencia total en lado frío y caliente, respectivamente son 0,0838 W/K y 0,0840 W/K . Cada resistencia térmica está conformada por la resistencia de contacto, la resistencia de constricción o propagación y la resistencia térmica de la superficie extendida, la resistencia térmica más significativa corresponde a la superficie extendida que representa el 83%, luego la de constricción o propagación que representa un 12%, finalmente la resistencia térmica de contacto con un 5%. Con dichos valores, la celda Peltier seleccionada puede extraer una carga térmica de 101,4 W , con un coeficiente de desempeño de 0,65.

2.2 Bases teóricas

2.2.1.- Dispositivos Termoelectricos.

La termoelectricidad.

El Diccionario de la Real Academia Española, citado por Castillo (2017), define la Termoelectricidad como parte de la física (Termodinámica) en donde se analizan diferentes fenómenos, como los procesos de generación de energía por acción del calor y la electricidad. La conversión de diferenciales termoeléctricos considera tres efectos, los cuales actúan de manera independiente: el efecto Seebeck, el efecto Peltier y el efecto Thomson.

El estudio contempló la conversión de energía eléctrica en energía térmica considerando los principios de convección y conducción, empleando para el efecto Seebeck y Peltier donde la conversión de energía se realiza por efecto termoeléctrico (en el sentido calor \rightarrow electricidad o electricidad \rightarrow calor).

Efecto Seebeck.

Respecto al efecto Seebeck, Rowe (2006), mencionó que “El efecto Seebeck es la conversión de una diferencia de temperatura en electricidad. La aplicación del efecto Seebeck es la medida de temperatura mediante termopares”. En ese sentido Sacristán (2011), define un termopar como “ un dispositivo formado por la unión de dos metales distintos que produce un voltaje, que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado “punto caliente” y el otro denominado “punto frío” o unión fría o de referencia” (p. 11).

Efecto Peltier.

Besançon & Robert (1985), expresa que en el segundo efecto termoeléctrico, descubierto por Jean-Charles Peltier, la unión de dos metales diferentes expuestos a una corriente eléctrica ocasiona un diferencial de temperaturas. El efecto opuesto al efecto Seebeck, se le conoce como efecto Peltier”.

“La dirección de la transferencia de calor es controlada por la polaridad de la corriente. Al invertir la polaridad se cambia la dirección de la transferencia y, como consecuencia, la unión donde se desprendía calor lo absorberá y donde se absorbía lo desprenderá”.

Efecto Joule.

Santamaria (2009), indica que el efecto Joule es la cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que esta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente. Matemáticamente queda expresado como:

$$Q = I^2RT; \text{ Donde:}$$

Q = Energía calorífica producida por la corriente.

I = Intensidad de la corriente que circula por la célula (amperios).

R = Resistencia eléctrica del conductor (ohmios).

t = Tiempo de sometimiento.

Por lo que, la potencia disipada por el efecto Joule es:

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

V = diferencia de potencial entre los extremos de la célula.

R = resistencia eléctrica (ohmios)

I = corriente eléctrica (amperios)

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. Gomar manifiesta que: “Se puede usar la célula para enfriar o para calentar, aunque para calentar hay otras alternativas más eficientes. En este proyecto se ha usado para enfriar”, (2018).

la célula está formada por los cables de alimentación por donde le llega corriente a la célula.

Las celdas de efecto Peltier funcionan con corriente continua.

Gomar (2018), También mencionó:

Que consta de dos superficies fabricadas con material cerámico aislante, las cuales se pondrán mas frías o mas 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 esta compuesto por dos metales diferentes o semiconductores tipo P y tipo N que están conectados entre sí por medio de soldaduras.



Figura 1. Estructura de una celda Peltier.

Fuente: Meca Meca & Jiménez Calvo (2009).

Gomar (2018) con respecto al semiconductor , indica que 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 celdas están fabricados con Teluro y Bismuto generalmente. Las celdas 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.



Figura 2. Disposición de los semiconductores en la célula Peltier

Fuente: Sacristán (2011).

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.

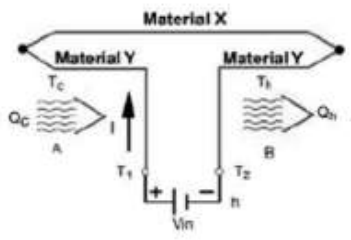
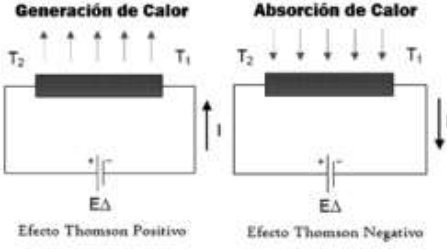
Ventajas e inconvenientes de la célula de efecto Peltier.

Gomar (2018) considera algunas ventajas y desventajas en la célula de efecto Peltier:

Vantajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Tienen un funcionamiento sencillo. • Su coste no es elevado. • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tienen un consumo en amperios elevado. • La cara caliente necesita disipación para funcionar correctamente. • Al tener dimensiones reducidas da una potencia frigorífica de pocos vatios. • Baja eficiencia.

Tabla 1. Comparación de efectos termoeléctricos.

EFECTO TERMOELÉCTRICO	DESCRIPCIÓN	AUTOR - AÑO	ESQUEMA
Efecto Seebeck	Conversión neta de energía térmica en energía eléctrica bajo la condición de intensidad de corriente nula (Herranz Pindado, 2008).	Thomas Seebeck, 1821.	<p>Esquema efecto Seebeck</p>  <p>unión de distintos metales</p> <p>alambre de hierro</p> <p>alambre de cobre</p> <p>fuente de calor</p> <p>volímetro</p> <p>Bollati (2007).</p>

EFECTO TERMOELÉCTRICO	DESCRIPCIÓN	AUTOR - AÑO	ESQUEMA
Efecto Peltier	Enfriamiento o calentamiento de una unión entre dos conductores distintos al pasar una corriente eléctrica por ella. Depende de la composición y temperatura de la unión (Patterson & Sobral, 2007).	Jean Peltier, 1834.	<p>Esquema efecto Peltier</p>  <p>Material X</p> <p>Material Y</p> <p>T_c</p> <p>T_1</p> <p>T_2</p> <p>T_1</p> <p>Q_c</p> <p>A</p> <p>B</p> <p>Q_h</p> <p>V_{in}</p> <p>Herranz Pindado (2008).</p>
Efecto Thomson	Absorción o cesión de calor que tiene lugar cuando una corriente eléctrica circula a lo largo de un conductor que tiene diferentes temperaturas entre sus extremos (Diaz Tarasco, 2008).	William Thomson, conocido como Lord Kelvin, 1851.	<p>Esquemas efecto Thomson</p>  <p>Generación de Calor</p> <p>Absorción de Calor</p> <p>T_2</p> <p>T_1</p> <p>T_2</p> <p>T_1</p> <p>$E\Delta$</p> <p>Efecto Thomson Positivo</p> <p>Efecto Thomson Negativo</p> <p>Herranz Pindado (2008).</p>

Fuente: tomado y adaptado de Bollati (2007) y Herranz Pindado (2008), citado por Rubio, Lizarazo y Emilio (2017)

2.2.2.- Aspectos termodinámicos.

Humedad en la atmósfera: punto de rocío.

Martines & Lira (2008) indica que:

El aire en la atmósfera se considera como una mezcla de dos componentes: aire seco y agua. La capacidad de la atmósfera para recibir vapor de agua se relaciona con el concepto de humedad absoluta, que corresponde a la cantidad de agua presente en el aire por unidad de masa de aire seco, y la humedad relativa que es la relación entre la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen.

Del mismo modo: “Cuando la humedad alcanza el valor del 100%, se dice que el aire está saturado, y el exceso de vapor se condensa para convertirse en niebla o nubes. El fenómeno del rocío en las mañanas de invierno se debe a que la humedad relativa del aire ha alcanzado el 100% y el aire no admite más agua” (Martines & Lira, 2008).

Por lo tanto la humedad en un recinto puede aumentar:

- Por disminución de la temperatura ambiental.
- Por aumento de la cantidad de agua en el ambiente.

El primero de los fenómenos se relaciona con el concepto de temperatura de rocío. Si se mantiene la cantidad de agua en el ambiente constante y se disminuye la temperatura llega un momento en que se alcanza la saturación, a esta temperatura se le llama temperatura del punto de rocío. Así cualquier objeto que tenga una temperatura menor que el punto de rocío presentará condensación en su superficie.

Temperatura del punto de rocío.

La temperatura del punto de rocío a la cual se pondrá la cara fría de la célula de efecto Peltier depende de dos variables: temperatura y humedad relativa. La ecuación que lo caracteriza es:

$$T_d = T + 35 \log(\Phi)$$

Donde:

T_d = Punto de rocío.

T = Temperatura ambiente.

Φ = Humedad relativa.

Humedad Relativa.

Wolkoff, Peder, Kjaergaard, & Søren (2007), define la humedad relativa como:

La humedad relativa, HR [%], es la proporción de vapor de agua real en el aire comparada con la cantidad de vapor de agua necesaria para la saturación a la temperatura correspondiente. Indica lo cerca que está el aire de la saturación. Se mide en porcentaje entre 0 y 100, donde el 0% significa aire seco y 100% aire saturado.

El Meteorological Service of Canada (2016) manifiesta que “Hay un parámetro que relaciona la temperatura y la humedad llamado índice humidex o temperatura de bochorno. En la siguiente tabla se puede ver este índice donde aparece la temperatura en grados centígrados a la izquierda y la humedad relativa en tanto por ciento en la parte de arriba”.

Cuando aumenta la humedad relativa el ambiente se hace agobiante para el ser humano y cuando la humedad relativa disminuye aunque aumente la temperatura es más soportable,

según se indica en el Índice Humidex, elaborado por Meteorological Service of Canada (2016)

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	58	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	68
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

Figura 3. Índice Humidex.

Fuente: Meteorological Service of Canada.

2.3 Bases filosóficas

Los nuevos paradigmas generados por el avance de la ciencia y de la tecnología de los últimos tiempos contribuyen para el cambio de las percepciones sobre nosotros mismos, sobre la forma como interactuamos y sobre la manera de relacionarnos con la naturaleza.

Re-pensar la tecnología conlleva la gestación de una diversidad de enigmas cognoscitivos, como: ¿Cuál es el sentido y significado de la tecnología? ¿Cómo entender a la tecnología y a sus productos? ¿Cuáles son los nuevos escenarios de la tecnología en la actualidad? ¿Cuál es la función y el uso de la tecnología en los nuevos escenarios”

En la reflexión contemporánea sobre la ciencia, y especialmente dentro del campo de trabajo que constituyen los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o estudios CTS, uno de los debates destacados está vinculado a la pertinencia y peculiaridades de la participación pública en el contexto de la tecnociencia (un marco en el que, a los problemas generales que se asocian con la democracia participativa, habría que añadir la problemática específica del entorno científico-tecnológico), Garcia (2010).

En la actualidad en los marcos de la Batalla de Ideas que libra la sociedad mundial especialmente la peruana se hace imprescindible conformar una nueva concepción sobre la actividad tecno-científica acorde con las transformaciones que se están produciendo en el mundo y en el país. La significativa contribución de este trabajo se expresa en su objetivo, dirigido a buscar medios, formas, diseños y prototipos no tradicionales para la obtención del agua basado en la ciencia y la tecnología. Conocer cómo obtener agua, cómo se difundir y concientizar el uso adecuado del agua y la búsqueda de diseños y prototipos tradicionales y no tradicionales que permiten obtener agua de diferentes formas y fuentes. Esta batalla de pensamiento hay que librarla en el plano de las ideas y para ello se precisa ante todo tomar plena conciencia de la situación en la que está hoy todavía el tema de la comprensión de usos adecuado del agua y los diferentes diseños y técnicas para su obtención mediante la actividad tecno-científica.

2.4 Definición de términos básicos

Agua: Cuerpo formado por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, dispuestos en un ángulo de 105° , con el oxígeno en el vértice, de fórmula H_2O . Es un líquido inodoro e insípido, en pequeña cantidad es incoloro.

Atmosfera: En física hace referencia a la unidad de medida de presión. Se distinguen la atmósfera física (símbolo $Atm.$), igual al peso de una columna de 760 milímetros de mercurio

a 0° C, por centímetros², así denominada porque corresponde aproximadamente a la presión atmosférica media sobre el nivel del mar, y la atmósfera técnica (símbolo AT) igual a 1 Kg./centímetros². En geología es la envoltura gaseosa que rodea la tierra (aproximadamente 1.000 kilómetros) y vinculada a ella por la atracción gravitacional, está compuesta por nitrógeno (78%), oxígeno (21%) y otros gases como anhídrido carbónico, ozono y vapor de agua. En altitudes mayores a 11 kilómetros el oxígeno tiende a desaparecer, mientras aumenta progresivamente el hidrógeno.

Diseño: Actividad creativa que tiene por fin proyectar objetos que sean útiles y estéticos.

Construcción: arte o técnica de fabricar infraestructuras.

Medioambiente: Es todo lo que rodea a un organismo; los componentes vivos y los abióticos. Conjunto interactuante de sistemas naturales, construidos y socioculturales que está modificando históricamente por la acción humana y que rige y condiciona todas las posibilidades de vida en la Tierra, en especial humana, al ser su hábitat y su fuente de recursos.

Prototipo: Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

Temperatura: Estado del ambiente que se manifiesta en el aire y en los cuerpos en forma de calor, en una gradación que fluctúa entre dos extremos que, convencionalmente, se denominan caliente y frío.

Humedad: Cantidad de vapor acuoso en el aire, o en general, cantidad de vapor de una sustancia cualquiera en un gas por debajo del límite de saturación (límite superado el cual comienza a condensarse).

Punto de Rocío: Temperatura a la que debe enfriarse el aire, a una presión constante, para saturarse, es decir, para formar gotas de agua

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

El diseño e implementación de un prototipo basado en celdas Peltier permite la generación de agua del medio ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Es posible la implementación de un arreglo de celdas de Peltier mediante el principio termoeléctrico para la obtención de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021.
- El desarrollo de un sistema de control para la obtención de agua se logra mediante el punto óptimo de condensación del agua según parámetros ambientales en la ciudad de Huacho, 2021
- La elaboración de un programa permite la optimización de los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales para la obtención de agua.

2.6 Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Dimension	Indicadores
Celdas Peltier	“Una célula Peltier es un dispositivo electro térmico que permite generar frío a partir de la corriente eléctrica. Esta actúa como una bomba de calor de estado sólido, o lo que es lo mismo, permite transferir el calor de un foco frío a uno caliente, generando una oposición al gradiente de temperatura” (Solé, 2018)	Arreglo de celdas Peltier	La temperatura superficial de la parte lateral pierde calor
			El arreglo de celdas Peltier en paralelo permiten la sublimación inversa de agua en la superficie de la placa
			El arreglo de celdas Peltier en paralelo permiten la fusión del agua
		Sistema de control	Las mediciones corresponden al punto de trabajo (setpoint)
			Los actuadores se activan mayor a 5 °C y desactive menor o igual a 5 °C (relay)

Variable	Definición	Dimension	Indicadores
Generación de agua	“Una forma de generar la máxima cantidad de agua utilizando la humedad del ambiente es con la implementación de Celdas de Peltier, la cual, si se le aplica una corriente eléctrica, en un circuito compuesto de materiales distintos con sus uniones, absorbe el calor de una de ellas y se desprende por la otra, es decir, se genera una diferencia de temperatura entre sus caras al ser circuladas por una corriente: una de ellas se enfría, mientras que la otra se calienta” (Tornos & Sotelo, 2006).	Factores ambientales	Temperatura
			Humedad relativa
		Condensación del agua.	Se visualiza que las gotas de escarcha se derriten.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La mayoría de autores concluye que la investigación científica “es un proceso racional y sistémico, que se realiza planificadamente con fines y objetivos formulados intencional y proyectivamente” Carrasco (2008).

3.1.1. Enfoque de la investigación

De acuerdo al enfoque es una investigación cuantitativa, la recolección de datos es equivalente a medir. De acuerdo con la definición clásica del término, medir significa asignar números a objetos y eventos de acuerdo a ciertas reglas. Muchas veces el concepto se hace observable a través de referentes empíricos asociados a él según Gómez (2006.p;121).

3.1.2. Tipo de Investigación

Dentro de la clasificación de las investigaciones pertenece a la investigación aplicada, considerando que éstas están orientadas a buscar soluciones tecnológicas en bienestar de la sociedad.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel es experimental de tipo longitudinal, los datos se han obtenido en varios momentos.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por la humedad del aire del área de investigación correspondiente en aproximadamente en 22 m², ubicada en ciudad de Huacho.

3.2.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por nueve tomas por día, las cuales fueron recolectarán en un recipiente, se tomaron de la humedad del aire del área de investigación. Para lo cual se consideró los siguientes horarios: Hora 3,00 am a 7,20 am, con intervalos de 20 minutos de toma de datos durante el mes de octubre de 2021, siendo un total de 288.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Implementación de sensores y pruebas de prototipos experimentales, se usaron sensores de temperatura y un sensor de humedad relativa, el primero para medir dicha variable en la cara fría y la cara caliente de la celda Peltier, el sensor restante se utilizó para medir la humedad ambiente. La marca de microcontroladores es Arduino mega del proyecto Open Source.

Se construyó una estructura Mecánica para albergar el prototipo teniendo en cuenta la adecuación de los circuitos electrónicos y de alimentación.

Luego se diseñó un método de control para mantener las celdas a una temperatura donde se pueda condensar la humedad del aire. Se registró y proceso la cantidad de agua obtenida durante 31 días del mes de octubre del año 2021

La toma de datos se realizó de la siguiente manera:

- Primero: se enciende el prototipo y se le deja funcionar durante una hora
- Segundo: se visualiza escarchas en la superficie de la placa
- Tercero: el prototipo se apaga, automáticamente empieza a condensarse el agua
- Cuarto: se recolecta el agua en un vaso precipitado
- Quinto: se mide la cantidad de agua recolectada con una jeringa

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Las tomas de agua y los parámetros de humedad y temperatura fueron registradas en una bitácora. Posteriormente se realizó una limpieza de datos, para posteriormente sistematizarlas en el software Microsoft excel y procesadas en: SPSS versión 27, Stata 16 y Minitab 18. Se tomó en cuenta el análisis descriptivo, análisis de prueba de hipótesis mediante la t de student, diseño experimentales mediante el análisis de diagrama de efectos principales, gráfica de superficie y gráfica de contorno.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1.- Descripción de los elementos del sistema

Arduino mega.- Sacristan (2011) indica que en las tarjetas de desarrollo en sistema libre, sus características superan a la tarjeta Arduino uno, diseñado para una mayor robustez, amigable en su manejo. En tabla 1 se muestran las características de tarjeta Arduino Mega.

Tabla 2.

Características del Arduino Mega.

Microcontrolador	ATmega1280	Salidas PWM	4 pines
Voltaje	5v	Comunicación SPI	4 pines
Pines digitales i/o	54	Comunicación I2C	2 pines
Pines analógicos	16	Comunicación UART	8 pines
Corriente por pin	40 mA	EEPROM	4KB
Memoria flash	128 KB	Velocidad	16 MHz
SRAM	8 KB		

Fuente: Arduino mega. <https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardMega>.

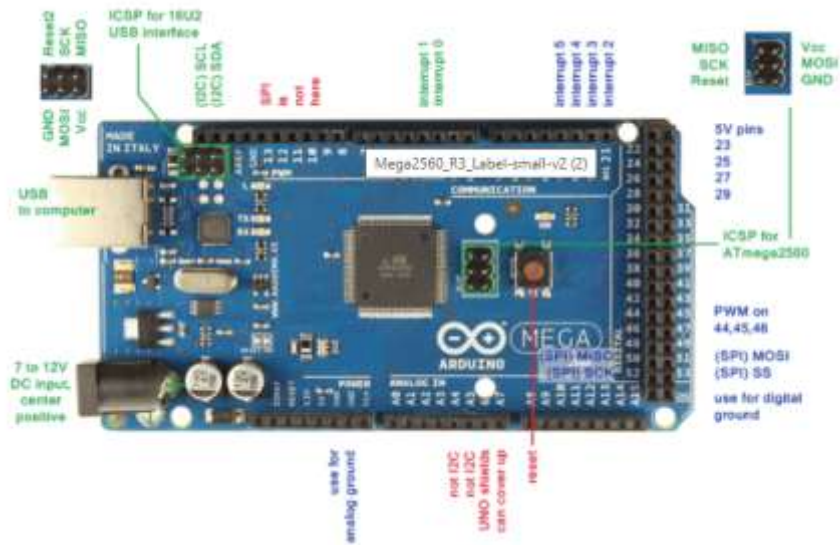


Figura 4. Características del Arduino Mega.

FUENTE: Gomar (2018)

Celdas Peltier, dispositivo para enfriar o calentar objetos, ideal para experimentos como refacción en sistemas de enfriamiento de estado sólido. Recomendadas en su uso como disipador de calor para evitar el sobrecalentamiento y falla del dispositivo, además se recomienda usar pasta térmica para mejorar la transferencia de calor, se alimenta con 12 volts nominales, pero se puede llevar un poco más alto y puede comenzar a funcionar desde los 3 volts, Sacristán (2011).



Figura 5. Características de la Celda Peltier Tec1-12706

FUENTE: Gomar (2018)

Tabla 3

Características de la Celda Peltier Tec1-12706.

Fabricada en material	cerámico
Cables de alimentación	30cm
Temperatura lado caliente	50-57°C
Diferencial de temperatura	66-75°C
Corriente máxima	6.4A
Voltaje nominal	12V
Voltaje máximo	16.4V
Potencia nominal	72W
Resistencia de la celda	1.98-2.30 Ohms
Medidas	40x40x4 mm

Fuente: Gomar (2018)

Sensor de temperatura LM35

“El LM35 es un sensor de temperatura de buenas prestaciones. Posee un rango de trabajo desde -55°C hasta 150 °C. Su salida es de tipo analógica y lineal con una pendiente de 10mV/°C. El sensor es calibrado de fábrica a una precisión de 0.5°C” Gomar (2018).

“Es un sensor muy popular por su fácil uso y variadas aplicaciones. No necesita de ningún circuito adicional para ser usado. Se alimenta directamente con una fuente de 5V y entrega una salida analógica entre 0V a 1.5V. Este voltaje analógico puede ser leído por el ADC de un microcontrolador como PIC o Arduino” Gomar (2018).

Sacristán (2011). El sensor DHT22 utiliza el mismo protocolo de comunicaciones que el DHT11, por lo que el software puede hacerse compatible con este sensor de forma sencilla.

Tabla 5

Características del sensor DHT22.

costo	Bajo
Compatible	Con sistemas electrónicos operando a 3 y 5 volts
Corriente máxima	De 2.5 mA cuando se realiza la conversión
0 – 100 %	Humedad relativa, precisión del 2-5%
-40 a 80 °C de temperatura	Precisión $\pm 5^{\circ}\text{C}$
Frecuencia de muestreo	No más de 0.5 Hz (una vez cada 2 segundos)
4 pines de conexión espacio de 0.1	Pulgadas
No requiere componentes activos externos	

Fuente: Gomar (2018)



Figura 7. Características del sensor DHT22.

FUENTE: Gomar (2018)

4.1.2.- Propuesta del diseño

Montaje del Módulo Condensador de agua: célula Peltier, disipador y ventilador

a).- Elección de los componentes.-Las componentes para el diseño se han elegido en función a sus características técnicas específicas de cada uno de ellos y después varias pruebas de ensayo.

b).- Elección de la célula de efecto Peltier.- La célula de efecto Peltier se ha elegido en función de la tensión de alimentación y las dimensiones de ésta, considerando que no consuman corriente en exceso. Para el tamaño de las celdas se eligió aquellas de superficie mínima a fin de conseguir que su área produzca un goteo mínimo de agua.

c).- Elección del disipador y ventilador.- En la cara caliente de la célula Peltier se acondicionó un disipador con un ventilador, con el fin de conseguir que la cara fría disminuya lo suficiente para llegar al punto de rocío y se mantenga en él. Con el disipador y ventilador se logró obtener una diferencia de temperatura considerable entre las caras de la celda, logrando que el calor de la cara caliente se conduzca a la cara fría, a fin de evitar que la cara fría se mantenga en el punto de rocío. Un disipador funciona como intercambiador de calor. En este caso se evita el ingreso de calor en la celda Peltier y se le transfiere al aire.

Para la selección del disipador se consideró: que refrigere de forma activa ya que la forma pasiva consistió en aplicar el disipador sin ningún complemento adicional, y la forma activa consiste en elegir un disipador que funcione con un ventilador que mejora la transferencia del flujo de aire. Los ventiladores se utilizan para mejorar la transferencia calor/aire del disipador, al inyectarle aire forzado.

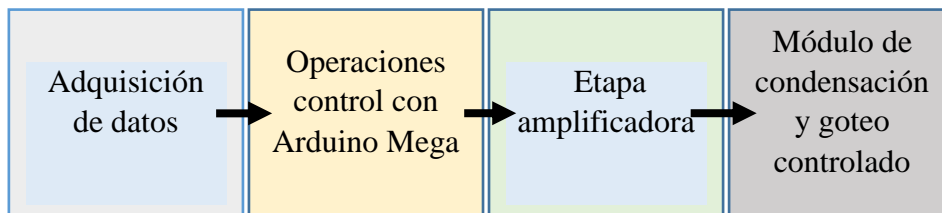
d).- Elección del adhesivo.- Para pegar la celda de efecto Peltier con el disipador se ha usado el adhesivo otorgado por el fabricante.

e).- Punto óptimo de enfriamiento de la célula

El valor óptimo de corriente que permite obtener la mínima temperatura en la cara fría sería: $I=8A$, sino que es $I=3A$.

Puesta en marcha del prototipo

Se ha estructurado en cuatro partes:



Fuente: elaboración propia

Adquisición de datos

Para realizar la adquisición de datos se ha utilizado una tarjeta de adquisición de datos de la Arduino Mega conectada al ordenador mediante un cable USB; para ello, se han introducido dos sensores en las salidas de tensión para la medición de dos variables termodinámicas: temperatura y humedad relativa.

Se programó un instrumento virtual usando el programa Arduino Mega, el cual permitió la interpretación de los datos.

Operaciones control con Arduino Mega.

Con respecto a los datos adquiridos, con estos se han realizado operaciones de control con apoyo del software Arduino Mega, entre ellas está el diseño de un regulador proporcional; así como el tratamiento de los datos de entrada a la tarjeta. Posteriormente se han direccionado los datos ya tratados a los canales de salida de la tarjeta que han servido para realizar el control sobre la celda de Efecto Peltier.

Etapa amplificadora.

Se configuró un circuito amplificador para adaptar la tensión y corriente de salida de la tarjeta de adquisición de datos a la celda Peltier, sin perder el control sobre esos datos, cubriendo sus necesidades de demanda eléctrica.

Módulo de condensación y goteo controlado

Se ha creado un módulo mediante una celda Peltier y un disipador con ventilación forzada de aire, a fin que al momento de circular corriente eléctrica sobre él, logre que el vapor atmosférico del aire circulante se condense produciendo goteo de agua.

4.1.3.- Resultados del Objetivo General

Propuesta del diseño del prototipo:

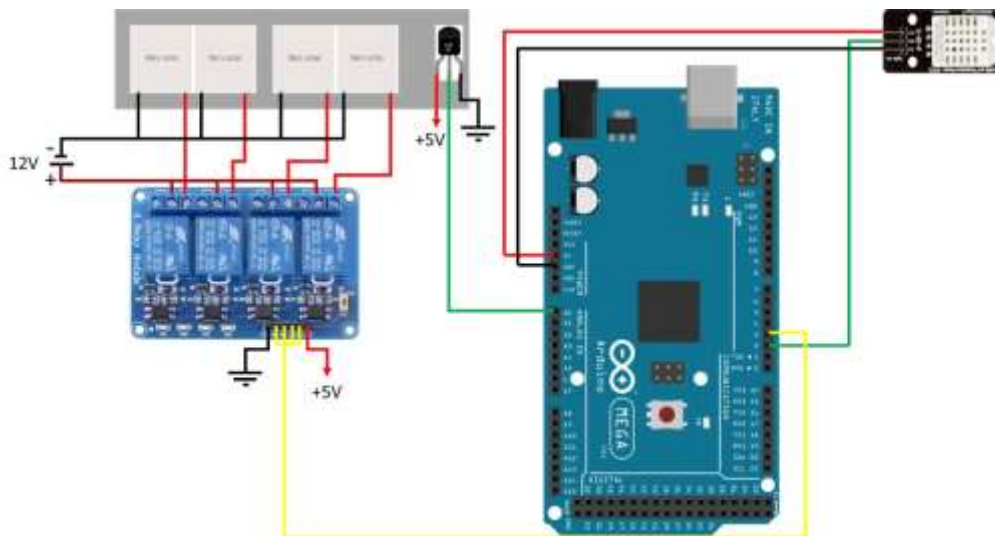


Figura 8. Diseño de prototipo para la obtención de agua con celdas peltier

El prototipo diseñado y construido consta de las siguientes partes:

- Uno es el sistema recolector de agua, que está conformado por las celdas Peltier que están unidos por una placa de cobre y un sensor de temperatura.

- El actuador, que genera el encendido y el apagado del sistema de las celdas Peltier por medio de las órdenes del Arduino.
- El sensor, que mide la temperatura ambiente y humedad relativa (DHT22).
- El controlador del sistema recolector, que consta de un Arduino mega que se ha programado para que active al actuador cuando la temperatura del LM35 indique una temperatura mayor que menos cinco grados y mantenerlo durante cinco minutos luego de ese tiempo se desactiva y el sistema comienza a recolectar escarchas de agua.

Los parámetros físicos a nivel de laboratorio considerados para la recolección de agua con el prototipo diseñado y construido se muestran en tabla 5.

Tabla 6.

Parámetros Físicos a nivel de laboratorio.

Parámetros físicos	Promedio
Humedad relativa promedio	81.97
Temperatura ambiente promedio	16.32
Punto de Roció promedio	13.22
Cantidad de celdas Peltier	4
Cantidad de muestras	31
Tiempo	20
Aproximado (min)	
Mes de octubre 2021	De 1 a 31

Fuente: Datos recopilados por el prototipo diseñado.

Cantidad de Agua recolectada durante un mes por hora con el prototipo diseñado y construido

Tabla 7
Cantidad de Agua recolectada según frecuencia horaria por mes.

Horas de toma de muestras	Volumen de agua (mL)
Hora 3:00 am a 3:20 am	793,50
Hora 3:30 am a 3:50 am	792,00
Hora 4:00 am a 4:20 am	796,40
Hora 4:30 am a 4:50 am	796,00
Hora 5:00 am a 5:20 am	793,70
Hora 5:30 am a 5:50 am	794,00
Hora 6:00 am a 6:20 am	790,80
Hora 6:30 am a 6:50 am	790,80
Hora 7:00 am a 7:20 am	801,70
Total de agua (mL)	7 148,90

Fuente: Datos recopilado por el prototipo diseñado y construido

La tabla 7 muestra que, con el prototipo diseñado y construido, se observa que de 7:00 am a 7:00 se ha obtenido el máximo volumen (801,70 mL); con menor volumen entre 6:00 am – 6:20 y de 6:30 am a 6:50 am con volúmenes de 790,80 mL respectivamente.

4.1.4.- Análisis descriptivo de los resultados.

Tabla 8.

Análisis descriptivo de los parámetros ambientales y volumen de agua.

Parámetro	Humedad (%)	Punto de Rocío (°C)	Temperatura (°C)	Volumen (mL)
Media	82,05	13,24	16,33	25,67
Mediano	82,00	12,91	16	26,40
Desviación Estandar	1,49	0,54	0,47	3,96
Valor Máximo	86	14,26	17	33,70
Valor Mínimo	79	12,34	6	16,60
Coficiente de variabilidad	0,02	0,04	0,03	0,15
Curtosis	3,74	1,97	1,55	3,19
Asimetría	0,35	0,35	0,74	-0,39

En tabla 8, se muestran los resultados de los análisis descriptivos de los parámetros ambientales (Humedad, punto de rocío, temperatura) y volumen de agua. Con respecto al parámetro humedad, su media es de 82,05% dispersados en 1,49%; la dispersión muestral es de 2,00 % del valor de la media muestral; y la mediana se observa con un valor de 82,00. Comparando la media con la mediana se evidencia una asimetría positiva (Media aritmética > Mediana) corroborado con el valor de asimetría que es mayor a 0 ($0,35 > 0$). La mayor concentración de datos se observa debajo de la mediana, por lo que existen mayor cantidad de datos debajo de la media (82,00).

En figura 9 a y 9 b, se observan valores extremos, siendo el valor máximo de 86% y el mínimo de 79%. Al analizar el tamaño promedio de clase en diagrama de caja y bigote (figura 9 b), se identificó que la variable tenía asimetría positiva (asimetría = 0,35); además en diagrama de cajas y bigote no se observan valores atípicos en cada extremo, el coeficiente de variación es menor al 20% (2,00%), Los datos no muestran una distribución normal.

El mayor porcentaje de datos (figura 8a) se encuentran en 82% de humedad.

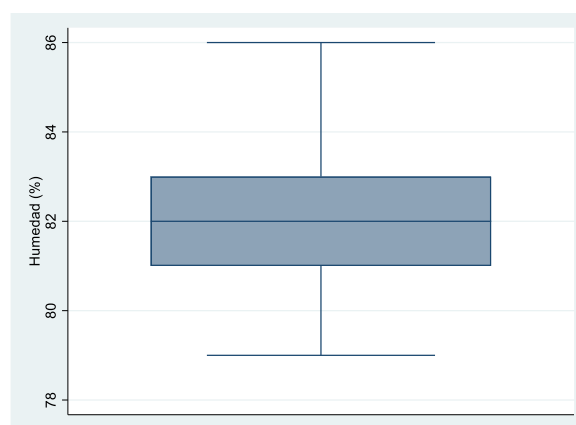
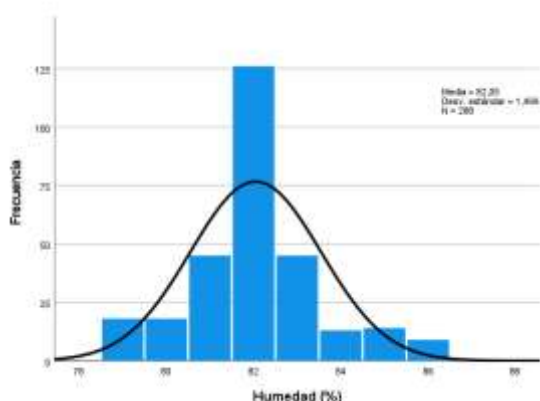


Figura 9. a) Gráfica de barras y b) diagrama de cajas de la humedad.

En cuanto al parámetro punto de rocío, su media es de 13,24% dispersados en 0,54%; la dispersión muestral es de 4,00 % del valor de la media muestral; y la mediana se observa con un valor de 12,91. Comparando la media con la mediana se evidencia una asimetría

positiva (Media aritmética >Mediana) corroborado con el valor de asimetría que es mayor a 0 ($0,35 > 0$).

Referente al parámetro temperatura la tabla, muestra su media que es de 16.33% dispersados en 0,47%; la dispersión muestral es de 3,00 % del valor de la media muestral; y la mediana se observa con un valor de 16,00. Comparando la media con la mediana se evidencia una asimetría positiva (Media aritmética >Mediana) corroborado con el valor de asimetría que es mayor a 0 ($0,74 > 0$).

En cuanto al parámetro volumen, su media es de 25,67% dispersados en 3,96%; la dispersión muestral es de 15,00 % del valor de la media muestral; y la mediana se observa con un valor de 36,40. Comparando la media con la mediana se evidencia una asimetría negativa (Media aritmética <Mediana) corroborado con el valor de asimetría que es menor a 0 ($- 0,39 > 0$).

Así mismo, según figura 10, diagrama de tallos y hojas, de los resultados del volumen obtenido con menor puntaje porcentaje se tiene 16,6 mL; mientras que existen 23 datos de volumen con un puntaje mayor a 32,4 mL. La mayor frecuencia (121) se encuentran en un volumen entre 26,0 mL y 26,9 mL.

Al analizar los datos de volúmenes obtenidos, en diagrama de caja y bigote (figura 9), se identificó que el parámetro volumen tenía asimetría negativa (asimetría = - 0,39); además en diagrama de cajas y bigote se observan valores atípicos en cada extremo, el coeficiente de variación es menor al 20% (15,00%), Los datos se corrobora que no muestran distribución normal.

Volumen Agua (mL) Gráfico de tallo y hojas

Frecuencia	Stem	&	Hoja
18.00	Extremos		(=<16.9)
14.00	19	.	34779&
15.00	20	.	057899&
2.00	21	.	&
2.00	22	.	4
40.00	23	.	12333444566678899
3.00	24	.	0&
.00	25	.	
121.00	26	.	01111222222222233333333334445555555556666666777788889999999
5.00	27	.	00
33.00	28	.	335667777899999&
4.00	29	.	0&
6.00	30	.	7&&
2.00	31	.	&
23.00	Extremos		(>=32.4)

Ancho del tallo: 1.000000
Cada hoja: 2 caso(s)

& denotes fractional leaves.

Figura 10. Gráfico de tallo y hojas de volumen agua (mL) obtenido.

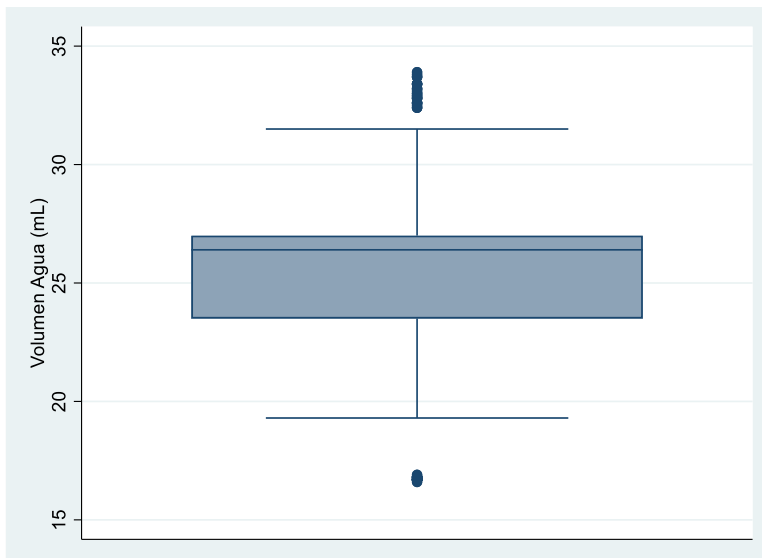


Figura 11. Diagrama de cajas de volumen agua (mL) obtenido

Diagrama de efectos principales.

Con respecto a la relación entre humedad (%), volumen de agua (mL) y temperatura (°C), se realizó un diagrama de efectos especiales (figura 12), según la línea horizontal paralela al eje x que recae en el volumen 26 mL, las medias con respecto a los niveles de humedad 82%, 83%; 85% y 86% reportan efectos elevados de volúmenes de agua a temperaturas cercanas a 17 °C.

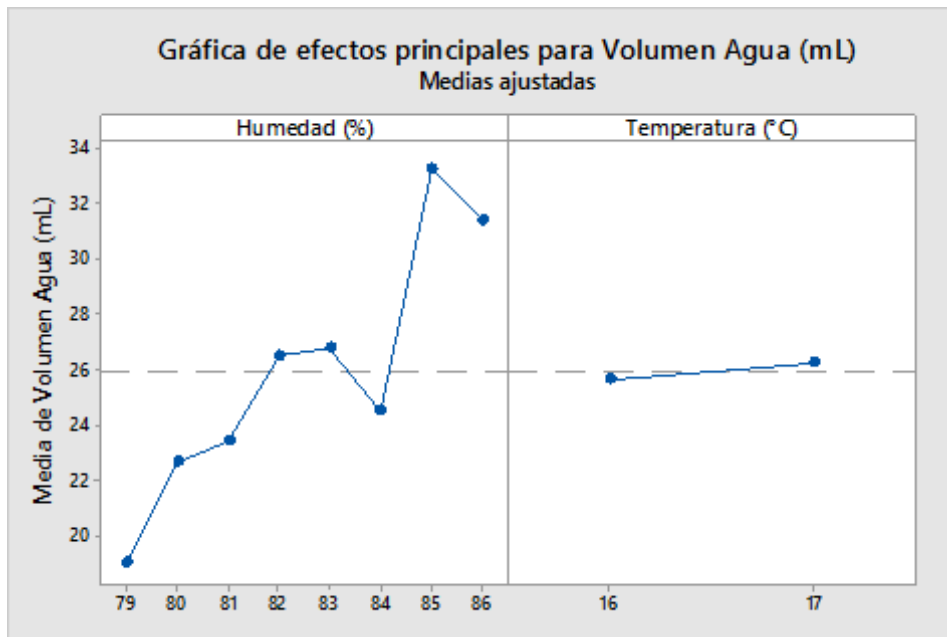


Figura 12. Diagrama de efectos principales.

Gráfica de superficie.

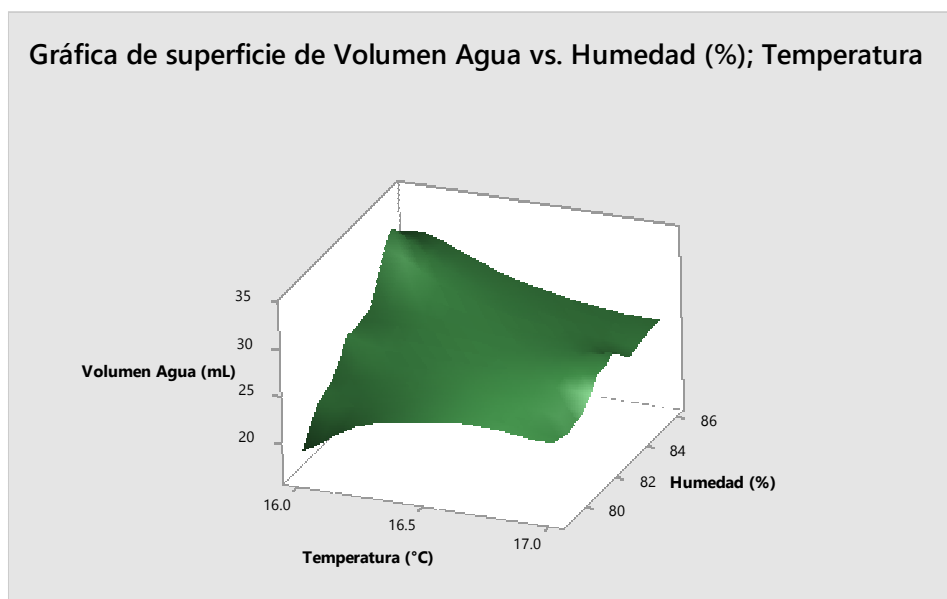


Figura 13. Gráfica de superficie

Con las gráficas de superficie nos permitirá obtener valores de respuesta y parámetros operativas deseables. En la Figura 13, muestra la relación entre la humedad y la temperatura que son aspectos más significativos para estos estudios lo que produce un mayor volumen de agua.

Gráfica de Contorno

La figura 14, nos muestra como la humedad y la temperatura se relacionan con el resultado de volumen de agua, para ello podemos elegir los parámetros respectivos para obtener volúmenes de agua deseable. Por decir: a una humedad entre 82 % y 83 %, a temperatura de 16,4°C podemos obtener volúmenes de agua 24 y 28 mL.

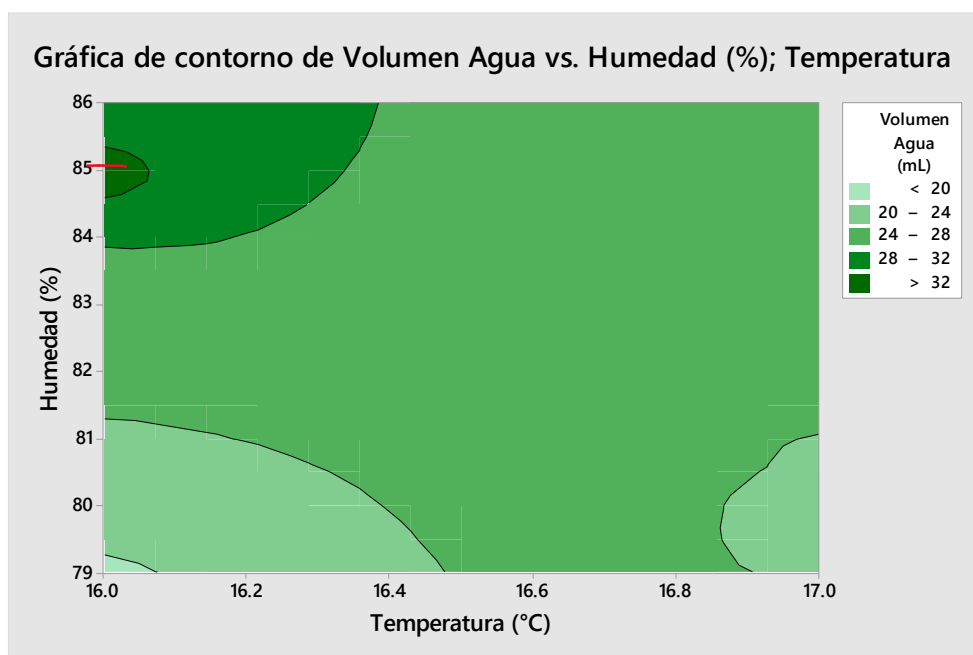


Figura 14. Gráfica de contorno entre humedad, temperatura y volumen de agua.

Codificación del programa

Se logró programar de la siguiente manera:

```
//#define PIN_INPUT 0

//#define PIN_OUTPUT 3

#include <DHT.h>

#include <DHT_U.h>

int salida=3; //output

double Setpoint; //PID setpoint

int sensor;

int SENSORDTH = 2;

int TEMPERATURADTH;

int HUMEDAD;

int segundos=60;

DHT dht(SENSORDTH, DHT22);

float temperatura=0;

void setup() {

    // put your setup code here, to run once:
```

```

Serial.begin(9600);

Setpoint=5;

dht.begin();

pinMode(salida, OUTPUT);

}

void loop() {

// put your main code here, to run repeatedly:

    while(segundos>0)

    {

        segundos--;

        delay(1000);

        TEMPERATURADTH = dht.readTemperature();

        //sensor=analogRead(PIN_INPUT);

        sensor=analogRead(A0);

        HUMEDAD = dht.readHumidity();

        temperatura=((sensor*5000.0)/1023)/10;

        if (temperatura>=Setpoint){

            digitalWrite(salida,LOW);

```

```

}

else {

    digitalWrite(salida,HIGH);

}

if(segundos==0){

    for(int i=0; i<=60; i++)

    {

        digitalWrite(salida,HIGH);

        Serial.println(temperatura,1);

        Serial.println(TEMPERATURADTH);

        Serial.println(HUMEDAD);

        delay(1000);

    }

    if(i==60){

        segundos=60;

    }

}

}

Serial.println(temperatura,1);

```


Interpretación.

A un nivel de confianza del 95%, siendo p valor menor que 0,05 no hay evidencia para aceptar la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En cuanto al objetivo de la investigación, diseñar e implementar un prototipo basado en celdas Peltier para la generación de agua del medio ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021, se logró construir una propuesta de diseño. La celda de efecto Peltier se ha elegido en función de la tensión de alimentación y las dimensiones de ésta, sin que tenga un consumo excesivo de corriente. Al haber celdas de tamaño más reducido fue necesario elegir una que disponga de una superficie mínima para conseguir que su área produzca un goteo mínimo de agua. La prueba de hipótesis nos muestra que fue posible obtener agua mediante el prototipo de obtención de agua del ambiente mediante celdas Peltier, siendo el p valor menor que 0,05. Se logró recolectar un volumen total de agua mensual de 7148,90 mL. Comparado con el estudio de Reina y Acosta (2019), quienes obtuvieron resultados muy favorables en la generación de agua con celdas de Peltier. El suministro energético del prototipo se basa en un panel solar de 265 vatios y una batería de 12 voltios los cuales nos brindarán la energía necesaria para que el prototipo funcione correctamente. Coincidente con Chávez, Espejel, Hernández y Rascon. (2019) quienes generaron agua usando celdas Peltier y energía solas, concluye que el prototipo

propuesto para la generación de agua es una excelente opción en zonas donde no exista su acceso, ya que no requiere un alto costo de implementación.

Con respecto al primer objetivo específico implementar un arreglo de celdas de Peltier para la generación de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021. Se logró un arreglo de celdas coincidente con Sacristan (2011), quién en su estudio determinó que el punto de rocío depende de dos variables termodinámicas que son temperatura y humedad relativa por eso se han utilizado dos sensores para captar esas dos variables: sensor de temperatura y sensor de humedad relativa. La salida de tensión de la tarjeta de adquisición como era demasiado pequeña se ha tenido que amplificar mediante un circuito amplificador diseñado para tal caso para poder alimentar la célula Peltier. En eses sentido los estudios de Chávez, Espejel Blanco, Hernández Aguirre Fredy, & Rascon Barcelo (2019) donde se implementó un arreglo de celdas de Peltier para obtener la mayor cantidad agua posible bajo factores ambientales, como humedad y temperatura. El arreglo de celdas de Peltier logro obtener la mayor cantidad de agua posible bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021; es aprobada, en otras palabras el arreglo que está constituido por cuatro celdas Peltier con código TEE1-12706 conectadas en paralelo, las cuales están unidos a una placa de cobre y a la vez la placa está en contacto con el sensor de temperatura LM35, La cual mide la temperatura de la placa de cobre por conducción que funcionan a 12 voltios y corriente continua de 3 A y se encuentra conectado al sensor que mide la temperatura ambiente y humedad relativa (DHT22) y por tal motivo la primera hipótesis específica que se plantea es aprobada. En seguida se realiza la comparación con otros trabajos de investigadores que lograron obtener los mismos resultados: como en la investigación de Chávez, Espejel Blanco, Hernández Aguirre Fredy, & Rascon Barcelo (2019) donde se implementara un arreglo de celdas de Peltier para obtener la mayor cantidad agua posible bajo factores ambientales, como humedad y temperatura. Además, al tratarse

de zonas donde el clima es árido, se pretende utilizar fuentes de energía alternativas, de tipo fotovoltaico autónomo, para aprovechar la radiación solar y alimentar al sistema de control de una manera autosustentable y Moreno & García (2016), posteriormente diseña un sistema prototipo generador de agua basado en esta tecnología y como valor agregado la implementación de un sistema de alimentación fotovoltaico para la alimentación del sistema.

En segundo objetivo específico desarrollar un sistema de control para la obtención del mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021. Los resultados mediante gráficas de efectos principales y gráfica de contorno de volumen vs humedad y temperatura nos han permitido contar con un mapa de calor que indica el área probable para obtener agua en diferentes parámetros.

En cuanto al tercer objetivo específico sobre elaborar un programa que optimice los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales, se logró elaborar un programa Arduino para optimizar los parámetros de operación del prototipo; en ese sentido Sacristán diseño un circuito de control realizado con el programa Labview.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se demostró mediante el prototipo diseñado y construido bajo los parámetros físicos del ambiente como: temperatura ambiente promedio 16.32 °C y humedad relativa promedio 81.97% y punto de rocío promedio 13.22 °C de la ciudad de Huacho, del mes de octubre del año 2021, logro recolectar 7 148.9 mL de agua del medio ambiente. Esto debido a que las celdas Peltier son capaces de reducir su temperatura en la cara fría hasta el punto de igualar o ir más abajo del punto de rocío, en el punto de rocío se genera la condensación de la humedad del aire, produciéndose el cambio de estado gaseoso del agua a estado líquido y por ende generando goteo de agua.

- Se logró Implementar un arreglo de celdas de Peltier para obtener la mayor cantidad de agua posible bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021. Que está constituido por cuatro celdas Peltier con código TEE1-12706 conectadas en paralelo, las cuales están unidos a una placa de cobre y a la vez la placa está en contacto con el sensor de temperatura LM35, La cual mide la temperatura de la placa de cobre por conducción que funcionan a 12 voltios y corriente continua de 3 A y se encuentra conectado al sensor que mide la temperatura ambiente y humedad relativa (DHT22)

- Se logró desarrollar un sistema de control para alcanzar el mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021. El controlador del sistema está conectado al actuador que genera el encendido y el apagado del sistema de las celdas Peltier por medio de las órdenes del Arduino y a los sensores de temperatura LM35 que mide la temperatura de la placa y el DHT 22 mide la humedad relativa y la temperatura ambiente
- Se elaboró un programa que consta de un Arduino mega para que active al actuador de la celda Peltier cuando la temperatura del LM35 e indique un valor mayor que menos cinco grados, con tiempo de contacto de cinco minutos luego de ese tiempo se desactiva y el sistema comienza a recolectar escarchas de agua.

6.2 Recomendaciones

- En futuras investigaciones se recomienda trabajar con mayor cantidad de celdas, para obtener mayor cantidad de agua y considerar el clima y estaciones dependiendo de la ubicación geográfica del lugar a experimentar
- Hacer un estudio minucioso del diseño de las celdas de obtención de agua con celdas Peltier y con celdas solares en serie.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

Acosta Rodríguez, J. A., & Reina Riaño, W. A. (2019). Sistema de supervisión y control del prototipo generador de agua a partir de celdas de Peltier. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11349/15593>

Castillo, J. (2017). Generadores termoeléctricos accionados por el calor humano para dispositivos portátiles. Estado del arte y modelado térmico sencillo. Trabajo fin de grado. Universidad Zaragoza. España. Obtenido de: <https://zaguan.unizar.es/record/64157/files/TAZ-TFG-2017-2944.pdf>

Dirección Regional de Agricultura . (2020). Constatan Escasez de Agua en La Laguna de La Cordillera Raura En Oyón.

Chavez , J. M., Espejel Blanco, D., Hernandez Agirre Fredy, & Rascon Barcelo , L. (2019). Generador de Agua mediante el uso de Celdas Peltier y Energía Solar . Instituto Tecnológico De Hermosillo / Tecnológico Nacional de México .

Martines, L. E., & Lira, L. C. (2008). Cálculo de la Temperatura de Punto de Rocío a Diferentes Valores de Presión.

Meca Meca, F., & Jiménez Calvo, J. (2009). Horno-nevera basado en células Peltier para el ensayo térmico de dispositivos electrónicos. España: Escuela Politécnica Universidad de Alcalá.

Moreno Ortiz, D. G., & Garcia Romero, D. J. (2016). Prototipo Generador de Agua con Celdas de Peltier.

Reina Riaño, W. A., & Acosta Rodríguez, J. A. (2019). Sistema de supervisión y control del prototipo generador de agua a partir de celdas de Peltier.

Sacristan Gomez, A. (2011). Obtención de agua a partir de humedad atmosférica empleando células de efecto Peltier. Bachelor's thesis.

Sacristan Gomez, A. (2011). Obtencion de agua apartir de la Humedad Atmosferica empleando Celulas de Efecto Peltier .

Sacristán, G. A. (2011). Obtención de agua a partir de humedad atmosférica empleando células de efecto Peltier. (Bachelor's thesis). Proyecto fin de carrera. Ingeniería Técnica Industrial Universidad Carlos III de Madrid. URI: <http://hdl.handle.net/10016/13561>

UNESCO. (2015). Abordar la escasez y la calidad del agua.

7.2 Fuentes bibliográficas

Besançon, & Robert, M. (1985). The Encyclopedia of Physics. Van Nostrand Reinhold Company. ISBN 0-442-25778-3

Espinosa Alfonso, J. D. (2017). Implementación de un Seguidor Solar a Prototipo Generador de Agua Autosostenible.

Gomez, M. M. (2006). Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial Brujas.

Gomar, J. (2018). Que es la celula peltier y como funiona .

Rowe, D. M. (2006). Thermoelectrics Handbook:Macro to Nano. Taylor & Francis. ISBN 0-8493-2264-2.

Meteorological Service of Canada. (2016). Humidex Spring and Summer Weather Hazards. Environment Canada.

Santamaria German . (2009). Electrotecnia. EDITEX, S.A. p. 31. ISBN 9788497715362.

Wolkoff, Peder, Kjaergaard, & Søren. (2007). The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. ISSN 0160-4120. PMID 17499853.

7.3 Fuentes hemerográficas

Cristian Rubio Ramírez, Lizarazo, G. M., & Emilio, V. D. (2017). Termoelectricidad: Uso de las celdas peltier en el campo de la refrigeración y sus principales aplicaciones. Revista *Inventum*, 12(22), 9-16.
doi:<http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.12.22.2017.9-16>

Garcia, I. D. (2010). Bases filosóficas de la democracia participativa en ciencia y tecnología. *Ontology studies*. (11), 39-53.

7.4 Fuentes electrónicas

ECOPORTAL. (2020). 1 Agua en Huacho. EMAPA-Huacho ¿gestión pública o privada?

Google Earth . (2021). Coordenadas Geográficas de la ciudad de Huacho .

MERRA-2 Modern-Era. (2021). Datos climatológicos, incluida la nubosidad, precipitación, velocidad y dirección del viento y flujo solar.

Solé, R. (2018). Qué es una célula Peltier (celda peltier) y cómo funciona. Obtenido de <https://hardwaresfera.com/articulos/que-es-celula-peltier/>

Tornos, S., & Sotelo, A. (2006). Termoelectricidad, la energía del desequilibrio. Técnica Industrial. Obtenido de <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/22/41/a41.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: Matriz de consistencia

Título: Generación de Agua con Celdas Peltier a partir de la Humedad del Aire de la Ciudad de Huacho, 2021

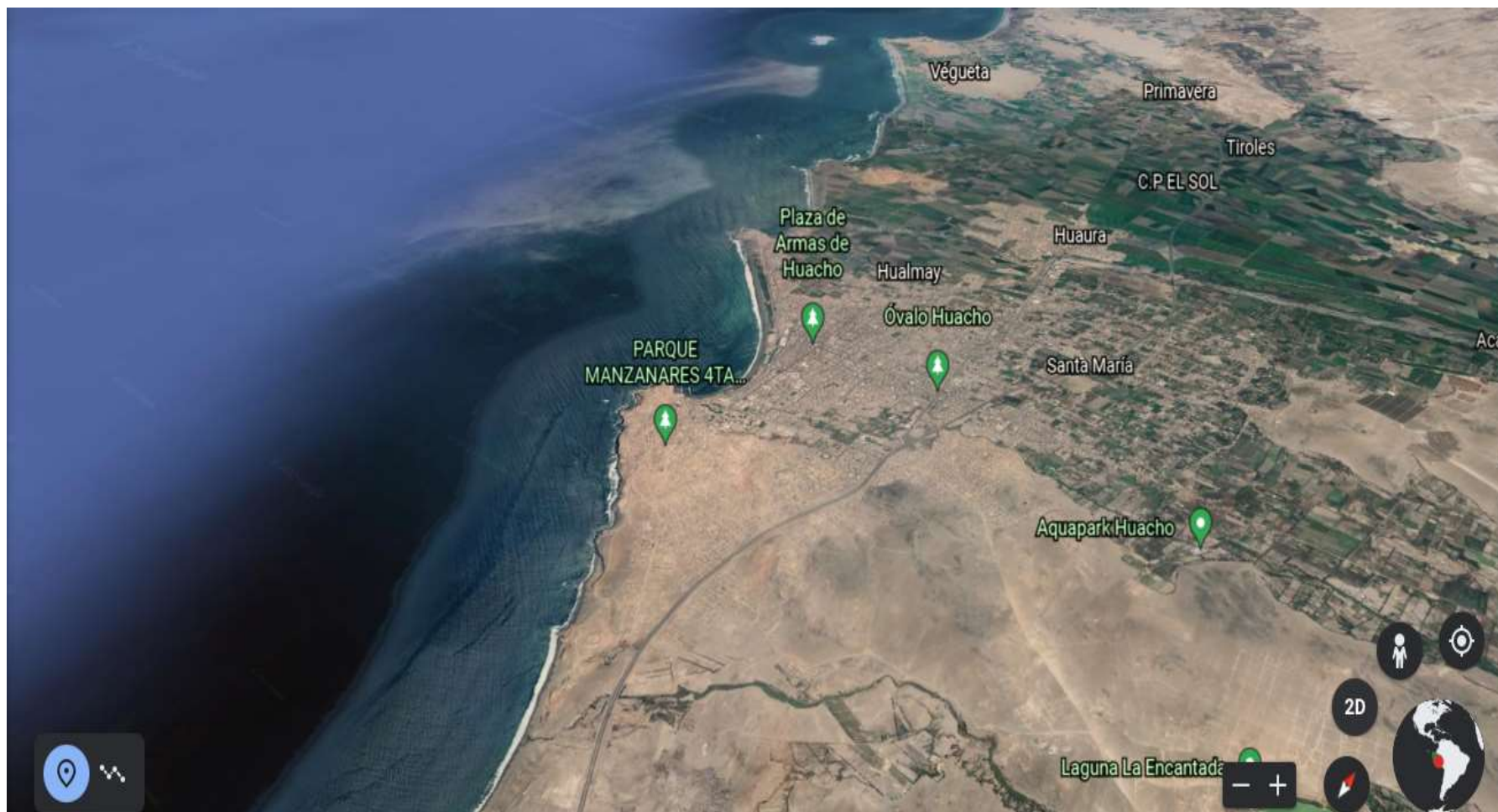
Problemas de Investigación	Objetivo de investigación	Hipótesis de investigación	Variable	Dimensiones	Marco metodológico
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	<ul style="list-style-type: none"> • Celdas Peltier • Generación de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Arreglo de celdas Peltier • Sistema de control • Factores ambientales. • Condensación del agua 	<p>Diseño de la investigación. Investigación aplicada. De tipo experimental. Nivel Longitudinal</p> <p>Población y Muestra. Humedad del aire en área de 22 m², siendo un total de elementos de la muestra de 288.</p> <p>Técnicas e instrumento de recolección de datos. Implementación de sensores y prototipos experimentales, uso de celdas Peltier.</p> <p>Técnicas para el procesamiento de la información. El estudio descriptivo, inferencial y de diseño experimental; así como el uso de tablas y figuras se realizó con Microsoft Excel, SPSS v 27, Stata 16 y Minitab 18.</p>
¿Es posible el diseño y la implementación de un prototipo basado en celdas Peltier que genere agua a partir del ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021?	Diseñar e implementar un prototipo basado en celdas Peltier para la generación de agua del medio ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021.	El diseño e implementación de un prototipo basado en celdas Peltier permite la generación de agua del medio ambiente mediante la condensación de la humedad del aire de la ciudad de Huacho, 2021.			
Problema específicas	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿De qué manera se implementa un arreglo de celdas de Peltier para la obtención de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021?	Implementar un arreglo de celdas de Peltier para la generación de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021.	Es posible la implementación de un arreglo de celdas de Peltier mediante el principio termoeléctrico para la obtención de agua bajo factores ambientales de la ciudad de Huacho, 2021.			
¿Cómo desarrollar un sistema de control para alcanzar el mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021?	Desarrollar un sistema de control para la obtención del mejor punto de condensación del agua en la ciudad de Huacho, 2021.	El desarrollo de un sistema de control para la obtención de agua se logra mediante el punto óptimo de condensación del agua según parámetros ambientales en la ciudad de Huacho, 2021.			
¿Es posible la elaboración de un programa que optimice los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales?	Elaborar un programa que optimice los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales.	La elaboración de un programa permite la optimización de los parámetros de activación de celdas Peltier con los parámetros ambientales para la obtención de agua.			

ANEXO B: Resultados de datos de laboratorio con el prototipo, Huacho 2021

Octubre 2021 (días)	Humedad (%)	Temperatura Ambiente promedio °C	Punto rocío °C	Tiempo Aprox. (min)	Volumen (mL) de agua recolectada por intervalo de tiempo									Total de agua/día (ml)
					Hora 3 am a 3:20am	Hora 3:30 am a 3:50 am	Hora 4am a 4:20am	Hora 4:30 am a 4:50 am	Hora 5am a 5:20am	Hora 5am a 5:50 am	Hora 6am a 6:20am	Hora 6:30am a 6:50 am	Hora 7:00am a 7:20 am	
1	81	17	13.70	20	23.9	23.3	23.8	24	23.8	23.8	23.6	23.4	23.7	213.3
2	80	16	12.54	20	20.9	20	19.8	19.7	19.4	20	19.4	19.3	19.6	178.1
3	82	16	12.91	20	26.5	26.5	26.3	26.1	26.5	26.5	26.4	26.2	26.4	237.4
4	82	16	12.91	20	26.2	26.9	26.4	27	26.3	26.3	26.3	26.3	26.5	238.2
5	86	16	13.65	20	33.2	33.2	33.7	33.7	33.4	33.4	33.4	33.9	33.8	301.7
6	84	17	14.26	20	29.9	30.7	31.5	30.5	31.3	30.2	30.9	30.4	30.7	276.1
7	83	17	14.08	20	28.9	28.9	28.6	28.3	28.3	28.3	28.3	28.4	28.9	256.9
8	81	17	13.69	20	23.6	23.6	23.4	23.4	23.1	23.1	23.3	23.2	23.9	210.6
9	82	16	12.91	20	26.7	26.6	26.5	26.5	26.2	26.2	26.3	26.4	26.7	238.1
10	82	17	13.89	20	26.2	26.1	26.5	26.5	26.3	26.3	26.3	26.3	26.5	237
11	83	17	14.07	20	22.4	22.4	23.6	23.6	23.4	23.3	23.2	23.4	23.8	209.1

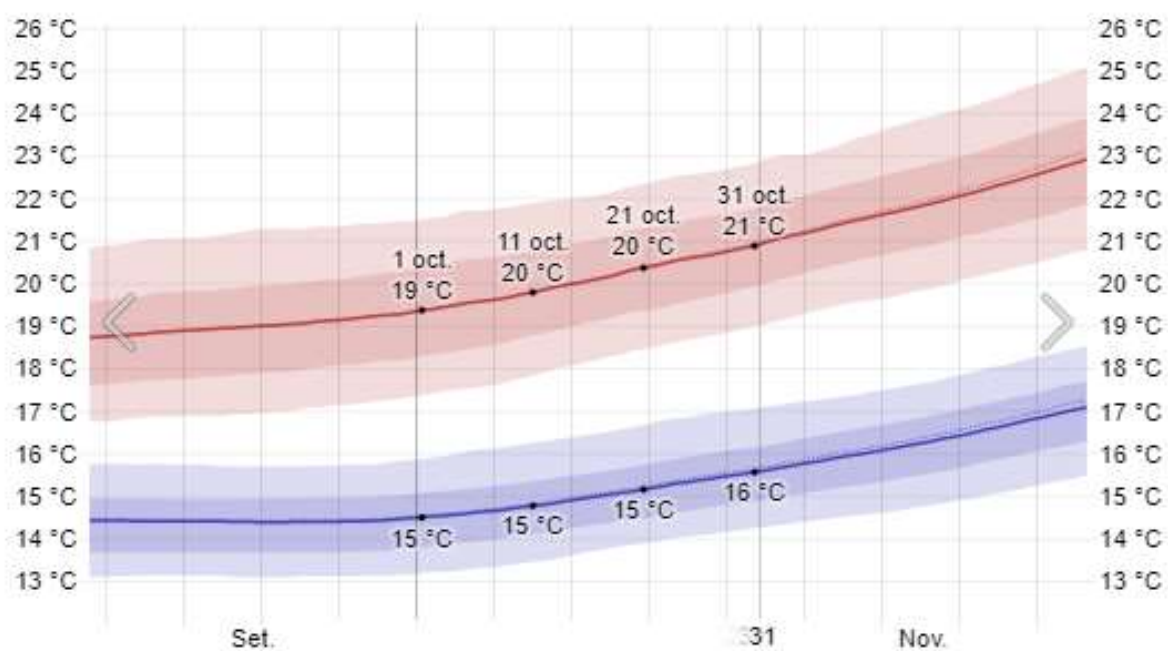
12	82	17	13.89	20	26	26	26.5	26.5	26.3	26.1	26.3	26.2	26.9	236.8
13	80	17	13.51	20	20.8	20.7	20.3	19.3	20.9	20.9	19.7	19.7	19.9	182.2
14	82	16	12.91	20	26.5	26.3	26.8	26.9	26.7	26.2	26.4	26.2	26.9	238.9
15	82	16	12.91	20	26.1	26.1	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.9	236.3
16	82	16	12.91	20	26.2	26.2	26.9	26.8	26.3	26.3	26.3	26.3	26.9	238.2
17	82	16	12.91	20	26.1	26.1	26.8	26.8	26.6	26.6	26.6	26.6	26.9	239.1
18	82	16	12.91	20	26.3	26.2	26.1	26.9	26.7	27	26.4	27	26.9	239.5
19	82	16	12.91	20	26.2	26.2	26.8	26.8	26.6	26.6	26.6	26.6	26.9	239.3
20	83	16	13.10	20	28.8	28.8	28.7	28.6	28.7	28.7	28.7	28.7	28.9	258.6
21	82	16	12.91	20	26.9	26.8	27	26.6	26.5	26.5	26.5	26.5	26.9	240.2
22	82	16	12.91	20	26.8	26.8	26.7	26.7	26.6	26.6	26.6	26.6	26.9	240.3
23	82	16	12.91	20	26.5	26.4	26.2	26.1	26.7	27	26.7	26.7	26.9	239.2
24	81	16	12.72	20	23.5	23.1	24.1	24	23.3	23.3	23.3	23.3	23.9	211.8
25	81	16	12.72	20	23.4	23.4	23.7	23.7	23.6	23.5	23.5	23.6	23.9	212.3
26	79	16	12.34	20	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.6	16.7	16.9	150.6
27	79	16	12.34	20	16.8	16.7	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.8	150.7
28	83	16	13.10	20	28.7	28.7	28.6	28.6	29	28.5	28.5	28.5	28.9	258

ANEXO C: Ubicación geográfica de la ciudad de Huacho



Fuente: Google Earth (2021)

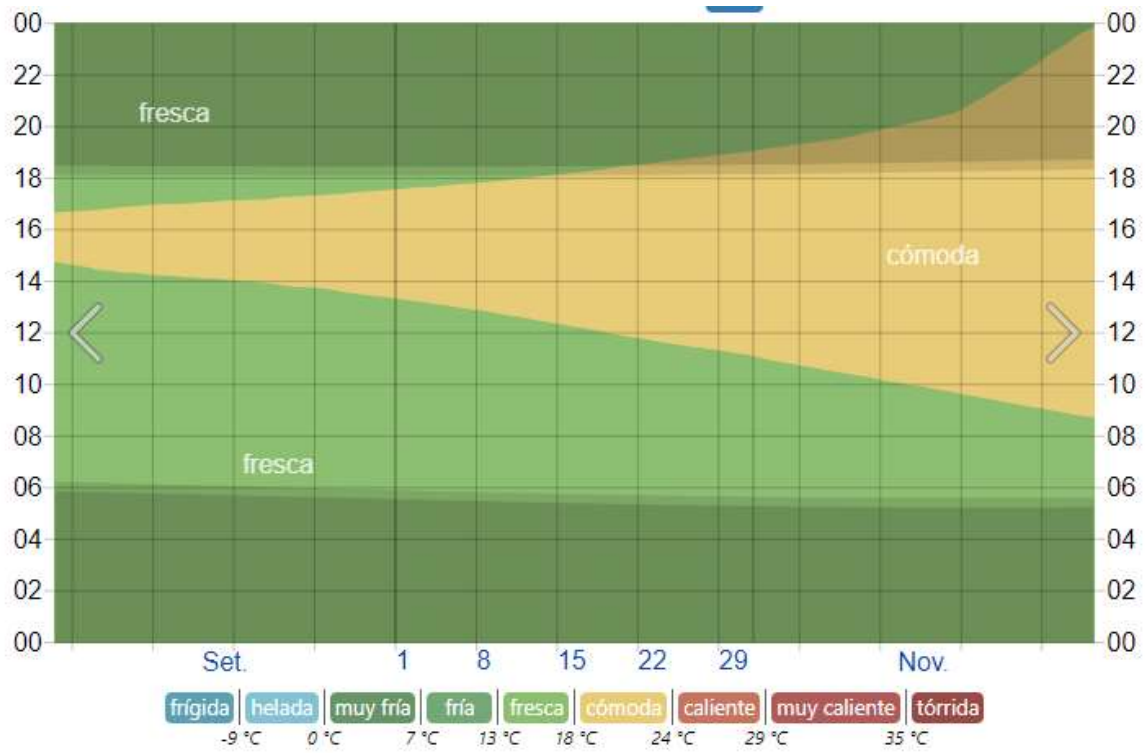
ANEXO D: Temperatura máxima y mínima promedio en octubre año 2021, Huacho



Figura

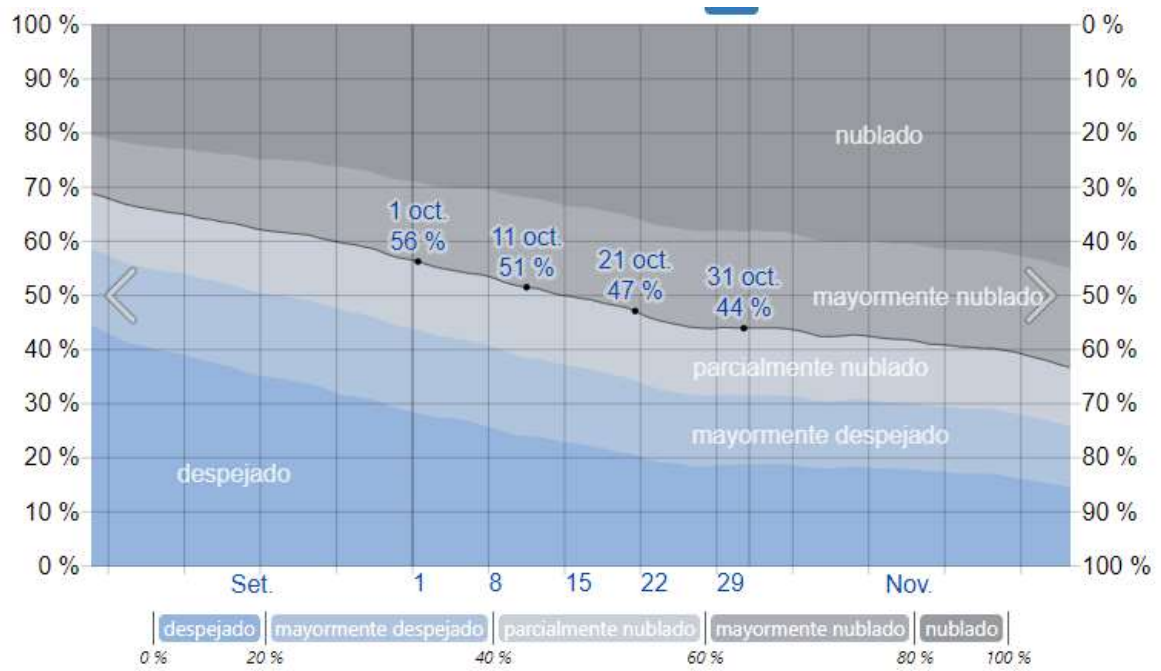
Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO E: Temperatura promedio por hora en el mes de octubre del 2021



Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO F: Categorías de nubosidad en octubre en Huacho, 2021



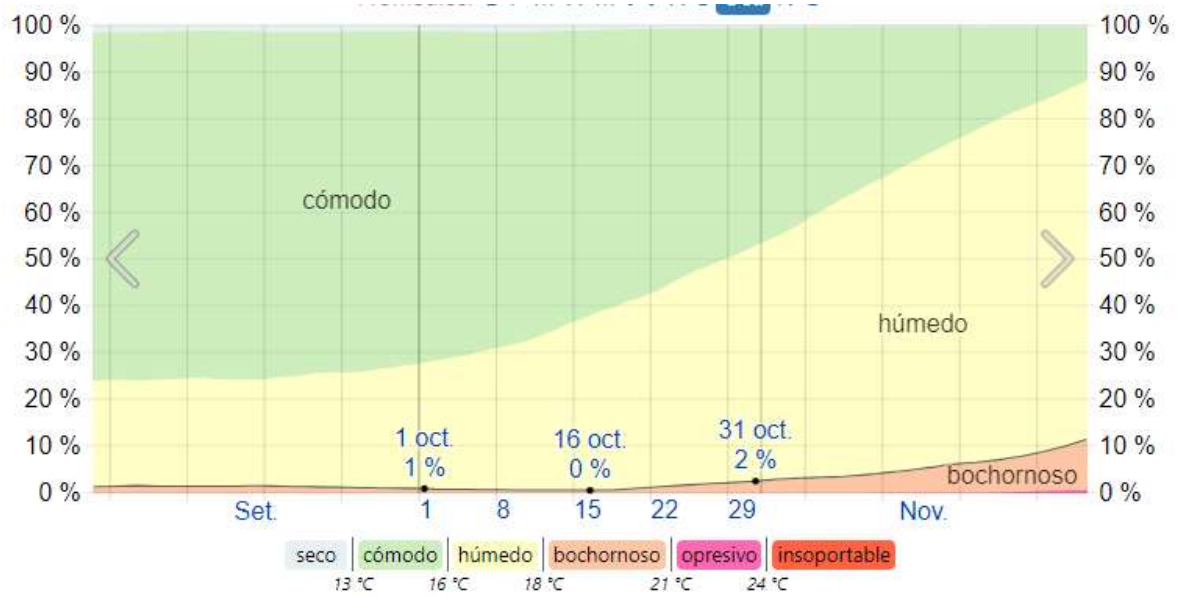
Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO G: Probabilidad de precipitación en octubre, Huacho 2021



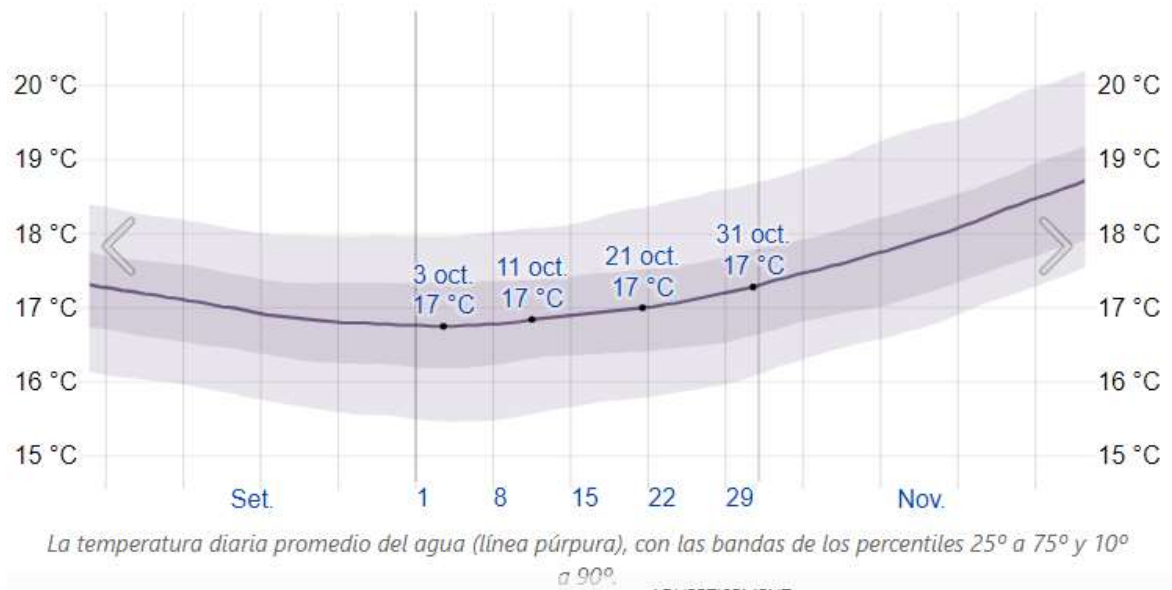
Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO H: Niveles de comodidad de la humedad en octubre Huacho 2021



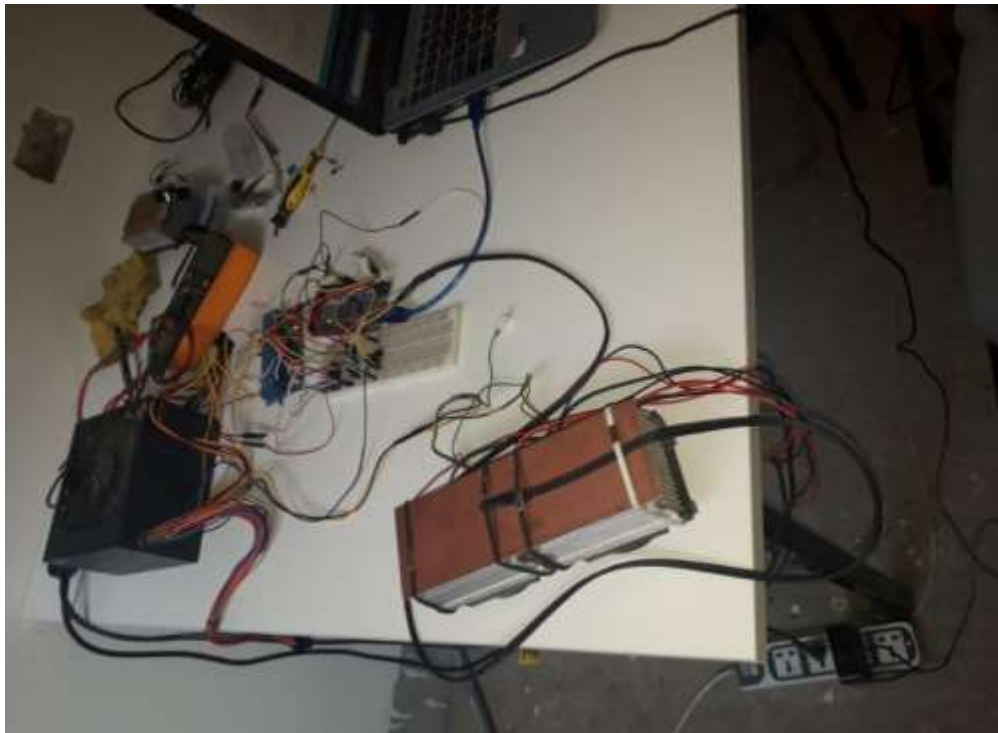
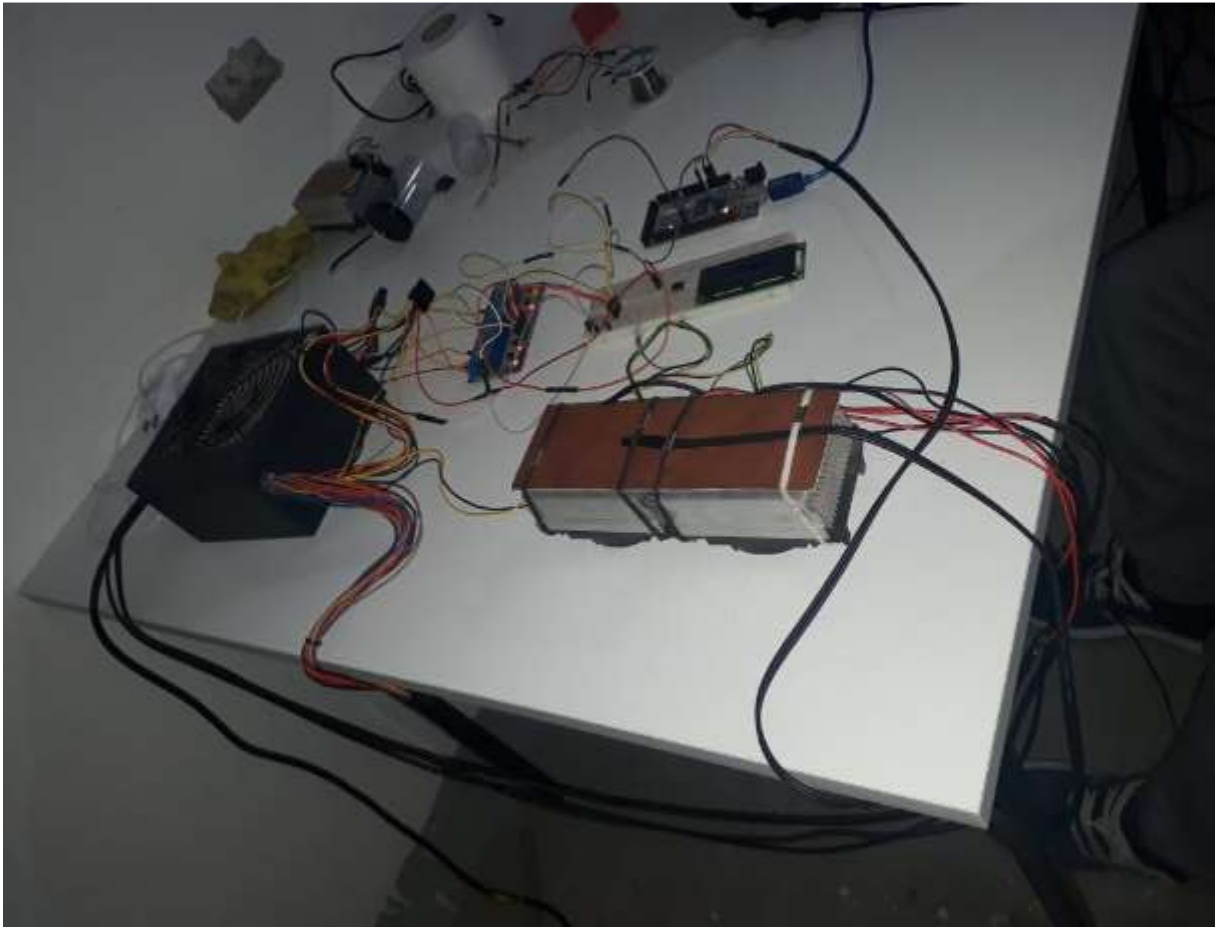
Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO I: La temperatura promedio de agua en octubre Huacho 2021

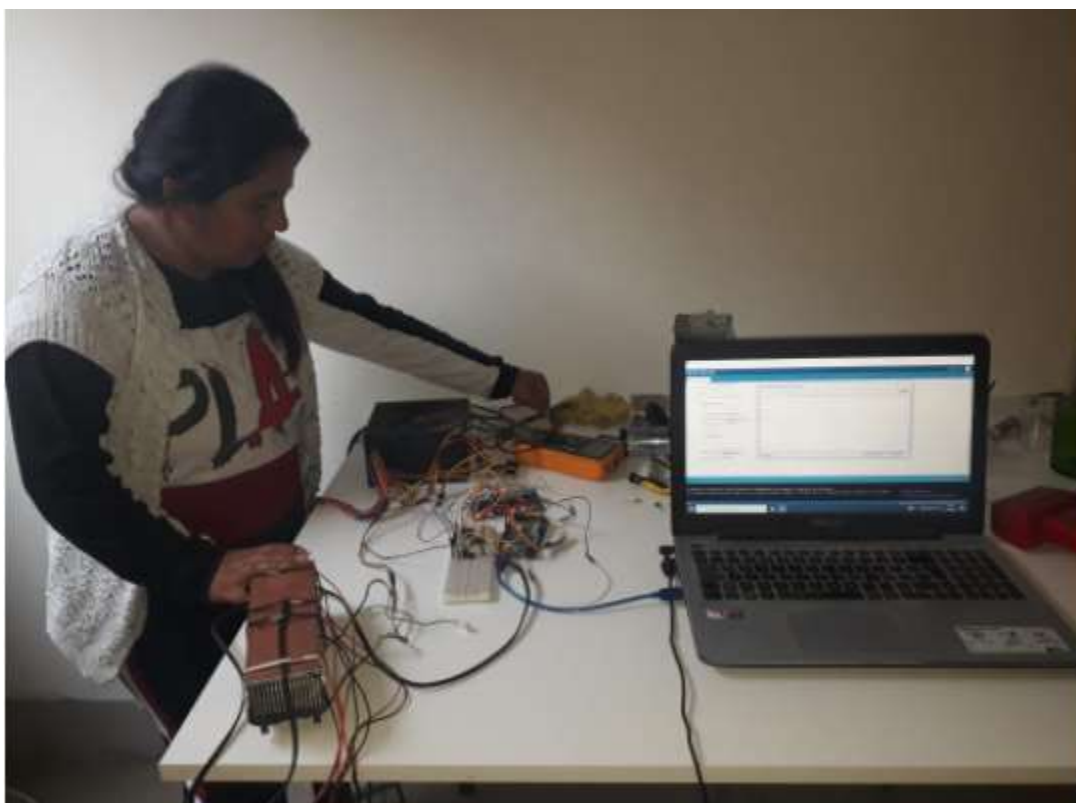
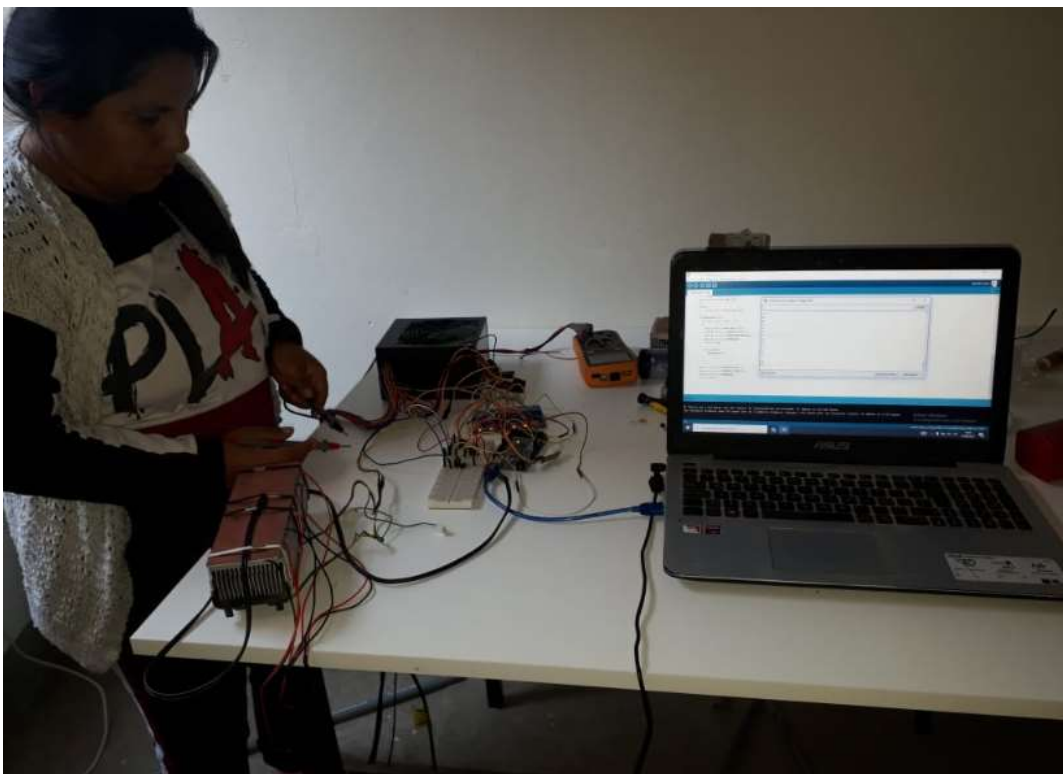


Fuente: (MERRA-2 Modern-Era, 2021)

ANEXO J: Prototipo diseñado y construido



ANEXO K: Programación Arduino



ANEXO L: Construcción del prototipo



ANEXO M: Equipos e instrumentos utilizados para desarrollar el prototipo





Dr. Máximo Cisneros Tejeira

ASESOR

Dr. Berardo Beder Ruiz Sánchez

PRESIDENTE

Dr. Edgardo Octavio Carreño Cisneros

SECRETARIO

Dr. Ranulfo Flores Briceño
VOCAL

Dr. José Vicente Nunja García
VOCAL