

CLASSIFICAZIONE SPETTRALE DI STELLE DELL'AMMASSO APERTO NGC 2420

Spectral classification of stars in the open cluster NGC 2420

Giacomo Coran Nicolò Forcellini Giulio Pegorer

Liceo Scientifico L. da Vinci

OBIETTIVI

- Classificazione spettrale di un campione di 30 stelle, tratto da una popolazione di 351 stelle dell'ammasso NGC2420, mediante confronto con spettri di libreria
- Ricerca delle relazioni tra indice di colore e classe spettrale e tra temperatura e classe spettrale
- Stima dell'età dell'ammasso

NGC 2420

ASCENSIONE RETTA	7 ^h 38 ^m 24 ^s
DECLINAZIONE	21° 42' 27''
DISTANZA DAL SOLE	2420 pc
COSTELLAZIONE	Gemelli
TIPO DI AMMASSO	I 1 r

NGC 2420



NGC 2420 è un ammasso aperto di tipo I 1 r, secondo il sistema ideato R. J. Trumpler :

- È presente una forte concentrazione di stelle verso il centro; (I)
- Le stelle hanno luminosità simili; (1)
- È un ammasso molto popoloso, poiché conta più di 300 stelle.(r)

AMMASSI APERTI

- Sono gruppi di stelle formatisi dalla stessa nube di gas; perciò le stelle hanno composizione chimica, distanza ed età simili e sono legate gravitazionalmente
- Si trovano preferibilmente nel piano galattico delle galassie a spirale e nelle galassie irregolari
- Sono caratterizzati da una vita relativamente breve a causa della dispersione graduale delle proprie stelle, dovuta a effetti mareali da parte del campo gravitazionale galattico e all'interazione con nubi di materiale interstellare

DATI SPERIMENTALI

- I dati delle 351 stelle dell'ammasso aperto NGC 2420 provengono dallo Sloan Digital Sky Survey (SDSS) Data Release 7;

tali dati sono stati acquisiti con il telescopio di 2.5 m f/5 presso l'osservatorio di Apache point nel sud-est del New Mexico, USA (Latitudine 32° 46' 49.30" N, Longitudine 105° 49' 13.50" W, quota 2788m).

- 30 dei 351 spettri sono stati presi come campione di cui determinare la classe spettrale;
- gli spettri di confronto provengono dalla libreria presente in:

<http://www.phys.unm.edu/~cpo/html/twhtml/spectra/spectra.html>

(indirizzo attualmente non più valido)

DESCRIZIONE DEL LAVORO

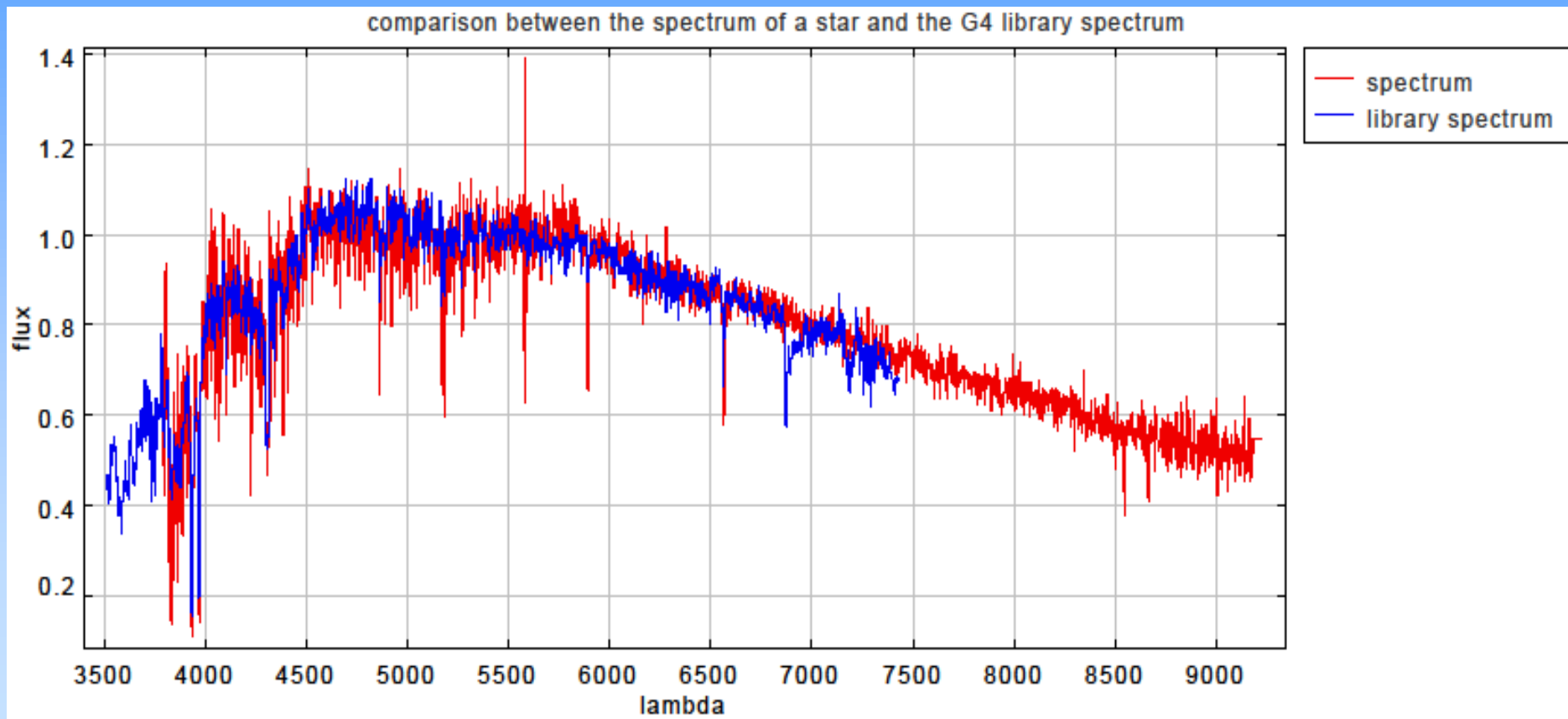
- Abbiamo corretto l'arrossamento degli spettri dovuto al mezzo interstellare, con il task IRAF *deredden*;
- Abbiamo normalizzato gli spettri a $5500 \text{ \AA}$, task IRAF *sarith*, per riuscire a confrontarli con gli spettri di libreria che sono tutti normalizzati a $5500 \text{ \AA}$;
- Abbiamo confrontato per sovrapposizione grafica gli spettri del nostro campione di 30 stelle con gli spettri di libreria per determinarne la classe spettrale;
- Abbiamo sottratto per via algebrica gli spettri delle stelle da classificare con quelli di libreria che ci parevano, per via grafica, più simili a quelli da classificare;

DESCRIZIONE DEL LAVORO

- Abbiamo costruito il digramma tra indice di colore e classe spettrale per le 30 stelle campione;
- Abbiamo costruito il diagramma tra temperatura e classe spettrale per le 30 stelle campione;
- Abbiamo ricavato la luminosità **relativa al Sole** delle 351 stelle a nostra disposizione e costruito il diagramma HR temperatura-luminosità;
- Abbiamo infine sovrapposto al diagramma HR precedentemente costruito un set di isocrone di metallicità $Z=0.08$ per stimare l'età dell'ammasso.

CONFRONTO GRAFICO

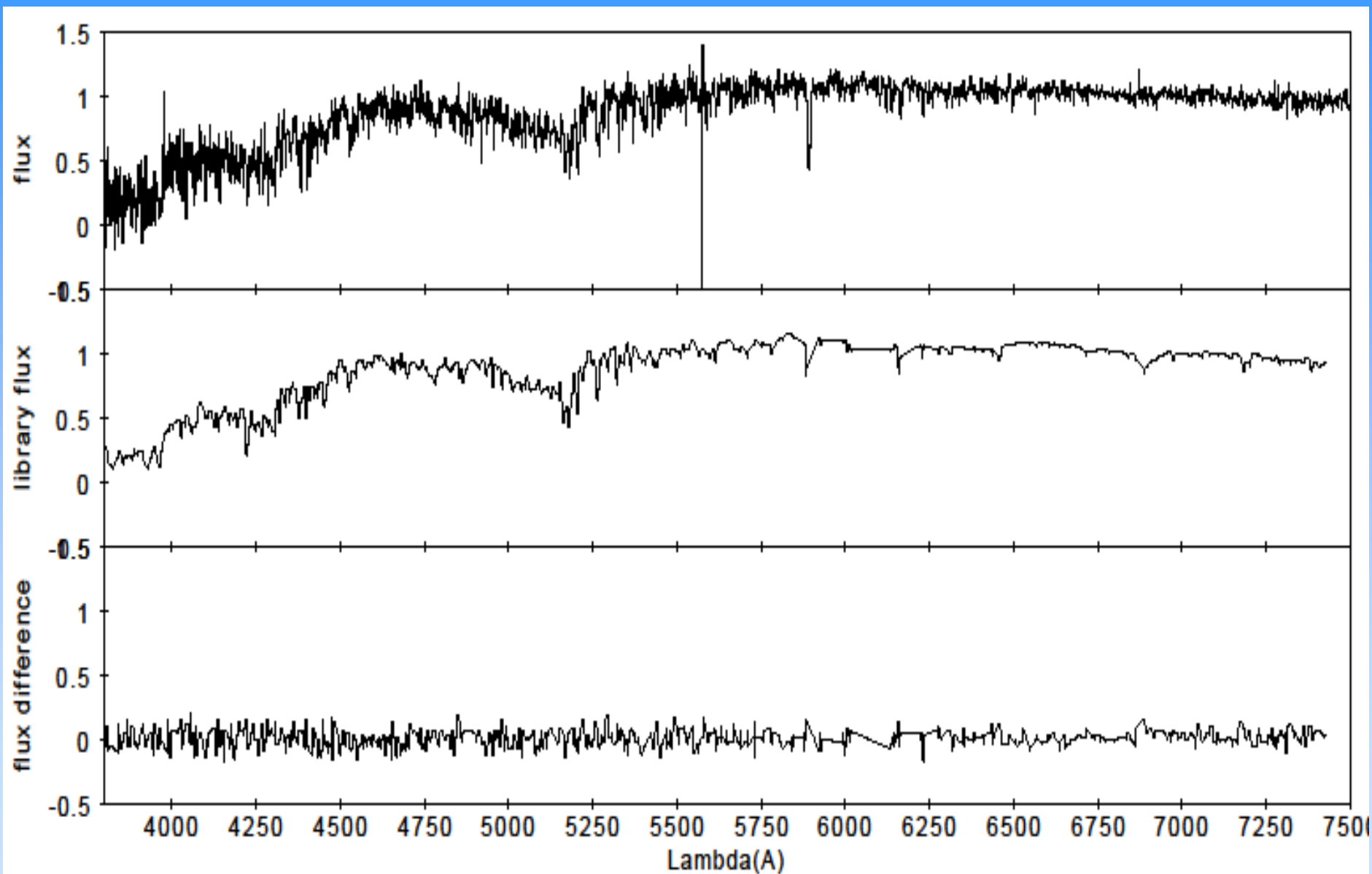
Dopo aver corretto l'arrossamento e normalizzato gli spettri, utilizzando il programma Topcat, li abbiamo confrontati graficamente con quelli campione di libreria.



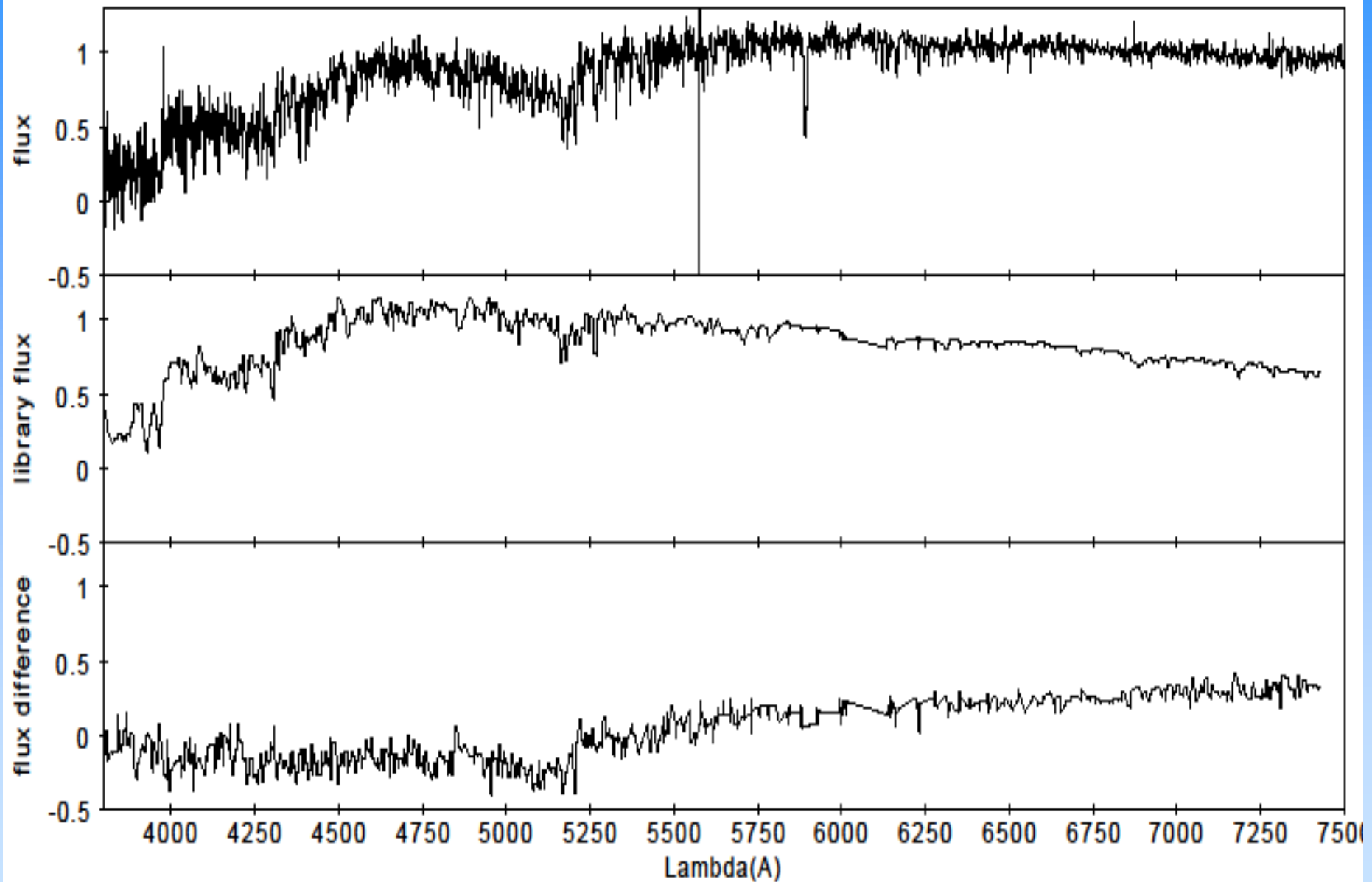
CONFRONTO GRAFICO

- La classificazione si basava su osservazioni grafiche che potevano risultare di difficile lettura e parzialmente personali
- Per ovviare a ciò abbiamo verificato l'attendibilità delle nostre valutazioni mediante la differenza tra i due spettri, sottraendo i flussi normalizzati della stella da classificare a quelli delle stelle di libreria che dal confronto grafico risultavano essere più simili a quelli della stella in esame

Esempio di buona compatibilità



Esempio di cattiva corrispondenza



RISULTATI

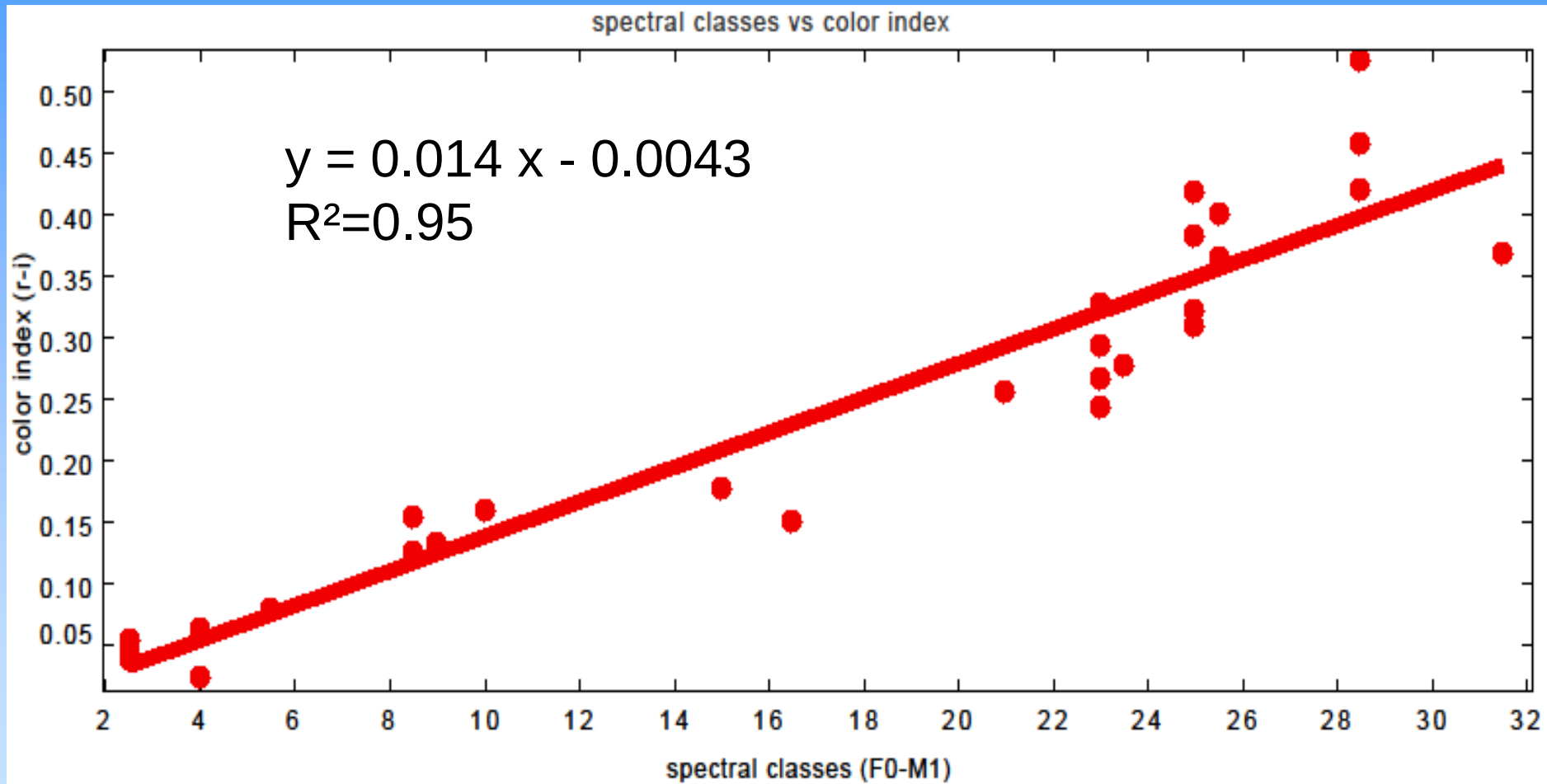
Nella tabella le stelle campionate sono state numerate arbitrariamente da 1 a 30.

La libreria non riportava ogni classe spettrale: in alcuni casi è stato quindi necessario porre come valore valutato un intervallo di classi

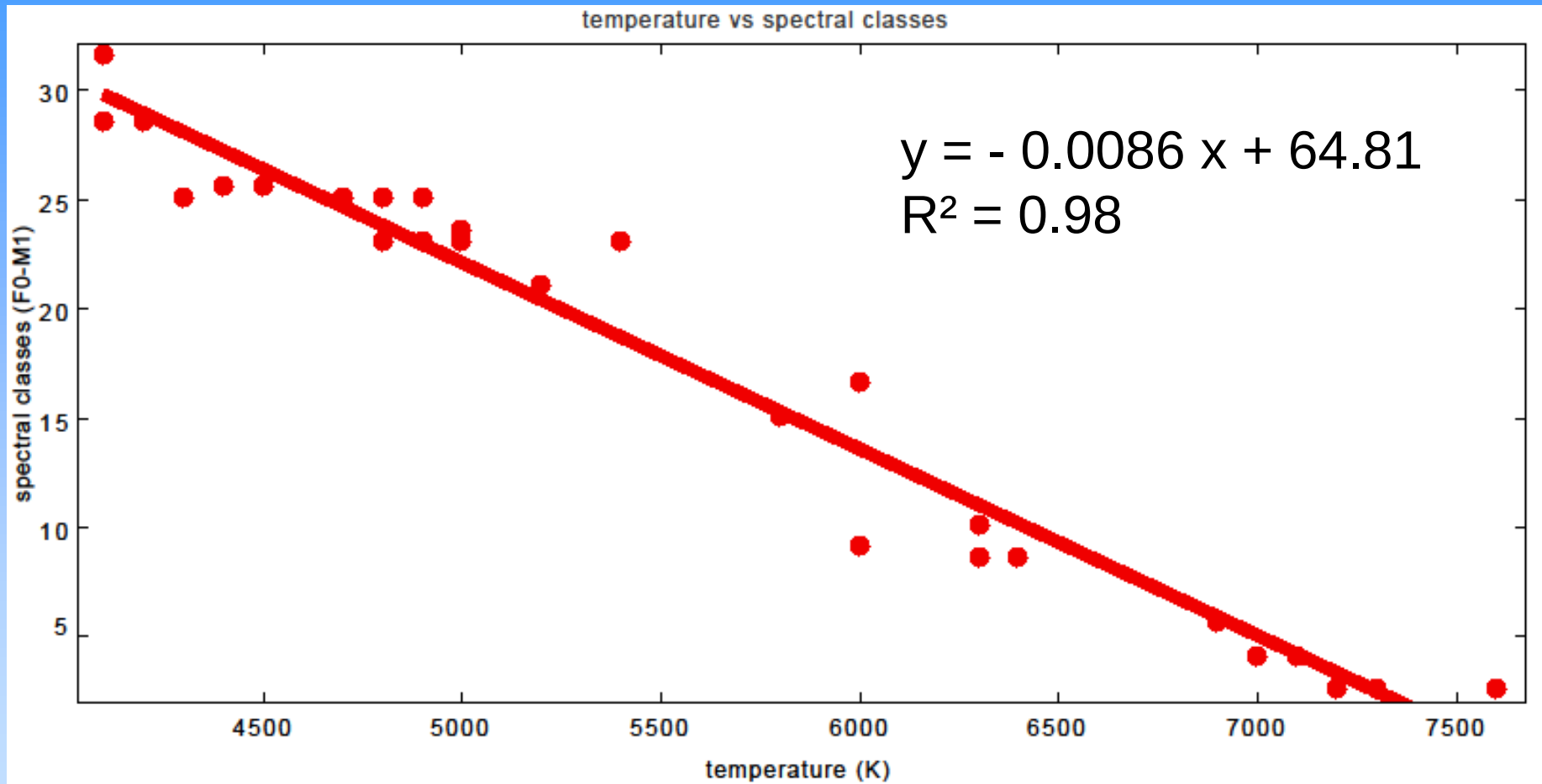
Trovati gli spettri delle 30 stelle, per poter analizzare le relazioni tra indice di colore e classe spettrale e tra temperatura e classe spettrale, abbiamo associato ad ogni classe spettrale un numero, partendo da F0=1 fino a M1=32, ponendo il valore numerico medio nel caso degli intervalli di classi

ID	ra (°)	dec (°)	Spectral Classes
1	114.9735	21.4002	F4-F5
2	114.6514	21.4856	K2-K3
3	114.6541	21.5293	F8-G0
4	114.5458	21.4817	F0-F3
5	114.4921	21.5289	G4
6	114.5007	21.4523	F7-F8
7	114.3529	21.2430	K0
8	114.4639	21.5439	F0-F3
9	114.3934	21.2792	F8-G0
10	114.3612	21.5472	F7-F8
11	114.2716	21.4530	F3
12	114.5008	21.9307	F3
13	114.5514	21.8219	F0-F3
14	114.7915	21.6364	G4-G7
15	114.8338	21.3354	K4
16	114.8108	21.4273	K4
17	114.8214	21.5455	M0
18	114.7947	21.3329	K0-K4
19	114.7019	21.2075	K4-K5
20	114.6940	21.4959	K5-M0
21	114.5022	21.3501	K4
22	114.5346	21.4441	K0
23	114.3824	21.2302	K4-K5
24	114.3306	21.4731	K0-K4
25	114.2144	21.6947	K5-M0
26	114.3740	21.6822	K4
27	114.6812	21.9667	K4
28	114.6743	21.9474	M0-M1
29	114.7511	21.6117	K4
30	114.8330	21.9176	K0-K4

Relazione tra indice di colore (r-i) e classe spettrale



Relazione tra temperatura e classe spettrale



Le temperature sono state calcolate dal gruppo E. Affili, L. Casarin, G. Maguolo

COSTRUZIONE DIAGRAMMA H-R

Con lo scopo di studiare l'età dell'ammasso abbiamo considerato tutte le 351 stelle a nostra disposizione.

Abbiamo costruito un diagramma H-R con logaritmo di temperatura in ascissa e logaritmo della luminosità relativa al Sole in ordinata.

Le temperature delle 351 stelle sono state ricavate dal lavoro già citato di E. Affili, G. Maguolo, L. Casarin “Temperature of the stars in the open cluster NGC 2420”

La luminosità relativa al Sole è invece stata ricavata dai dati sugli indici di colore delle stelle, convertendo i valori dal sistema fotometrico *ugriz* disponibili dai dati SDSS delle 351 stelle al *UBVRI*

$$V = g - 0.569 \times (g - r) + 0.021$$

per poi calcolare le magnitudini assolute visuali ponendo $d=2.5\text{kpc}$ e l'assorbimento visuale $A(V)=3.1 \times E(B-V)$ con $E(B-V)=0.05$ (valori estratti dall'articolo Jacobson, H.R. et al. \ 2011, \apj, 142, 59)

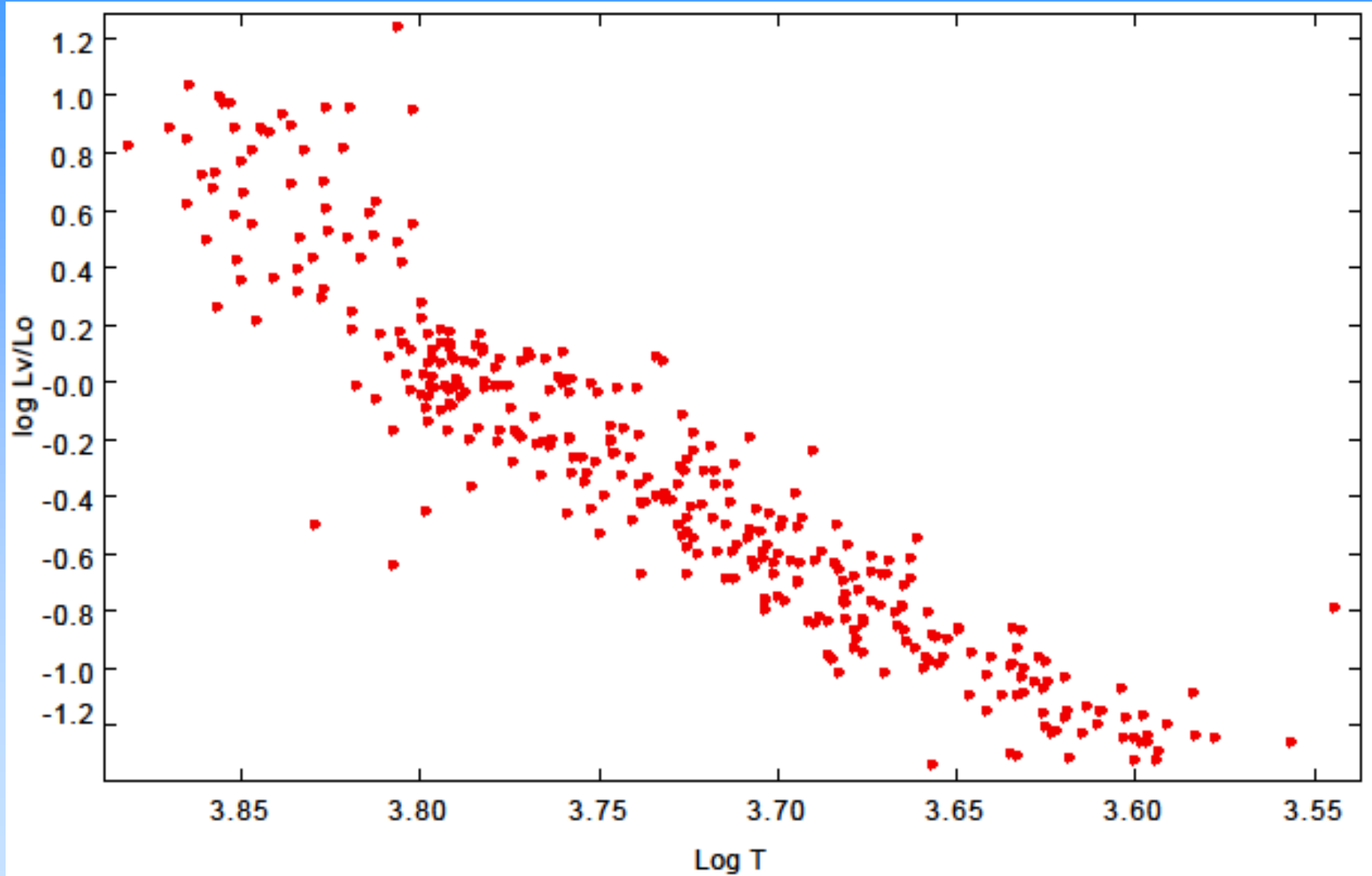
$$M_v = V - 5\log(d) + 5 - A(V)$$

e quindi il logaritmo della luminosità relativa al Sole ponendo la luminosità assoluta visuale del sole pari a 4.80 :

$$M_v - M_{v\odot} = -2.5\log \frac{L_v}{L_{v\odot}}$$

$$\log \frac{L_v}{L_{v\odot}} = \frac{M_{v\odot} - M_v}{2.5}$$

DIAGRAMMA H-R DELLE 351 STELLE PRESE IN CONSIDERAZIONE

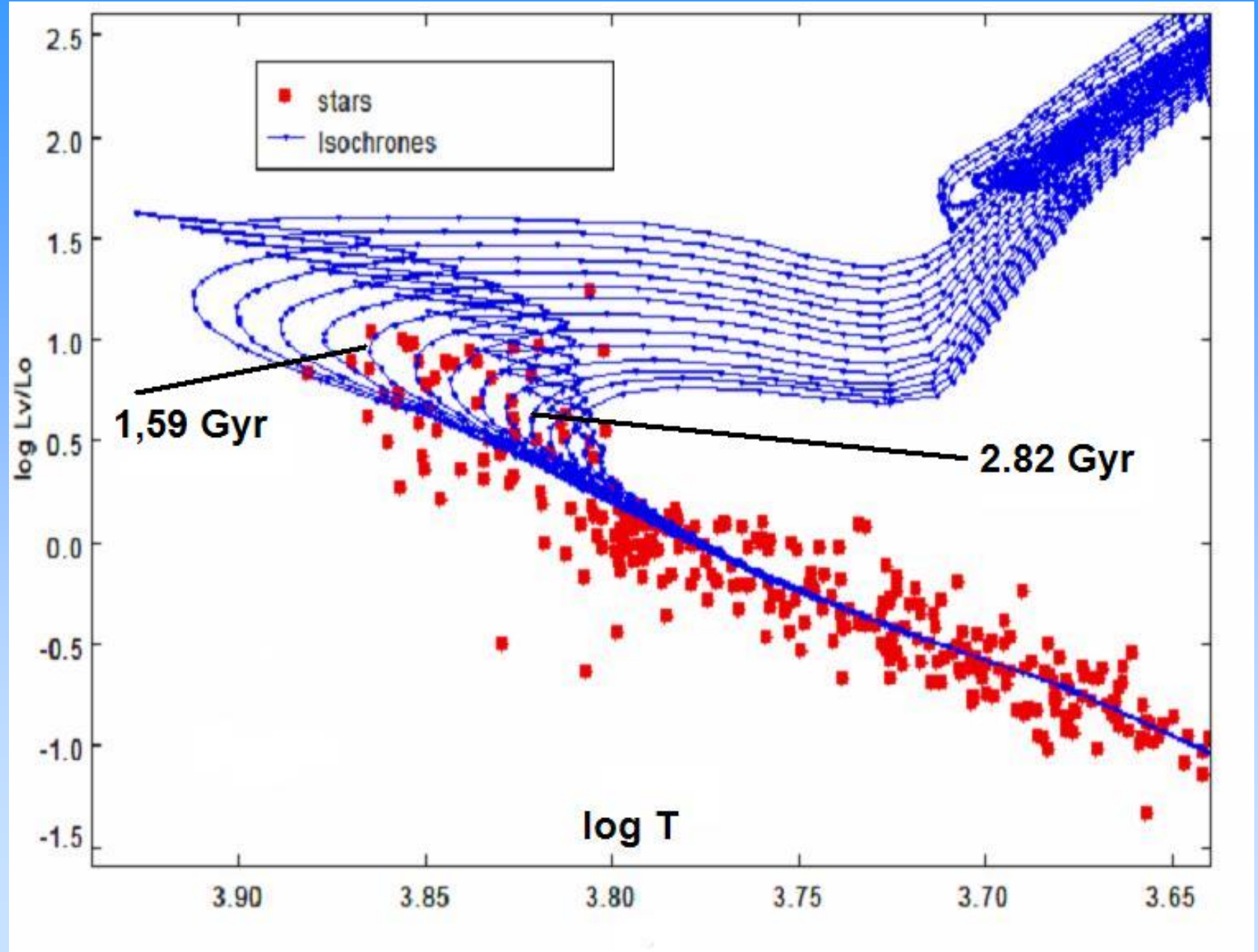


STIMA DELL'ETA' DI NGC 2420

- Con la sovrapposizione di un set di isocrone di metallicità $z = 0.08$ * al diagramma H-R costruito siamo stati in grado di valutare approssimativamente l'età di NGC 2420.
- Nel grafico che segue sono state inserite le isocrone tra 1 Gyr e 4 Gyr

* VALORE DI METALLICITA' INDICATO IN MOLTI ARTICOLI RECENTI SULL'AMMASSO, QUALI Anthony-Twarog, B. et al. \ 1990, \aj, 1504, 99 E Saurabh Sharma, et al. \ 2006, \aj, 1669, 132

STIMA DELL'ETA' DI NGC 2420



VALUTAZIONE DELL'ETA'

- È stata valutata un'età compresa tra 1.58 Gyr e 2.8 Gyr
- NGC 2420 è quindi un ammasso aperto piuttosto vecchio

RISULTATI

- I dati sono coerenti tra loro e confermano le relazioni tra le grandezze tipiche delle stelle della sequenza principale di un ammasso aperto.
- L'età dell'ammasso aperto NGC 2420 è stimata tra 1.58 Gyr e 2.8 Gyr e ciò spiega l'assenza di stelle molto luminose di classe B e A e la presenza del turn-off in corrispondenza di stelle di classe F.

Diagramma HR comprendente il raggio delle stelle

