


ARTÍCULO ORIGINAL

PROPUESTA DE UN MÓDULO DE MONITOREO DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN VIVIENDAS ALTO ANDINA

PROPOSAL OF A MONITORING MODULE FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGIES IN HIGH ANDEAN HOUSING

Quispe Santivañez, Grimaldo Wilfredo ¹ 

Zarate Lazo, Abel Ángel ² 

Ore Mantari, Luis Eduardo ² 

¹ Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Tarma, Perú.

² Universidad Continental, Huancayo, Perú

Para citar este artículo:

Quispe, G., Zarate, A., & Ore, L. (2023). Propuesta de un módulo de monitoreo de aprovechamiento de energías renovables en viviendas alto andina. *Advances in Science and Innovation*, 2 (1).

RESUMEN

La investigación se centró en desarrollar un módulo capaz de evaluar el rendimiento de la energía renovable en espacios dentro de una casa que aprovecha la energía solar. Para lograrlo, se empleó un microcontrolador Arduino Uno que posibilita la conexión de sensores y la interfaz de comunicación Bluetooth. Del mismo modo, se empleó la plataforma de generación de aplicaciones móviles APP INVENTOR para crear una aplicación que permite la sincronización entre un celular Android y el módulo Arduino a través de Bluetooth. Este aplicativo cuenta con una interfaz y una secuencia de comandos que permiten al usuario supervisar en tiempo real las temperaturas de hasta 8 espacios dentro de la vivienda. El estudio surge con el propósito de evaluar la eficiencia energética de una vivienda ecológica situada en una zona de gran altitud en la ciudad de Tarma. La vivienda fue elaborada con materiales ecológicos y utiliza métodos de aislamiento térmico en paredes, un sistema de piso radiante y suministro eléctrico a través de paneles fotovoltaicos. El objetivo final es poder replicar este tipo de viviendas en otras áreas de gran altitud en el país y, posiblemente, en el extranjero.

Palabras Claves: *Energías Renovables, Monitoreo, DTH11, APPINVENTOR, Arduino 1.*

ABSTRACT

The research focused on developing a module capable of evaluating the performance of renewable energy in spaces within a solar-powered house. To achieve this, an Arduino Uno microcontroller was used to enable the connection of sensors and the Bluetooth communication interface. Similarly, the mobile application generation platform APP INVENTOR was used to create an application that allows synchronization between an Android cell phone and the Arduino module via Bluetooth. This application has an interface and a sequence of commands that allow the user to monitor in real time the temperatures of up to 8 spaces within the house. The study arose with the purpose of evaluating the energy efficiency of an ecological house located in a high-altitude area in the city of Tarma. The house was built with ecological materials and uses thermal insulation methods in walls, a radiant floor system and electrici-

city supply through photovoltaic panels. The ultimate goal is to be able to replicate this type of housing in other high-altitude areas in the country and possibly abroad..

Keywords: *Renewable Energies, Monitoring, DTH11, APPINVENTOR, Arduino 1.*

INTRODUCCIÓN

La utilización de energías renovables es crucial en la sociedad actual gracias al incremento constante del empleo de energía eléctrica. Sin embargo, se enfrenta a desafíos debido a condiciones climáticas desfavorables para la generación hidroeléctrica, lo que se conoce como “crisis energética”. Esto impulsa la exploración y aprovechamiento de nuevas fuentes de energía natural. En el contexto peruano, el país se involucra activamente en la adopción de estas tecnologías, especialmente en el ámbito de las viviendas ecológicas. Estas residencias aprovechan las fuentes de energía circundantes, como la solar fotovoltaica y térmica, para perfeccionar el estándar de vida de sus habitantes.

Se enfoca en la construcción de un módulo de monitoreo para optimizar y aprovechar la energía en viviendas ecológicas. El objetivo es evaluar la rentabilidad de cambiar las fuentes de energía en una vivienda. Se desarrollará un sistema que monitoree la variación de la temperatura dentro de la vivienda, empleando el sistema Arduino UNO y LabVIEW. Este sistema recibirá señales del sensor DHT 11, encargado de medir la temperatura y humedad del ambiente. Los datos serán procesados según la programación establecida y posteriormente enviados a una PC y un celular para su supervisión.

En el contexto peruano, el consumo de energía experimenta un crecimiento constante con el avance de la industria, y la población recurre cada vez más a la electricidad. A pesar de ello, se observa una falta de atención adecuada hacia la explotación de las energías renovables. Por otro lado, investigaciones indican un aumento en la extenuación de fuentes tradicionales de energía, según lo señalado por la AIE. Esto abre la posibilidad de explorar el uso de ERNC en el país, evaluando la viabilidad de la autosuficiencia energética en hogares. Además, aprovechando los avances tecnológicos, se pueden obtener numerosos

beneficios dirigidos a la optimización de estos recursos. (2)

Actualmente, se observa un aumento en el empleo de energía limpia en el ambiente doméstico y social. El interés por controlar el entorno y adaptarlo a los intereses individuales, junto con la búsqueda de una vida más cómoda. (1)

Los residentes de las áreas elevadas de los Andes han enfrentado siempre los bruscos cambios de temperatura provocados por las variaciones estacionales en nuestro planeta. En estas zonas de gran altitud, las temperaturas pueden descender a niveles bajo cero, dando lugar a numerosas pérdidas de vidas. Por ello surgen ingentes iniciativas para hacer frente al friaje. Una de estas propuestas es la edificación de una casa ecológica, la cual integra varios métodos de captación y almacenamiento de energía para su posterior utilización en los espacios habitables. La vivienda emplea técnicas de utilización térmica y fotovoltaica, así como aislamiento térmico e irradiación de temperatura mediante un sistema de piso radiante. En cuanto al aislamiento térmico, se empleó forraje en las paredes para lograr contener y mantener la temperatura. Para la calefacción, se implementó el método de piso radiante, que consiste en un sistema de tuberías instaladas en el piso de los espacios habitables, permitiendo que el agua caliente circule por ellas y emita calor hacia los habitáculos. Por último, se incorporó un sistema de aprovechamiento de la energía fotovoltaica del sol, captada por paneles solares que transfieren la energía a baterías. Esta energía eléctrica se utiliza para alimentar la iluminación nocturna de la vivienda ecológica, entre otros dispositivos. Todo ello requiere ser monitoreados para evaluar su eficacia, por lo que se hizo necesario desarrollar un sistema de medición y monitoreo de temperatura.

De este modo, se busca mejorar los sistemas ya instalados y demostrar la viabilidad econó-

mica del uso de energías limpias en casas domésticas en las zonas altas de los Andes, promoviendo así su adopción.

En la actualidad, no existen investigaciones que respalden la factibilidad de emplear ERNC. Por lo tanto, se pretende demostrar de manera técnica y económica si el uso de energías renovables resulta beneficioso para las familias en las zonas rurales, contribuyendo a mejorar su calidad de vida.

Para llevar a cabo este propósito, se optó por utilizar el microcontrolador Arduino 1 debido a sus características, bajo costo y versatilidad para montajes, sensores y registro de variables. Este microcontrolador de código abierto cuenta con una plataforma flexible y sencillo de emplear, diseñada para discentes, diseñadores y cualquier persona interesada en crear objetos. Arduino interpreta el entorno al recibir entradas de diversos sensores y puede influir en su entorno al controlar transductores, motores, luces y otros dispositivos.

La programación del microcontrolador se realiza utilizando el “Arduino Programming Language” (basado en Wiring), permitiendo su adaptación según las necesidades individuales. (4)

MATERIALES Y MÉTODO

El desarrollo abarcó diversas etapas, como la concepción inicial del diseño hasta la progra-

mación del código.

Durante la fase de diseño, se llevaron a cabo verificaciones de las instalaciones donde se implementaría el dispositivo y se analizaron las posibles aplicaciones para asegurar que cumpliera con los requisitos necesarios en su instalación.

La elección se inclinó hacia el uso del software de Arduino, es compatible. La programación en Arduino se destaca por su accesibilidad para principiantes, al mismo tiempo que ofrece la flexibilidad suficiente para que usuarios más avanzados también puedan emplearlo. El software se presenta como una herramienta de código abierto.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Es de tipo correlacional porque en un primer momento se han medida las variables, posteriormente, evaluado nivel de correlación entre variables año 2019. Para tal efecto se utilizó la estadística bivariado.

La población de estudio está conformada por 2 800 socios de las cooperativas existentes en el Alto Huallaga. La muestra de estudio se caracteriza por ser no probabilística sino por conveniencia, alcanzando a 100 socios sobre los cuales se aplicó el cuestionario de encuesta (Tabla 1).

Figura 1
Arduino 1



MIT App Inventor constituye en entorno de programa intuitivo y visual diseñado para la creación de aplicaciones completamente operativas destinadas a teléfonos inteligentes y tabletas.

El sensor DHT 11, por otro lado, es un dispositivo compacto que posibilita la medición de temperatura y humedad. Frente a sensores,

este se conecta a pines digitales. Este sensor DHT está compuesto por un sensor capacitivo para la medición de la humedad. Sensores que se encuentran verificados, eliminando la necesidad de agregar circuitos adicionales de procesamiento de señal. Esta característica resulta ventajosa al simplificar las conexiones en la placa. (3)

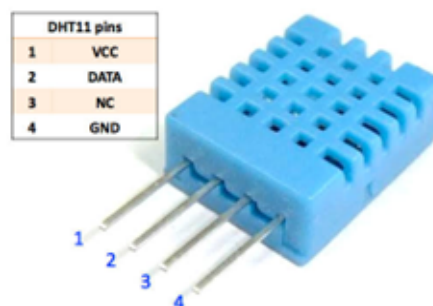
Figura 2
DHT 11



Tabla 1
Sensor DHT_11

Model	DHT11	
Power supply	3-5.5V DC	
Output signal	digital signal via single-bus	
Sensing element	Polymer resistor	
Measuring range	humidity 20-90%RH; temperature 0-50 Celsius	
Accuracy	humidity +-4%RH (Max +-5%RH); temperature +-2.0Celsius	
Resolution or sensitivity	humidity 1%RH;	temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH;	temperature +-1Celsius
Humidity hysteresis	+-1%RH	
Long-term Stability	+-0.5%RH/year	
Sensing period	Average: 2s	
Interchangeability	fully interchangeable	
Dimensions	size 12*15.5*5.5mm	

Figura 3
DHT 11 pins



El módulo HC-06 opera de manera Esclavo y ofrece una funcionalidad que resulta especialmente adecuada para proyectos de menor escala. Este dispositivo se presenta como una opción simple y óptima cuando se persigue establecer un diálogo sencillo entre el Arduino y un dispositivo, así como otros microcontroladores en proyectos de pequeña envergadura.

Figura 4
Modulo Bluetooth HC-05



Este componente facilita una conexión simple y libre de complicaciones a través comandos AT interfaz de comunicación serie. Es posible ajustar la cantidad de cargas + y -. Se tiene la capacidad de generar cargas que posibiliten el desarrollo de una corriente. Esto ocurre al establecer una disparidad de potencial eléc-

trico o un campo eléctrico.

La presencia de estas áreas con cargas + y - se origina de forma natural, generando un campo eléctrico entre las dos regiones de la unión (9).

Figura 5
Paneles solares



El convertidor DC-DC posibilita suministrar un voltaje regulado y con bajo nivel de ondulación.

Figura 6
Regulador de voltaje



Programación

La creación del software empleado para supervisar la temperatura y humedad de la vivienda ecológica implica la elaboración de diversos códigos, los cuales se describirán en detalle a continuación.

Figura 7
Código de Arduino

```
#include "DHT.h"

#define DHT1PIN 2    // what pin we're connected to
#define DHT2PIN 3

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHT1TYPE DHT11 // DHT 11
#define DHT2TYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

// Connect pin 1 (on the left) of the sensor to +5V
// Connect pin 2 of the sensor to whatever your DHTPIN is
// Connect pin 4 (on the right) of the sensor to GROUND
// Connect a 10K resistor from pin 2 (data) to pin 1 (power) of the sensor

DHT dht1(DHT1PIN, DHT1TYPE);
DHT dht2(DHT2PIN, DHT2TYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("DHTxx test!");

  dht1.begin();
  dht2.begin();
}

void loop() {
  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
  float h1 = dht1.readHumidity();
  float t1 = dht1.readTemperature();
  float h2 = dht2.readHumidity();
  float t2 = dht2.readTemperature();

  // check if returns are valid, if they are NaN (not a number) then something went wrong!
  if (isnan(t1) || isnan(h1)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT #1");
  } else {
    Serial.print("Humidity 1: ");
    Serial.print(h1);
    Serial.print(" %\t");
    Serial.print("Temperature 1: ");
    Serial.print(t1);
    Serial.println("°C");
  }
}
```

La elaboración del código Arduino implica la exploración de distintos códigos que constituyen el esquema del microcontrolador, además de la integración de controles para la comunicación entre los sensores y la interacción con el dispositivo.

La creación de la aplicación se llevó a cabo mediante el uso de MIT App Inventor, facilita la compilación de un código para supervisar la

ejecución de sensores.

Fue diseñado para operar con 8 sensores, que serán instalados en diversas áreas de la vivienda ecológica. Esto permitirá monitorear todos los espacios y lograr un control integral. Esta medida nos proporcionará la capacidad de comparar la eficacia del uso de energías limpias en las actividades diarias de las casas.

Figura 8
Código MIT



CONSTRUCCION

Luego de crear los códigos en Arduino, se procedió a cargarlos en el microcontrolador utilizando una computadora portátil y un cable de datos. Del mismo modo, tras diseñar los bloques, se avanzó en la construcción de la interfaz gráfica, que incluyó la creación de varias pantallas y la incorporación de opciones

de usuario y contraseña (Figura 12).

La Figura 8 representa el proceso de transferencia del código al microcontrolador Arduino. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo el esquema presentado en la Figura 9.

Figura 9

Configuración de conexión entre sensor y dispositivo

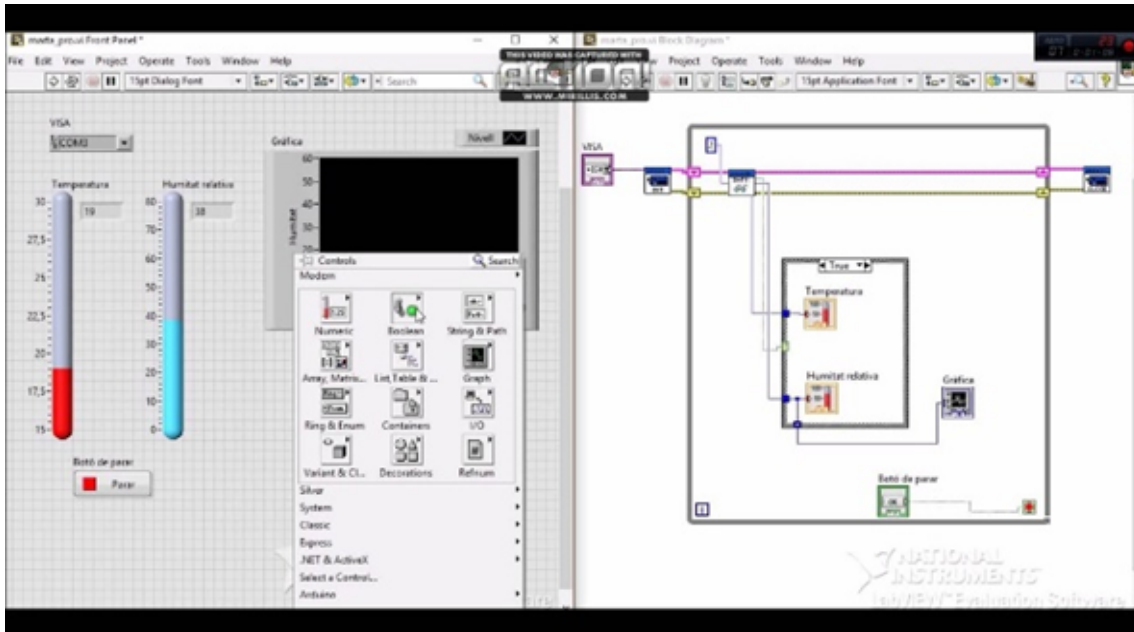


Figura 10

Prueba del sistema

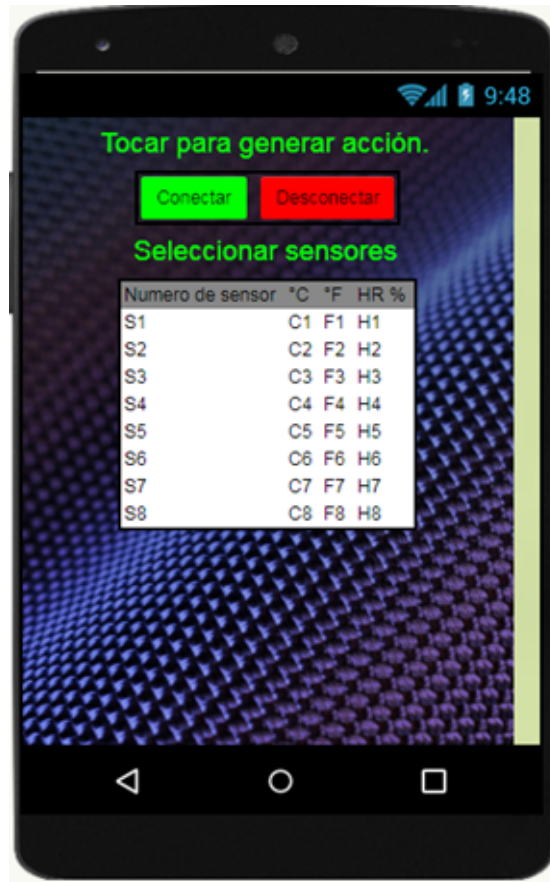


Figura 11

Loguin en la APP



Figura 12
Monitoreo de los sensores



Ensamblaje final: Se procedió a encapsular todos los componentes en una carcasa reutilizada de un router de ethernet aprovechando el espacio, conectores disponibles, además de elaborar el cable para los sensores.

Figura 13
Colocado de hardware en carcasa de router



Figura 14
Modulo terminado



INSTALACION

Para colocar los sensores en distintas zonas de la casa, teniendo a la mano el plano. Durante este proceso, se realizó la instalación de los cables necesarios para facilitar la interconexión entre los sensores, el módulo Arduino

y el teléfono móvil Android (ver Figuras 14 y 15).

Para asegurar el rendimiento del celular, se empleó fuente de energía independiente. Figuras 16 y 17.

Figura 15
Áreas 1er piso

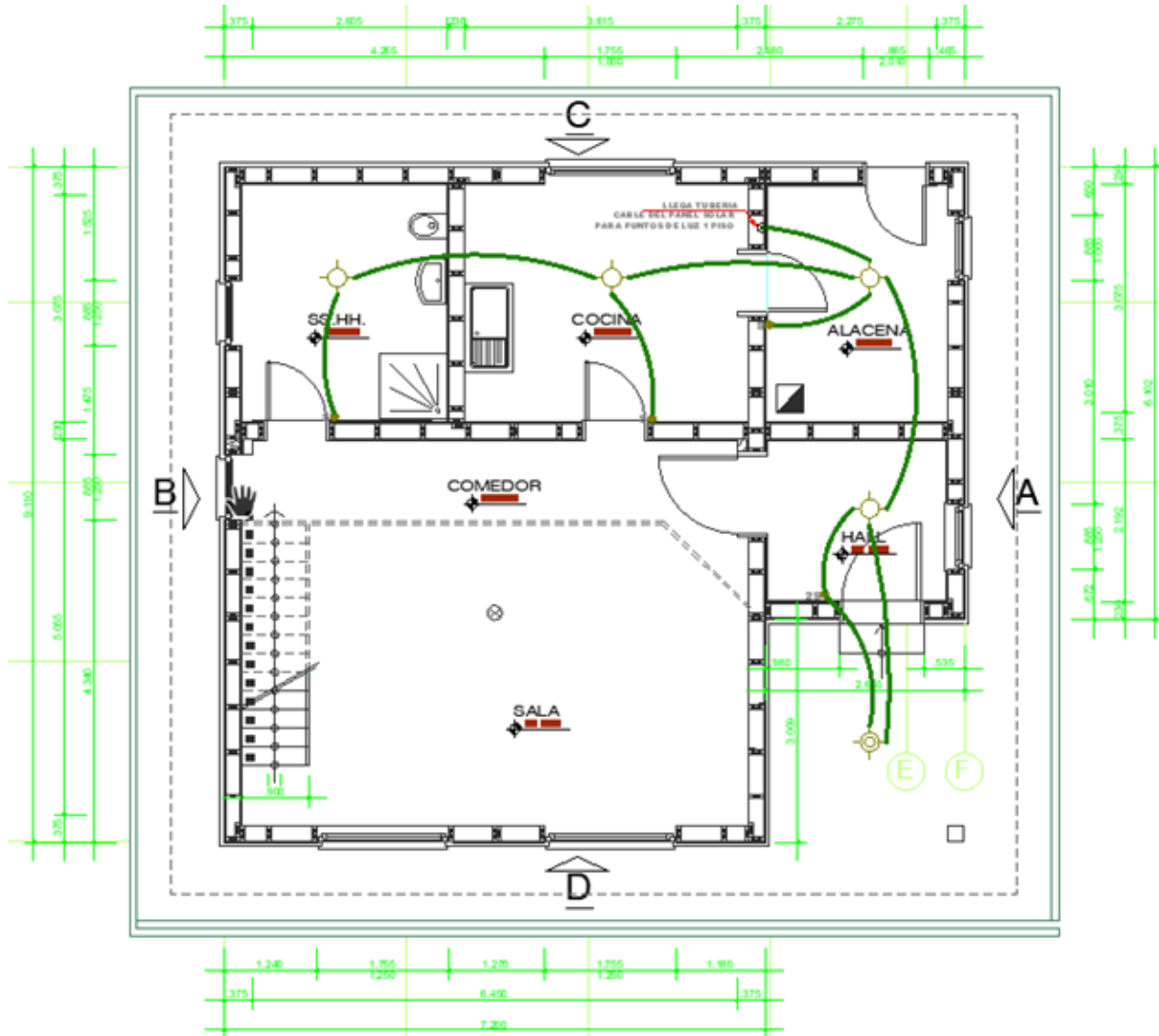


Figura 16
Áreas 2do piso

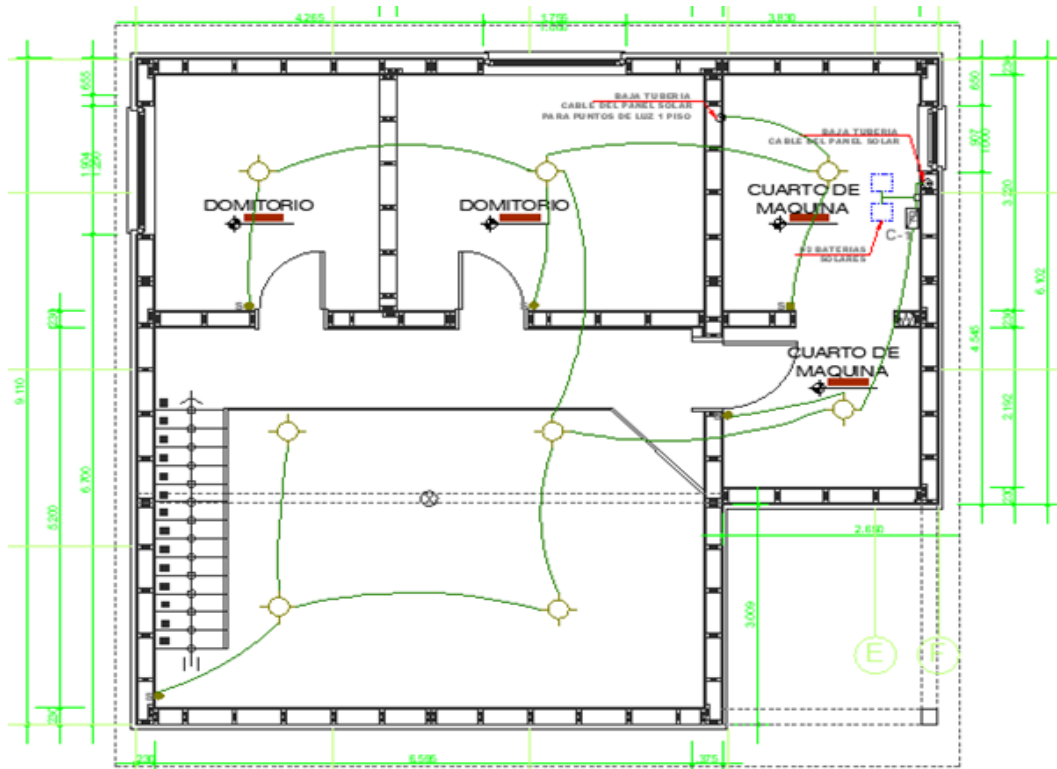


Figura 16 Plano de áreas de la vivienda primer piso

La recopilación de información, tanto sobre la temperatura como sobre la humedad en las áreas específicas delineadas por el proyecto, se realizó de manera ininterrumpida durante un lapso de 3 horas, con mediciones efectua-

das cada 10 minutos. Esta elección temporal se hizo con la finalidad de obtener lecturas precisas y confiables. Estos datos serán fundamentales para mejorar la supervisión.

RESULTADOS

Tabla 2
Casa con calefacción

Hora	Vivienda con Calefacción por aire forzado			Vivienda Ecológica			Diferencia de consumos
	temperatura	Humedad	Potencia Utilizada	temperatura	Humedad	Potencia Utilizada	
12:00:00 a.m.							
12:10:00 a.m.	16	62	2.38	21	60	2	0.38
12:20:00 a.m.	16	60	5.95	20	59	5	0.95
12:30:00 a.m.	21	63	5.95	21	65	5	0.95
12:40:00 a.m.	16	65	2.38	20	58	2	0.38
12:50:00 a.m.	19	59	2.38	16	59	2	0.38
01:00:00 a.m.	17	64	5.95	16	66	5	0.95
01:10:00 a.m.	18	64	0	19	64	0	0
01:20:00 a.m.	18	62	2.38	20	62	2	0.38
01:30:00 a.m.	18	58	3.57	20	63	3	0.57
01:40:00 a.m.	20	65	2.38	17	59	2	0.38
01:50:01 a.m.	21	63	2.38	16	58	2	0.38
02:00:01 a.m.	16	62	3.57	16	62	3	0.57
02:10:01 a.m.	21	65	3.57	17	61	3	0.57
02:20:01 a.m.	19	61	0	17	67	0	0
02:30:01 a.m.	18	61	7.14	17	59	6	1.14
02:40:01 a.m.	21	58	1.19	18	65	1	0.19
02:50:01 a.m.	18	61	3.57	20	65	3	0.57
03:00:01 a.m.	20	68	4.76	20	58	4	0.76
03:10:01 a.m.	17	60	3.57	20	63	3	0.57
03:20:01 a.m.	18	59	4.76	19	59	4	0.76
03:30:01 a.m.	18	61	3.57	17	61	3	0.57

CONCLUSIONES

Las condiciones en las regiones altas de Perú son óptimas para la proponer paneles fotovoltaicos debido a la alta radiación solar que reciben.

Al analizar los datos de la Tabla N°02, se puede deducir que la utilización de sistemas de calefacción mediante pisos radiantes conlleva a un ahorro en la potencia consumida.

En relación con la evaluación de los posibles ahorros para familias de bajos recursos al optar por energías renovables, incluida la fotovoltaica, y teniendo en cuenta el análisis de los costos de instalación, se ha determinado que, incluso considerando ajustes en los gastos de mantenimiento y reposición, estas fuentes aún representan un ahorro cuando se implementan.

REFERENCIAS

- [U. D. E. L. Bío-bío and F. D. E. C. Empresariales, "Evaluacion de la factibilidad técnica y económica de la instalación de paneles solares fotovoltaicos," 2014.
- P. Soledad and Q. Díaz, "Evaluación Técnica y Económica del uso de Energías Renovables No Convencionales para el abastecimiento energético domiciliario en un sector rural . Resumen," 2017.
- T. F. I. N. D. E. Máster and T. C. León, "Control Y Monitorización De Un," 2015.
- T. Y. Humedad, P. Un, and C. D. E. Invernadero, "Diseño de un sistema de monitoreo, registro y control de temperatura y humedad para un cultivo de invernadero. Jhonny Wbeimar Perea Palacios."
- "Arduino - Software." [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/main/software>. [Accessed: 20-Nov-2019].
- "MIT App Inventor | Explore MIT App Inventor." [Online]. Available: <https://appinventor.mit.edu/>. [Accessed: 20-Nov-2019].
- "Saber Es MAS Que Aprender ; Aca Vas A Saber Hacer! | Blog Arduino Y Tecnología." [Online]. Available: <https://saber.patagoniatec.com/>. [Accessed: 07-Dec-2019].
- "EAP: 2015." [Online]. Available: <http://energiadeactivacion.blogspot.com/2015/>. [Accessed: 07-Dec-2019].
- Fm. F. Ramos, "Aplicación en motores de combustión interna," Fac. Nàutica Barcelona, p.150, 2009.
- J. Jimenez, "Energía solar fotovoltaica y energía eólica," p. 204, 2014.