

Trasformazione al sistema standard della fotometria di Supernovae

Ulisse Munari

INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica,
Osservatorio Astronomico di Padova, sede di Asiago

Riassunto. *ANS Collaboration si é affacciata alla fotometria di supernovae cogliendo l'occasione degli oggetti brillanti recentemente apparsi in M101, M95 ed NGC 4424. L'esperimento é stato positivo e le curve di luce raccolte di buona qualità e densamente popolate. La disponibilità di dati ANS ottenuti con telescopi e set di filtri molto diversi tra loro permette di sviluppare alcune considerazioni sulla trasformazione dal sistema fotometrico locale a quello standard nel caso delle osservazioni di supernovae, e di commentare sulla "sovrainterpretazione", presente in vari lavori in letteratura, della fotometria di SN a disposizione.*

Con l'occasione della comparsa recente di supernovae molto brillanti in galassie vicine, ANS Collaboration ha esteso a questo tipo di variabili la propria attività di monitoraggio fotometrico.

I tre target sono stati: (1) la SN 2011fe (di tipo Ia) apparsa in M101 che ha raggiunto il picco di $B=9.89$ il 10.8 settembre 2011 UT, (2) la SN 2012aw (di tipo II) apparsa in M95 e che ha raggiunto il picco di $B=13.46$ il 24.4 marzo 2012 UT, e (3) la SN 2012cg (di tipo Ia) apparsa in NGC 4424 e che ha raggiunto il picco di $B=12.21$ il 3.8 giugno 2012 UT.

La fotometria di supernovae presenta almeno tre elementi di difficoltà specifica: (a) quella di trovare stelle abbastanza blu e brillanti nei campi usualmente privi di stelle e di alta latitudine galattica che circondano galassie brillanti, con la supernova che usualmente é la stella piú blu del campo; (b) il fondo sul quale misurare il "cielo" che non é uniforme a causa della sottostante galassia parente, problema che peggiora con l'affievolirsi della supernova. Il fondo cielo risulta diverso, per forma ed entità, da telescopio a telescopio a seconda della quantità di luce diffusa e della scala dello strumento al piano focale; (c) lo spettro molto peculiare delle supernovae, completamente diverso da quello delle stelle che formano le sequenze di confronto.

In questa nota vorrei soffermarmi sul punto (c). Prendiamo ad esempio l'evoluzione spettroscopica della supernova SN 2012aw come mostrata in Figura 1, dove ho raccolto alcuni degli spettri che ho ottenuto su questo oggetto con il telescopio 1.22m di Asiago. Nelle primissime fasi, lo spettro é praticamente privo di features visibili, quasi un corpo nero. In questo caso la trasformazione fotometrica da sistema locale a quello standard (ovvero quello definito dalla sequenza fotometrica adottata in comune da tutti gli strumenti) dovrebbe avvenire senza problemi di sorta (ammettendo che vi siano standard disponibili sufficientemente blu. Da notare in Figura 1 come lo spettro della supernova sia blu quasi quanto quello di Vega). In realtà, le stelle in cielo così blu presentano invariabilmente un continuo di Balmer in profondo assorbimento (sotto a 3800 Å), mentre la SN no, e questo da' fastidio sul lato blu della banda B. Attorno al massimo lo spettro della SN presenta ancora un discreto continuo, ma le bande in emissione ed assorbimento sono ormai molto intense. Possono entrare o uscire dal profilo di trasmissione della banda fotometrica a seconda della marca del filtro. La cosa peggiora piú avanti nell'evoluzione, quando la SN entra nella fase nebulare: la sua emissione é sostanzialmente solo righe e pochissimo continuo. Quindi, un filtro che nelle fasi iniziali della curva di luce poteva attribuire alla SN un eccesso di flusso rispetto ad altri filtri, con l'andare della evoluzione può rovesciare questo andamento. Questo effetto lo vediamo molto bene nei riquadri per le bande B ed I di Figura 3 confrontando gli andamenti della stessa supernova come misurata da telescopi (e set di filtri e camere CCD) diversi. La situazione é del tutto analoga a quella ben nota nella fotometria delle novae, dove con l'avanzare della evoluzione, curve di luce di telescopi diversi partite assieme divergono poi progressivamente ed irrimediabilmente.

Ci si può allora domandare quale sia tra quelle presentate la curva di luce "giusta". Tutte e nessuna lo sono ! Dovremmo riesumare il telescopio ed i filtri e il rivelatore usati da Landolt ed usare rigorosamente quelli, e forse non basterebbe neppure quello (per la diversa quantità di assorbimento atmosferico su uno spettro di SN e di stella normale, con la massa d'aria che cambia con la posizione in cielo della SN durante la campagna osservativa e quindi con il progredire della evoluzione fotometrica della SN). In letteratura si trovano articoli che, usando dati provenienti da un unico telescopio, ricavano curve di luce apparentemente molto buone e su queste fanno conti al millesimo di magnitudine per calcolare la quantità di isotopi radio-attivi generati dalla supernova. Il problema è che una diversa combinazione telescopio-camera-filtri avrebbe ricavato una curva di luce diversa, dalla quale sarebbero state desunte differenti quantità di isotopi radio-attivi prodotti. Curve di luce "medie" costruite a partire da curve indipendenti ottenute da telescopi diversi, come nel caso delle osservazioni ANS, sono probabilmente la migliore approssimazione alla curva di luce "vera" di una supernova. La cosa importante (come nelle novae) è che tutti i telescopi coinvolti seguano a lungo la stessa SN: solo così sarà poi possibile calcolare statisticamente di quanto correggere ogni set di dati per raccollarli con la curva di luce media e ridurre la dispersione dei dati sulla medesima curva di luce. Se di un telescopio si hanno a disposizione solo poche misure, sparse qui e là, questa correzione statistica è impossibile.

La fotometria raccolta dai telescopi ANS su queste tre supernovae, con l'aggiunta di quella che ho raccolto assieme ad Henden con un C14 robotico (filtri Astrodon con red-leak) è mostrata nelle figure 2, 3 e 4. Il monitoraggio di SN 2012aw e SN 2012cg è stato interrotto per la congiunzione solare, mentre SN 2011fe è sostanzialmente circumpolare. Nell'insieme, le varie curve di luce sono ben definite e di sicuro valore, un buon inizio per ANS Collaboration sulle SN ! L'effetto della correzione statistica sulla curva di luce in banda B di SN 2012aw è a titolo di esempio mostrato in Figura 5 (da confrontare con l'analogo pannello di Figura 3).

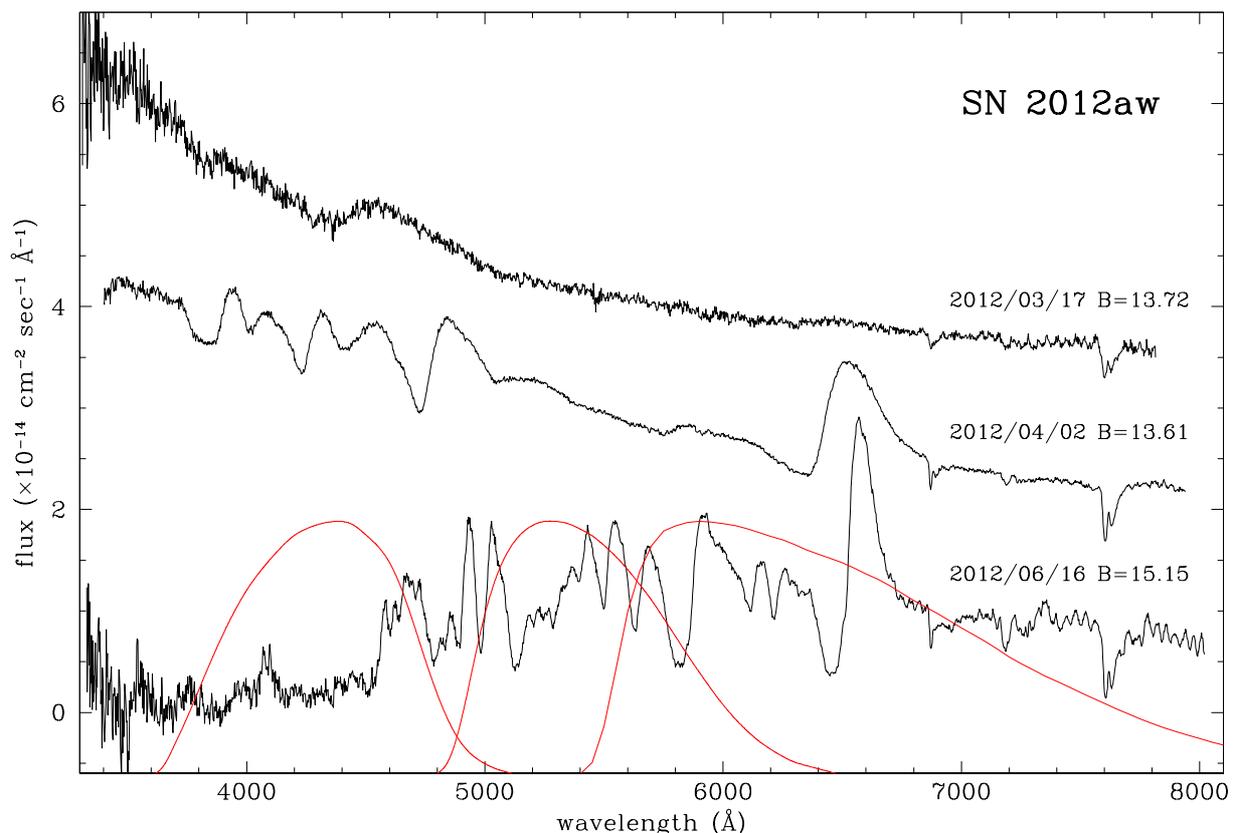


Fig. 1: *Evoluzione spettroscopica della SN 2012aw in M95, da un campione di spettri presi con il telescopio 1.22m di Asiago (con applicazione di offsets per evitare la sovrapposizione). Gli spettri sono rappresentativi della salita verso il massimo (sostanzialmente un corpo nero), della fase attorno al massimo (forti bande in emissione ma anche un continuo ancora abbastanza intenso) e del declino avanzato (continuo essenzialmente scomparso, rimangono solo le bande in emissione). In rosso sono sovrapposte le curve di trasmissione delle bande B, V ed R_C.*

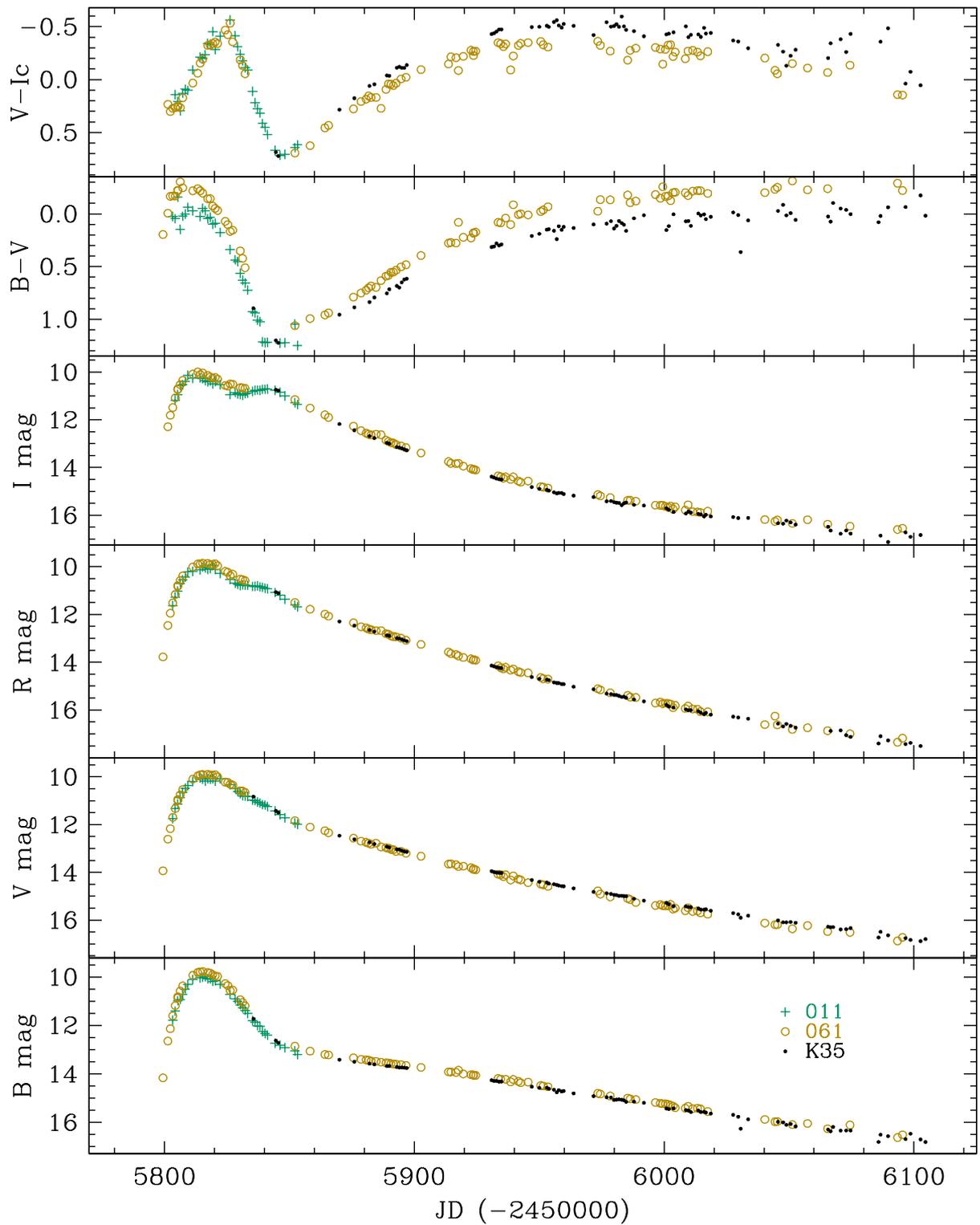


Fig. 2: *Evoluzione fotometrica di SN 2011fe in M101 da osservazioni ANS e un C14 robotico (K35). Dati originali, senza compensazioni o pulizie.*

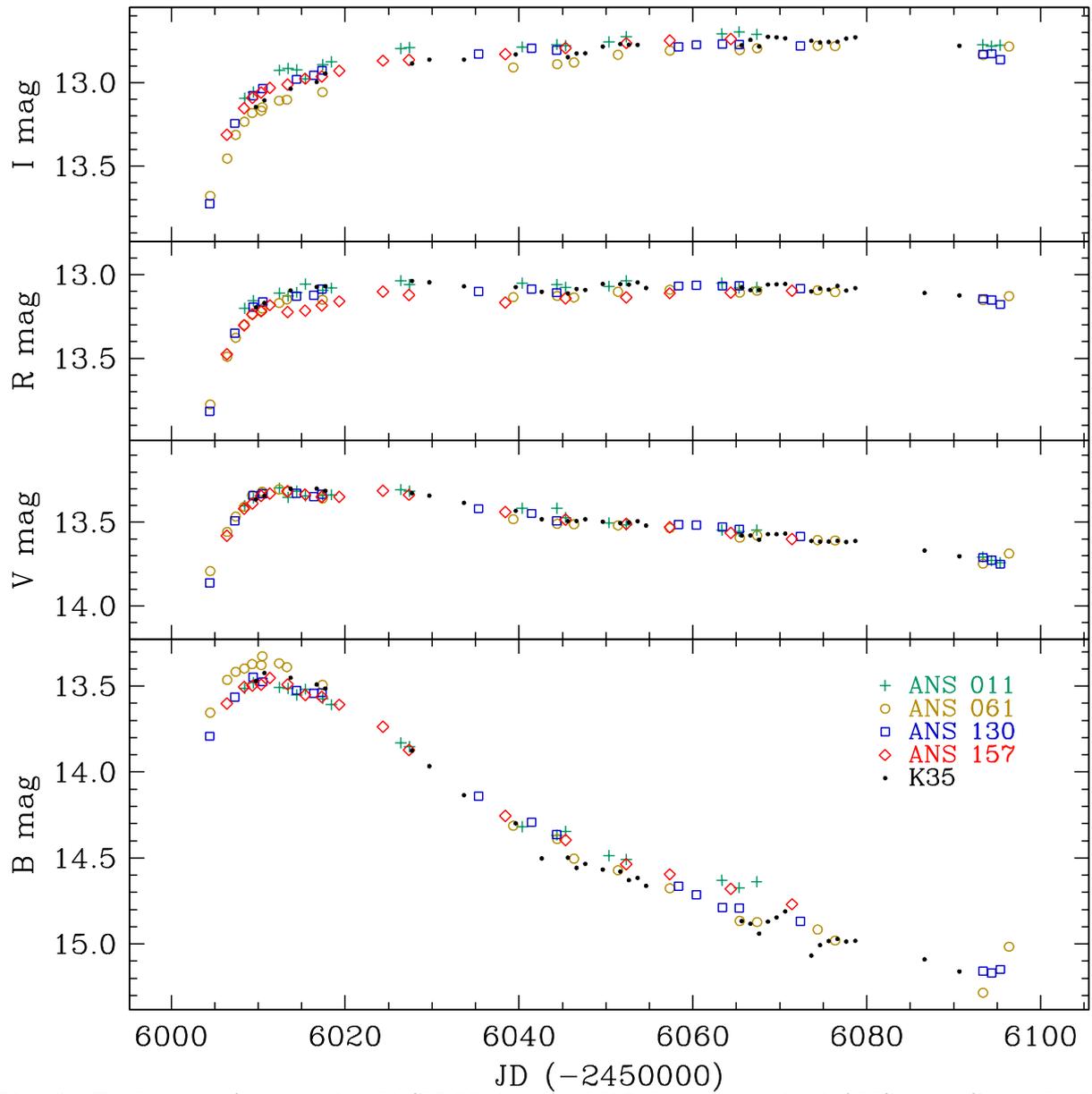


Fig. 3: *Evoluzione fotometrica di SN 2012aw in M95 da osservazioni ANS e un C14 robotico (K35). Dati originali, senza compensazioni o pulizie.*

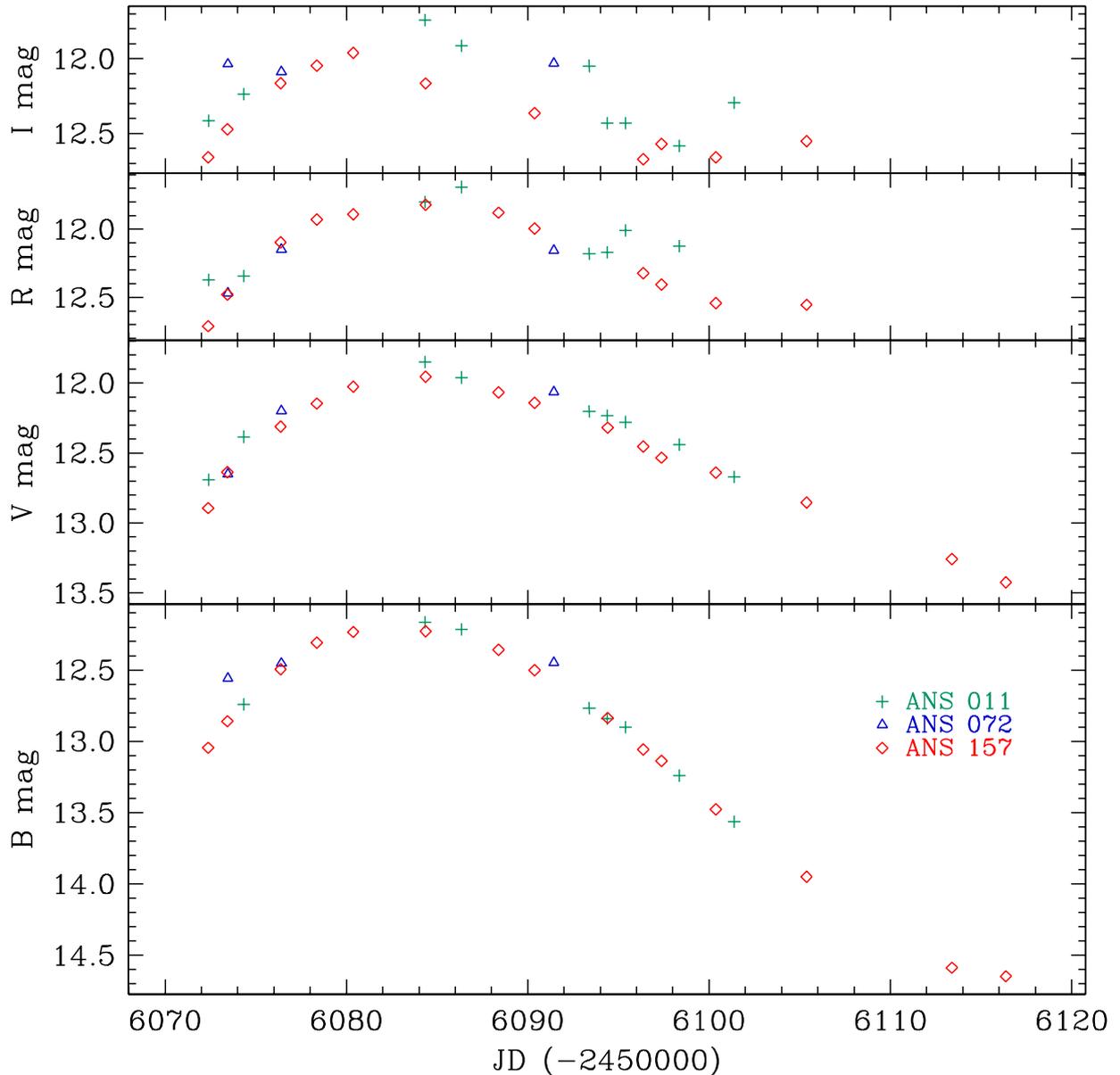


Fig. 4: *Evoluzione fotometrica di SN 2011cg in NGC 4244 da osservazioni ANS. Dati originali, senza compensazioni o pulizie.*

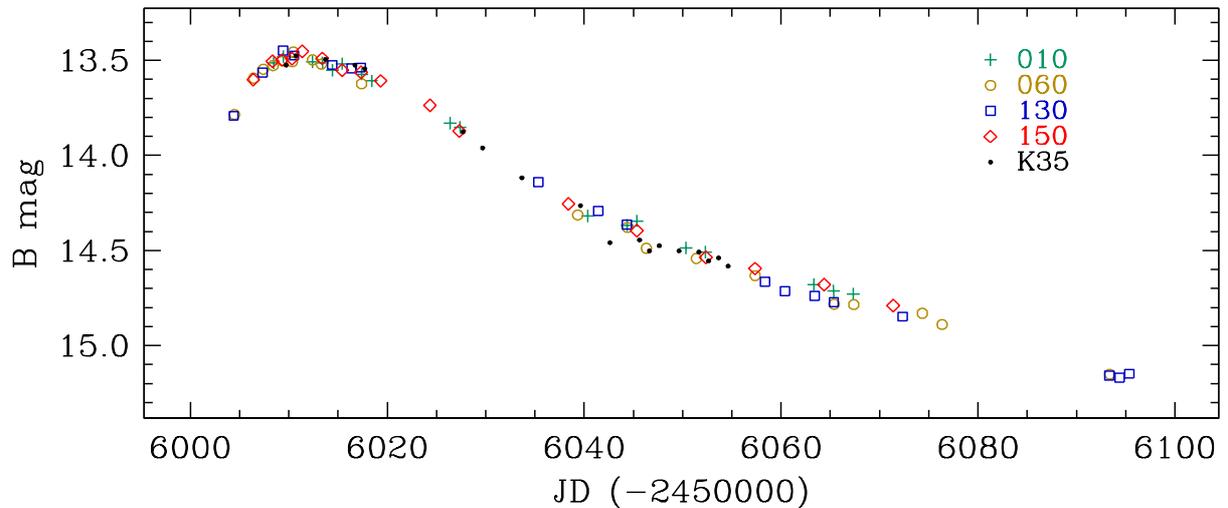


Fig. 5: *Curva di luce in banda B di SN 2012aw dopo raccordo statistico (roto-traslazione rigida ed eliminazione dei punti fuori 3σ dalla curva media) dei vari set di dati ad una curva media unica (cf. con analogo pannello di Figura 3).*