

Sistema de Habitación Inteligente para Plantas

Anexo A — Especificación de Hardware — v2.0

Índice

1. Lista de Materiales (BOM)
 2. Herramientas Requeridas
 3. Diseño del Habitación
 4. Estructura PVC — Plan de Cortes
 5. Diagramas de Conexión
-

1. Lista de Materiales (BOM)

1.1 Microcontrolador

Componente	Modelo	Precio (ARS)
Microcontrolador	ESP32 38 pines, WiFi + BT	\$12.000

1.2 Sensores

#	Componente	Modelo	Interfaz	Precio (ARS)
1	Humedad del suelo	Capacitivo Analógico V1.2	ADC	\$4.000
2	Temp. + humedad ambiental	DHT22	Digital 1-Wire	\$3.828
3	Intensidad lumínica	BH1750	I ² C	\$6.249
4	Temperatura del suelo	DS18B20 sumergible	OneWire	\$3.039
5	Concentración CO ₂ (<i>opcional</i>)	MH-Z19B	UART	\$70.000

⚠ La variante **resistiva** del sensor de humedad se oxida en pocas semanas de uso. Solo la variante **capacitiva** es aceptable para esta aplicación.

1.3 Actuadores

#	Componente	Modelo	Precio (ARS)
6	Bomba de agua	R385 Diafragma 6-12V	\$8.887
7	Luz LED de cultivo	COB 3W 12V — Rojo ×2, Azul ×1	\$5.997
8	MOSFET driver PWM	IRLZ44N ×2 — Logic Level, 55V/47A	\$4.992
9	Módulo relay	1 canal, bobina 5V, 10A	\$3.500

El **IRLZ44N** es obligatorio sobre el IRF540N estándar. Los MOSFETs logic-level saturan completamente con los 3.3V de salida GPIO del ESP32. Los MOSFETs estándar requieren 10V en el gate y operarán en región lineal a 3.3V, generando calor y perdiendo controlabilidad de los LEDs.

1.4 Alimentación y Sistema de Riego

#	Componente	Modelo	Precio (ARS)
10	Fuente de alimentación	Switching 12V 2A	\$3.695
11	Caudalímetro	YF-S401, 0.3–6 L/min, efecto Hall	\$7.200
12	Manguera de silicona	6mm ID × 10mm OD — 1m	\$8.816

El ID de la manguera debe coincidir con la salida de la bomba R385 (6mm). Manguera de PVC no recomendada — se degrada con la exposición continua al agua.

1.5 Componentes Pasivos y Consumibles

#	Componente	Especificación	Precio (ARS)
13	Resistencias de gate	1kΩ 1/4W ×10	\$2.382
14	Cables jumper	Dupont M/H 10cm ×40	\$3.257

1.6 Estructura

#	Componente	Especificación	Precio (ARS)
15	Caño PVC 16mm	3 unidades × 3m	\$4.500
16	Codo 90° PVC 16mm	×8 unidades	\$1.600

#	Componente	Especificación	Precio (ARS)
17	T PVC 16mm	×4 unidades	\$1.200
18	Cobertura mylar/nylon aluminizado	~1m ²	\$4.000

1.7 Resumen de Costos

Categoría	ARS
Electrónica y sensores	\$63.345
Estructura	\$11.300
Total (sin CO₂)	~\$74.645
+ Sensor CO ₂ (upgrade opcional)	+\$70.000

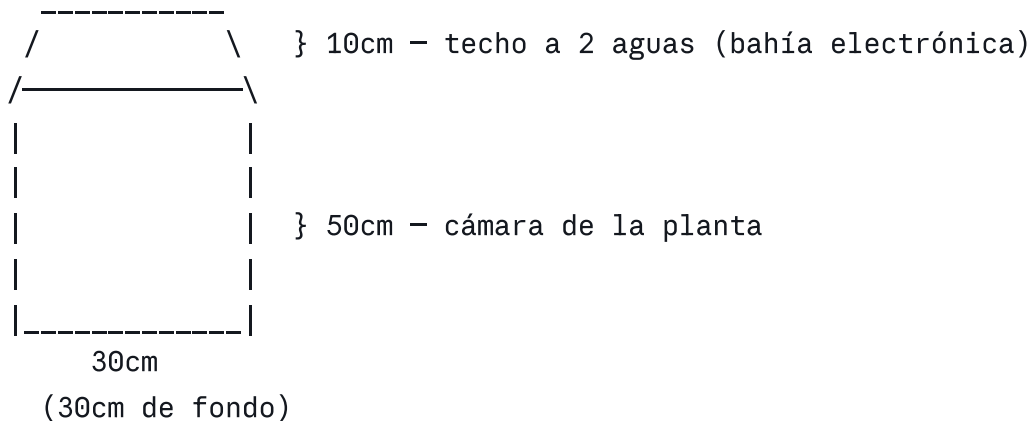
2. Herramientas Requeridas

Herramienta	Prioridad	Precio (ARS)
Soldador 30-40W	● Imprescindible	\$15.000
Estaño (carrete, núcleo de resina)	● Imprescindible	\$3.000
Pasta de flux	● Imprescindible	\$2.000
Protoboard	● Imprescindible	\$3.000
Multímetro	● Imprescindible	\$8.000
Tercera mano / soporte	● Recomendable	\$5.000
Pelacables	● Recomendable	\$4.000
Sierra / serrucho (cortes PVC)	● Recomendable	\$5.000
Pistola de silicona caliente	● Opcional	\$4.000

Flujo recomendado: validar cada sensor individualmente en protoboard antes de soldar. Esto aísla errores de cableado y evita daños en las placas.

3. Diseño del Habitáculo

3.1 Dimensiones



Sección

Dimensiones

Cámara de la planta	30 × 30 × 50 cm
Bahía electrónica (techo 2 aguas)	30 × 30 × 10 cm
Altura total	60 cm

3.2 Tratamiento Interior

- **Mylar aluminizado** en interior — refleja hasta el 95% de la salida LED hacia el dosel
- **Nylon opaco** en exterior — bloquea interferencia de luz ambiental con el sensor BH1750
- **Bahía electrónica ventilada** — separada de la cámara húmeda para proteger los componentes

3.3 Posicionamiento de LEDs y Sensor de Luz

Los LEDs se montan en el techo de la cámara (cara inferior del piso de la bahía electrónica), orientados hacia el dosel. El BH1750 se monta a nivel del dosel apuntando hacia arriba — mide la luz incidente real en el canopeo, no la salida directa del LED.

4. Estructura PVC — Plan de Cortes

4.1 Lista de Cortes (total: ~647cm → 3 caños × 300cm)

Caño 1 - 300cm:

- 4 × postes verticales 50cm = 200cm
- 2 × lados base 30cm = 60cm

Sobrante: 40cm ← reserva

Caño 2 – 300cm:

2 × lados base 30cm = 60cm

4 × lados marco superior 30cm = 120cm

1 × caballete (cumbreira) 30cm = 30cm

2 × soportes cumbreira 10cm = 20cm

Sobrante: 70cm ← reserva

Caño 3 – 300cm:

4 × cambios del techo 18cm = 72cm

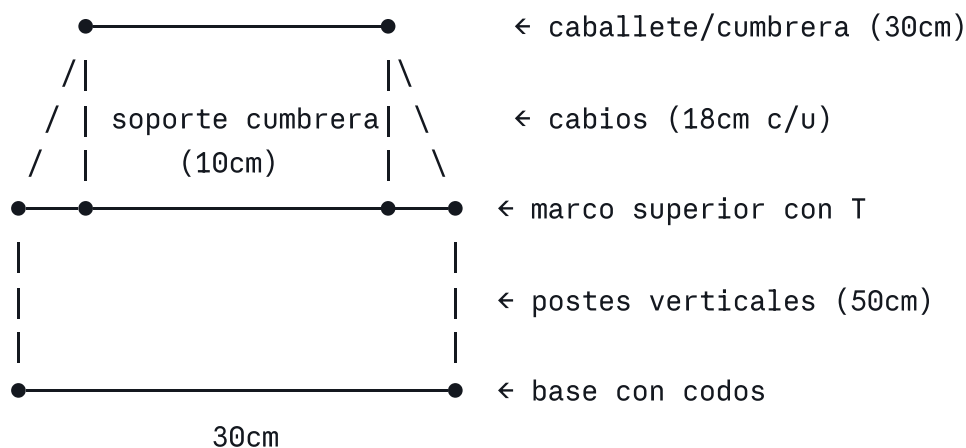
Sobrante: 228cm ← repuesto / re-cortes

Longitud de cable: $\sqrt{(15^2 + 10^2)} = 18,03\text{cm}$ (media anchura 15cm, altura techo 10cm)

4.2 Accesorios

Accesorio	Cantidad	Ubicación
Codo 90°	8	Esquinas base (4) + esquinas marco superior (4)
T	2	Marco superior — anclaje soporte de cumbreira
T	2	Caballete — anclaje de cambios

4.3 Elevación — Vista Frontal



5. Diagramas de Conexión

5.1 Asignación de Pines — ESP32

GPI034 ← Sensor humedad suelo (ADC1 – entrada analógica)

GPI021 ↔ Bus SDA (I²C – BH1750)

GPI022	↔	Bus SCL	(I ² C – BH1750)
GPI016	←	DHT22 data	(digital, pull-up 10kΩ a 3.3V)
GPI04	↔	Bus OneWire	(DS18B20, pull-up 4.7kΩ a 3.3V)
GPI025	→	PWM canal 0	(LED Rojo – gate IRLZ44N via 1kΩ)
GPI026	→	PWM canal 1	(LED Azul – gate IRLZ44N via 1kΩ)
GPI027	→	Relay IN	(control bomba)
GPI018	←	Señal caudalímetro	(interrupción – pulsos efecto Hall)
3.3V	→	VCC: BH1750, DHT22, sensor capacitivo, caudalímetro	
5V	→	VCC: bobina módulo relay	
GND	→	Masa común (todos los sensores + source MOSFET)	

Nota ADC: los pines ADC2 (GPIO0, 2, 4, 12-15, 25-27) no están disponibles cuando el radio WiFi está activo. Todas las lecturas analógicas deben usar **pinos ADC1 (GPIO32-39)**. GPIO34 es seguro.

5.2 Bus I²C — BH1750

```

ESP32 3.3V ————— VCC
ESP32 GND ————— GND
ESP32 GPIO21 (SDA) ————— SDA
ESP32 GPIO22 (SCL) ————— SCL

```

Dirección por defecto del BH1750: `0x23`. Múltiples dispositivos I²C pueden compartir el mismo bus SDA/SCL.

5.3 DHT22 — Temperatura y Humedad Ambiental

```

ESP32 3.3V ————— Pin 1 VCC
ESP32 GPIO16 ————— Pin 2 DATA
                        [pull-up 10kΩ a 3.3V]
(Pin 3 – NC)
ESP32 GND ————— Pin 4 GND

```

5.4 DS18B20 — Temperatura del Suelo

```

ESP32 3.3V ————— VCC (rojo)
ESP32 GPIO4 ————— DATA (amarillo)
                        [pull-up 4.7kΩ a 3.3V]
ESP32 GND ————— GND (negro)

```

Múltiples sensores DS18B20 pueden compartir el mismo bus OneWire — cada uno tiene una dirección ROM única de 64 bits.

5.5 Sensor de Humedad del Suelo (Capacitivo)

```
ESP32 3.3V ————— VCC
ESP32 GND ————— GND
ESP32 GPIO34 (ADC1) ————— AOUT
```

El valor ADC crudo (0-4095) requiere calibración: medir salida en suelo seco y saturado para establecer los puntos de referencia del mapeo a porcentaje.

5.6 LED COB — Control PWM via IRLZ44N

```
12V ————— LED (+)
                                   LED (-) ——— Drain (D) ⊥
ESP32 GPIO25 — [1kΩ] ————— Gate (G) IRLZ44N |
ESP32 GND ————— Source (S) —————> GND
```

Repetir para LED Azul en GPIO26. Rango PWM: 0-255 (resolución 8 bits, frecuencia 5kHz).

La resistencia de 1kΩ en el gate limita la corriente de entrada y protege el GPIO. No omitir.

5.7 Bomba — Control por Relay

```
ESP32 5V ————— VCC (módulo relay)
ESP32 GND ————— GND (módulo relay)
ESP32 GPIO27 ————— IN (módulo relay)

PSU 12V (+) — COM ⊥
                                   | NO ——— Bomba R385 (+)
PSU 12V (-) ————— Bomba R385 (-)
```

El módulo relay provee aislamiento galvánico entre el circuito lógico del ESP32 y el circuito de 12V de la bomba.

5.8 Caudalímetro — YF-S401

```
ESP32 3.3V ————— VCC (rojo)
ESP32 GND ————— GND (negro)
```

ESP32 GPIO18 ————— Señal (amarillo)

El YF-S401 genera un tren de pulsos via efecto Hall. Usar `attachInterrupt()` en GPIO18 para contar pulsos. Cada pulso \approx **0,45 ml** (calibrar por unidad).

5.9 Distribución de Alimentación

220V AC \rightarrow Fuente Switching 12V 2A

—	12V \rightarrow Bomba R385	(via relay)
—	12V \rightarrow LED Rojo \times 2	(via IRLZ44N)
└—	12V \rightarrow LED Azul \times 1	(via IRLZ44N)

ESP32 — 5V USB (desarrollo: PC / producción: cargador USB)

El ESP32 **no debe** alimentar cargas más allá de su salida nominal de 3.3V/200mA. Todas las cargas de 12V deben alimentarse directamente desde la fuente externa.

Versión: 2.0 — Marzo 2026 / mauroluna.dev