

CENIMED

Manual de construcción y ensamble

Diciembre 2025

Manual

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. DESARROLLO MECÁNICO	4
3.1. ARCHIVOS DE IMPRESIÓN 3D	4
4. DESARROLLO ELECTRÓNICO	6
4.1. DISEÑO DETALLADO ELECTRÓNICO	6
5. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN	8
5.1. PASO 1: DESCARGAR E INSTALAR ARDUINO IDE	8
5.1.1. DESCARGAR ARDUINO IDE	8
5.1.2. INSTALAR ARDUINO IDE	8
5.2. PASO 2: CONFIGURAR SOPORTE PARA ESP32	9
5.2.1. AGREGAR URL DE PLACAS ESP32	9
5.2.2. INSTALAR LAS PLACAS ESP32	9
5.3. PASO 3: INSTALAR BIBLIOTECAS NECESARIAS	9
5.3.1. ABRIR EL GESTOR DE BIBLIOTECAS	9
5.3.2. INSTALAR CADA BIBLIOTECA	9
5.4. PASO 4: PERSONALIZAR EL NOMBRE BLUETOOTH	10

5.5. PASO 5: CONECTAR EL ESP32 A TU COMPUTADORA	10
5.5.1. REALIZAR LA CONEXIÓN FÍSICA	10
5.5.2. INSTALAR DRIVERS (SOLO SI ES NECESARIO)	11
5.6. PASO 6: CONFIGURAR ARDUINO IDE PARA EL ESP32	11
5.6.1. SELECCIONAR LA PLACA CORRECTA.....	11
5.6.2. SELECCIONAR EL PUERTO COM	11
5.6.3. CONFIGURAR ESQUEMA DE PARTICIÓN	11
5.7. PASO 7: CARGAR EL CÓDIGO AL ESP32	12
5.7.1. VERIFICAR EL CÓDIGO	12
5.7.2. CARGAR EL CÓDIGO	12
5.7.3. ESPERAR LA CARGA COMPLETA.....	12
5.8. PASO 8: VERIFICAR QUE FUNCIONA.....	12
5.8.1. ABRIR EL MONITOR SERIAL.....	12
5.8.2. OBSERVAR LOS MENSAJES.....	13
5.8.3. PRUEBA DE COMUNICACIÓN BLUETOOTH	13
5.9. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMUNES.....	13
5.10. NOTAS FINALES	14
6. INTEGRACIÓN MECÁNICA Y ELECTRÓNICA	14
6.1. ENSAMBLAJE DEL PROTOTIPO	14
6.2. PRUEBAS Y VERIFICACIONES.....	16

1.RESUMEN

El presente documento describe el proceso de fabricación y ensamble del prototipo CENIMED, un dispositivo diseñado para medir temperatura, humedad relativa y nivel de agua en un tanque cenirrómetro, con el fin de estimar la evaporación en cultivos de palma de aceite. A diferencia del manual técnico, este informe se centra en los aspectos prácticos de la construcción del equipo, incluyendo la selección de materiales, diseño de la carcasa, integración de componentes electrónicos y pruebas preliminares de funcionamiento. Se detallan las etapas de corte, perforación y ensamblaje mecánico, así como la instalación de sensores, módulos de conectividad y sistema de alimentación. El objetivo es proporcionar una guía clara y estructurada que permita replicar el prototipo, garantizando su operatividad en campo y su compatibilidad con las especificaciones técnicas definidas en el diseño original.

2.INTRODUCCIÓN

La fabricación y ensamble de prototipos constituye una etapa crítica en el desarrollo de dispositivos tecnológicos, ya que traduce el diseño conceptual en un sistema físico funcional. En el caso del CENIMED, un medidor portátil de temperatura, humedad relativa y nivel de agua para estimar la evaporación en cultivos de palma de aceite, este proceso implica la integración precisa de componentes electrónicos y mecánicos que garanticen la operatividad en condiciones de campo.

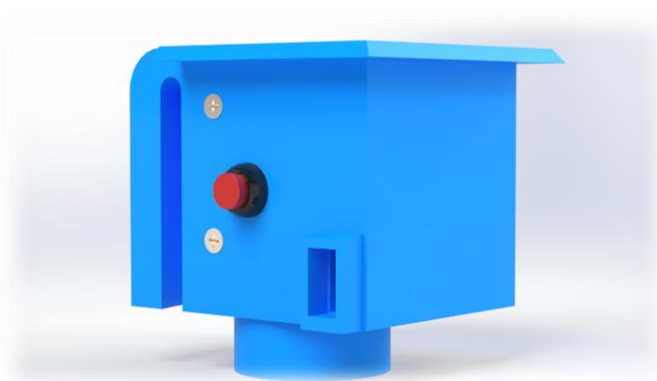
El objetivo de este documento es describir de manera detallada las fases de construcción del prototipo, desde la preparación de la carcasa y el montaje de sensores hasta la instalación del sistema de alimentación y módulos de conectividad. Se busca ofrecer una guía práctica que permita replicar el dispositivo siguiendo estándares de calidad y seguridad, asegurando la compatibilidad con las especificaciones técnicas definidas en el diseño original.

Este enfoque no solo contribuye a la validación del concepto tecnológico, sino que también facilita la optimización del diseño para futuras iteraciones, promoviendo la adopción de soluciones innovadoras en el sector agrícola. La correcta ejecución del proceso de ensamble es fundamental para garantizar la precisión en la medición de variables ambientales y la confiabilidad del sistema en escenarios reales de operación.

3. DESARROLLO MECÁNICO

La carcasa del prototipo CENIMED fue diseñada para garantizar protección a los componentes electrónicos, facilidad de ensamblaje, resistencia a las condiciones de campo y fácil acomodo sobre el borde de un tanque cenirrómetro. El diseño se realizó en SolidWorks.

Figura 1: CENIMED, modelo 3D.



3.1. Archivos de Impresión 3D

Dentro de la ruta Cenimed/Manuales/Fabricación/piezas3D se encuentran los archivos:

Base_CENIMED_V3.1.stl

Tapa_CENIMED_V3.1.stl

Estos deben cargarse en un Slicer como *Creality Print*, o el que se use de preferencia, las piezas deben imprimirse como mínimo al 15% de relleno, y con soportes. El material usado puede ser PLA o ABS por su buena resistencia mecánica y facilidad de fabricación.

El diseño incluye:

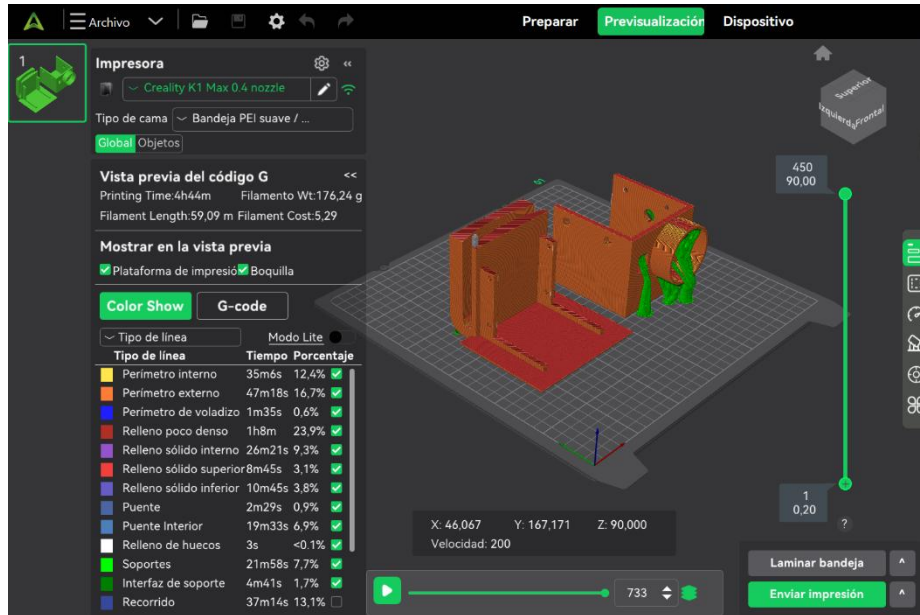
- **Base principal** con espacio para la placa electrónica, el módulo SD y perforaciones para el sensor ultrasónico HY-SRF05 y el DHT11.
- **Tapa superior** para resguardo de los componentes internos y paso de perforaciones para la sujeción.

Los parámetros de impresión recomendado son:

- **Tecnología:** FDM (Modelado por Deposición Fundida).
- **Material:** PLA o ABS.
- **Altura de capa:** 0,2 mm.
- **Relleno:** 20 % (patrón hexagonal).

- Temperatura de boquilla: 200 °C.
- Temperatura de cama: 50 °C.

Figura 2: Parámetros de impresión para piezas del CENIMED en Slicer *Creality Print*.



Una vez impresas las piezas, se debe realizar:

- **Lijado suave** para eliminar imperfecciones.
- **Perforación adicional** en puntos críticos para asegurar el ajuste de tornillos y los sensores.

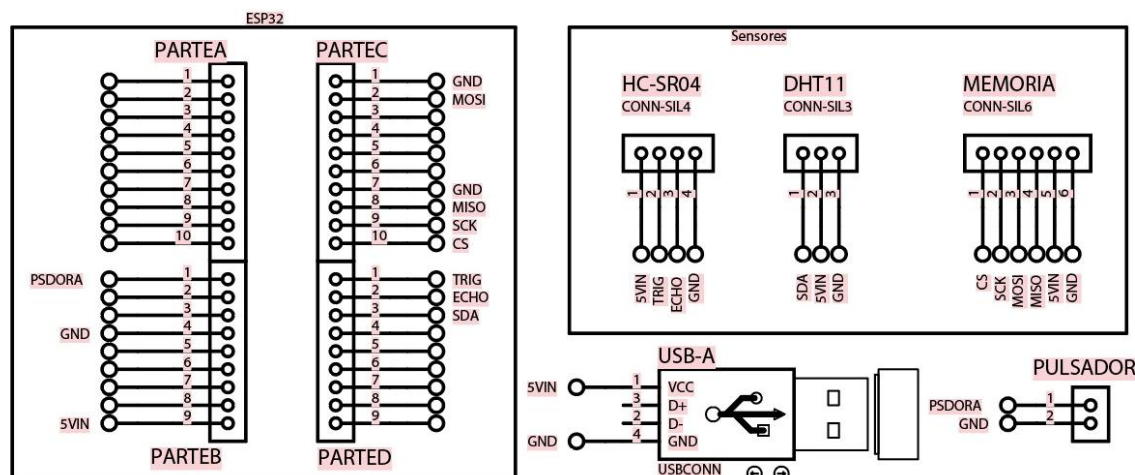
Figura 3: piezas del CENIMED impresas en 3D.



4.DESARROLLO ELECTRÓNICO

El sistema electrónico del prototipo CENIMED se basa en la integración de sensores, módulos de comunicación y una unidad de control que permite la captura y transmisión de datos en tiempo real. El diseño busca optimizar el consumo energético y garantizar la estabilidad de las mediciones en condiciones de campo.

Figura 4: Esquema electrónico.



4.1. Diseño detallado electrónico

En la ruta Cenimed/Manuales/Fabricación/PCB se encuentra el archivo *PCB_CENIMED_V3.1.pdf* el cual debe imprimirse en un papel fotográfico o termotransferible, para luego trasladarlo a una baqueta de cobre virgen.

Figura 5: Esquema electrónico PCB y PCB3D.

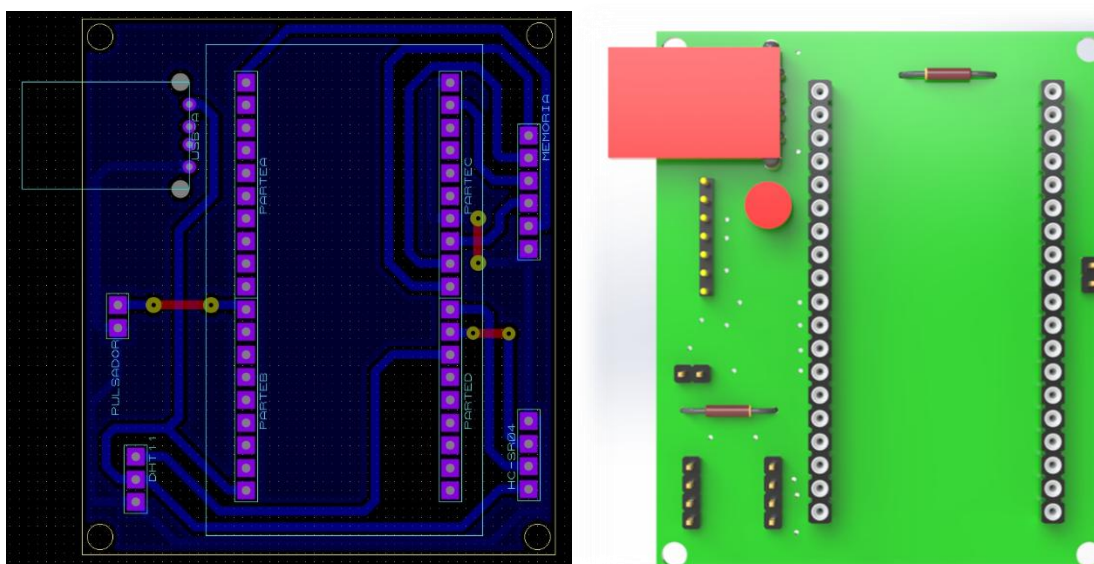


Tabla 1: Materiales para circuito electrónico

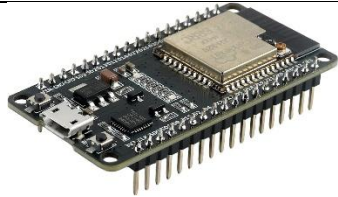





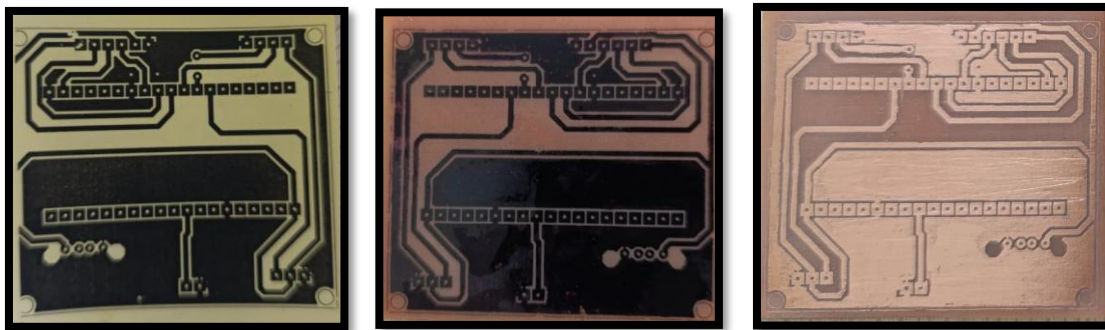
ELEMENTO	REFERENCIA	CANTIDAD	
Microcontrolador	ESP32	1	
Sensor de distancia	HY-SRF05	1	
Sensor de humedad y temperatura	DHT11/DHT22	1	
Botón	<i>Push button 1A 250VAC</i>	1	
Lector de tarjeta microSD	<i>Micro SD card adapter SPI</i>	1	
Puerto de alimentación	<i>Socket Hembra para cable tipo standard USB-A</i>	1	

Figura 6: Fabricación de placa electrónica. De izquierda a derecha: impresión en papel termotransferible, transferencia de impresión a baquela usando calor, inmersión en ácido férrico para retirar el cobre excedente.



5. CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Antes de comenzar, asegúrate de tener:

- **Computadora**
- **Placa ESP32** (el dispositivo donde cargarás el código)
- **Cable USB** (generalmente micro-USB o USB-C, dependiendo de tu ESP32)
- **Conexión a Internet** (para descargar el software necesario)
- **El archivo de código** proporcionado (CENIMED.ino)

5.1. PASO 1: Descargar e Instalar Arduino IDE

El Arduino IDE es el programa que te permitirá cargar el código al ESP32.

5.1.1. Descargar Arduino IDE

- Abre tu navegador web.
- Ve a: <https://www.arduino.cc/en/software>
- Haz clic en el botón de descarga.
- Espera a que termine la descarga (puede tomar varios minutos).

5.1.2. Instalar Arduino IDE

- Localiza el archivo descargado (generalmente en la carpeta "Descargas").
- Haz doble clic en el archivo instalador.
- Sigue las instrucciones en pantalla.
- Acepta los términos y condiciones.
- Haz clic en "Instalar".

- Espera a que termine la instalación.
- Haz clic en "Finalizar".

5.2. PASO 2: Configurar Soporte para ESP32

El Arduino IDE no viene configurado para ESP32 por defecto, así que debemos añadir ese soporte.

5.2.1. Agregar URL de Placas ESP32

- Abre Arduino IDE (el programa que acabas de instalar).
- Ve al menú superior: Archivo → Preferencias
- Busca el campo que dice: **"Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas"**, copia y pega esta dirección:

https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json

- Haz clic en **"Aceptar"**

5.2.2. Instalar las Placas ESP32

- En el menú superior, ve a: Herramientas → Placa → Gestor de tarjetas...
- En el cuadro de búsqueda que aparece, escribe: **"esp32"**
- Busca el resultado que dice: **"esp32 by Espressif Systems"**
- Haz clic en el botón **"INSTALAR"**
- Espera a que termine la instalación (puede tomar varios minutos).
- Cuando termine, cierra la ventana del gestor de tarjetas.

5.3. PASO 3: Instalar Bibliotecas Necesarias

El código necesita bibliotecas adicionales para funcionar. Las instalaremos una por una.

5.3.1. Abrir el Gestor de Bibliotecas

- En el menú superior, ve a: Herramientas → Administrar bibliotecas...
- Aparecerá una nueva ventana con un cuadro de búsqueda

5.3.2. Instalar Cada Biblioteca

Debes buscar e instalar cada una de estas bibliotecas UNA POR UNA:

- **Biblioteca 1: DHT sensor library**

- Escribe en el buscador: **"DHT sensor library"**
- Busca la biblioteca creada por **Adafruit**
- Haz clic en **"INSTALAR"**
- Si te pregunta por instalar dependencias, haz clic en **"Instalar todo"**
- **Biblioteca 2: Adafruit Unified Sensor**
 - Escribe en el buscador: **"Adafruit Unified Sensor"**
 - Busca la biblioteca creada por **Adafruit**
 - Haz clic en **"INSTALAR"**
- **Biblioteca 3: ESP32Time**
 - Escribe en el buscador: **"ESP32Time"**
 - Busca la biblioteca creada por **fbiego**
 - Haz clic en **"INSTALAR"**

5.4. PASO 4: Personalizar el Nombre Bluetooth

El dispositivo por defecto se llamará "CENIMEDV3.0", si deseas cambiar el nombre del dispositivo siga los siguientes pasos:

- En Arduino IDE, presiona Ctrl + F
- En el cuadro de búsqueda que aparece, escribe: **"CENIMEDV3.0"**
- Deberías ver una línea resaltada que dice:
- `SerialBT.begin("CENIMEDV3.0");`
- Reemplaza **"CENIMEDV3.0"** por el nombre que desees
- Ejemplo: `SerialBT.begin("MiDispositivo2024");`
- Guarda el archivo: Archivo → Guardar o presiona Ctrl + S.

IMPORTANTE: A la hora de cambiar el nombre del dispositivo mantén las comillas y usa solo letras, números, guiones y espacios.

5.5. PASO 5: Conectar el ESP32 a tu Computadora

5.5.1. Realizar la Conexión Física

- Toma el cable USB

- Conecta un extremo al ESP32
- Conecta el otro extremo a un puerto USB de tu computadora
- Deberías ver una luz encenderse en el ESP32

5.5.2. Instalar Drivers (Solo si es necesario)

Si tu computadora no reconoce el ESP32:

- Ve a: <https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>
- Descarga el *driver* apropiado.
- Instálalo siguiendo las instrucciones.

5.6. PASO 6: Configurar Arduino IDE para el ESP32

5.6.1. Seleccionar la Placa Correcta

- En Arduino IDE, ve a: Herramientas → Placa → esp32
- Busca y selecciona tu modelo específico de ESP32: Si no estás seguro, selecciona: **"ESP32 Dev Module"**, esta opción funciona con la mayoría de las placas ESP32.

5.6.2. Seleccionar el Puerto COM

- Ve a: Herramientas → Puerto
- Verás una lista de puertos disponibles: COM3, COM4, etc.
- Selecciona el puerto que aparece (generalmente solo habrá uno a menos que tengas varios dispositivos conectados)

Sino aparece ningún puerto entonces:

- Desconecta y vuelve a conectar el cable USB
- Intenta con otro puerto USB de tu computadora
- Verifica que el cable USB sea de datos (no solo de carga)
- Instala los drivers mencionados en el Paso 5.6.2.

5.6.3. Configurar Esquema de Partición

- Ve a Herramientas → Partition Scheme
- Selecciona: "No OTA (2MB APP/2MB SPIFFS)", Esta configuración reserva espacio suficiente para el código y los archivos.

Nota: Si tú ESP32 tiene más memoria, puedes elegir otras opciones como: "Default 4MB with spiiffs" (si tú ESP32 tiene 4MB) o "No OTA (1MB APP/3MB SPIFFS)" (si necesitas más espacio para archivos).

5.7. PASO 7: Cargar el Código al ESP32

5.7.1. Verificar el Código

- Haz clic en el botón con el **símbolo de verificación** ✓ (esquina superior izquierda).
- Espera a que termine de compilar
- En la parte inferior deberías ver: **"Compilación terminada"** o **"Done compiling"**.
- Si ves errores, verifica que instalaste todas las bibliotecas correctamente.

5.7.2. Cargar el Código

- Haz clic en el botón con la **flecha hacia la derecha** → (al lado del botón de verificación)
- Verás mensajes en la parte inferior indicando el progreso
- Puede aparecer el mensaje: **"Connecting..."**

IMPORTANTE: Si se queda en "Connecting..." por más de 5 segundos:

- Mantén presionado el botón **"BOOT"** en tu ESP32.
- Suelta el botón "BOOT" cuando veas que comienza a cargar.

5.7.3. Esperar la Carga Completa

- Verás una barra de progreso y mensajes como:
- Writing at 0x00010000... (10 %)Writing at 0x00020000... (20 %)...
- Espera hasta que veas: **"Hard resetting via RTS pin..."**
- Esto significa que la carga fue exitosa.

5.8. PASO 8: Verificar que Funciona

5.8.1. Abrir el Monitor Serial

- En Arduino IDE, haz clic en: Herramientas → Monitor Serie o presiona el ícono de lupa en la esquina superior derecha
- En la parte inferior de la ventana que se abre, selecciona: **115200 baud**

5.8.2. Observar los Mensajes

- Deberías ver un mensaje como:

» === ESP32 Iniciando ===

...«

5.8.3. Prueba de comunicación Bluetooth

- Abre la configuración de Bluetooth en un dispositivo móvil.
- Busca dispositivos disponibles.
- Deberías ver aparecer: **"CENIMEDV3.0"** (o el nombre que hayas configurado).

5.9. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMUNES

Problema: "No se pudo abrir el puerto COM"

Solución:

- Cierra cualquier otro programa que pueda estar usando el puerto.
- Desconecta y conecta el ESP32.
- Reinicia Arduino IDE.

Problema: "Error de compilación - biblioteca no encontrada"

Solución:

- Verifica que instalaste todas las bibliotecas del Paso 3.
- Cierra y vuelve a abrir Arduino IDE.
- Reinstala las bibliotecas faltantes.

Problema: El ESP32 no enciende después de cargar

Solución:

- Presiona el botón "RESET" en el ESP32.
- Desconecta y vuelve a conectar el cable USB.

5.10. NOTAS FINALES

Una vez que hayas cargado el código exitosamente:

- Puedes desconectar el ESP32 de la computadora.
- Conéctalo a una fuente de alimentación (5v).
- El dispositivo iniciará automáticamente y ejecutará el código.

6.INTEGRACIÓN MECÁNICA Y ELECTRÓNICA

6.1. Ensamblaje del prototipo

El ensamblaje del dispositivo requiere tener los componentes electrónicos, la PCB con los conectores macho hembra soldados (tal como se muestra en la figura 5) y la carcasa.

Figura 7: despiece de CENIMED.

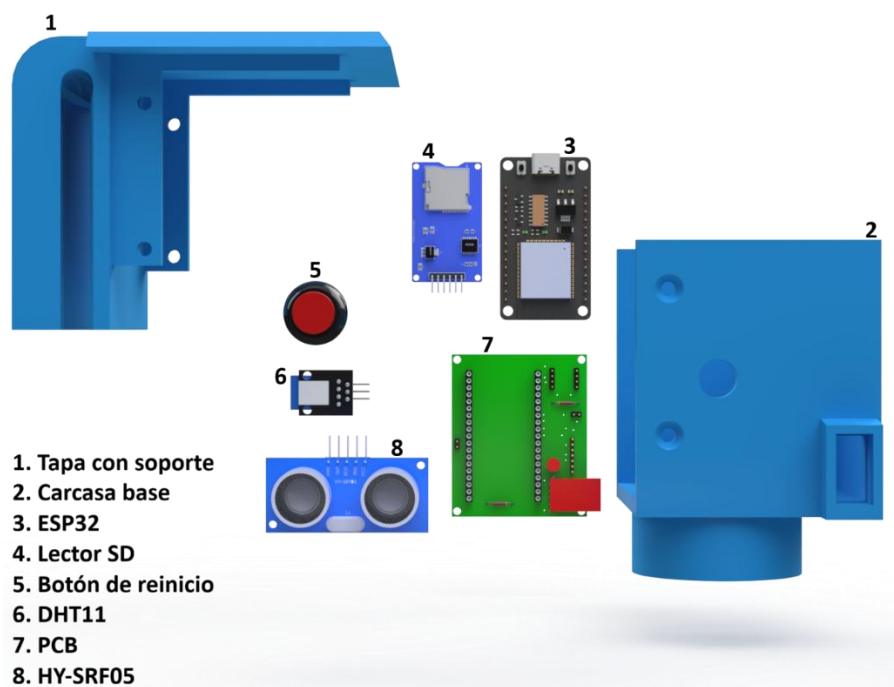


Figura 8: Ubicación de componentes electrónicos en la carcasa.

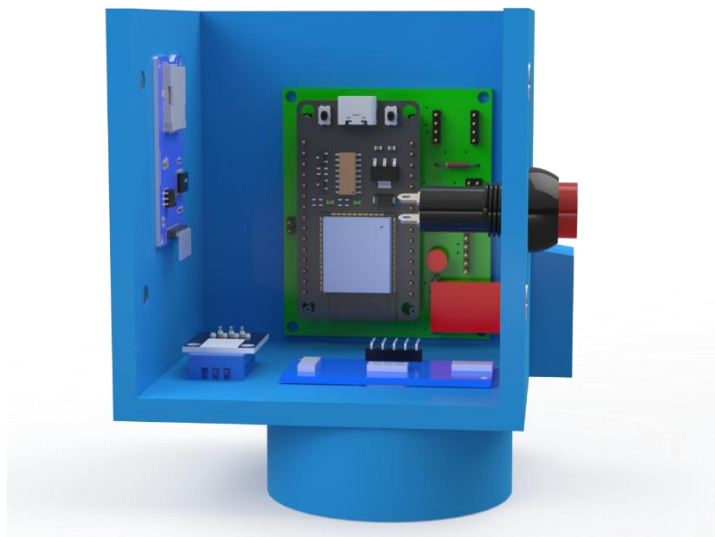


Figura 9: Conexiones e introducción de elementos en la carcasa.

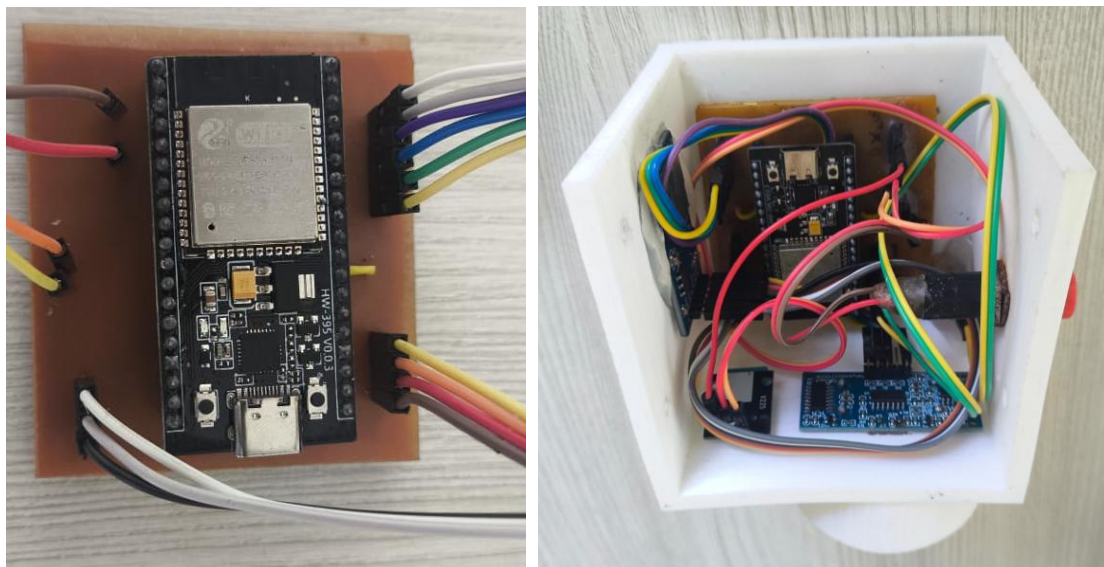


Figura 10: Prototipo ensamblado



6.2. Pruebas y verificaciones

Instalé el CENIMED en un tanque cenirrómetro o conéctelo directamente a una fuente de 5V a través del puerto USB, abra la aplicación móvil CENIMEDV1.0.apk y conéctese al dispositivo a través de Bluetooth. En la parte inferior deberá ver datos de humedad, temperatura y distancia. Si es la primera vez que usa el dispositivo diríjase al documento CENIMED – DOCUMENTO TECNICO 2025.

Figura 11: Pruebas y verificación

