

# **Auditoría final de producción**

EinarBoard V5.6 · V5.7 – ¿se piden hoy?

---

Project Drogheda – Helgen Technologies

22 de octubre de 2026, 13:30 – re-verificada sobre los archivos de las 13:00

## GO al piloto: 5 V5.6 + 5 V5.7, hoy

Gerber = cobre de la pasada 6 con relleno fresco,  
**re-verificado a las 13:00 sobre los archivos nuevos** ·  
DRC 0 / sin conectar 0 / paridad OK · RS1 Kelvin ·  
BOM 100 % LCSC · CPL cuadra.

## Tres condiciones del pedido (sin tocar cobre)

1. Vías Epoxy Filled & Capped + rayos X en U6
2. Rotación y polaridad en el visor de JLC: U6, U7, U25, U26, L22, Q7, U16, D34, D10, electrolíticos
3. BOM: D10 SMBJ33A → SMBJ33CA

## NO-GO para 108 / 322

Hasta que el piloto pase el banco con  
**0.7.0**: hoy ningún firmware enciende  
el módem de estas tarjetas.

## Camino crítico

Ya no es el PCB, es 0.7.0:  
board\_v56.h entregado, 0.7.0-pre  
en 1 día. ✓ P-1 cerrado 13:00.

# El mandato de Leo, punto por punto

| Pidió                              | Estado         | Evidencia                                                          |
|------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| Que todos los puertos funcionen    | HW sí / FW no  | Netlist contra hojas de datos; falta SC16IS752 y Ethernet de campo |
| V5.7 sin la Mean Well              | Sí             | U25 5.32 V / 600 kHz, 9–32 V; banco a 9/24/32 V                    |
| Ethernet, RS-485, RS-232 usables   | Usables        | RS-485 toma el bus ~1 s al arrancar; H4 y P16 nunca juntos         |
| Módem sin apagón                   | Resuelto en HW | AP64350 desde 3.8 V, boost 2.5 A vs 1.8 A pico, PFI 4.40 V         |
| 10 min dormida, 2 reportes, dormir | HW sí / FW no  | STOP + RTC (LSE), INT1 del SC7A20, MO-DEM_EN; piso $\approx 75$ mW |
| Gerber/BOM/CPL generados           | Verificados    | 0.000 mm <sup>2</sup> de diferencia contra relleno fresco          |
| Empezar el firmware                | Empezado       | board_v56.h (64 pines) + especificación 0.7.0                      |
| Riesgos, easy wins, matriz         | Hecho          | 30 hallazgos, 16 riesgos, 6 easy wins                              |

## Método: A--G, todo sobre copias, nada se movió

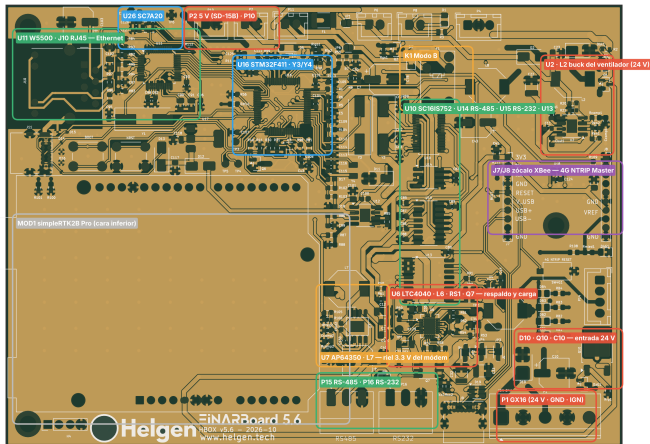
- **A** Paquete: regenerar con `kicad-cli` y comparar primitiva por primitiva; relleno fresco con el proyecto cargado
- **B** Eléctrica: netlist de cada esquemático contra hojas de datos
- **C** Batería: presupuesto, piso dormido, secuencia
- **D** Cobre: DRC + paridad, Kelvin, vías de corte, capas internas
- **E** Firmware: 0.6.3 vs hardware nuevo; `board_v56.h`; algoritmos
- **F** Riesgo: matriz  $5 \times 5$  antes/después
- **G** Entrega y cierre en el centro de mando

### Insumos (SHA-256)

Mañana: `f07ad5b5 / 9373ebe8`. **13:00:**  
`338ee14b / 85baca51`, paquetes nuevos:  
mismo cobre, relleno ya en el repo. KiCad  
10.0.4.

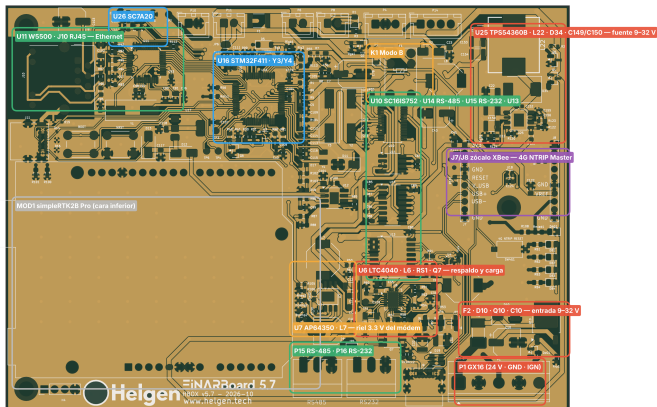
# V5.6 — lo que se fabrica

EinarBoard V5.6 — cara superior (Gerber HBOX\_v5\_Rev6\_PROD, 22-oct-2026)



# V5.7 — lo que se fabrica

EinarBoard V5.7 — cara superior (Gerber HBOX\_v5\_Rev7\_PROD, 22-oct-2026)

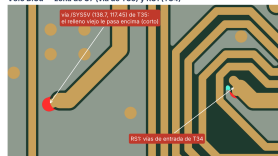


# A · ¿Los Gerber son el cobre auditado? Sí — y el hallazgo de proceso ya quedó cerrado

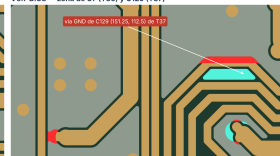
- Máscaras, pasta, serigrafía, contorno, taladros: **idénticos**
- Cobre: pads y pistas **idénticos**; rellenos **0.000 mm<sup>2</sup>** contra un relleno fresco con reglas del proyecto
- P-1 (mañana): el repo traía el relleno de la pasada 5; el Toolkit rellenó al exportar, kicad-cli no lo haría
- ✓ **13:00**: rellenado, guardado y paquetes regenerados → 0.000 mm<sup>2</sup> en las dos. Falta el commit. Regla D-22-3: B antes de cada commit

El kicad\_pcb en disco trae el relleno de zonas viejo (pasada 5); Fabrication Toolkit rellenó al exportar.  
gris = relleno igual · ROJO = cobre del relleno viejo que el Gerber NO tiene · cian = cobre nuevo del Gerber · dorado = pistas, pads y vias

V5.6 B.Cu — zona de U7 (via de T35) y RS1 (T34)



V5.7 B.Cu — zona de U7 (T36) y C129 (T37)



## A · Re-verificación de las 13:00: mismo cobre, relleno ya en el repo

| Comparación (4 capas de cobre, 20 $\mu\text{m}$ )               | V5.6                  | V5.7                  |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| A · relleno guardado vs fresco con el proyecto (P-1)            | 0.000 mm <sup>2</sup> | 0.000 mm <sup>2</sup> |
| B · paquete 13:00 vs archivo guardado                           | idéntico              | idéntico              |
| C · cobre 13:00 vs cobre auditado en la mañana                  | idéntico              | idéntico              |
| D · paquete 13:00 vs paquete de la mañana (11 capas + taladros) | idéntico              | idéntico              |
| DRC (.kicad_dru, relleno, paridad)                              | 3 MOD1 · 0 · PF       | 3 MOD1 · 0 · PF       |
| BOM y CPL (SHA-256)                                             | iguales               | iguales               |

Pistas / vías: 2264 / 396 (V5.6) y 2253 / 403 (V5.7), sin cambios. Lo único distinto en los archivos es la caché de glifos del texto «EINARBoard 5.x»: cosmético, la serigrafía exportada es idéntica.

### Qué quiere decir

El veredicto de la mañana sigue tal cual. P-1 pasa a cerrado. La condición 3 sigue viva: el BOM del paquete aún dice D10 = SMBJ33A.

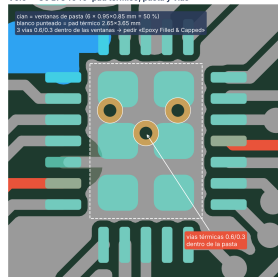
### Para la próxima vez

`verify.sh` + `gcmp_b.py`: 5 min después de cualquier cambio, antes de pagar. Quick wins en curso en otra sesión: re-correr al terminar.

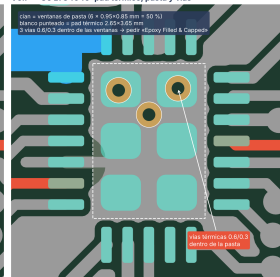
## A · La condición 1: U6 y la pasta

- U6 LTC4040, QFN-24 a 0.5 mm: el defecto más visto en V5.5/V4 (puentes, bolas)
- Pasta al 50 % (regla del 8-oct) · pero las **3 vías térmicas caen dentro de las ventanas**
- U7 y U25: pasta al 100 % con 4 / 6 vías en el pad
- **Pedido:** Via covering = Epoxy Filled & Capped · rayos X en U6 · ENIG · lupa 10× antes de energizar

V5.6 — U6 LTC4040: pad térmico, pasta y vías



V5.7 — U6 LTC4040: pad térmico, pasta y vías



## A · Condiciones 2 y 3: rotaciones y D10

### Rotaciones (P-3)

El Toolkit corrige huellas KiCad (QFN, SOIC, LQFP, SOT, electrolíticos) como en V5.5. Las easyeda2kicad (U7, U25, U26, L22) y D34 salen sin corrección: **nunca fabricadas**. Confirmar pin 1 / cátodo en el visor.

### D10 SMBJ33A → SMBJ33CA (P-4)

Arnés al revés: Q10 bloquea, pero el TVS unidireccional conduce y **abre F2** (SMD, no se cambia en campo). Bidireccional, misma huella, una línea de BOM (C8838 / C2688178).

### Otros easy wins de BOM

10 nF en un solo código (C1589) · etiqueta de C22 (es 10  $\mu$ F/50 V) · THVD1410 / TRS3232E en la pre-orden de las 108 / 322

## B · Cargador, respaldo y riel del módem: verificados contra hoja de datos

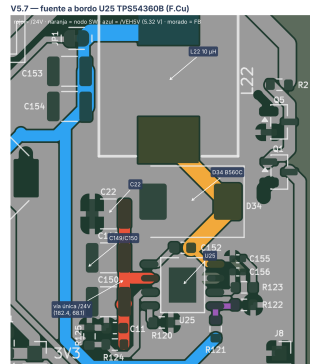
| Función             | Valor                           | Piezas                                                     |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| PFI (a batería)     | 4.40 V cae / 4.51 sube          | R51 270k / R52 100k, ref. 1.19 V                           |
| VSYS en respaldo    | 4.79 V                          | R53 499k / R54 100k, ref. 0.8 V                            |
| Límite de entrada   | 2.5 A                           | RS1 10 mΩ <b>Kelvin</b> (VIN y CLN comprobados)            |
| Carga / flotación   | 1.40 A / 3.50 V LFP             | R50 1.43k; JP2 2-3, F1 = 0, F0 = 1                         |
| Ventana NTC         | +10 ... +60 °C                  | R55 5.6k desde VIN (ratiométrico), B3380                   |
| Riel del módem      | 3.33 V, 500 kHz, desde<br>3.8 V | AP64350, L7 4.7 μH, C43 220 μF, EN = PC3 (off por defecto) |
| Respaldo disponible | 2.5 A = 12 W                    | contra 8.7 W de pico (módem 2 A a 3.3 V)                   |

### Por qué ya no hay apagón

V5.5: MP1584 pedía 4.5 V sobre un riel de 4.6 V. V5.6/V5.7: AP64350 regula desde 3.8 V con 1 V de margen. Lo que queda es secuencia (firmware): etapa → NMEA → módem.

## B · V5.7: fuente de 9 a 32 V

- P1 → F2 3 A lento → D10 + Q10 (polaridad) → U25 TPS54360B
- 5.32 V (57.6k / 10.2k), 600 kHz (162k), comp. 13k / 6.8 nF / 39 pF, EN flotante
- L22 10  $\mu$ H (15.5 A sat.), D34 B560C ( $\approx$  1.2 W a 24 V / 2.8 A)
- Rango continuo **9–32 V**; a 9 V entran 1.9 A
- Lazo de entrada 56 mm<sup>2</sup> sobre plano sólido (D-21-2): **se mide el timbre**
- Vía única de 24 V (182.4, 68.1): 0.7 A a 24 V; cámara térmica a 9 V



## B · Puertos: usables, con dos reglas y un pendiente de firmware

| Puerto                           | Hardware                                                                                                                         | Regla / hallazgo                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ethernet J10                     | W5500 SPI2, RST con pull-down, PMODE auto                                                                                        | J10.8 al aire y LED ACT invertido (cosmético).<br>En batería: PHY power-down (13 mA) – no hay enable del riel (E-3)                                               |
| RS-485 P15                       | SP3485, DE = $\overline{RE}$ = $\overline{RTSA}$ de U10                                                                          | <b>Transmisor encendido desde el reset hasta que 0.7.0 escribe EFCR:</b> punto a punto o tolerar $\sim 1$ s. Sin TVS ni polarización: THVD1410 para 108/322 (E-4) |
| RS-232 P16                       | MAX3232 a 3.3 V, canal 2 a tierra                                                                                                | H4 (TTL) y P16 comparten RXB: nunca juntos (E-5)                                                                                                                  |
| USB J11 / J9<br>I <sup>2</sup> C | DFU del MCU / paso al módem<br>SHT40, TMP102 $\times 2$ (cargador y módem), SC16IS752, PCF8574, SC7A20 (WHO_AM_I 0x11, INT1 PB9) | Como V5.5<br>Un solo bus, 6 esclavos                                                                                                                              |
| Ignición PA5                     | $\times 0.1154$ : 12 V $\rightarrow$ 1.38 V                                                                                      | <b>ADC</b> , no digitalRead (E-7)                                                                                                                                 |

## C · Batería: presupuesto y piso dormido

### Ventana encendida

Etapla 0.7 W · módem 1.5 W (pico 7.3) · MCU 0.5 W · W5500 PD 0.05 W · K1 0.15 W  $\Rightarrow$   
**2.9 W promedio, 8.7 W pico** (1.8 A de 2.5 A)

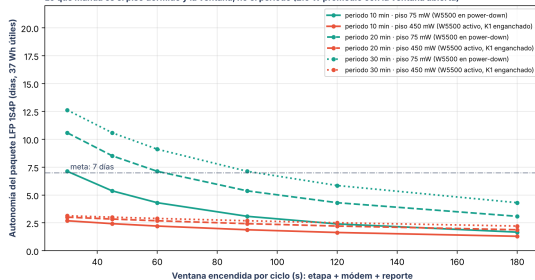
### Piso dormido (estimado)

W5500 en PD 50 mW · MAX3232 + SP3485 4 mW · LED D18 4 mW · MCU STOP 1.5 mW · resto 2 mW  $\Rightarrow \approx$  **75 mW**. Sin PD del W5500: 450 mW.

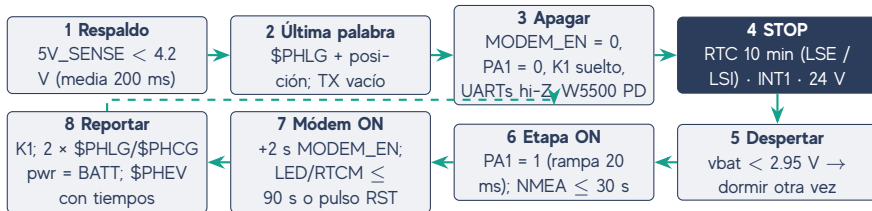
### Qué manda

La ventana y el piso, no el periodo. 45 s cada 10 min:  $\approx$  5 días; cada 20 min:  $\approx$  8.5 días.

Lo que manda es el piso dormido y la ventana, no el periodo (2.9 W promedio con la ventana abierta)



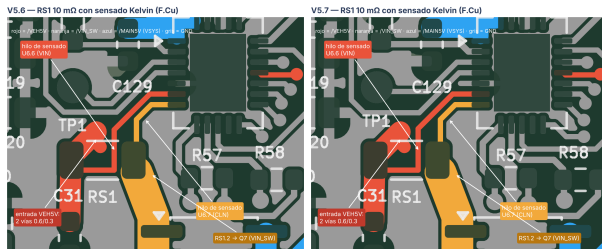
## C · El ciclo de 10 minutos (0.7.0)



- Umbrales **LFP**: corte 2.95 V, rearme 3.20 V (0.6.3 trae 3.40 / 3.70 de Li-ion) · SoC por culombios
- Ventana meta ≤ 60 s · posición guardada con bandera de antigüedad · fix fresco solo si llega

## D · Cobre: DRC limpio, RS1 Kelvin, vías únicas conocidas

- DRC con .kicad\_dru, relleno y paridad: **3 errores** (MOD1, por diseño, excluidos), **0** sin conectar, paridad solo PWR\_FLAG – en las dos
- RS1: VIN y CLN llegan **solo** a su pad (prueba recortando el pad)
- Vías únicas: las aceptadas el 19/21-oct + dos notas: V5.7 (146.37, 86.96) lleva el LDO del MCU + U12 ( $\approx 0.3$  A); V5.7 24 V por dos vías 0.8/0.3 en serie
- 0 mm de potencia en capas internas salvo la rama de R2



## E · Firmware: 0.6.3 no sirve a V5.6/V5.7; board\_v56.h sí

### Lo que 0.6.3 hace mal en V5.6

No enciende el módem (PC3) · reset del módem por PCF P7 que ya no existe · NTC en PB1 que ya no existe · flotación 4.00 V (es 3.50) · corte 3.40/3.70 V (LFP: 2.95/3.20) · ignición por digitalRead

### Entregado hoy

board\_v56.h: 64 pines del netlist (V5.6 = V5.7), umbrales del hardware como constantes, notas por pin nuevo (MODEM\_EN/RST/LED, RTCM\_TAP, ACC\_INT1, NTC\_CELL).

### 0.7.0: trabajo con tamaño

- F-1 0.7.0-pre (módem, NTC, LFP, ADC): 1 día
- F-2 ciclo de respaldo STOP + RTC: 3-4 días
- F-3 SC16IS752 + EFCR primero: 1 día
- F-4 Ethernet de campo: 2 días
- F-5..F-8 acelerómetro, vigilancia del módem, Modo B, recuperación: 2 días

## E · Los algoritmos de la tarjeta

- **Gobernador de carga:** HOLDOFF 120 s → PROVING (riel  $\geq 5.05$  V 30 s) → ON → SHED ( $< 4.70$  V muestra,  $< 4.90$  V media 1 s) → COOLDOWN 60 s  $\times 2^n$  → WAIT; HOT  $\geq 45$  °C
- **Recuperación de enlace:** gracia 90 s; sin NMEA 60 s → ciclo (1 / 5 min); RTK perdido 15 min → ciclo (1 / 30 min); 3 ciclos → LIMP
- **Modo B:** K1 a los 10 s de NMEA; inyección solo en huecos  $\geq 8$  ms; \$PHLG  $\leq 100$  caracteres; soltar antes de cortar
- **Vigilancia del módem:** caída del riel por ventanas (30/50 mV) + edad del RTCM; 0.7.0: LED (PC2) + RTCM (PC7) + reset con límite
- **Cortes:** térmico 60/55 °C; batería por media de 200 ms (LFP en 0.7.0)
- **Medición:** ADC con VREFINT; mínimos de ventana y medias de 200 ms
- **Supervisión:** IWDG 16 s; razón del reset en registros RTC; holdoff  $\times 2^n$
- **Ciclo de respaldo** (nuevo): STOP + RTC + INT1

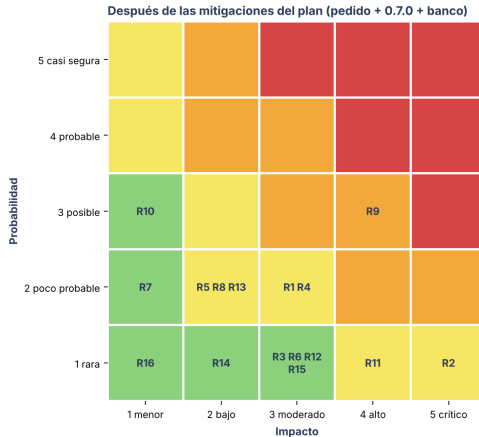
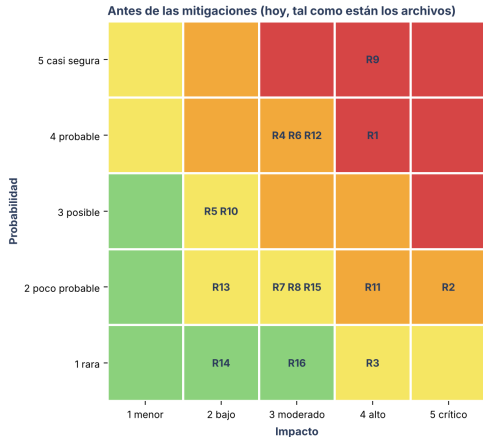
# Hallazgos: los que deciden

| Id     |   | Problema                                           | Arreglo                                                                |
|--------|---|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| P-1    | ✓ | Relleno viejo en el repo (mañana)                  | <b>Cerrado 13:00:</b> relleno fresco en los dos archivos; falta commit |
| P-2    | ■ | U6: 3 vías en la pasta                             | Epoxy Filled & Capped + rayos X                                        |
| P-3    | ■ | Rotación de huellas easyeda2kicad                  | Visor de JLC                                                           |
| P-4    | ■ | D10 unidireccional → F2 abre con el arnés al revés | SMBJ33CA                                                               |
| E-3    | ■ | W5500 sin enable: 65-132 mA en batería             | PHY power-down (13 mA) en 0.7.0                                        |
| E-4    | ■ | RS-485 toma el bus desde el reset; sin TVS         | EFGR primero; THVD1410 para 108/322                                    |
| E-7    | ■ | Ignición a 12 V en zona indefinida                 | ADC con histéresis                                                     |
| E-9/10 | ■ | U25: lazo 56 mm <sup>2</sup> , vía única de 24 V   | Banco 9/24/32 V, cámara térmica                                        |
| F-1    | ■ | 0.6.3 no enciende el módem                         | 0.7.0-pre, 1 día                                                       |
| F-2    | ■ | Ciclo de 10 min y umbrales LFP                     | STOP + RTC, 2.95/3.20 V                                                |

30 hallazgos en total (8 de pedido, 16 eléctricos, 8 de firmware); 6 easy wins.

# Matriz de riesgo

Matriz de riesgo 5 × 5 — EinarBoard V5.6 y V5.7 (puntaje =  $P \times I$ :  $\geq 15$  rojo · 8–14 naranja · 4–7 amarillo ·  $< 4$  verde)



## Hoy ( $\approx$ 40 min)

1. BOM: D10  $\rightarrow$  SMBJ33CA (el `_bom.csv` de las 13:00 aún dice SMBJ33A)
2. PCB: 4 capas, ENIG, **Epoxy Filled & Capped**
3. Ensamble top; rayos X en U6 en las notas
4. Visor: pin 1, cátodos, «+» de electrolíticos
5. 5 + 5; número de orden al acta
6. ✓ B y guardar ya están (13:00); falta commit de kicad/ y production/

## Antes de las 108 / 322 (banco con 0.7.0)

1. Lupa en U6 + autopruueba
2. 24 V: NMEA, registro, Kelvin (TP1  $\div$  32), carga 1.2–1.4 A
3. 20 ciclos de 10 min (paquete 20 %, 45 °C): piso  $<$  100 mW
4. 20 cortes 24 V  $\leftrightarrow$  batería sin reset
5. RS-485/RS-232 en lazo; Ethernet 24 h
6. V5.7: 9/12/24/32 V, polaridad, térmico
7. Temperaturas de U6, L6, L7
8. Arneses, tapa, barrenos

## **GO al piloto 5 + 5 con tres condiciones.**

**El cobre está listo y ya vive en el repo (P-1 cerrado); el camino crítico es 0.7.0.**