

# Identificación de outliers en las relaciones anchos equivalentes (EW) - índice de color (B-V) para espectros estelares de la biblioteca CFLIB (IndoUS)

Br. A. Abdiel Santiago R.  
@asantiakob

Laboratorio de Astronomía y Física Teórica (LAFT)  
EJE Ciencias del Espacio

Centro de Modelado Científico (CMC) - Universidad del Zulia.  
Venezuela

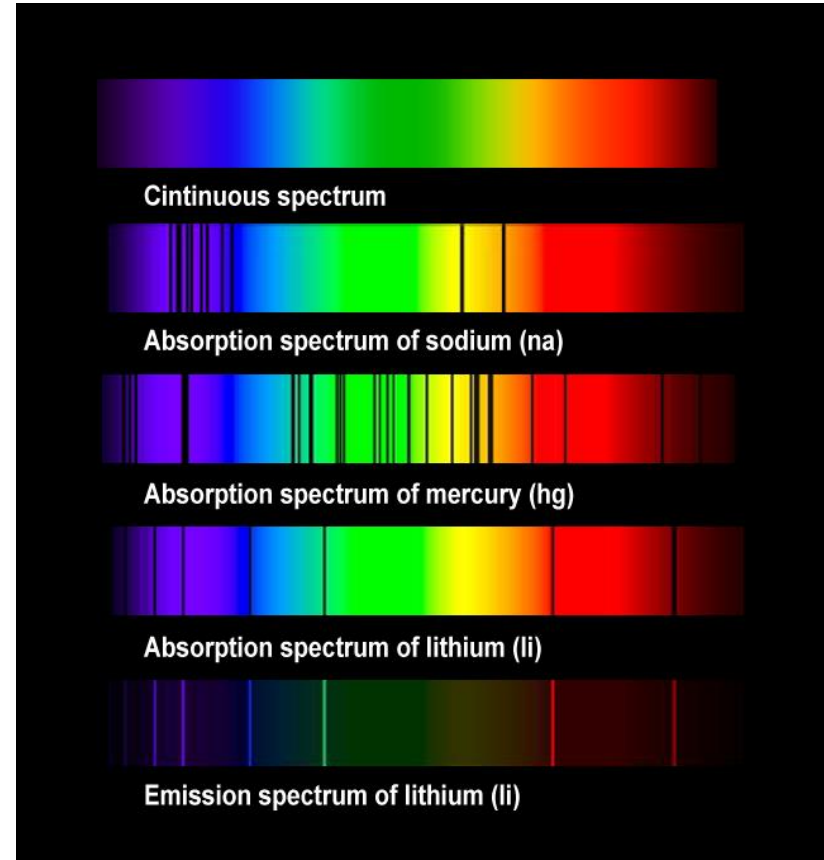
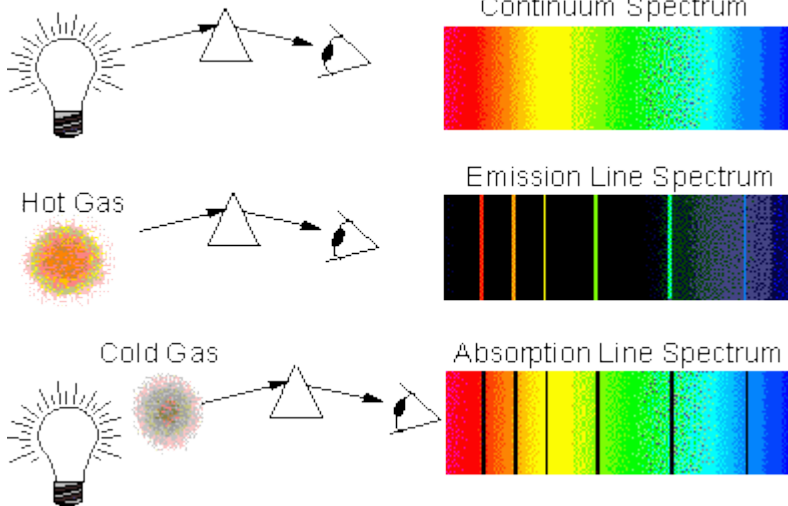


“Si bien concebimos la posibilidad de determinar [...] las distancias, magnitudes y movimientos [de las estrellas], nunca seremos capaces de ninguna manera investigar su composición química [...] por lo tanto la ciencia y la filosofía debían eliminar de sus objetivos algo que las enormes distancias nos impedirán saber jamás”.

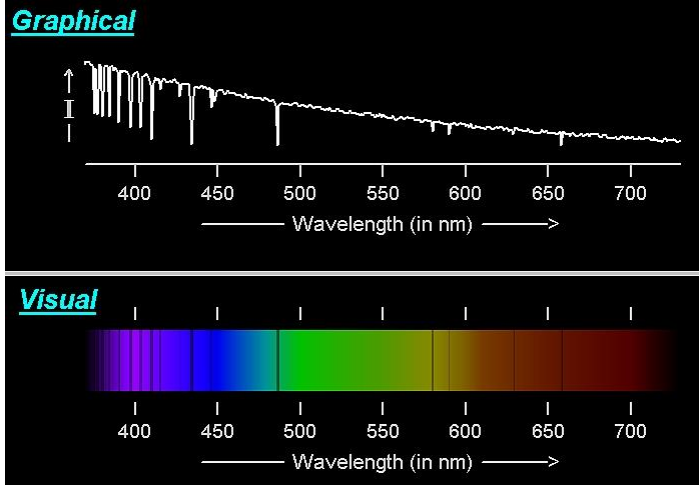
Auguste Comte ; *Cours de Philosophie Positive, Lecture II, chapitre I. 1842*

# Espectros Estelares

El espectro de un elemento químico se obtiene cuando descomponemos la luz que emite en los colores que la componen, haciéndola pasar por un elemento dispersor. Los espectros de las estrellas son como sus huellas dactilares, comparándolos con los espectros conocidos podemos determinar su composición.



# Espectros Estelares



Espectrograma

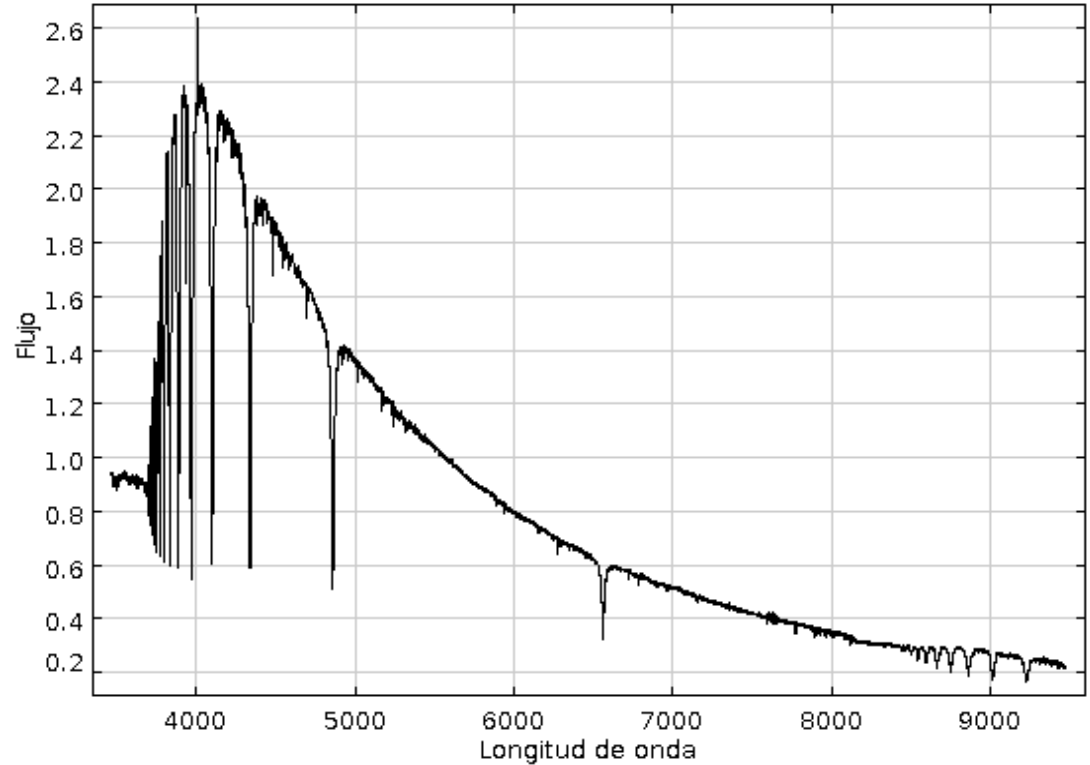


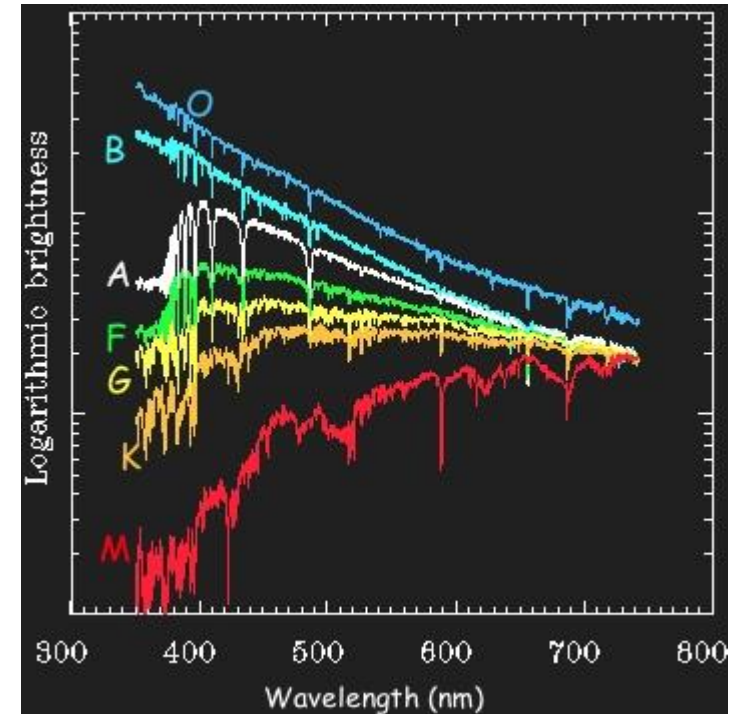
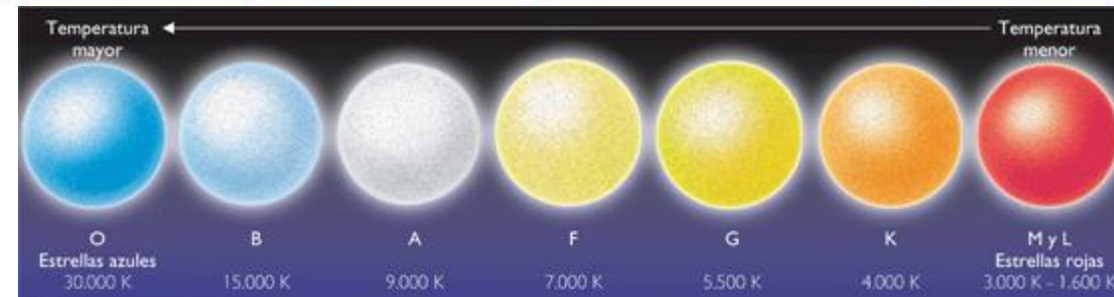
Figura 1. Espectro típico de la Biblioteca CFLIB (IndoUS)



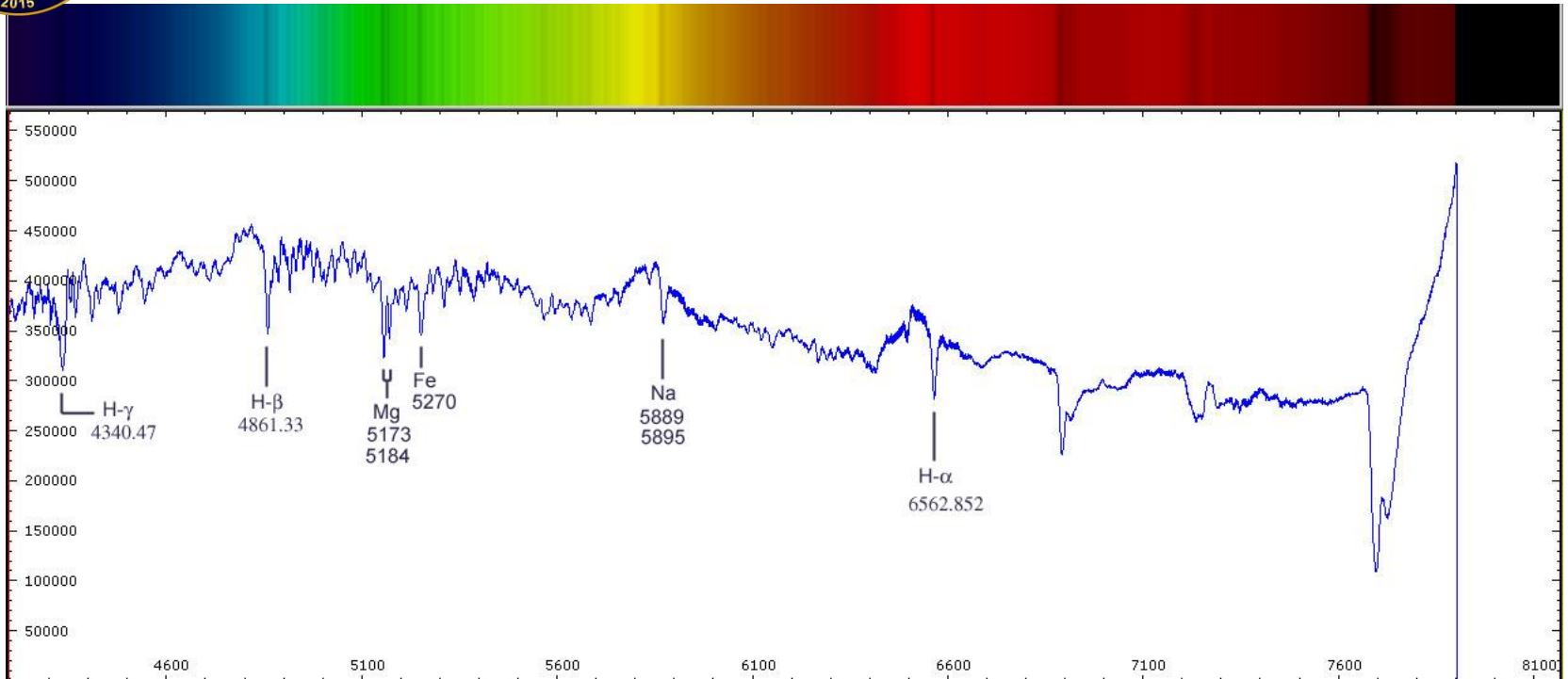
# Espectros Estelares

## Clasificación espectral

Clase Espectral	Color de la Estrella	Temperatura Superficial (K)	Ejemplo
O	Azul	30.000	Mintaka
B	Blanco Azulado	20.000	Rigel
A	Blanco	10.000	Sirius
F	Blanco amarillento	7.000	Proción
G	Amarillo	6.000	Capella
K	Anaranjado	4.000	Aldebara
M	Rojo	3.000	Betelgeuse



# Espectros Estelares



## Espectro del Sol

El Sol está compuesto principalmente de hidrógeno y helio, los elementos químicos, que representan el 74,9% y el 23,8% de la masa del Sol en la fotosfera, respectivamente. Todos los elementos más pesados, llamados metales en la astronomía, representan menos del 2% de la masa. Los metales más abundantes son el oxígeno (aproximadamente el 1% de la masa del Sol), carbón (0,3%), neón (0,2%) y hierro (0,2%).



# Espectros Estelares

Element	Abundance (percentage of total number of atoms)	Abundance (percentage of total mass)
Hydrogen	91.2	71.0
Helium	8.7	27.1
Oxygen	0.078	0.97
Carbon	0.043	0.40
Nitrogen	0.0088	0.096
Silicon	0.0045	0.099
Magnesium	0.0038	0.076
Neon	0.0035	0.058
Iron	0.0030	0.14
<b>Composición química del Sol</b>		



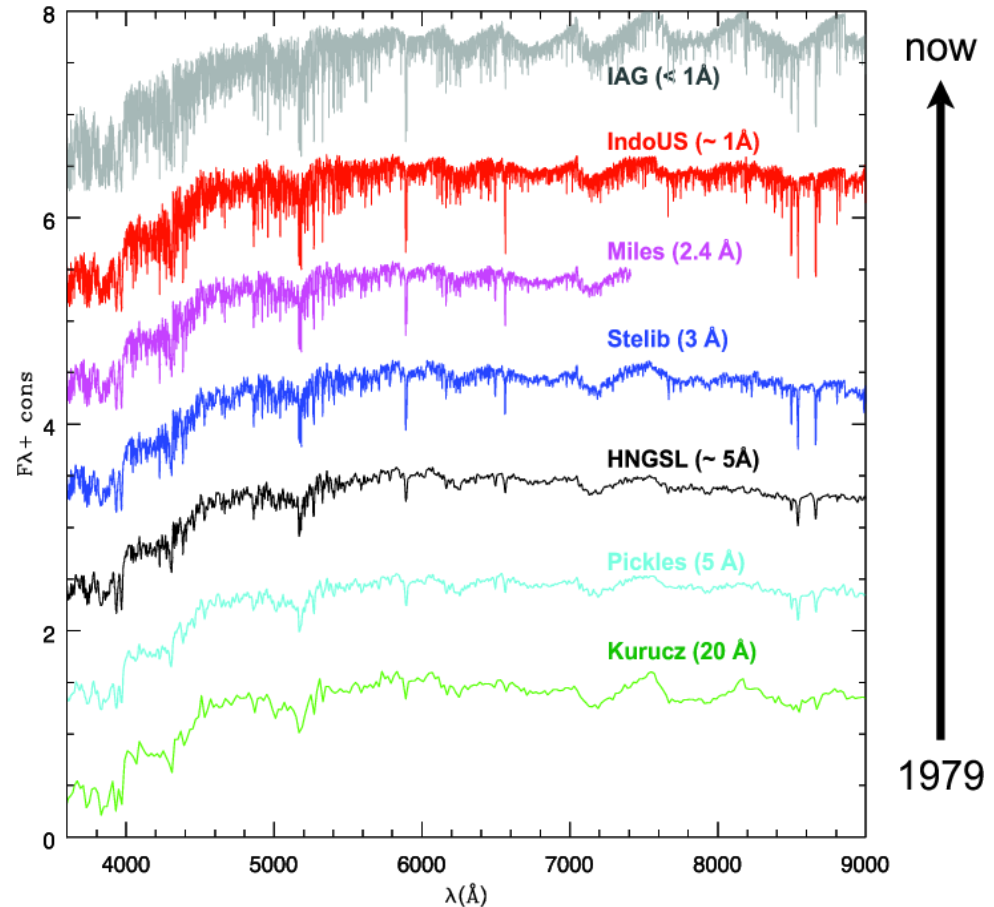
# Bibliotecas de Espectros Estelares (Stellar Spectral Libraries)

## ¿Qué son y para qué se usan?

Son colecciones de espectros estelares, observados o teóricos, que varían según su cobertura espectral / dominio y resolución.

Las SSL juegan un papel importante en diferentes campos de la astrofísica. En particular, sirven como referencia para la clasificación y el análisis automático de las grandes encuestas espectroscópicas estelares y son ingredientes fundamentales de los modelos de poblaciones estelares utilizados para estudiar la evolución de las galaxias.

Various libraries,  $Z = Z_{\odot}$ , 13 Gyr





# CFLIB IndoUS



## The Indo-U.S. Library of Coudé Feed Stellar Spectra

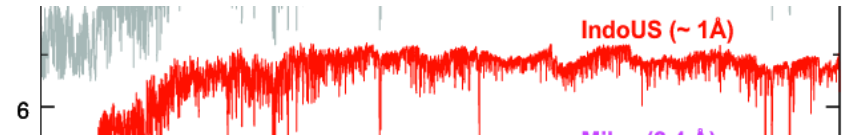


**Cantidad de espectros:** 1273

**Resolución:** ~1 Angstroms

**Rango:** 3460 Angstroms to 9464 Angstroms

**Instrumento:** 0.9m Coudé Feed telescope at  
Kitt Peak National Observatory





# CFLIB IndoUS

Table data: cflibdb.fits[1]

TITLE	RA	DEC	B	V	TYPE	PTYPE	RV	TEFF	FEH	LOGG	PHYSREF	COVERAGE	GAPS	N	NAMES
	hours	degrees					km/s	deg				Angstroms	Angstroms		
G 4-44	02:51:58.36	+11:22:11.9	8.92	8.38	G5	G5V	6.2	5750	-0.69	4.11	2000A&A...353..722N (Nissen)	3465.0- 7265.8		3	G 4-44 HD 17820 BD+10 380 G 76-35 SAO 93151 HIP 13366
G 5-40	03:27:39.70	+21:02:30.0	11.36	10.79	G0	G0V	-117.8	5863	-0.83	4.24	1997A&A...326..751N (Nissen)	3465.0- 7269.4		3	G 5-40 BD+20 571 G 6-11
G 7-6	03:50:22.97	+17:28:34.9	8.18	7.52	G0	G0V	-9.3	5594	0.07	4.50	2001A&A...369.1048P (Prugniel)	3465.0- 8126.2		4	G 7-6 HD 24040 BD+17 638 SAO 93630 HIP 17960
G 11-45	12:12:28.84	-03:05:04.1	8.15	7.50	G4V	G5V	14.1	5725	0.15		1997A&A...323..809F (Favata)	3465.0- 8127.4		4	G 11-45 HD 106116 BD- 02 3481 G 13-19 SAO 138647 HIP 59532
G 12-21	12:12:01.37	+13:15:40.6	10.65	10.18	F2	F2V	95.0	5939	-1.33	4.23	2000A&A...353..722N (Nissen)	3465.0- 8104.2	5413.0- 5465.4	4	G 12-21 HD 106038 BD+14 2481 G 57-39 SAO 99984 HIP 59490
G 12-22	12:12:57.53	+10:02:15.8	8.71	7.92	G8V	G8V	-8.8	5437	0.13	4.77	1998A&AS..129..237F (Feltzing)	3465.0- 8106.2	4763.8- 5467.4	3	G 12-22 HD 106156 BD+10 2391 G 57-40 SAO 99991 HIP 59572
G 12-24	12:13:13.12	+10:49:18.0	8.24	7.56	G3V	G2V	-29.5	5337	-0.54	4.00	1994AJ....107.2240C (Carney)	3465.0- 9451.8		6	G 12-24 HD 106210 BD+11 2439 G 57-41 SAO 99995 HIP 59589
G 15-20	15:22:42.55	+01:25:07.1	9.30	8.30	K3V	K3V	-30.4	4765	0.19	4.47	1998A&AS..129..237F (Feltzing)	3465.0- 8121.0		4	G 15-20 HD 136834 BD+01 3071 SAO 120966 HIP 75266
G 16-13	15:50:58.93	+08:25:23.8	10.60	10.01	G0	G0V	-51.5	5593	-1.15	4.00	1994AJ....107.2240C (Carney)	3465.0- 9452.6	5415.8- 5462.2	6	G 16-13 BD+08 3095 HIP 77637
															G 16-32 HD 145148



# Relaciones de anchos equivalentes – parámetros físicos estelares

En el análisis de los espectros estelares, los anchos equivalentes de líneas de absorción permiten establecer relaciones entre éstos y parámetros físicos medibles tales como la metalicidad; el índice de color —que a su vez está relacionado con la temperatura—; y la magnitud absoluta —relacionada con la luminosidad—.

(Stock & Stock 1999, Stock, M. J. 2001, Añez & Stock en desarrollo).

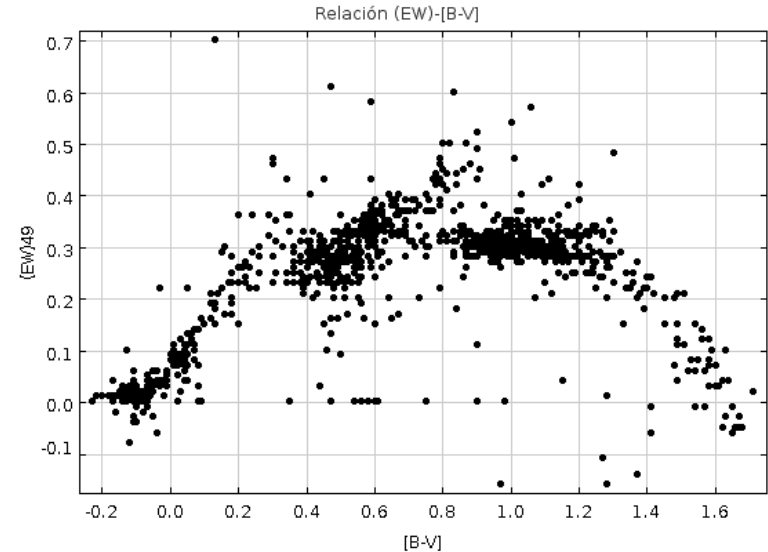


Figura 2. Relación de EW49 - [B-V]



# Relaciones de EW-(B-V)

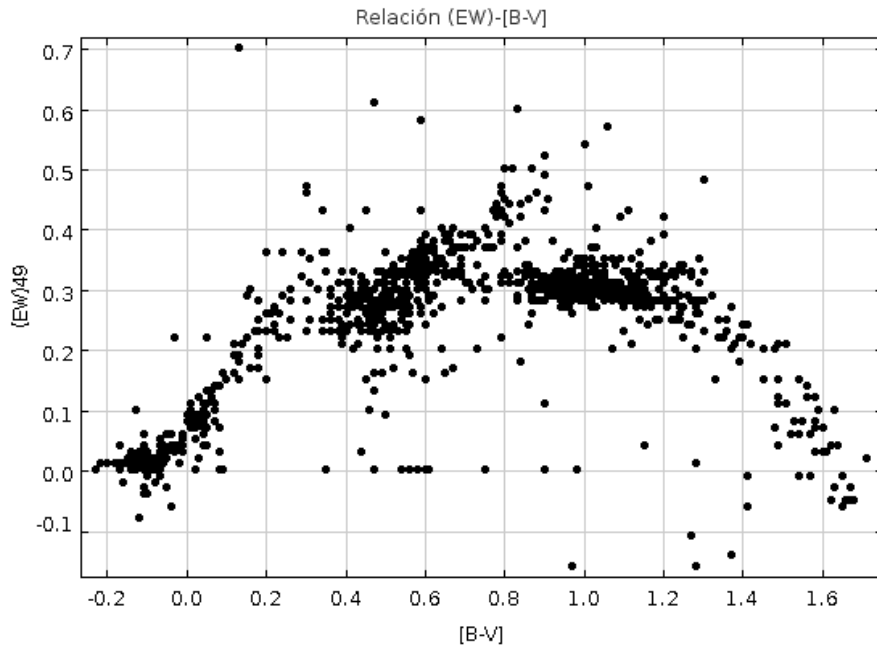


Figura 2. Relación de EW49 - [B-V]

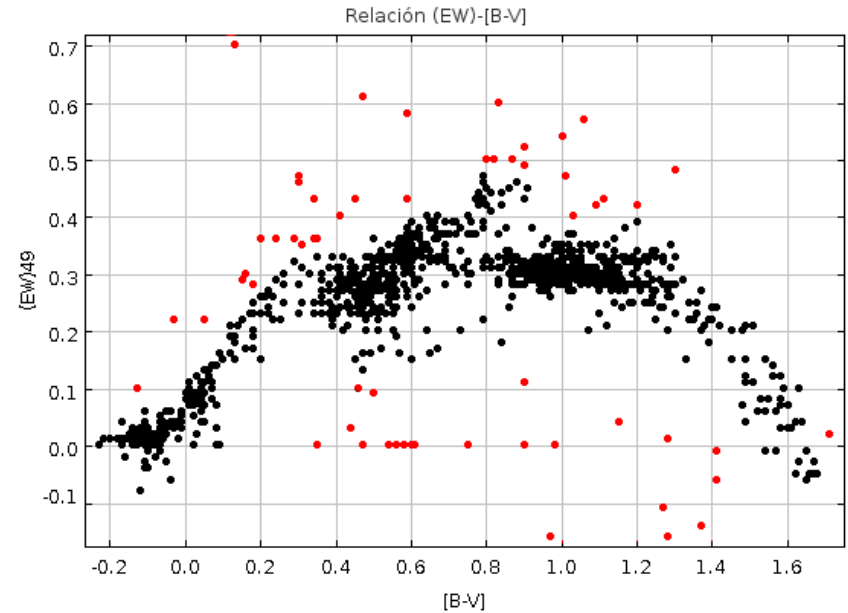
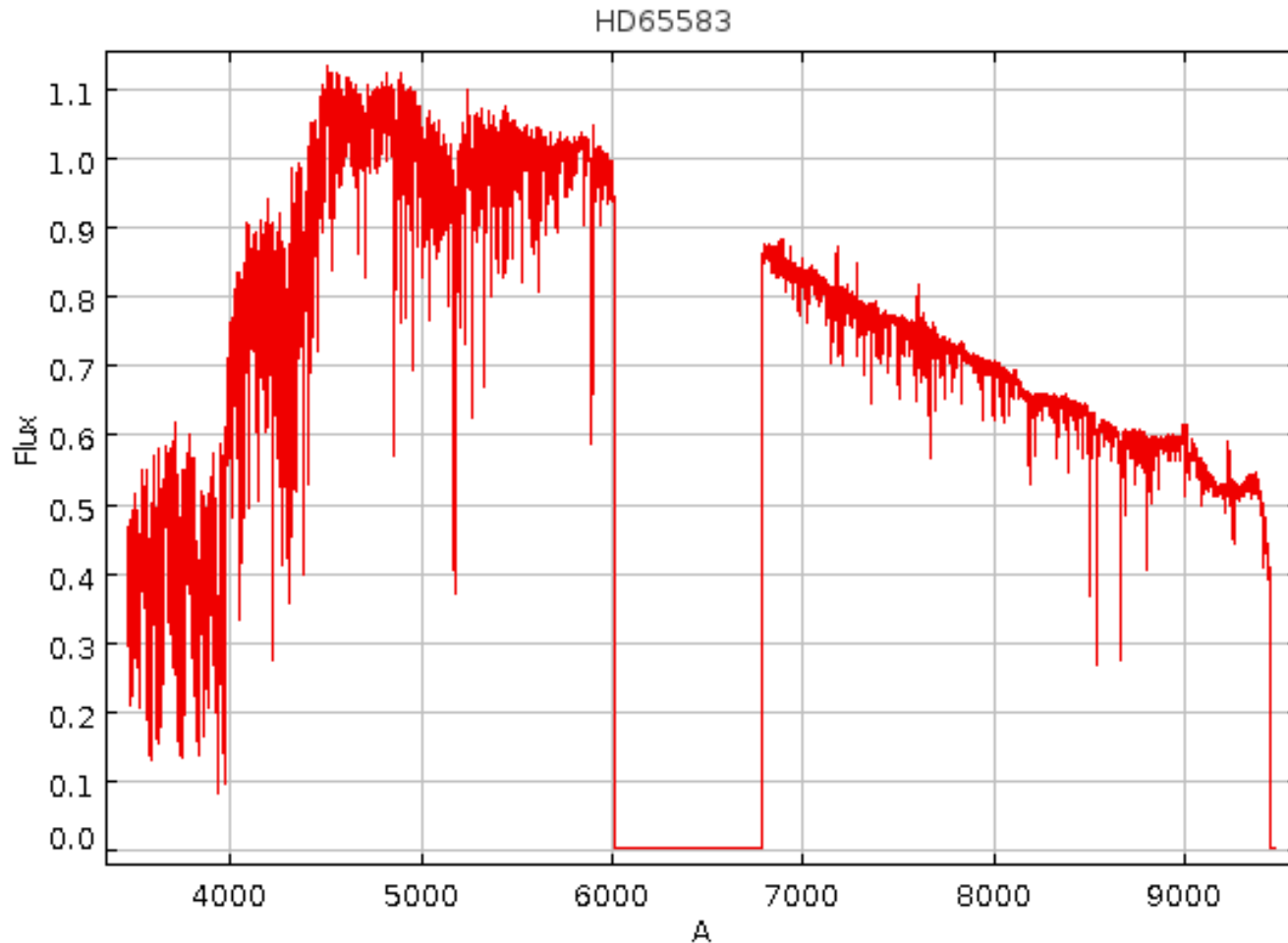


Figura 3. En rojo, outliers para el ancho equivalente 49

Relaciones y outliers

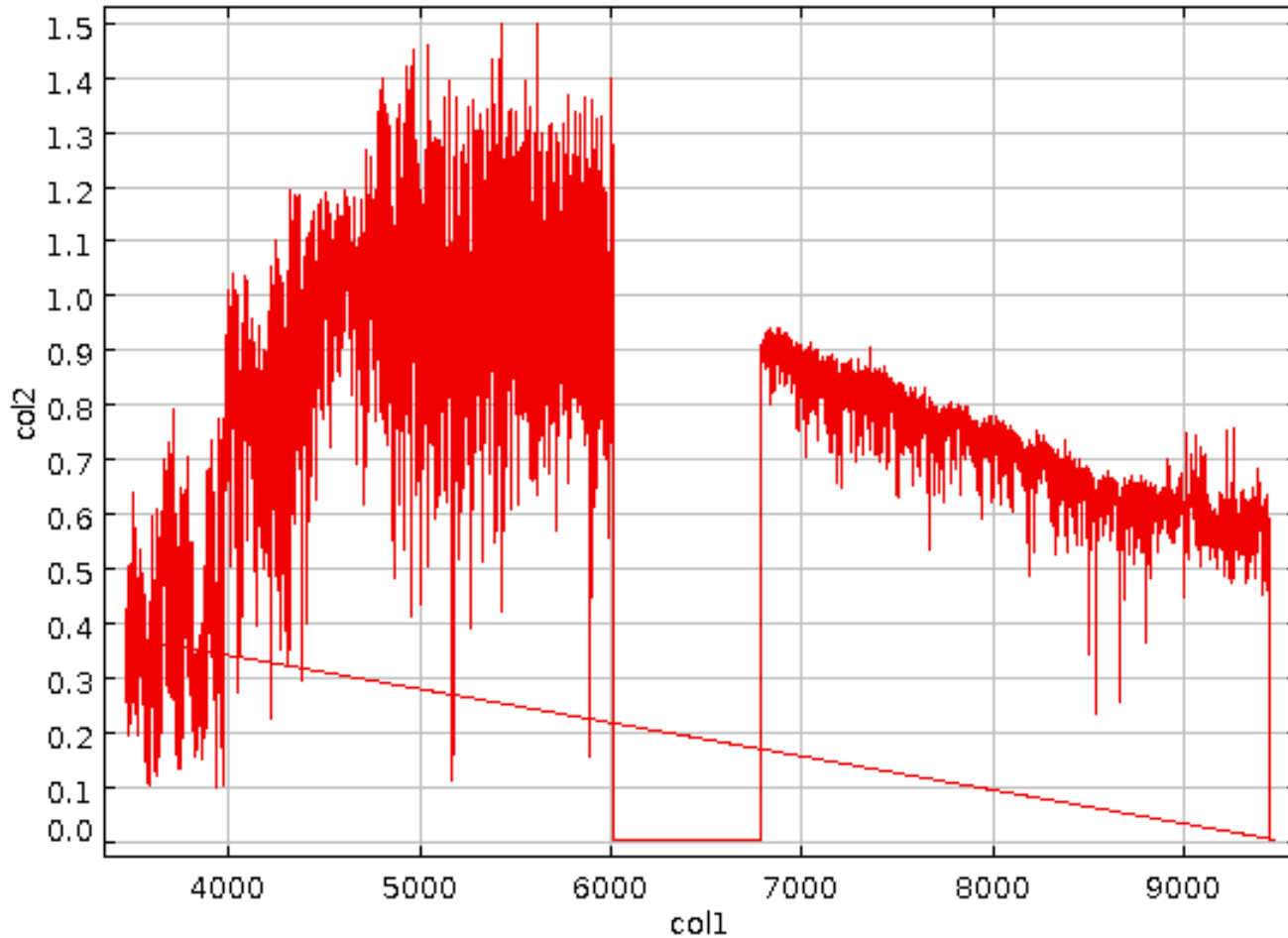


# Orígenes de los outliers



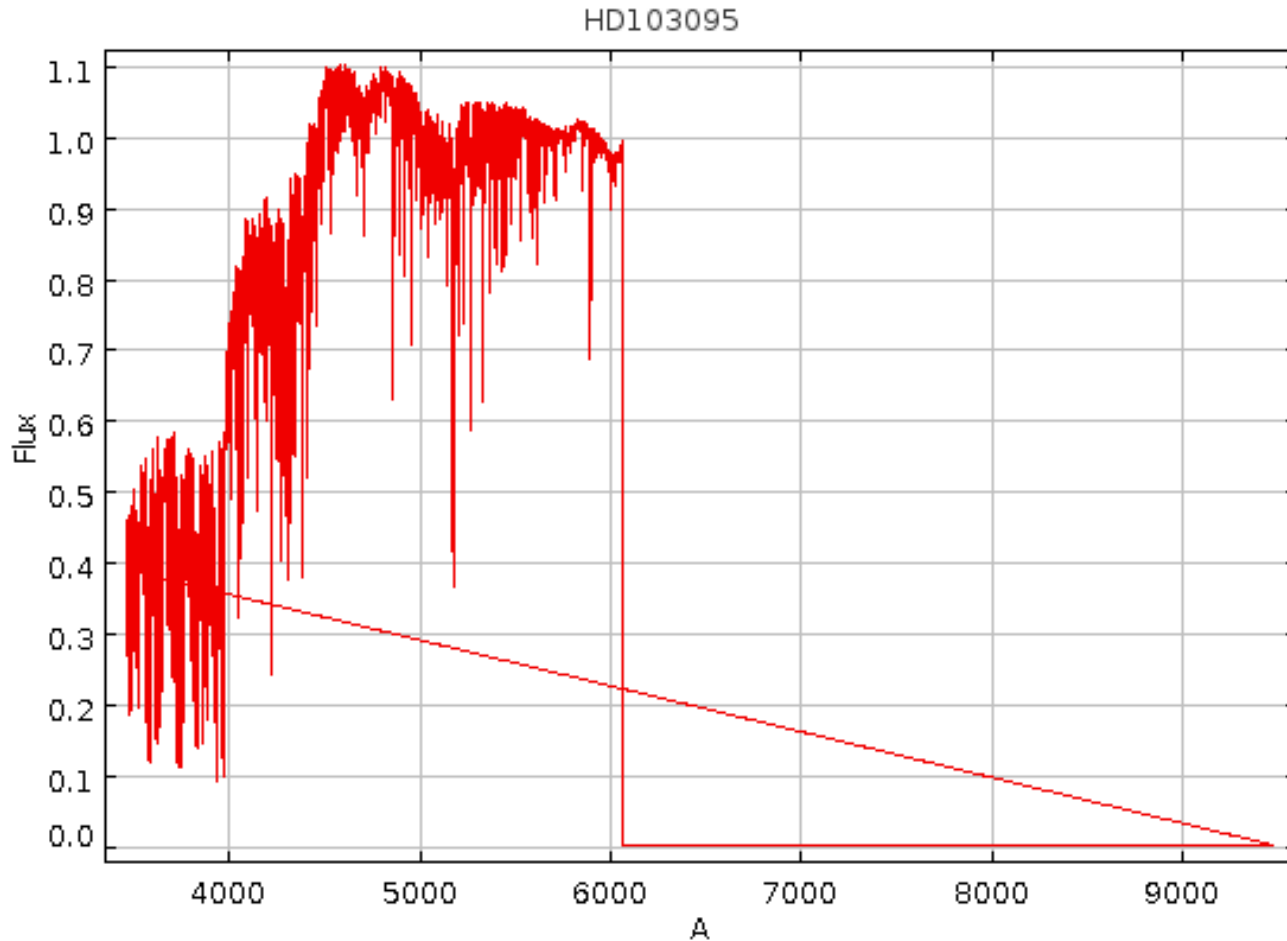


# Orígenes de los outliers

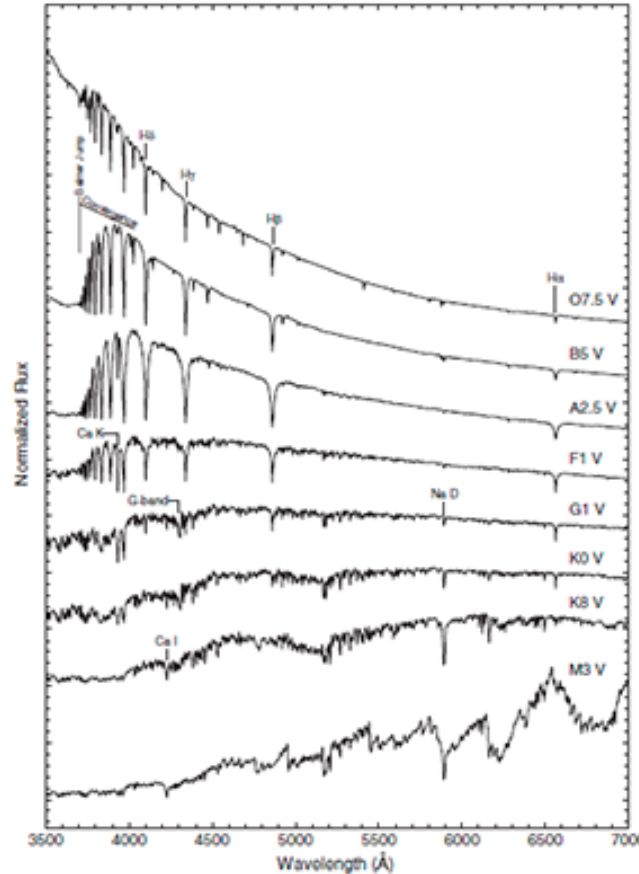
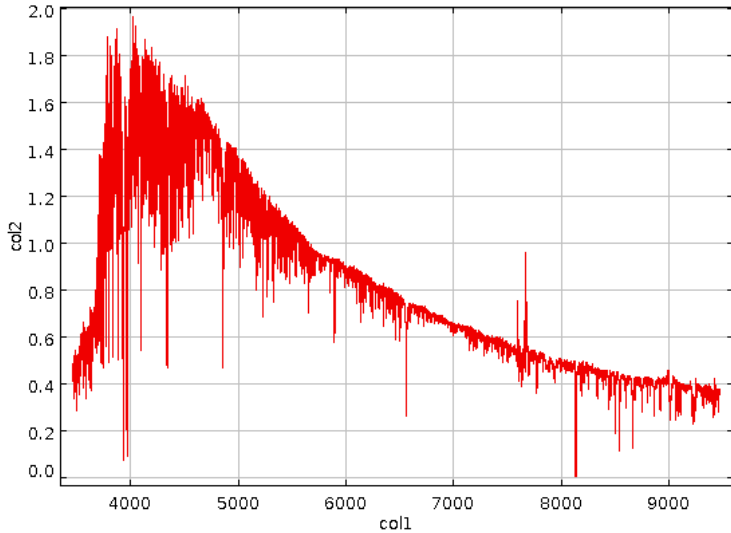




# Orígenes de los outliers



# Orígenes de los outliers



Tipo espectral	$M_V$	$B-V$	$T_{\text{eff}}(K)$
O5	-5,8	-0,35	40.000
B0	-4,1	-0,31	28.000
B5	-1,1	-0,16	15.500
A0	0,7	0,00	9.900
A5	2,0	0,13	8.500
F0	2,6	0,27	7.400
F5	3,4	0,42	6.600
G0	4,4	0,58	6.050
G5	5,1	0,70	5.500
K0	5,9	0,89	4.900
K5	7,3	1,18	4.130
M0	9,0	1,45	3.500
M5	11,8	1,63	2.800
M8	16,0	1,80	2.400

Posteriormente se revisa los espectros de las estrellas involucradas en los outliers y se analiza junto a sus valores en cada índice de color [B-V].

Figura 4. Espectros y propiedades estelares para distintos tipos espectrales. Stellar Spectral Classification. Gray & Corbally.2008



# Reemplazo de datos de índice de color

## Basic data :

### HD 19445 -- Variable Star

Other object types:

\*  
(HD,AG,AGKR,ASCC,BD,GC,GCRV,GEN#,HIC,HIP,JP11,LAL,PLX,SAO,TYC,UBV,UCAC2,USNO,uvby98,VVO,YZC,YZ)  
, PM\* (Ci,G,LFT,LHS,LSPM,LTT,NLTT,PM) , UV (CEL,TD1) , \*\* (\*\*,WDS) , V\* (NSV) , IR (2MASS)

ICRS coord. (ep=J2000) : 03 08 25.58962 +26 19 51.3957 ( Optical ) [ 7.99 6.59 90 ] A [2007A&A...474..653V](#)

FK5 coord. (ep=J2000 eq=2000) : 03 08 25.590 +26 19 51.40 ( Optical ) [ 7.99 6.59 90 ] A [2007A&A...474..653V](#)

FK4 coord. (ep=B1950 eq=1950) : 03 05 28.62 +26 09 06.1 ( Optical ) [ 45.97 38.34 0 ] A [2007A&A...474..653V](#)

Gal coord. (ep=J2000) : 157.4791 -27.1999 ( Optical ) [ 7.99 6.59 90 ] A [2007A&A...474..653V](#)

Proper motions *mas/yr* [error ellipse]: -207.97 -830.01 [0.91 0.75 0] A [2007A&A...474..653V](#)

Radial velocity / Redshift / cz : V(km/s) -140.45 [0.1] / z(̃) -0.000468 [0.000000] / cz -140.42 [0.10] (̃) A [2002AJ....124.1144L](#)

Parallaxes *mas*: 24.92 [0.91] A [2007A&A...474..653V](#)

Spectral type: G2VFe-3 C [2003AJ....126.2048G](#)

Fluxes (8) : U 8.29 [̃] C [2002yCat.2237....0D](#)

B 8.52 [̃] C [2002yCat.2237....0D](#)

V 8.06 [̃] C [2002yCat.2237....0D](#)

R 7.60 [̃] C [2002yCat.2237....0D](#)

I 7.27 [̃] C [2002yCat.2237....0D](#)

J 6.95 [̃] C [2003yCat.2246....0C](#)

H 6.70 [̃] C [2003yCat.2246....0C](#)

K 6.64 [̃] C [2003yCat.2246....0C](#)

SIMBAD  with radius  a

Interactive [AladinLite](#) view

FoV: 3.9'

2MASS DSS SDSS

VizieR [photometry viewer](#)

within radius

SIMBAD Astronomical Database



# Reemplazo de datos de índice de color

[Browse this table...](#)

## TYCHO2 - Tycho-2 Catalog of the 2.5 Million Brightest Stars

[HEASARC Archive](#)

### Overview

The Hipparcos and Tycho Catalogues are the primary products of the European Space Agency's astrometric mission, Hipparcos. The satellite, which operated for four years, returned high quality scientific data from November 1989 to March 1993.

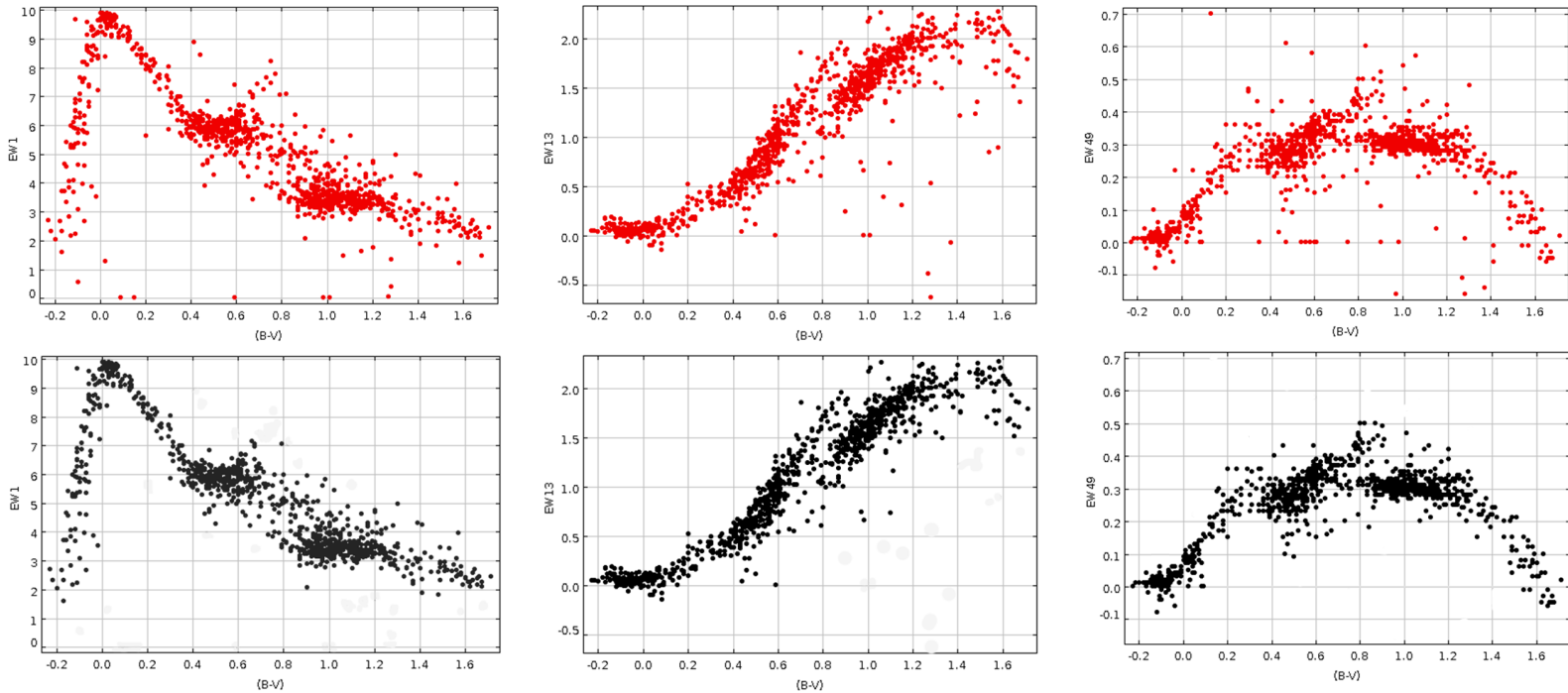
The Tycho-2 Catalogue is an astrometric reference catalog containing positions and proper motions as well as two-colour photometric data for the 2.5 million brightest stars in the sky. The Tycho-2 positions and magnitudes are based on precisely the same observations as the original Tycho Catalogue (hereafter Tycho-1; see CDS Cat. I/239) collected by the star mapper of the ESA Hipparcos satellite, but Tycho-2 is much bigger and slightly more precise, owing to a more advanced reduction technique. Components of double stars with separations down to 0.8 arcsec are included. Proper motions precise to about 2.5 mas/yr are given as derived from a comparison with the Astrographic Catalogue and 143 other ground-based astrometric catalogs, all reduced to the Hipparcos celestial coordinate system. Tycho-2 supersedes in most applications Tycho-1, as well as the ACT (CDS Cat. I/246) and the TRC (CDS Cat. I/250) catalogs based on Tycho-1.

Supplement-1 (not part of this HEASARC database but available at [ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/cats/I/259/suppl\\_1.dat.gz](ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/cats/I/259/suppl_1.dat.gz)) lists stars from the Hipparcos and Tycho-1 Catalogues which are not in Tycho-2. Supplement-2 (not part of this HEASARC database but available at [ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/cats/I/259/suppl\\_2.dat.gz](ftp://cdsarc.u-strasbg.fr/cats/I/259/suppl_2.dat.gz)) lists 1146 Tycho-1 stars which are probably either false or heavily disturbed.

The principal characteristics of the Tycho-2 Catalogue are summarized below. By means of proper motions the positions are transferred to the year 2000.0, the epoch of the catalog. The median values of internal standard errors are given:

Mean satellite observation epoch	~J1991.5
Epoch of the Tycho-2 Catalogue	J2000.0
Reference system	ICRS
coincidence with ICRS (1)	+/-0.6 mas
deviation from inertial (1)	+/-0.25 mas/yr
Number of entries	2,539,913
Astrometric standard errors (2)	
V_T < 9 mag	7 mas
all stars, positions	60 mas
all stars, proper motions	2.5 mas/yr
Photometric std. errors (3) on V_T	

# Resultados



**Figura 5. Corrección de los outliers a partir de los valores del índice de color  $(B-V)$  en las relaciones de ancho equivalente  $EW_1$ ,  $EW_{13}$  y  $EW_{49}$  respectivamente.**



# Conclusiones

Se obtendrá una nueva base de datos con el mayor número de estrellas posibles con índices de color (B-V) corregidos en base a datos obtenidos en la literatura y que se consideran de origen confiable. El resultado facilitará el desarrollo de la actual investigación de Añez & Stock y cualquier investigación que pretenda usar los datos proporcionados por la biblioteca CFLIB (IndoUS).



# Bibliografía

Añez, N. & Stock, M. J. Investigación en Desarrollo

SIMBAD Astronomical Database. Centre de données astronomiques de Strasbourg (CDS)

Stock, J., & Stock, M. J. 1999, RevMexAA, 35, 143

Stock, M. J., 2001, Desarrollo de un Método para la Clasificación Cuantitativa de Espectros Estelares.

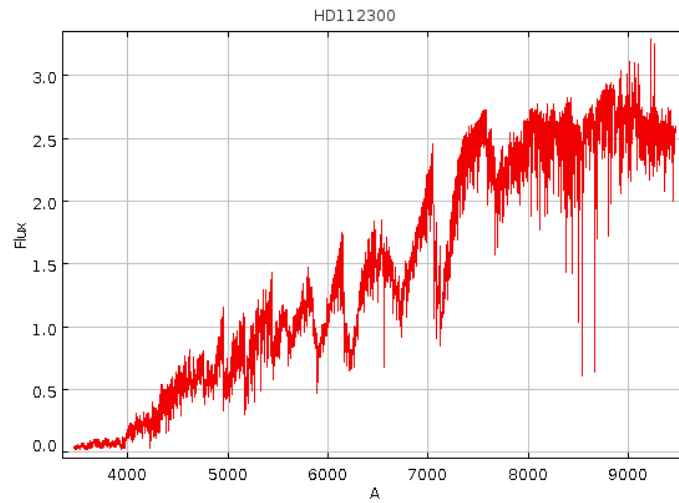
The Tycho-2 Catalogue of the 2.5 Million Brightest Stars. ESA. 2000

Valdez, F. The Indo-U.S. Library of Coudé Feed Stellar Spectra



*“Cada dato es un factor valioso en la imponente totalidad” - Annie Jump Canon*

*“Pionnering in the Clasification of Stellar Spectra” de “The Henry Draper Memorial”.  
Journal of the Royal Astronomical Society, Canadá, vol 9, 1915, en Shapley, 1968,  
pag 158*



**¡Gracias!**