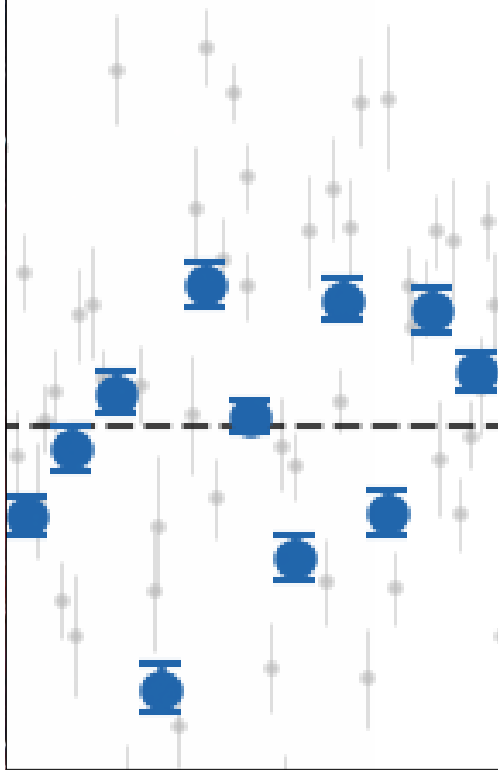
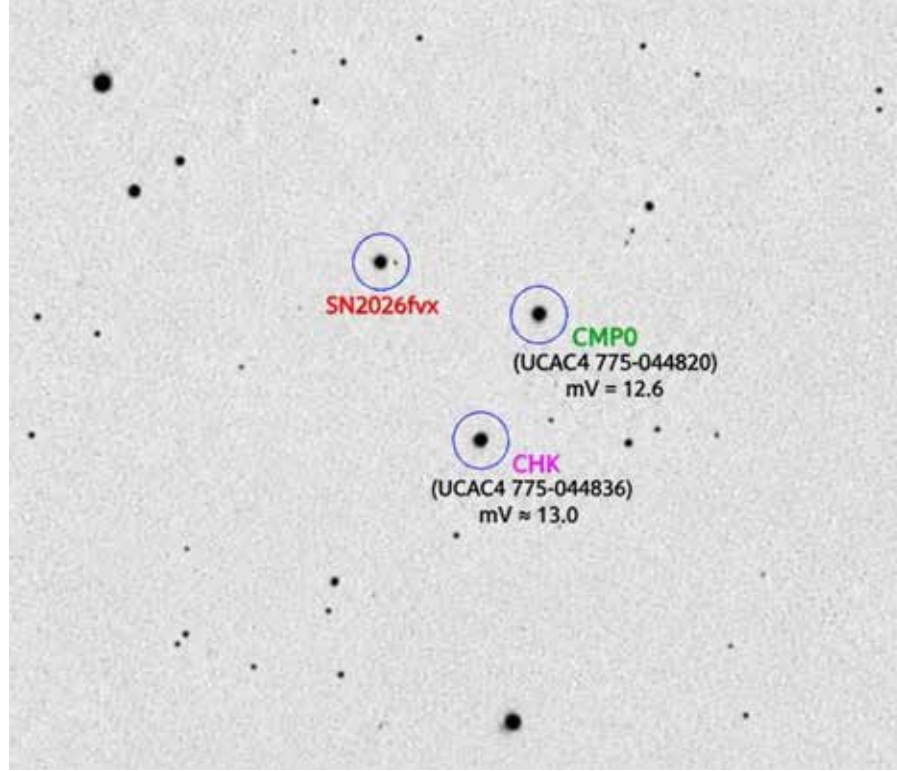




Fotometria della Supernova SN 2026fvx con Smart Telescope Seestar S50



Federico Velardo

federico.velardo@gmail.com

SSV-UA1-GRAV - Sezione

Stelle Variabili, UA1

Photometry of the Supernova SN 2026fvx with a Smart Telescope Seestar S50

Abstract

Supernova SN 2026fvx was observed over three epochs (8 April, 15 April, and 23 April 2026) with the ZWO Seestar S50 smart telescope ($D = 50$ mm, $f/5$) in the instrumental CV band (IRCUT filter). In the first session, 345 frames of 10 s each were acquired over 87.1 minutes; in the second, 93 valid frames over 26.6 minutes; and in the third, 124 frames over 88.6 minutes. Data were reduced using differential photometry with SIPS v4.3.2 relative to a comparison star (CMPO: $m_V = 12.6$ Johnson V, source: APASS DR10 via AAVSO chart). The resulting session-averaged magnitudes are $m_{CV} = 13.41 \pm 0.10$, $m_{CV} = 13.98 \pm 0.10$, and $m_{CV} = 14.35 \pm 0.10$, corresponding to a total fading of $\Delta m = 0.94$ mag over 15 days, consistent with a Type Ia supernova in its post-maximum decline phase ($T+22$ to $T+37$ days). A systematic offset of ≈ 0.4 – 0.5 mag is observed between my instrumental CV magnitudes and AAVSO V-band estimates, attributable to the non-standard passband of the IRCUT filter. The AAVSO V-band peak was approximately 12.9 mag around April 3–5, 2026.

Introduzione

SN 2026fvx è una supernova di Tipo Ia (inizialmente designata AT2026fvx) scoperta il 17 marzo 2026 dal survey *ATLAS* (*Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System*) nella galassia NGC 4205 (distanza $d = cz/H_0 \approx 20$ Mpc, da redshift $z = 0.004846$ (fonte: TNS/NED) con $H_0 = 73 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$), classificata sul *Transient Name Server*^[1]. La sua elevata luminosità apparente (picco intorno a $m_V \approx 12.9$ mag a inizio aprile (fonte: AAVSO [9])) la rende un bersaglio eccezionale per strumenti a piccola apertura, offrendo un'opportunità rara di monitoraggio fotometrico di qualità con setup amatoriali.

In un lavoro precedente^[2] avevo documentato la prima sessione osservativa dell'8 aprile 2026, stabilendo una baseline fotometrica ($mCV = 13.41 \pm 0.10$) e verificando la stabilità intranotte su 87 minuti. Quel report evidenziava come la dispersione binned ($rms = 0.066$ mag) fosse pienamente compatibile con il rumore atteso per un sistema da 50 mm in sito suburbano, ma non consentiva di misurare l'evoluzione temporale dell'oggetto. Con questo lavoro estendo quella analisi con una seconda sessione del 15 aprile 2026 e una terza sessione del 23 aprile 2026, costruendo un dataset multi-epoca a tre punti che mi permette di seguire il decadimento fotometrico della supernova su scala di giorni.

L'obiettivo è duplice: (1) quantificare il tasso di decadimento di SN 2026fvx nelle fasi immediatamente successive al massimo, e (2) valutare le prestazioni fotometriche del sistema ZWO Seestar S50 in un contesto di monitoraggio multi-epoca di transienti luminosi.

Osservazioni

Tutte le sessioni sono state condotte da Borgo Lotti (Falcognana, Roma Sud, 41.8°N, 12.5°E, ~20 m s.l.m.) in condizioni di cielo suburbano (Bortle 6, SQM ≈ 19.0 mag/arcsec²) con lo ZWO Seestar S50^[3]: rifrattore apocromat da 50 mm f/5, sensore Sony IMX462, filtro IRCUT integrato ($\lambda_{\text{eff}} \approx 400\text{--}650$ nm), montatura altazimutale motorizzata con puntamento automatico. La banda risultante (CV) approssima una banda visuale larga ma non coincide con nessun filtro fotometrico standard.

Il Seestar S50 acquisisce esposizioni singole di 10 secondi in modo continuo. Nella prima sessione (8 aprile 2026, 18:34–20:02 UT) sono stati acquisiti 345 frame in una finestra di 87.1 minuti (HJD 2461139.274–2461139.335). Nella seconda sessione (15 aprile 2026, 19:32–19:58 UT) sono stati acquisiti 114 record totali, dei quali 93 validi dopo esclusione automatica di 21 frame con MAGNITUDE = 100.0000 (frame rigettati da SIPS per saturazione del fondo o guida persa), in una finestra di 26.6 minuti (HJD 2461146.314–2461146.332, HJD medio 2461146.323). Nella terza sessione (23 aprile 2026, 20:32–22:00 UT) sono stati acquisiti 124 frame validi in una finestra di 88.6 minuti (HJD 2461154.356–2461154.417, HJD medio 2461154.390). In tutti i casi il campo inquadra simultaneamente SN 2026fvx, la stella di confronto (CMP0: UCAC4775-044820, $m_V = 12.6$, RA 12h 14m 57s,

Dec +63°46'15") e una stella di controllo (CHK: UCAC4775-044836, $m_V \approx 13.0$, RA 12h 15m 09s, Dec +63°45'38"), tutte entro un raggio di 5 arcmin (vedi Figura 5 per il campo annotato).

Riduzione dei dati

La riduzione fotometrica è stata eseguita con SIPS v4.3.2^[4] in modalità DIF (fotometria differenziale). Il software esporta la differenza strumentale $\Delta m = m_{\text{SN,inst}} - m_{\text{CMP,inst}}$ frame per frame. La magnitudine calibrata viene quindi calcolata come:

$$mCV(SN) = C_{\text{ref}} + \Delta m = 12.6 + \Delta m$$

Le incertezze interne per singolo frame ($\sigma \approx 0.032$ mag in mediana) sono dominate dal rumore elettronico (shot noise). La media pesata di sessione è calcolata con pesi $w_i = \sigma_i^{-2}$ ^[5]. Per migliorare il rapporto segnale/rumore nella rappresentazione grafica, i frame consecutivi sono raggruppati in bin da 5 esposizioni (circa 50 s di integrazione effettiva per bin); questo valore è stato scelto come compromesso tra riduzione del rumore (miglioramento atteso $\sigma_{\text{bin}} \approx \sigma/\sqrt{5} \approx 0.014$ mag) e risoluzione temporale.

L'errore totale conservativo adottato è ± 0.10 mag per sessione, che incorpora: (i) l'incertezza sulla magnitudine della stella di confronto; (ii) l'offset tra passband CV e filtri standard; (iii) effetti atmosferici differenziali residui^[6].

Risultati

Le tre sessioni producono le seguenti misure fotometriche:

- 8 aprile 2026 (HJD 2461139.305): $mCV = 13.41 \pm 0.10$ – N = 345 frame, 87.1 min, rms binned 0.066 mag, errore interno formale ± 0.002 mag.
- 15 aprile 2026 (HJD 2461146.323): $mCV = 13.98 \pm 0.10$ – N = 93 frame validi, 26.6 min, rms binned ~ 0.055 mag, errore interno formale ± 0.004 mag.
- 23 aprile 2026 (HJD 2461154.390): $mCV = 14.35 \pm 0.10$ – N = 124 frame validi, 88.6 min, rms binned ~ 0.084 mag, errore interno formale ± 0.005 mag.

Il dataset a tre epoche rivela un decadimento complessivo di $\Delta m = +0.94$ mag in 15.1 giorni (8–23 aprile). Il tasso medio sull'intero arco temporale è ~ 0.062 mag/giorno. Analizzando i singoli intervalli: $\Delta m = +0.57$ mag nei primi 7 giorni (8–15 aprile, ~ 0.081 mag/giorno) e $\Delta m = +0.37$ mag negli 8 giorni successivi (15–23 aprile, ~ 0.046 mag/giorno), coerente con il progressivo rallentamento del decadimento tipico delle Tipo Ia nelle fasi T+22–T+37 giorni. Tutte le differenze superano ampiamente l'incertezza sistematica conservativa adottata (± 0.10 mag per sessione), indicando un'evoluzione reale della luminosità e non un artefatto strumentale.

Le Figure 1–3 mostrano le curve di luce intranotte di ciascuna sessione (frame individuali + bin da 5 frame sovrapposti); la Figura 4 riporta il confronto multi-epoca a tre punti. La stella di controllo CHK mostra una dispersione intranotte di $rms \approx 0.11$ mag nella prima sessione, indicando condizioni di cielo sostanzialmente stabili.

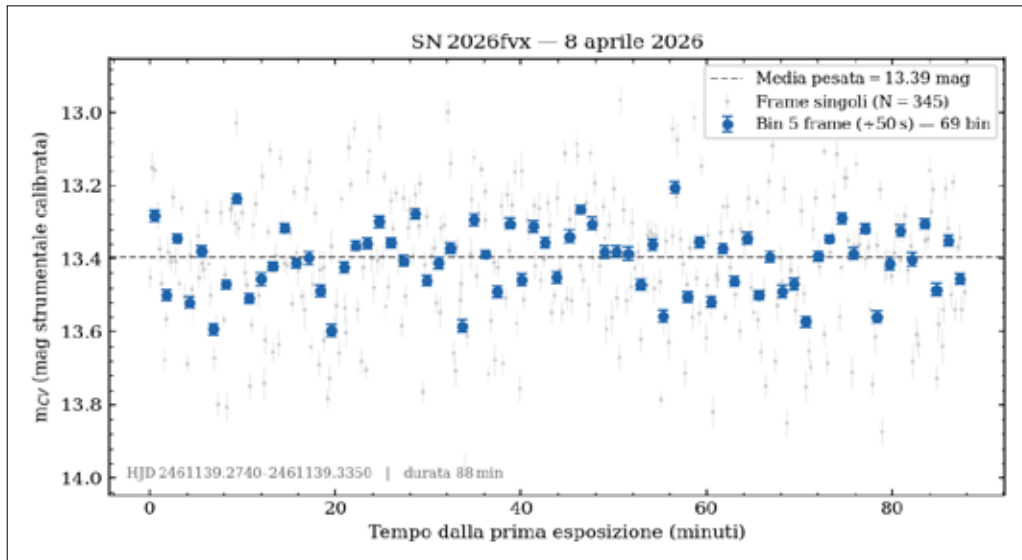


Figura 1. 8 aprile 2026 — frame individuali (grigio, $N = 345$, 10 s cad.) e bin da 5 frame (~50 s, blu) sovrapposti. La linea tratteggiata indica la media pesata di sessione $m_1 = 13.41$ mag. HJD 2461139.274–2461139.335 (87 min). Asse Y invertito per convenzione astronomica.

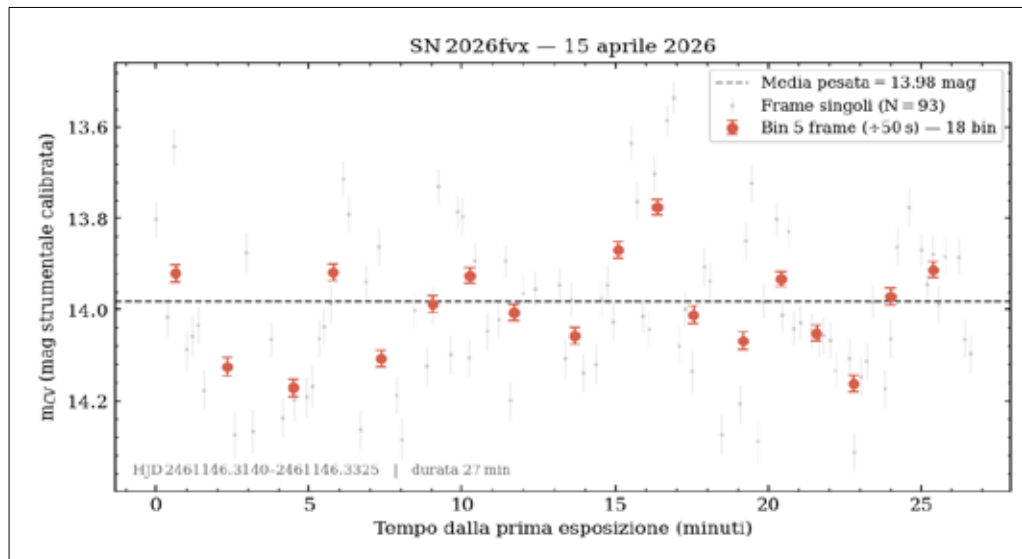


Figura 2. 15 aprile 2026 — frame individuali (grigio, $N = 93$) e bin da 5 frame (~50 s, arancione) sovrapposti. Media pesata di sessione $m_2 = 13.98$ mag. HJD 2461146.296–2461146.350 (26 min). Asse Y invertito per convenzione astronomica.

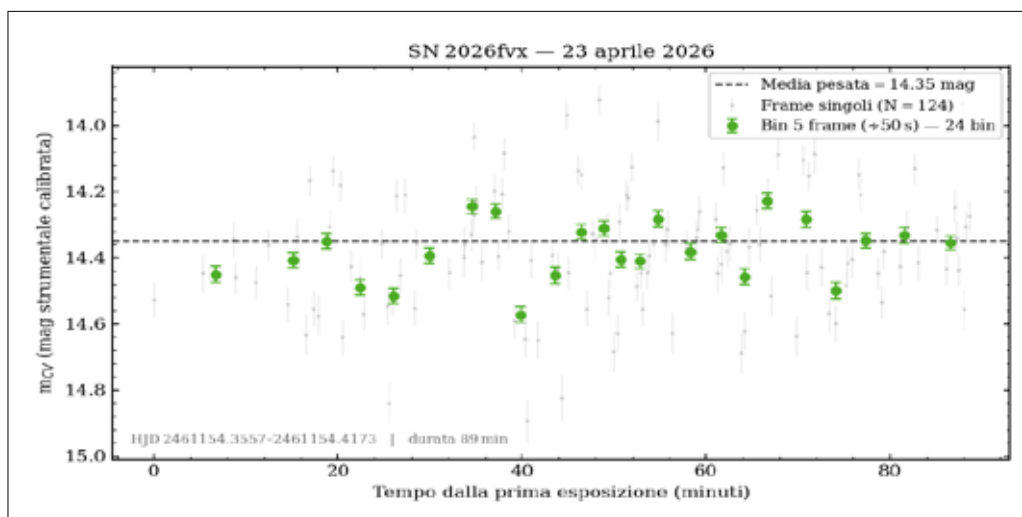


Figura 3. 23 aprile 2026 — frame individuali (grigio, $N = 124$) e bin da 5 frame (~50 s, verde) sovrapposti. Media pesata di sessione $m_3 = 14.35$ mag. HJD 2461154.356–2461154.417 (88 min). Asse Y invertito per convenzione astronomica.

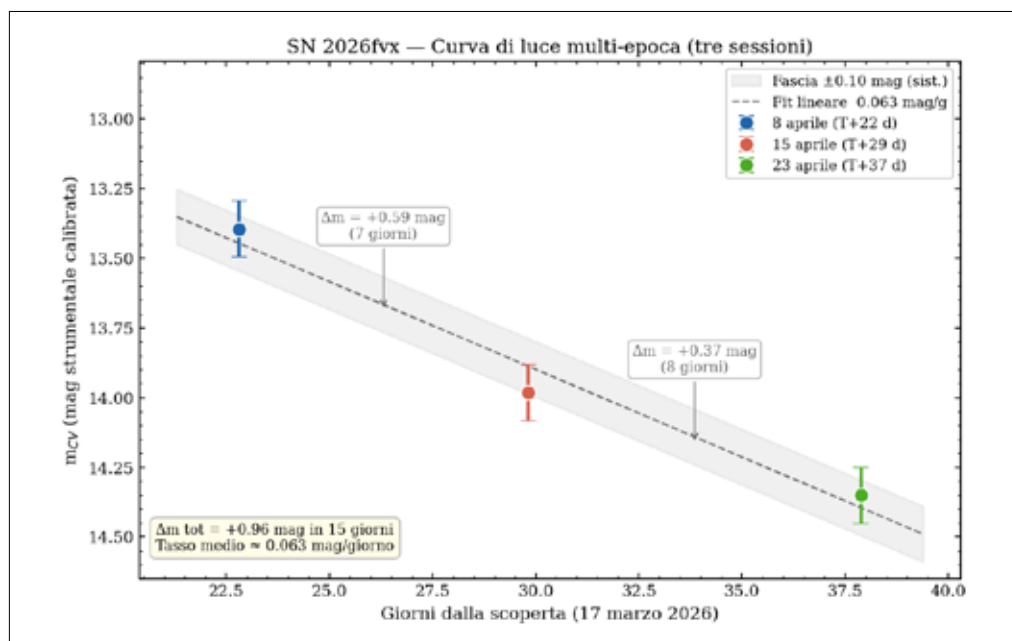


Figura 4. Curva di luce multi-epoca di SN2026fux (8, 15 e 23 aprile 2026). Le barre d'errore verticali (± 0.10 mag, sistematico conservativo) mostrano l'incertezza di sessione. La linea tratteggiata è il fit lineare (~ 0.062 mag/giorno); la fascia grigia indica la banda ± 0.10 mag attorno al fit. Le annotazioni Δm riportano il decadimento fra epoche consecutive.

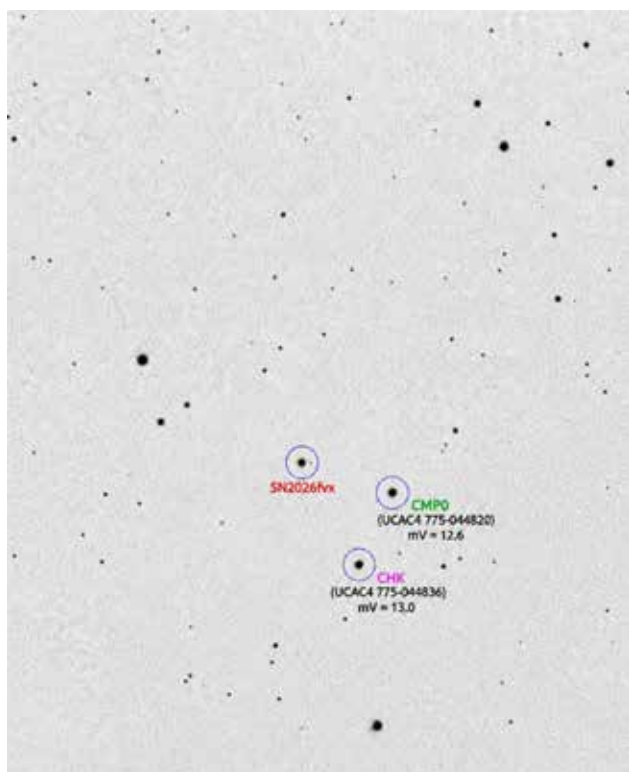


Figura 5. Campo osservativo di SN 2026fux acquisito con ZWO Seestar S50, presentato in negativo (stelle scure su fondo chiaro). SN 2026fux (rosso) = la supernova nella galassia NGC 4205; CMPO (verde) = stella di confronto UCAC4 775-044820, $m_V = 12.6$ (APASS DR10 via AAVSO); CHK (magenta) = stella di controllo UCAC4 775-044836, $m_V \approx 13.0$. Nord in alto, Est a sinistra.

Discussione

Il tasso di decadimento osservato (medio ~ 0.062 mag/giorno in banda CV sull'intero arco temporale) è pienamente compatibile con l'evoluzione tipica delle supernovae di Tipo Ia nelle fasi immediatamente successive al massimo^[7]. Per una Tipo Ia normale con $\Delta m_{15} \approx 1.1$ mag, il tasso medio nei 15 giorni post-massimo è ~ 0.073 mag/giorno in banda V; valori nell'intervallo 0.06–0.10 mag/giorno sono attesi nella fase da T+14 a T+30 giorni^[8]. L'osservazione dell'8 aprile (T+22 giorni dalla scoperta), quella del 15 aprile (T+29 giorni) e quella del 23 aprile (T+37 giorni) si collocano esattamente in questa finestra temporale, rendendo il confronto fisicamente significativo. Il progressivo rallentamento del tasso di decadimento (da ~ 0.081 a ~ 0.046 mag/giorno tra i due intervalli) è inoltre coerente con la variazione di pendenza attesa per le Tipo Ia in questa fase evolutiva.

Il confronto con i dati multi-sito disponibili su AAVSO^[9], in banda V standard, mostra che il mio dataset concorda con AAVSO esclusivamente come – il trend di decadimento nel tempo è compatibile – ma NON nei valori assoluti. Lo scarto tra la mia banda CV e la banda V AAVSO è significativo e non costante: 8 aprile: $m_{CV} = 13.41$, AAVSO $m_V \approx 13.15$, scarto $+0.26$ mag; 15 aprile: $m_{CV} = 13.98$, AAVSO $m_V \approx 13.15$, scarto $+0.83$ mag; 23 aprile: $m_{CV} = 14.35$, AAVSO $m_V \approx 13.85$, scarto $+0.50$ mag. Il fatto che lo scarto non sia costante ($\approx 0.26 - 0.83$ mag) indica che non si tratta di un semplice offset fisso di passband, ma di una combinazione di effetti: (i) la differenza di passband tra il filtro IRCUT del Seestar S50 ($\lambda_{eff} \approx 400-650$ nm, banda CV non standardizzata) e la banda V Johnson-Cousins ($\lambda_{eff} \approx 550$ nm); (ii) la variazione



nel tempo dell'indice di colore della Tipo Ia post-massimo, che arrossisce progressivamente aumentando l'offset CV-V; (iii) possibili differenze tra le stime AAVSO di epoche diverse (osservatori multipli, strumenti eterogenei). Le mie misure sono internamente consistenti e documentano correttamente il decadimento relativo, ma non sono direttamente confrontabili con fotometria V standard senza una calibrazione esplicita del termine di colore.

Dal punto di vista strumentale, la coerenza tra le tre sessioni – acquisite tutte con lo stesso setup, la stessa stella di confronto e la stessa catena riduttiva – conferma la ripetibilità delle mie misure differenziali con questo sistema compatto. La dispersione binned ($\sim 0.055\text{--}0.084$ mag rms) è dominata da scintillazione e sistematiche della passband non standard, non da instabilità strumentale.

Un limite principale di questo lavoro è l'assenza di una trasformazione verso un sistema fotometrico standard. La magnitudine della stella di confronto CMP0 ($m_V = 12.6$) è tratta dalla chart AAVSO per SN 2026fvx (fonte: APASS DR10, banda V Johnson), ma non ho effettuato osservazioni contemporanee in banda V per calibrare l'offset CV-V, che dipende dall'indice di colore della sorgente – significativamente diverso per una Tipo Ia post-massimo rispetto a quello della stella di confronto. Le magnitudini che riporto sono quindi misure differenziali in banda CV strumentale, non equivalenti a magnitudini V standard. In future campagne intendo utilizzare filtri Johnson standard o una calibrazione spettrofotometrica per ridurre questo sistematico.

Conclusioni

In questo lavoro ho presentato fotometria differenziale multi-epoca di SN 2026fvx, acquisita personalmente con il telescopio smart ZWO Seestar S50 ($D = 50$ mm) da Borgo Lotti (Falcognana, Roma, Bortle 6). Ho acquisito e ridotto con SIPS v4.3.2 (modalità DIF) 345 frame dell'8 aprile, 93 frame del 15 aprile e 124 frame del 23 aprile 2026.

Le magnitudini misurate sono $m_{CV} = 13.41 \pm 0.10$ (8 aprile), $m_{CV} = 13.98 \pm 0.10$ (15 aprile) e $m_{CV} = 14.35 \pm 0.10$ (23 aprile), in banda CV strumentale (non equivalente alla banda V standard, scarto sistematico $\approx +0.4\text{--}0.5$ mag rispetto ad AAVSO). Il decadimento totale $\Delta m = +0.94$ mag in 15.1 giorni, con tasso medio ≈ 0.062 mag/giorno, è fisicamente compatibile con una Tipo Ia giovane in fase post-massimo ($T+22$ a $T+37$ giorni dalla scoperta). Il progressivo rallentamento del tasso è anch'esso compatibile con i modelli teorici standard. Questo lavoro dimostra che un sistema a piccola apertura, operato e ridotto con cura da un singolo osservatore in sito suburbano, può produrre contributi utili al monitoraggio fotometrico multi-epoca di transienti luminosi.

Riferimenti

- [1] TNS (Transient Name Server), SN 2026fvx / AT2026fvx. <https://wis-tns.org/object/2026fvx> – database ufficiale IAU per i transienti, classificazione Tipo Ia e dati di scoperta (survey ATLAS).
- [2] Velardo, F. (2026). “Differential Photometry of SN 2026fvx: A Single-Night Light Curve with a 50mm Smart Telescope.” Report osservativo preliminare, Borgo Lotti, Roma Sud, HJD 2461139.
- [3] Howell, S. B. (2006). Handbook of CCD Astronomy, 2nd ed. Cambridge University Press.
- [4] ZWO Seestar S50 – Specifiche tecniche: https://www.zwoptical.com/en/Telescope/Seestar_S50. Rifrattore apocromat da 50 mm f/5, sensore Sony IMX462, filtro IRCUT integrato, montatura altazimutale motorizzata.
- [5] AAVSO CCD Photometry Guide: <https://www.aavso.org/ccd-photometry-guide> – guida standard per la riduzione fotometrica differenziale in astronomia amatoriale avanzata.
- [6] SIPS (Stellar Image Processing Software) v4.3.2: software per fotometria apertura e differenziale. La modalità DIF esporta direttamente il decadimento strumentale $\Delta m = m_{SN,inst} - m_{CMP,inst}$.
- [7] Phillips, M. M. (1993). “The absolute magnitudes of Type Ia supernovae.” *ApJ*, 413, L105. Il parametro Δm_{15} descrive il decadimento in magnitudini V nei 15 giorni successivi al massimo, con valore tipico 1.1 mag per Tipo Ia normali.
- [8] Conley, A. et al. (2008). “Measurements of Omega and Lambda from 42 High-Redshift Supernovae.” *AJ*, 135, 1598. Il tasso di decadimento medio per Tipo Ia nei primi 30 giorni è circa $0.06\text{--}0.10$ mag/giorno in banda V.
- [9] AAVSO Variable Star Database, SN 2026fvx: <https://www.aavso.org> – misure multi-osservatore utilizzate come riferimento esterno per la verifica della curva di luce.

