Titolatore KH: lista della spesa, costruzione e messa in servizio

Tempo di lettura: ~25 minuti · Tempo di esecuzione: ~10 ore di stampa 3D (in autonomia) + 2 ore di montaggio e cablaggio + 1 ora di messa in servizio · Pubblico: chi ha già una dosometrica JoyReef con almeno 3 canali liberi e vuole misurare il KH da solo, ogni giorno, senza test a goccia

🔵 **Guida avanzata (tecnica)** — non fa parte del percorso onboarding 01-08. Prevede **stampa 3D, crimpatura di due connettori e una manciata di saldature su un modulo**. Se non hai una stampante 3D puoi far stampare i pezzi da un servizio online o da un amico: il resto si fa con un cacciavite.

---

1. Cosa stai per costruire

Il titolatore KH è una **scatola stampata in 3D** con dentro una provetta, un sensore di colore, un agitatore magnetico e una piccola scheda WiFi. **Non ha pompe sue**: usa **tre canali della tua dosometrica JoyReef**, che restano montati dove sono. Le due scatole si parlano via radio, direttamente, senza passare dal portale.

A ogni misura il titolatore:

1. svuota e **risciacqua** la provetta con acqua della vasca;
2. preleva **4 ml di campione** dalla sump;
3. aggiunge il **reagente a impulsi** (gocce da ~20 µl) finché il sensore vede il **viraggio di colore**, lo stesso che tu vedi a occhio con il test a mano;
4. calcola i **dKH** dai ml di reagente usati e li manda al portale, che li mette nello storico, nella dashboard della vasca e nella pagina sensori.

📷 `PLACEHOLDER-22-TITOLATORE-CHIUSO`

🖼️ **Immagine da inserire qui:** foto del titolatore finito accanto alla dosometrica, con i tre tubi che entrano.

Alla fine di questa guida avrai un titolatore che:

- misura il KH **da solo, agli orari che scegli**, anche se il portale è irraggiungibile (gli orari vivono a bordo);
- usa un **reagente da negozio** (NYOS Alkalinity Reefer) senza diluizioni né miscele, circa **0,65 ml per misura**: un flacone dura ~2 mesi a una misura al giorno;
- mostra la **curva del viraggio** di ogni misura, così vedi con i tuoi occhi se il punto finale è netto;

- si calibra **dal portale**, con quattro passi guidati.

⚠️ **Cosa stai accettando.** Tre canali della dosometrica diventano **del titolatore**: il portale smette di programmare dosi su quei canali finché restano abbinati. Se oggi usi tutti i canali per Balling e oligoelementi, ti serve una seconda dosometrica. E il reagente è **acido cloridrico diluito con un indicatore**: guanti quando lo maneggi, flacone lontano da bambini e animali.

💡 **Perché le gocce e non i ml.** La dosometrica non "versa 0,65 ml": manda **impulsi** uguali, uno per volta, e il titolatore legge il colore dopo ciascuno. Il volume di un impulso lo pesi tu una volta sola in messa in servizio. È per questo che la precisione dipende poco dalla pompa e molto dalla ripetibilità di quell'impulso: da qui la bilancia da 0,001 g nella lista della spesa.

---

2. Cosa devi già avere

- ✅ Una **dosometrica JoyReef** online e assegnata a una vasca (guida 11), con **almeno 3 canali liberi** e **aggiornata all'ultimo firmware** dal portale (guida 17): le versioni vecchie non sanno cedere i canali al titolatore.
- ✅ Il **tubo PVC 4 × 2 mm** che usi già sugli attacchi delle KFS: ne servono 2-3 metri in più.
- ✅ Una **stampante 3D** (o chi ti stampi i pezzi) con **PETG**.
- ✅ Un **PC** con Chrome o Edge per il flash, come per gli altri device (guida 03b).
- ✅ Una **pinza crimpatrice per dupont** e un **saldatore**: se non li hai, sono nella lista sotto.

💡 **Dosometrica V1 o V2?** Funziona con entrambe. La V2 (fai-da-te con S3) ha la **retromarcia** a fine impulso, che impedisce alla goccia di restare appesa al puntale: è un po' più precisa. Con la V1 il titolatore funziona lo stesso, ma la pompa del reagente va tenuta più vicina alla provetta (tubo corto) e il campo "Retromarcia" in messa in servizio non compare.

---

3. Lista della spesa

I link Amazon.it hanno la precedenza perché arrivano in due giorni; dove Amazon non ha il pezzo, o lo fa pagare il triplo, c'è AliExpress. **Prezzi indicativi**, controlla le note prima di comprare.

Elettronica (≈ 35-55 €)

#	Componente	Quanti	Prezzo	Dove
1	**ESP32-S3 SuperMini** — la scheda WiFi del titolatore, con presa USB-C. **Deve avere i pin già saldati** (nel titolo "with headers" / "pin saldati"): controlla le foto, alcuni venditori li spediscono sciolti	1	6-9 €	Amazon · AliExpress
2	**Sensore di colore AS7262** — legge il viraggio. **Deve avere il LED bianco a bordo** (illumina la provetta: il firmware lo accende lui). Prendi il modulo **GY-AS7262** (scheda 15,7 × 19,3 con due fori in alto): la culla è fatta su di lui e lo tiene con due viti. Il Pimoroni è fuori produzione (per chi ce l'ha già c'è la culla `-pimoroni`); l'**Adafruit** ha un'altra forma e **non entra** nella culla. ⚠️ Occhio alla sigla: AS726**2**, non AS7263 (infrarosso) né AS7341	1	8 €	Amazon GY-AS7262 (scegli la variante AS7262) · AliExpress GY-AS7262
3	**Modulo MOSFET D4184** — pilota l'agitatore. Si vende in confezioni da 5: gli altri 4 ti avanzano. **Evita gli IRF520**: a 3,3 V non conducono	1 conf.	8-10 €	Amazon
4	**Ventola 40 × 40 × 10 mm a 5 V, brushless** (Sunon EB40100S2) — è l'**agitatore**: due magneti incollati sul mozzo fanno girare l'ancoretta nella provetta. ⚠️ **Non usare un motorino a spazzole** (RF-300 e simili): sui 5 V della USB fa riavviare la scheda a ogni partenza, provato	1 (conf. da 2)	10 €	Amazon
5	**Caricatore USB-C 5 V da almeno 1 A** e cavo — qualunque caricatore da telefono. È l'**unica alimentazione** del titolatore: niente 12 V	1	0-8 €	lo hai già

Provetta e ottica (≈ 25-30 €)

#	Componente	Quanti	Prezzo	Dove
6	**Flaconcini di vetro da 20 ml, 27,5 × 57 mm, fondo piatto** (ALWSCI) — la "provetta". La culla è disegnata su questa misura esatta; ne usi uno, gli altri sono di scorta	1 conf.	12 €	Amazon
7	**Ancoretta magnetica in PTFE da 10 mm, a croce** — gira sul fondo del flaconcino. Più è **bassa**, meglio è: il fascio di luce passa a 7 mm dal fondo	1 conf.	8 €	Amazon
8	**Puntali da micropipetta 200 µl** — l'ugello del reagente: uno si infila a pressione sul tubo. La confezione è da 1000, ne usi uno ogni tanto	1 conf.	8 €	Amazon

Reagente (≈ 20 €)

#	Componente	Quanti	Prezzo	Dove
9	**NYOS Alkalinity Reefer — versione 2024 a reagente unico (ALK-1)** — il flacone va **tal quale** nel titolatore, senza diluire. ⚠️ Deve essere la **versione nuova con un solo reagente e la siringa da 1 ml**: la vecchia a due flaconi (CH-1 + CH-2) ha indicatore e acido separati e con 3 canali non si può usare. Se su Amazon arriva quella vecchia, prendilo in negozio	1	19 €	Amazon
9b	*Piano B:* **Salifert KH/Alk** — funziona versando l'indicatore (KH-Ind) nel flacone dell'acido (KH-Reagent), circa **1,4 gocce per ml**: metà della dose del test a mano basta al sensore. È un'operazione in più a ogni flacone, per questo il NYOS è la prima scelta	1	17 €	Amazon

Meccanica (≈ 20-45 €)

#	Componente	Quanti	Prezzo	Dove
10	**Magneti al neodimio Ø8 × 3 mm** — 4 per il coperchio a incastro (2 nel guscio, 2 nel coperchio) e 2 incollati sul mozzo della ventola. Una confezione da 30 ti avanza	6 (conf. da 30)	8 €	Amazon
11	**Viti**: 4 × **M3×16** (ventola alla culla), 2 × **M3×10** (culla al guscio), 2 × **M3×6** (barra della SuperMini), 6 × **M2×6** (sensore, suo coperchietto e modulo D4184). Un kit assortito M2+M3 copre tutto	1 kit	8-12 €	Amazon M3 · Amazon M2
12	**Filamento PETG** — **nero opaco** per culla, coperchietto del sensore e tappo (la camera di misura deve essere buia), **bianco** per il riflettore, qualunque colore per guscio e coperchio. ⚠️ PETG, non PLA: sta a contatto con acqua di mare e acido	1 kg nero + poco bianco	15-25 €	Amazon nero opaco · Amazon bianco

Tubi (≈ 10 €)

#	Componente	Quanti	Prezzo	Dove
13	**Tubo PVC 4 × 2 mm** (esterno 4, interno 2) — lo stesso delle KFS: campione, reagente e scarico	3 m	5 €	Amazon
14	**Tubetto rigido Ø5 mm** — due spezzoni: il **pescante dello scarico** (sul fondo del flaconcino) e il **pescante nel flacone del reagente** (attraversa il tappo stampato). Va bene un tubo rigido da acquario o la cannuccia rigida di una dosatrice	20 cm	3-5 €	Amazon

Attrezzi, se non li hai (≈ 45 €)

#	Componente	Prezzo	Dove
15	**Bilancia da 0,001 g** (50 g) — serve **una volta** per pesare 100 impulsi di reagente e poi a ogni cambio di tubo. Una da cucina a 0,1 g non va: 100 impulsi pesano ~2 g	20 €	Amazon
16	**Pinza crimpatrice SN-28B + kit dupont** — i due connettori del titolatore si crimpano. Controlla che nel kit ci siano **corpi da 5 e 6 poli** e un po' di cavo sottile	25 €	Amazon · Amazon (corpi 1-7 poli)

Facoltativi

#	Componente	Prezzo	Dove
17	**Bottiglia per lo scarico** da 500 ml, quadrata (Nalgene 2114-0016) — se non vuoi rimandare in sump l'acqua acidificata. Dura ~50 giorni a una misura al giorno	10 €	Amazon (scegli 500 ml)

Totale: circa **100-130 €** se hai già filamento e attrezzi, **170-200 €** partendo da zero. Più del controller, molto meno di un titolatore commerciale.

> 💡 **Cosa farei io.** SuperMini e GY-AS7262 su **AliExpress** (sono i due pezzi dove Amazon costa 3-4 volte tanto), tutto il resto su **Amazon**. Mentre aspetti il sensore stampi i pezzi e prepari i tubi: il sensore si monta per ultimo.

---

4. Stampa dei pezzi

I file STL sono nella cartella `stl/definitivi/titolatore-verticale/STL/` del progetto (la dosometrica fai-da-te è in `stl/definitivi/doso-v2-diy/`). **Stampa solo questi** (gli altri file della cartella sono per la dosometrica fai-da-te o per vecchie versioni):

N.	File	Colore	Supporti	Tempo	Note
04b	`04b-titrator-guscio-slitta-reagente`	a piacere	sì	~6 h	il guscio, **sul fianco**: ha già la sede della SuperMini, il foro USB-C sul retro, le guide per la slitta del reagente e il supporto del D4184
05	`05-titrator-coperchio-incastro`	a piacere	sì	~1 h 40	coperchio a incastro con i magneti
06v	`06v-culla-ventola`	**nero opaco**	sì	~3 h	la culla della provetta con i 4 fori per la ventola e la sede avvitata del GY-AS7262 (col Pimoroni stampa `06v-culla-ventola-pimoroni` + il fermo `07-fermo-sensore-NERO`). **Non** stampare la 06, la 10, la 11 e la 12: sono della versione a motorino
07g	`07g-coperchio-sensore-GY-NERO`	**nero opaco**	no	10 min	chiude la tasca del sensore: senza, la luce arriva al sensore senza passare dal campione
08	`08-riflettore-BIANCO`	**bianco**	no	20 min	dall'altra parte della provetta
09	`09-tappo-circolare-scarico-58`	**nero opaco**	no	45 min	tappo del flaconcino con i tre passaggi (campione, reagente, scarico). Se entra troppo duro ristampa il **16**, identico con 0,2 mm di gioco in più
13	`13-perno-centraggio-STAMPARE-2`	a piacere	no	10 min	**stampalo due volte**: servono 4 perni
28	`28-barra-fermo-SuperMini`	a piacere	no	15 min	ferma la scheda nella sua sede
29	`29-slitta-flacone-reagente`	a piacere	no	~1 h	la slitta su cui sta il flacone NYOS, si sfila dal fianco
31	`31-tappo-flacone-reagente-33-400`	a piacere	no	15 min	tappo del flacone NYOS con il foro per il pescante e lo sfiato. Già orientato: cielo sul piatto, bocca in su
30/30b	`30-clip-tubo-spigolo-singola`, `30b-...-doppia`	a piacere	no	5 min l'una	clip a scatto per far correre i tubi lungo gli spigoli: 3-4 bastano

Impostazioni collaudate: PETG, ugello 0,4, strato 0,20 mm, 4 pareti, riempimento gyroid 20 %, 250 °C / piatto 75 °C. I 3MF nella cartella accanto sono già orientati con i supporti al posto giusto (per il 04b e la 06v affetta lo STL con le stesse impostazioni del 04 e della 06).

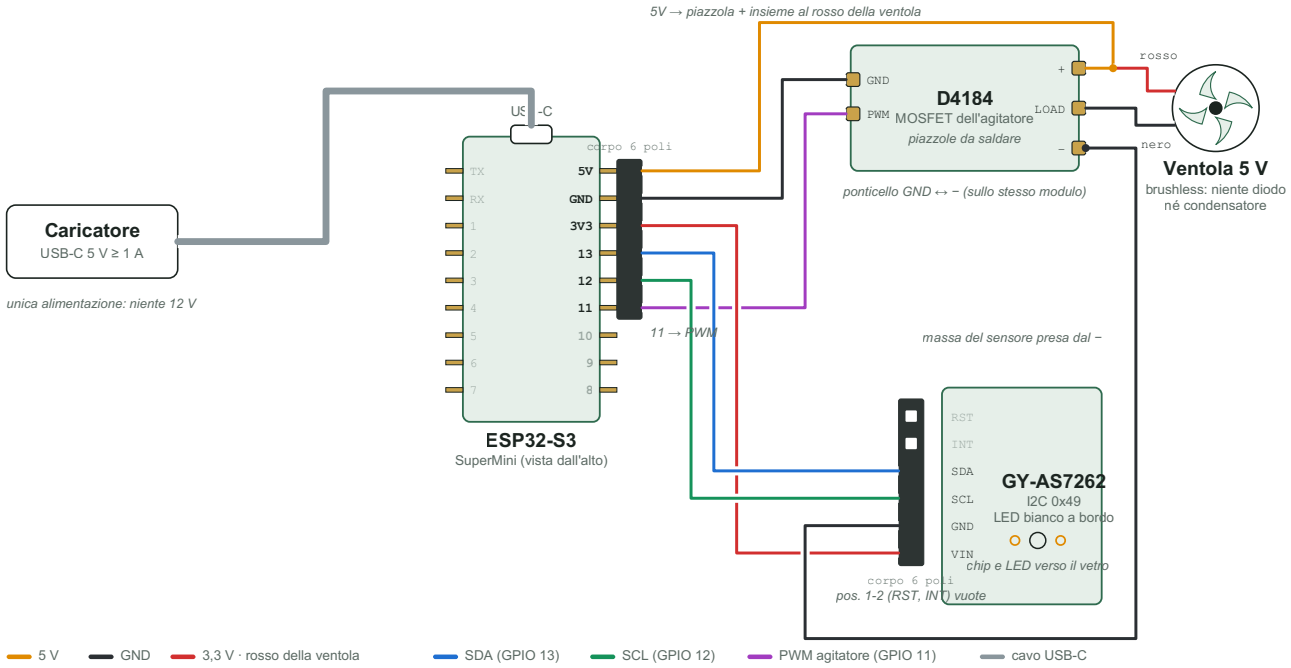
⚠️ **Il nero deve essere davvero opaco.** Il sensore misura la luce **riflessa** dal riflettore bianco attraverso il campione: se la culla è lucida o traslucidi, un po' di luce arriva al sensore senza attraversare il liquido e il viraggio si appiattisce. "Matte black" sulla bobina, non "black".

💡 **Prima di stampare il guscio** (6 ore), stampa il tappo 09 e prova che entri nel flaconcino e che il pescante Ø5 passi nel foro: se qualcosa non torna, lo scopri in 45 minuti invece che in 6 ore.

---

5. Cablaggio

Tutti i fili vanno su **due connettori dupont a più poli** crimpati, niente cavetti singoli: si staccano. L'unico posto dove si salda è il **modulo D4184**, che non ha morsetti.



Schema dei collegamenti: i colori dei fili sono gli stessi delle tabelle qui sotto. Sul sensore l'ordine dei pin è quello del GY-AS7262; con un'altra scheda vale la serigrafia.

5.1 Corpo da 6 poli, lato SuperMini

Sul **lato destro** della SuperMini, con la USB-C in alto, i sei pin `5V GND 3V3 13 12 11` sono **contigui**: un solo corpo da 6 li prende tutti, nell'ordine giusto per forza.

Pos.	Pin SuperMini	Va a
1	`5V`	D4184 piazzola `+`, insieme al filo **rosso** della ventola
2	`GND`	D4184 piazzola **`GND`** (lato segnale)
3	`3V3`	AS7262 alimentazione (`3-6V` / `VIN`)
4	`13`	AS7262 **`SDA`**
5	`12`	AS7262 **`SCL`**
6	`11`	D4184 piazzola **`PWM`**

Posizione 1 verso la presa USB-C.

5.2 Corpo da 5 poli, lato sensore

Al sensore arrivano **quattro fili**: alimentazione, massa, SDA e SCL. La massa **non** viene dalla SuperMini (sul lato destro ha un solo GND, già usato) ma dalla piazzola `–` del D4184.

Filo	Al sensore
`3V3` dal corpo da 6	`3-6V` / `VIN`
`13` dal corpo da 6	`SDA`
`12` dal corpo da 6	`SCL`
dalla piazzola `–` del D4184	`GND`
—	`INT` resta vuoto

⚠️ **L'ordine dei pin cambia da scheda a scheda.** Sul GY-AS7262 è `RST, INT, SDA/TX, SCL/RX, GND, VIN` (6 pin), sul Pimoroni era `3-6V, SDA, SCL, INT, GND`. **Leggi la serigrafia della tua scheda** prima di crimpare e scegli un corpo con tanti poli quanti pin ha il connettore, lasciando vuote le posizioni che non usi (`INT` , `RST` , `LED` ...).

5.3 Saldature sul D4184

Piazzola	Cosa ci va
`PWM`	filo del pin `11`
`GND` (lato segnale)	filo del `GND` della SuperMini **+ un ponticello verso `–`**
`+`	filo del `5V` **+** filo **rosso** della ventola
`LOAD`	filo **nero** della ventola
`–`	ponticello dal `GND` di segnale **+** filo della massa del sensore

> ⚠️ **Il ponticello `GND` ↔ `–` è obbligatorio.** Su molti di questi moduli le due masse sono già unite internamente, su altri no. Senza, il sintomo è subdolo: il sensore "non si trova" e l'agitatore resta muto, con tutto il resto apparentemente a posto. Mettilo sempre.

La ventola è brushless: **niente diodo né condensatore**, i due fili vanno dritti su `+` e `LOAD`. Se ha un terzo filo (giallo, tachimetro), tagliarlo o isolarlo.

5.4 Prova al banco prima di chiudere

Con i due corpi infilati e il firmware caricato (sez. 8), dalla pagina del titolatore nel portale usa **Manutenzione → Leggi sensore** e **Prova agitatore**. Se il sensore risponde e la ventola gira, puoi montare tutto nel guscio. Farlo dopo, a scatola chiusa, significa smontare.

---

6. Montaggio meccanico

Segui l'ordine: ogni passo presuppone il precedente.

6.1 Pulisci il guscio 04b. Togli supporti e bave, soprattutto nella sede della SuperMini (fra le due pareti, attorno agli appoggi e nel foro USB) e fra le due guide a L sul fondo dove scorre la slitta.

6.2 SuperMini nella sua sede. Retro della scheda verso la parete, chip e pin verso l'interno, presa USB-C nel foro della parete posteriore: entra con la scheda arretrata e il lato antenna sollevato. Poi la **barra 28** sui due bossi, dietro il bordo della scheda, con 2 **M3×6** serrate a mano. Prova il cavo: la spina deve entrare a fondo.

6.3 D4184 sul suo supporto. Il supporto è sopra la sede della SuperMini, in verticale: due **M2×6** nei fori del modulo. I fili verso la SuperMini scendono, quelli verso la ventola salgono.

6.4 Sensore e riflettore nella culla 06v. Il pettine del GY-AS7262 va saldato col corpo nero sul **retro** (il lato senza il chip). Cala la scheda nella tasca dall'alto, **senza forzare**: fori in basso, chip e LED **verso il vetro**, poggiata sul fondo della tasca. Due **M2×6** dal retro nei distanziali, senza stringere troppo, poi il **coperchietto 07g** sopra la tasca, con la linguetta davanti alla scheda, fissato con altre due **M2×6** dall'alto. Monta il

sensore prima di mettere la culla nel guscio, dopo il cacciavite non ci arriva. Il **riflettore 08** bianco nella tasca dall'altra parte, a contatto col vetro.

6.5 Ventola sotto la culla. Prima incolla i **due magneti 8 × 3 sul mozzo** della ventola, diametralmente opposti, a circa 10 mm l'uno dall'altro da centro a centro e con **poli opposti rivolti in su** (uno nord, uno sud: così l'ancoretta si allinea e li segue). Colla cianoacrilica, lascia asciugare. Poi appoggia la ventola sotto la culla con i magneti verso la provetta e i fili verso il retro, e fissala con **quattro M3×16** dal basso, attraverso i fori della cornice, nei fori pilota della culla. Serra solo fino ad appoggio: è PETG.

6.6 Controlla che giri. A mano, il mozzo con i magneti deve girare libero dentro l'incavo senza strisciare. Fili della ventola nel canale dietro la culla, lontano dalle pale.

6.7 Gruppo culla nel guscio. Dal fianco aperto, infila il gruppo sulle guide e fissalo con **due M3×10 orizzontali** nelle linguette vicino alla parete anteriore e posteriore. Le teste restano verso il fianco aperto, raggiungibili col cacciavite.

6.8 Provetta e tappo. Flaconcino nella culla con l'ancoretta dentro, **tappo 09** sopra con il foro dello **scarico verso il frontale**. I due perni 13 vanno nelle sedi del tappo.

6.9 Flacone del reagente. Svita il tappo originale del NYOS e metti il **tappo 31** con dentro uno spezzone di **tubetto rigido Ø5** lungo fino a **sfiorare il fondo** del flacone. Flacone sulla **slitta 29** (nel collare, finestra verso il fianco per vedere il livello), slitta nelle guide sul fondo del guscio, dal fianco aperto. Il tubo del reagente esce dal foro Ø5 nel **retro** del guscio, passando sotto l'agitatore.

6.10 Coperchio. Magneti e i due perni restanti nel **coperchio 05**, magneti nelle sedi del guscio: **controlla la polarità** prima di incollare (devono attrarsi, non respingersi). Chiudi premendo il bordo progressivamente; si apre dalla tacca posteriore.

📷 `PLACEHOLDER-22-CULLA-MONTATA`

> 🖼️ **Immagine da inserire qui:** foto del gruppo culla montato prima di infilarlo nel guscio, e una del guscio aperto con slitta e flacone in sede.

---

7. Tubi e posizionamento

Tre tubi PVC 4 × 2 collegano il titolatore ai tre canali della dosometrica. Dai loro un nome da subito, servirà in messa in servizio:

Ruolo	Da	Pompa	A	Note
Campione	sump	KFS "campione"	tappo 09, ingresso campione	l'estremità in sump va **sotto il pelo dell'acqua in una zona calma**, fissata con una ventosa; il tubo deve restare pieno fra una misura e l'altra. Più è **corto**, meno acqua consuma il risciacquo
Reagente	flacone NYOS (tappo 31)	KFS "reagente"	tappo 09, con il **puntale** in punta	**il più corto possibile**, soprattutto con la V1: la goccia che resta nel tubo è reagente che non vedi. Taglia la bocca del puntale a fettine finché il tubo 4 × 2 entra stretto per ~5 mm e prova con un fazzoletto che non goccioli
Scarico	tappo 09, **pescante rigido Ø5 fino al fondo** del flaconcino	KFS "scarico"	bottiglia di scarico o sump	il pescante deve toccare il fondo, altrimenti resta acqua in provetta e la misura successiva legge più alto

> 💡 **Scarico in sump o in bottiglia?** Ogni misura scarica ~8-10 ml di acqua con ~0,65 ml di reagente: in una vasca da 300 litri è una quantità trascurabile anche ogni giorno. La bottiglia resta la scelta pulita, e ti dice a colpo d'occhio quante misure sono state fatte. Se la usi, **svuotala**: il titolatore non sa quando è piena.
>
> ⚠️ **Verso delle pompe.** Il campione e il reagente devono **entrare** in provetta, lo scarico **uscire**. Sulla V1 il verso è quello del montaggio del tubo nella testa; sulla V2 lo imposti dalla pagina della dosometrica. Se sbagli, la prima misura ti aspira il reagente verso il flacone.

Il titolatore va **sopra il livello della sump** (altrimenti il sifone svuota la provetta attraverso lo scarico), **vicino alla dosometrica** (si parlano via radio: stessa stanza, non due piani) e con i tubi che corrono lungo gli spigoli nelle **clip 30/30b**, a scatto su qualunque spigolo del guscio.

---

8. Firmware e WiFi

È il flusso di tutti i device JoyReef (guida 03b), con una differenza: la SuperMini ha la USB "nativa" e la **prima volta** va messa in modalità download a mano.

1. **Tieni premuto il tasto** `BOOT` della SuperMini e, tenendolo premuto, collega il cavo USB-C al PC. Rilascia.
2. Apri **portal.joy-reef.com/usb-flash** in Chrome o Edge, scegli **Titolatore KH** e premi **Install**. La porta si chiama di solito "USB JTAG/serial debug unit".
3. A fine flash premi `RST`: compare la rete WiFi `JoyReef-XXXXXX`. Collegati, inserisci la tua WiFi e **email e password del portale**.

4. Dopo un minuto il titolatore compare in **Dispositivi** come **Titolatore KH** (`titrator-XXXXXX`). **Assegnalo alla stessa vasca della dosometrica**: senza vasca, o con una vasca diversa, l'abbinamento viene rifiutato.

> 💡 **Per rifare il setup WiFi** (cambio rete o password del portale): tieni premuto `BOOT` per qualche secondo con il titolatore acceso e riappare la rete `JoyReef-XXXXXX` . Lo stesso vale per il **cambio password dell'account**: il titolatore, come doser e controller, usa quelle credenziali per parlare col portale.

Gli aggiornamenti successivi arrivano **via OTA** dalla pagina del device (guida 17), senza cavo.

---

9. Prepara la dosometrica

Prima di toccare il titolatore, dalla **pagina della dosometrica** (guida 11):

1. **Aggiorna il firmware** se il portale lo propone.
2. **Calibra la portata (ml/min)** dei tre canali che userai, esattamente come per il Balling: il titolatore riceve le portate dalla dosometrica al momento dell'abbinamento e **non le può misurare da solo**. Una portata a zero blocca la messa in servizio con "Completa la messa in servizio" senza altra spiegazione.
3. Sulla **V2**, imposta il **verso** del canale di scarico (inverso) e lascia la velocità al 100 %.
4. Se su quei canali ci sono **programmi di dose**, non serve cancellarli: restano salvati e si **sospendono** finché il titolatore li usa.

> ⚠️ **Portata e verso si impostano solo dalla dosometrica.** Nella pagina del titolatore c'è una tabella che confronta le portate che la dosometrica ha salvato con quelle che il titolatore ha in memoria, e un pulsante **Ricarica portate** se non coincidono. Ma la calibrazione vera si fa di là.

---

10. Messa in servizio sul portale

Da **Dispositivi → Titolatore KH → Apri titolatore**. La pagina ha in alto lo stato e il pulsante **Misura ora** (spento finché non hai finito), poi la sezione **Messa in servizio** con quattro passi in ordine. Ogni passo mostra il valore **salvato sul titolatore**, non sul portale: se dice "Nessun valore salvato" è davvero vuoto.



🖼️ **Immagine da inserire qui:** screenshot della pagina del titolatore con i 4 passi, il primo fatto e gli altri da fare.

Passo 1 — Abbinamento

Scegli la **dosometrica** (compaiono solo quelle online della stessa vasca) e assegna i tre canali a **Reagente**, **Campione** e **Scarico**. **Indicatore** resta "Nessuno": il NYOS è a reagente unico. Premi **Abbina**: il portale manda i ruoli alla dosometrica e l'abbinamento al titolatore, e aspetta la conferma di entrambi.

A conferma avvenuta compare la tabella ruolo → canale → portata. La riga "Dosometrica raggiunta via radio" dice che i due si sono trovati.

Passo 2 — Tubo del campione

Serve a sapere quanto ci mette l'acqua ad arrivare in provetta, per il risciacquo. **Svuota il tubo del campione** (scollegalo un attimo dalla pompa e lascia scendere l'acqua, poi ricollegalo), premi **Avvia** e, quando vedi la **prima goccia** cadere nel flaconcino, premi **Prima goccia**. Il tempo si salva sul titolatore.

Passo 3 — Impulso del reagente

È il passo che decide la precisione. Prima **adesca il reagente**: in **Manutenzione** → **Adesca**, scegli il ruolo reagente e fai girare la pompa finché il reagente arriva al puntale **senza bolle**: il tubo deve essere pieno di reagente, non di aria o acqua.

Poi: **bicchierino tarato sulla bilancia** sotto il puntale (sfila il tappo 09 e tienilo sopra il bicchierino), **100 impulsi** da **100 ms** (con la V2 lascia la retromarcia proposta), premi **Avvia**. Quando finisce, scrivi i **grammi pesati** e premi **Salva**: il titolatore ricava i **µl per impulso** (tipicamente 15-35 µl).

💡 **Ripetilo due volte** la prima volta. Se le due pesate differiscono più del 3 %, c'è aria nel tubo o la goccia resta appesa al puntale: adesca di nuovo, accorcia il tubo, pulisci il puntale.

Passo 4 — Fattore k

Il k converte i ml di reagente in dKH. Hai due strade:

- **Usa il k del kit**: il pulsante **NYOS Alkalinity Reefer (ALK-1), k 72** mette il valore nominale del foglietto (1 ml = 14,4 dKH su 5 ml). È quello giusto se il resto è a posto, e **ti dice subito se non lo è**: se poi il test a mano ti dà un k molto diverso, c'è acqua residua in provetta o una pompa fuori calibrazione, non un reagente "diverso".
- **Dal test a mano**: fai una misura col titolatore (sez. 11), fai **subito** un test NYOS a mano **sulla stessa acqua**, scrivi i dKH letti e premi **Salva**: il k viene ricavato dall'ultima misura riuscita.

Quando i quattro passi sono verdi, **Misura ora** si accende.

Manutenzione, i tre pulsanti che userai sempre

- **Adesca** — fa girare una pompa per N secondi, senza misurare: a ogni cambio di flacone e ogni volta che vedi aria nel tubo del reagente.
- **Prova agitatore** — la ventola per N secondi all'**Agitatore (%)** impostato. Guarda l'ancoretta: deve girare rotonda, senza saltare. Di fabbrica è al 50 %; sotto il 40 % non parte.
- **Leggi sensore** — una lettura dei 6 canali di colore. Se risponde "Sensore colore non trovato", torna alla sez. 5.3 (il ponticello).

---

11. La prima misura e gli orari

Premi **Misura ora**. Nei 5-8 minuti seguenti la pagina mostra la **fase** (Scarico, Risciacquo, Campione, Titolazione) e, durante la titolazione, la **curva**: ml di reagente in ascissa, rapporto rosso/blu in ordinata. Un viraggio buono è un **gradino netto**: piatto, poi un salto, poi di nuovo piatto.

📷 PLACEHOLDER-22-MISURA-LIVE

🖼️ **Immagine da inserire qui:** screenshot della misura dal vivo con una curva a gradino netto.

A fine misura il risultato va nello **storico** in fondo alla pagina (con la curva riapribile), nell'**ultimo KH** in alto, nella **dashboard** della vasca e in **Sensori → KH**.

Verifica. Per le prime 3-5 misure fai in parallelo un test NYOS a mano: devono stare **entro ±0,3 dKH**. Se sono sistematicamente diverse, vedi sez. 13.

Orari. In **Impostazioni → Orari delle misure** aggiungi uno o più orari e scegli i **giorni** della settimana. Gli orari vivono **sul titolatore**: continuano anche se il portale è giù. L'ora la prende da internet con il fuso del portale, quindi controlla di avere il **fuso orario** giusto sul device. Se all'ora stabilita è occupato, non abbinato o non calibrato, la misura viene **saltata** e il motivo compare in alto nella pagina.

💡 **Quante misure al giorno?** Una, di notte, basta per seguire il consumo dei coralli; tre o quattro servono solo se stai cambiando le dosi e vuoi vedere l'effetto in giornata. Ogni misura consuma ~0,65 ml di reagente e ~8-10 ml di acqua.

Le altre impostazioni lasciale al valore di fabbrica: **Campione 4 ml** (se lo cambi, il k va rifatto e il portale te lo ricorda), **Reagente massimo 1,5 ml** (è il tetto oltre il quale la misura si ferma con "Nessun viraggio": a k 72 vale 27 dKH, non lo raggiungi), **Agitatore 50 %**. Le voci sotto **Avanzate** riguardano il riconoscimento del viraggio: non toccarle finché le curve sono a gradino.

---

12. Manutenzione periodica

Quando	Cosa
ogni ~2 mesi (a una misura al giorno)	**Cambio flacone**: togli il coperchio, sfila la slitta dal fianco, svita il tappo 31 e mettilo sul flacone nuovo. Poi **Adesca** il reagente per tutto il tubo e rifai il **passo 3** (pesata): un lotto nuovo può avere gocce diverse. Il k resta 72
ogni mese	un test a mano di controllo accanto a una misura del titolatore
ogni 2-3 mesi	flaconcino fuori, lavaggio con acqua RO e, se c'è calcare, un po' di aceto; controlla che il puntale non sia incrostato e che l'ancoretta non sia scheggiata
quando vedi aria nel tubo del reagente	**Adesca**, poi ripeti la pesata se la misura successiva è strana
bottiglia di scarico	svuotala prima che sia piena: 500 ml ≈ 50 misure

Risciacquo in Manutenzione svuota e risciacqua la provetta come a inizio misura, senza reagente: utile prima di un periodo di fermo o dopo aver maneggiato il flaconcino.

---

13. Se qualcosa non va

"Sensore colore non trovato" / **Leggi sensore dà errore.** Nove volte su dieci manca il **ponticello** `GND` ↔ `−` sul D4184 (sez. 5.3) o c'è un filo invertito fra `SDA` e `SCL`. Controlla la serigrafia del sensore: l'ordine dei pin non è quello del corpo che hai copiato da un'altra scheda. Dopo il fix, **Leggi sensore** lo ritrova senza riavviare.

L'agitatore non gira, o l'ancoretta salta. Non gira: alza **Agitatore (%)** a 50-60 e riprova; controlla rosso su `+` e nero su `LOAD`. Salta: i magneti sul mozzo sono troppo vicini o troppo lontani rispetto ai 10 mm dell'ancoretta, oppure hanno lo stesso polo in su. Se la scheda si **riavvia** quando parte l'agitatore, hai montato un motorino a spazzole: serve la ventola.

"Dosometrica non trovata via radio". Dosometrica spenta, troppo lontana, o con firmware vecchio. Avvicinale per la prova; se funziona vicino e non a posto, è la distanza (muri e metallo contano). "Dosometrica raggiunta all'ultimo lavoro" nella tabella è l'esito dell'ultima misura, non un controllo in tempo reale.

"Completa la messa in servizio" anche con i quattro passi fatti. Guarda la tabella del passo 1: una **portata a zero o in rosso** sul lato titolatore. Calibra quel canale dalla dosometrica e premi **Ricarica portate**. Oppure il sensore è in errore (lo stato in alto dice "Errore"): vedi sopra.

"Nessun viraggio". La misura ha raggiunto il reagente massimo senza vedere il salto. Nell'ordine: il tubo del reagente era pieno d'**acqua o aria** (adesca e ripeti), il **puntale** non pesca nella provetta (controlla il tappo), il reagente è **esaurito** o la pompa gira **al contrario**. Guarda la curva nello storico: se è piatta a zero, non è arrivato reagente; se sale piano senza gradino, è reagente diluito.

Il k dal test a mano viene molto diverso da 72 (es. 45-50). Il titolatore consuma più reagente del dovuto: quasi sempre è **acqua residua** in provetta dopo lo scarico (pescante che non tocca il fondo, scarico troppo corto) o reagente **diluito nel tubo** (prima misura dopo un cambio flacone senza adescare). Non "aggiustare" il k: risolvi la causa, rifai la misura e vedrai il k tornare vicino a 72.

Il KH viene sempre un po' più alto del test a mano, e cresce misura dopo misura. Residuo della misura precedente. Alza **Risciacquo (ml)** da 2 a 4 e controlla il pescante dello scarico.

La misura programmata non parte. In alto c'è scritto il motivo: "occupato", "nessuna dosometrica abbinata", "calibrazione incompleta" o "ora non disponibile". L'ultimo vuol dire che il titolatore non ha preso l'ora da internet: controlla la WiFi e il fuso orario del device.

Il reagente gocciola dal puntale fra una misura e l'altra. Con la V1 (senza retromarcia) è il caso tipico se il tubo è lungo o il flacone sta più in alto del puntale: accorcia il tubo e tieni il flacone **sotto** il livello della provetta (nella slitta lo è). Con la V2 aumenta la **retromarcia** di 10 ms al passo 3 e ripesa.

Dopo un cambio di password del portale il titolatore è offline. Normale: usa email e password dell'account per collegarsi. Rifai il setup WiFi (sez. 8) con la password nuova.

Dove andare adesso

- Guida 11 — Pompe dosometriche: la calibrazione delle portate che il titolatore eredita.
- Guida 14 — Eventi: ogni misura finisce nel diario della vasca.
- Guida 15 — Notifiche: farti avvisare se il KH esce dall'intervallo.
- Guida 17 — Aggiornamenti OTA: il firmware del titolatore si aggiorna dal portale, come gli altri.