

CONTENIDO

Introducción	1
CAPITULO I	
I.1.- Descripción del Sistema 13C	3
I.2.- Descripción del Equipo	7
I.3.- Extinción Atmosférica	8
I.4.- Ecuaciones de Transformación	10
I.5.- Procedimiento de Observación	12
I.6.- Reducción de los datos	13
CAPITULO II	
Procedimiento	18
Re-reducciones	19
Análisis de los residuos	20
CAPITULO III	
Las estrellas Be	39
CAPITULO IV	
IV.1.- Aplicación de las Correcciones a estrellas Be	48
IV.2.- Efectos de la línea en emisión H α en el color (52-63)	59
IV.3.- Variabilidad de estrellas Be en 13C	
IV.3.1.- Estudio estadístico	70
IV.3.2.- Variabilidad en estrellas individuales..	80
IV.4.- Excesos intrínsecos	92
CONCLUSIONES	100
REFERENCIAS	101
• ANEXO 1	105



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Introducción

Los propósitos del presente trabajo fueron dos: el primero consistió en determinar la calidad de la fotometría obtenida con los nuevos filtros de 13 colores recientemente adquiridos por el Instituto de Astronomía y de uso en el Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir, B.C., y el segundo, hacer un estudio fotométrico de las estrellas Be clásicas, utilizando para ello los resultados obtenidos en la primera parte, así como las observaciones que Schuster y Alvarez (1983) hicieron de estos objetos.

La primera parte de este trabajo se basó para su realización en la reducción de 98 noches de observación tomadas por el Dr. W. Schuster entre 1980 y 1983, usando el sistema fotométrico de 13 colores (E13C), de los cuales en 28 ocasiones se utilizó el juego #1 de nuevos filtros 13C recientemente adquiridos. Del análisis de estas reducciones se encontró que no existe una transformación lineal al Sistema estándar de Johnson y Mitchell (1975) para este nuevo juego, principalmente para el color (37-52) y estrellas con tipos espectrales cercanos a AOV, por lo que se determinaron las correcciones a las ecuaciones de transformación para que los datos obtenidos con este juego de filtros puedan pasarse al sistema de Johnson y Mitchell de manera más precisa.

En la segunda parte se hace un estudio fotométrico de estrellas Be clásicas. Se determinaron el efecto del espectro de emisión en los filtros 13C, en particular el filtro [63], la variabilidad de estos objetos estelares y los excesos intrínsecos en el continuo.

A continuación se da un resumen del contenido de este trabajo por capítulos:

En el capítulo I se da una descripción general del sistema 13C, del equipo utilizado para realizar las observaciones y los procedimientos de observación y reducción.

En el capítulo II se discuten las correcciones a las ecuaciones de transformación, y se dan las soluciones para diferentes intervalos de luminosidad y tipo espectral.

En el capítulo III se hace un breve estudio de las estrellas Be y de sus propiedades.

En el capítulo IV se discuten los siguientes temas:

a) Aplicación de las correcciones a las ecuaciones de transformación a un grupo de estrellas Be poco variables.

b) Efectos de la línea H α en el filtro [63] del juego original, muy notables en estrellas con emisión en H α intensa.

c) Análisis estadístico de variabilidad de estrellas Be, usando observaciones de Schuster y Alvarez (1983) entre 1977 y 1979, y de Schuster y Guichard (1984b) entre 1980 y 1983. Este análisis se hizo con las desviaciones estándar para magnitudes y colores obtenidas a partir de varias observaciones de las estrellas estudiadas, que luego se compararon con las desviaciones estándar para estrellas O y B normales (Schuster 1982).

d) Análisis de variabilidad de estrellas Be individuales que mostraron cambios significativos entre 1980 y 1983.

e) Excesos intrínsecos en el continuo de estrellas Be.

Capítulo I

I.1 Descripción del Sistema 13C

El sistema fotométrico 13C fué desarrollado originalmente con el propósito de estudiar estrellas de tipos tempranos, enrojecimiento interestelar y clasificación estelar (Johnson, Mitchell y Latham 1967; Mitchell y Johnson 1969, Johnson y Mitchell 1975). Es un sistema de banda intermedia definido por 13 filtros elegidos de tal forma que midan las propiedades del continuo de estrellas tempranas entre 3300 y 11000 Å, excepto los filtros 37 y 86, que miden las líneas convergentes de Balmer y Paschen, respectivamente (Ver Tabla 1.1), y evitando las líneas espectrales más conspicuas de estos objetos estelares. Sus longitudes de onda y anchos medios se muestran en la Tabla 1.1. Los siete filtros más azules fueron escogidos de tal manera que se asemejaran a los filtros del sistema de Borgmanr (1960, 1963); los seis filtros rojos e infrarrojos fueron seleccionados con respecto a la discontinuidad de Paschen. En la figura 1.1 se muestra el sistema 13C comparado con el UEVRI. En la figura también se muestran las características estelares o atmosféricas más notables.

Por razones de orden instrumental, al sistema 13C se le dividió en dos partes: el sistema de 8 colores (8C), definido por los filtros [33], [35], [37], [40], [45], [52], [58], [63] y por la celdilla RCA 1P21, y el sistema de 6 colores (6RC), definido por los filtros [58], [72], [80], [86], [99], [110], y por la celdilla RCA 7102. El hecho de que el filtro [58] se encuentre en los dos sistemas es con el fin de que haya un traslape para unir a los mismos para una transformación de color y así tener un sistema único desde el ultravioleta hasta el infrarrojo cercano.

Merced al gran número de bandas con que cuenta, el sistema 13C permite una descripción muy completa de la distribución espectral de energía de una estrella en el intervalo de longitud de onda que cubre, por lo que ha sido utilizado para estudiar problemas interesantes desde el punto de vista astrofísico. Aparte de las referencias antes mencionadas, podemos citar el trabajo de Johnson (1977), que estudió la extinción interestelar de algunas regiones del cielo para complementar observaciones de banda ancha; el de Johnson y Mitchell (1968), quienes examinaron el fenómeno de encubrimiento ("blanketing") en base a las curvas de energía espectral de las subenanas; los de Mendoza (1969, 1971 a, b, c), quien usó la parte 8C para investigar las Nubes de Magallanes, la Asociación Escorpio-Centauro, las estrellas brillantes del Sur y la binaria eclipsante V Puppis; los de Underhill (1979) y Underhill et al (1979), donde usaron la fotometría 13C, unas medidas del flujo ultravioleta desde satélite y modelos atmosféricos ETL (Equilibrio Termodinámico Local) de Kurucz para determinar temperaturas efectivas, diámetros angulares, distancias y diámetros lineales para estrellas O y B.

En 1973 llegaron al Observatorio de San Pedro Mártir los dos fotómetros 13C originales que definieron al sistema, y entre los trabajos emprendidos allí podemos mencionar el de Schuster (1976a), quien estudió los efectos de luminosidad y metalicidad en estrellas de Tipo Solar y en el Sol; asimismo, este autor emprendió un estudio sobre estrellas subenanas (Schuster 1976 b, 1979 a, b, c, 1981), en el que obtiene conclusiones acerca de la composición química, temperatura, metalicidad y gravedad superficiales en estas estrellas, y discute la inferencia de sus resultados sobre los procesos evolutivos relacionados con ellas. Carrasco et al. (1979), estudiando Nova Cygni, encuentran que el sistema 13C es muy útil para medir variabilidad en el continuo, tales como variaciones en la discontinuidad de Balmer. Alvarez y Schuster

(1978, 1981, 1982) y Schuster y Alvarez (1983) estudian estrellas Be y estrellas "shell", encontrando que estos objetos son más variables en aquellas longitudes de onda donde sus excesos intrínsecos son más grandes. Schuster (1984a) estudia estrellas B, presentando cocientes de enrojecimiento estelar, colores intrínsecos, temperaturas efectivas, magnitudes absolutas, etc.

En los trabajos arriba mencionados se encuentra que la fotometría I3C no sólo es útil para el estudio de estrellas tempranas, sino que también es apropiado para estudiar estrellas tardías (F, G y K). En particular, Schuster (1979 a, b, c) encuentra que puede obtenerse una buena separación entre temperatura, composición química y gravedad superficiales a partir de los índices derivados del sistema I3C, para estrellas de los tipos F y G. encontrando, por ejemplo, que (45-63) y (58-99) son buenos índices de temperatura, (37-45) es muy sensible a la composición química y $G=(33-52)-(37-45)$ es un buen índice de gravedad.

Para los propósitos de clasificación espectral de estrellas O y B, el sistema I3C tiene muchas ventajas, pues los filtros están localizados en longitudes de onda tales que los índices de color derivados de ellos están afectados por fenómenos relacionados con la clasificación espectral de estas estrellas, tales como:

- a) El tamaño de la discontinuidad de Balmer.
- b) La absorción producida por las líneas de Balmer cerca de 3750 Å,
- c) La diferencia entre los gradientes intrínsecos en el ultravioleta y el azul (Borgmann 1960).

La experiencia ha mostrado que, por ejemplo el color (33-35) es un buen indicador de la temperatura de color en longitudes de onda inferiores a la discontinuidad de Balmer; el

(35-40) mide la intensidad de la discontinuidad de Balmer; el (37-45) es una medida de la intensidad de las líneas de Balmer; el (40-58) nos mide la temperatura de color en longitudes de onda por arriba de la discontinuidad de Balmer, lo mismo que el (40-80); el (80-99) mide la intensidad de la discontinuidad de Paschen y el (86-99) de las líneas de Paschen; el (99-110) es sensible a la temperatura de color en longitudes de onda mayores que la de la discontinuidad de Paschen y, finalmente, los índices (58-80) y (58-99) pueden servir para medir excesos en el infrarrojo cercano (Schuster 1983).

Por la posición misma de las bandas que lo constituyen, el sistema 13C abarca las propiedades de otros sistemas fotométricos, tales como el uvby (Strömgren 1963) y el sistema de Borgmann (1960, 1963) antes mencionado. Las ventajas que tiene este sistema sobre los otros son:

1) Como ya se dijo antes, por el número de bandas con que cuenta, puede obtenerse una descripción más completa del continuo de una estrella.

2) Los filtros son de banda lo suficientemente estrecha como para comportarse, aproximadamente, como medidores monocromáticos (King 1952 a, b).

3) No se necesitan telescopios muy grandes para observar estrellas hasta de magnitud 10 (Mitchell y Johnson 1969).

4) El sistema 13C es muy lineal y homogéneo (Johnson y Mitchell 1975).

Una desventaja del sistema es que no mide líneas (como $H\alpha$ y $H\beta$, por ejemplo), En consecuencia, las estrellas que presentan variabilidad en sus líneas espectrales, como las Be, no pueden estudiarse de manera tan completa como podría hacerse teniendo una forma de medir cambios en esas líneas.

Otra desventaja es que se requiere de dos detectores de características muy distintos entre sí y de un filtro de traslape para hacer las observaciones.

I.2 Descripción del Equipo.

El equipo utilizado para la obtención de datos en 13C es el usual del Observatorio de San Pedro Mártir. Consiste esencialmente en dos fotómetros (8C y 6RC), y su correspondiente equipo periférico, que en nuestro caso es un equipo D.C., y que consta de un amplificador, un convertidor voltaje-frecuencia, un contador, un impresor y un reloj digital. También usamos un graficador como apoyo.

Los dos fotómetros son esencialmente iguales, excepto que utilizan fototubos sensibles a intervalos de longitud de onda diferentes. El fotómetro 8C opera con un fotomultiplicador RCA 1P21, sensible a longitudes de onda entre 3000 y 6500 Å, mientras que el 6RC tiene un fotomultiplicador RCA 7102, cuyo intervalo de sensibilidad está entre 6000 y 11 000 Å.

Los dos fotómetros están constituidos por una cabeza y una caja fría. En la cabeza hay cinco componentes:

- 1) Un ocular ajustable para localizar el objeto a observar y centrarlo en el diafragma.
- 2) Una rueda con diafragmas de diferentes diámetros para aislar debidamente el objeto que se va a observar.
- 3) Una lente de campo o de Fabry, que es la que proyecta la imagen del espejo primario sobre el fotocátodo.
- 4) Una rueda de filtros, que es un disco giratorio en cuya periferia se colocan los filtros seleccionados para la observación.
- 5) Una fuente estándar, que se mide rápidamente después de cada observación; se usa para la reducción de los datos a la escala de magnitudes.

La caja fría es un aditamento importante que se usa para refrigerar el fototubo, de manera que éste se mantenga a una temperatura constante, independientemente de las condiciones

ambientales exteriores, y para reducir la corriente oscura.

En San Pedro Mártir los detectores han sido enfriados siempre con hielo seco (CO_2) con el cual se logran temperaturas alrededor de -70°C . con lo cual basta para los propósitos requeridos.

I.3.- Extinción Atmosférica.

Es un hecho bien conocido que la luz sufre una pérdida al pasar a través de la atmósfera de la Tierra o de cualquier otro material, por absorción y por dispersión. Por consiguiente, la magnitud m_0 de una estrella tal como la mediría un observador fuera de la atmósfera está dada por:

$$m_0 = m - KX, \quad (1.1),$$

donde m es la magnitud aparente de la estrella, medida desde la Tierra, X es la masa de aire con respecto al cenit del observador y K es el coeficiente de extinción, que viene a ser la medida de la extinción de la luz de una estrella en el cenit, expresada en magnitudes.

La masa de aire X está dada en buena aproximación por $\text{Sec}Z$, donde Z es el ángulo subtendido por la estrella con respecto al cenit, considerando un modelo plano-paralelo de la atmósfera (Ver Fig. 1.2) y $\text{Sec}Z$ está dada por:

$$\text{Sec}Z = (\text{Sen } \phi \text{ Sen } \delta + \text{Cos } \phi \text{ Cos } \delta \text{ Cos } AH)^{-1}, \quad (1.2),$$

donde

ϕ = latitud del observatorio

δ = declinación de la estrella observada

AH = ángulo horario de la estrella al momento de su

observación; esto es,

$AH = T.S. - \alpha$, donde T.S. es el tiempo sideral de la observación y α es la ascensión recta de la estrella.

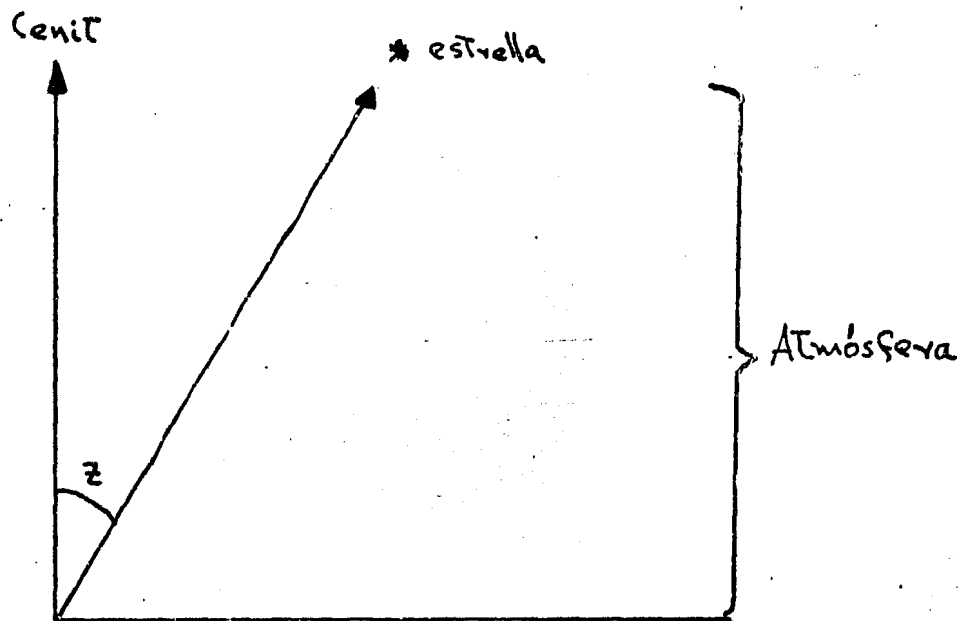


fig. I.2

Modelo plano-paralelo de la atmósfera

La ecuación (1.2) determina con suficiente precisión la masa de aire. Sin embargo, cuando se tiene un intervalo grande en declinación y en ángulo horario, la masa de aire está dada con más precisión por una aproximación polinomial en la forma:

$$X = \text{Sec}Z - 0.0018167 (\text{Sec}Z-1) - 0.002875 (\text{Sec}Z-1)^2 - 0.0008083 (\text{Sec}Z-1)^3, \quad (1.3),$$

ya que así se corrige empíricamente por la curvatura de la atmósfera terrestre. Los coeficientes del polinomio se obtienen por una interpolación cúbica a los datos de Bemporad (Hardie 1962).

Es un hecho bien establecido que la atmósfera no sólo disminuye la luz que pasa a través de ella, sino que también la enrojece. Además es sabido que las longitudes de onda más largas son menos atenuadas que las más cortas. Hay tres factores principales causantes de la extinción atmosférica: a) absorción en bandas y líneas moleculares, b) la debida a polvo, y c) dispersión por moléculas, que es aproximadamente proporcional a λ^{-4} (Hardie 1962).

Cuando se trabaja con un sistema de muchas bandas a la vez, es conveniente hacerlo en términos de una magnitud simple y varios índices de color, y tratar a la extinción en forma diferencial:

$$C_0 = C - K_c X \quad (1.4),$$

donde el color se define como la diferencia de magnitudes medidas en diferentes longitudes de onda según la expresión (1.1), y K_c es la diferencia entre los correspondientes coeficientes de extinción para magnitudes:

$$\begin{aligned} C &= M\lambda_2 - M\lambda_1 \\ K_c &= K\lambda_2 - K\lambda_1 \end{aligned} \quad (1.5)$$

I.4.- Ecuaciones de Transformación.

En fotometría de banda intermedia, las mediciones relativas de magnitud y color dependen principalmente de los filtros particulares escogidos. Cada combinación de filtros (y detectores) desarrolla y define su propio sistema de magnitudes y

colores, llamado sistema "natural". Para fines de uniformidad entre los distintos sistemas naturales y facilitar la comparación de resultados entre varios observadores, es necesario que todos los sistemas naturales estén referidos a un sistema estándar. Si se observa un número suficiente de estrellas estándar (en un buen intervalo de tipo espectral y clase de luminosidad) cuyas magnitudes y colores hayan sido medidos en el sistema al cual se quiere transformar un sistema natural dado, y si en este sistema natural los filtros han sido bien escogidos y además es posible determinar los valores de las llamadas constantes de escala y puntos cero de la transformación, de manera que las magnitudes y colores obtenidos reproduzcan bien las magnitudes y colores estándar, entonces las ecuaciones de transformación de un sistema a otro son lineales. De acuerdo a este criterio, las ecuaciones de transformación pueden escribirse como:

$$\begin{aligned} C_s &= \xi_c + \mu C_n \\ M_s &= \xi + M_n + \mu C_s \end{aligned} \quad (1.6)$$

donde M_s y C_s son las magnitudes y colores en el sistema estándar; M_n y C_n son las magnitudes y colores "naturales" o, dicho de otra forma, las magnitudes y colores instrumentales ya corregidos por extinción atmosférica; ξ y ξ_c son los puntos cero, mientras que μ y μ_c son las constantes de escala o términos de color. El punto cero de magnitudes, ξ , es el que ofrece más problemas, debido a cambios en la sensibilidad del equipo, por lo que en su determinación es conveniente un cálculo preciso de la extinción para minimizar efectos debidos a ésta (Hardie 1962).

La necesidad del uso de los términos μ y μ_c se debe al hecho de que, por ejemplo, los filtros del sistema natural no concuerden exactamente con aquellos del sistema estándar o, si se está

observando con los filtros originales con los que se creó un sistema dado, estos estén deteriorados. En principio, observando con los filtros originales en perfecto estado, debe tenerse que $\mu_c = 1.00$ y $\mu = 0.00$

.I.5.- Procedimiento de observación.

Por las condiciones de observación en San Pedro Mártir y el uso de un equipo D.C., creemos que el procedimiento de observación más conveniente es el siguiente: Para cada filtro se toman integraciones de 10 segundos cada una, en secuencia estrella-cielo-estrella ...; para estrellas brillantes por lo general basta con una secuencia. Siempre buscamos que la lectura numérica repita dentro del 3% de error. Para estrellas débiles se hacen más integraciones por lo general, y al observar estrellas estándar a grandes masas de aire, generalmente se les hace rápidamente dos de los ciclos consecutivamente. Es conveniente observar por lo menos 10 estándares durante cada noche, procurando cubrir un buen intervalo de tipo espectral y clase de luminosidad, para obtener una buena reducción. Puede observarse un par de extinción (una estrella azul y otra roja, no muy separadas entre sí), a masa de aire pequeña, mediana y grande, y otras estándares a masa de aire pequeña; así se obtienen buenos coeficientes de extinción y de transformación. La costumbre es observar, en promedio, 4 estándares a masa de aire pequeña ($X < 1.3$), 4 a masa de aire intermedia ($1.3 < X < 1.8$) y entre dos y cuatro a masa de aire grande ($X > 1.8$).

Generalmente empezamos la noche observando 2 ó 3 estándares, que pueden ser el par de extinción y otra estándar; es preferible que esta última esté en la región del cielo donde se tienen las estrellas del programa. Si se tienen estándares del mismo

tipo espectral y clase de luminosidad que las estrellas del programa, mejor. En el sistema 13C, que en principio fue creado para estudiar estrellas tempranas, paradójicamente tenemos pocas estándares principales tempranas (alrededor de 10). Esta carencia puede suplirse fácilmente usando estándares secundarias, cuando sea necesario.

I.6.- Reducción de datos.

De (1.1 y 1.4) tenemos que

$$\begin{aligned} M_n &= m - KX \\ C_n &= C - KcX \end{aligned} \quad (1.7)$$

donde m y C son la magnitud y color instrumentales respectivamente; M_n y C_n son la magnitud y color naturales. Sea $K = \bar{K} + \Delta K$, donde \bar{K} es el coeficiente de extinción promedio de muchas noches, y ΔK es una corrección a la extinción para una noche dada. Por lo tanto, si hacemos

$$\begin{aligned} M' &= m - \bar{K}X \\ C' &= C - \bar{K}cX \end{aligned} \quad (1.8)$$

entonces

$$\begin{aligned} M_n &= M' - \Delta KX \\ C_n &= C' - \Delta KcX \end{aligned} \quad (1.9)$$

sustituyendo (1.9) en (1.6) tenemos que

$$\begin{aligned} M_s &= M' - \Delta K X + \xi + \mu C_s \\ C_s &= \xi_c + \mu_c (C' - \Delta K_c X) \end{aligned} \quad (1.10)$$

Nuestro programa de reducción utiliza la observación de estrellas estándar para dar solución por cuadrados mínimos al sistema de ecuaciones (1.10) y así obtener las constantes ξ , μ , ΔK , ξ_c , μ_c y ΔK_c de la noche particular que se está reduciendo.

El procedimiento de reducción de datos es el usual para estos casos. Se tiene un archivo que contiene los datos geográficos y del equipo amplificador del Observatorio Astronómico Nacional, así como los valores de las estrellas estándar, y otro archivo que contiene los datos de la noche: el nombre de las estrellas observadas, las deflexiones de las observaciones, la ganancia del amplificador, el filtro y la hora en que se hizo la observación.

El programa de reducción es versátil, lo que nos permite hacer las soluciones más adecuadas, dependiendo de las condiciones del equipo y del período observacional. Se pueden hacer soluciones con o sin las medidas de la fuente estándar, coeficientes medios de transformación y/o coeficientes medios de extinción para cada una de las magnitudes o colores. En general, se tiene un criterio, dado por la práctica, de que un intervalo de masa de aire mayor o igual que 0.80 es el adecuado para buscar correcciones a la extinción ΔK , y de que con un intervalo de color mayor o igual que 0.50 es conveniente calcular los coeficientes de color μ y μ_c para la noche. Si no se cumple alguno de estos criterios, se utilizan los valores medios de la temporada o del lugar. También se usa otro criterio (normalmente ± 0.15 magnitud), para definir el nivel de aceptación o no aceptación de una estrella estándar, y es que el punto cero calculado para esa estrella esté cercana al punto cero promedio de todas las estrellas estándar dentro de un margen de $\pm 0.15 X$, donde X es la masa de aire a la que se hizo la observación.

También pueden hacerse soluciones forzadas, es decir, dar un intervalo de color o de masa de aire muy alto como criterio para solución por cuadrados mínimos y así usar los valores que uno desee para la reducción.

Después de solucionar por cuadrados mínimos, el Programa imprime tablas de residuos para cada magnitud y color de las estrellas estándar. Cada residuo es la diferencia entre el color estándar 13C (Johnson y Mitchell 1975) y el color calculado usando las ecuaciones de transformación. Por medio del examen de estos residuos como función de la masa de aire, color y tiempo, podemos decidir si la noche fué fotométricamente buena, si la fuente estándar se mantuvo constante, si los coeficientes medios (si se usaron) fueron adecuados, etc. Una salida típica de datos reducidos por el programa se muestra en el Anexo 1.

Siempre hemos reducido 52 y 58 como magnitudes, y las mediciones en los otros filtros han sido reducidas como colores referidos a 52 y 58. Esto debido a que el coeficiente de extinción para un color Kc es menos variable que el de magnitud K.

TABLA 1.1

Calibración Absoluta del Sistema 13C

Filtro	Longitud de onda monocromática equivalente (Å)	Paso de banda del filtro (Å)	Energía relativa de una estrella ΔOV^* media (mag)
33	3371	100	+0.263
35	3536	100	+0.302
37	3751	100	+0.005
40	4030	200	-0.640
45	4571	230	-0.381
52	5183	230	0.000
58	5827	200	+0.363
63	6356	200	+0.670
72	7241	600	+1.087
80	8000	450	+1.436
86	8584	510	+1.652
99	9831	570	+1.973
110	11084	700	+2.384

* La densidad de flujo para una estrella ΔOV media para el filtro [52] es $4.30 \times 10^{-12} \text{ Watt cm}^{-2} \mu^{-1}$

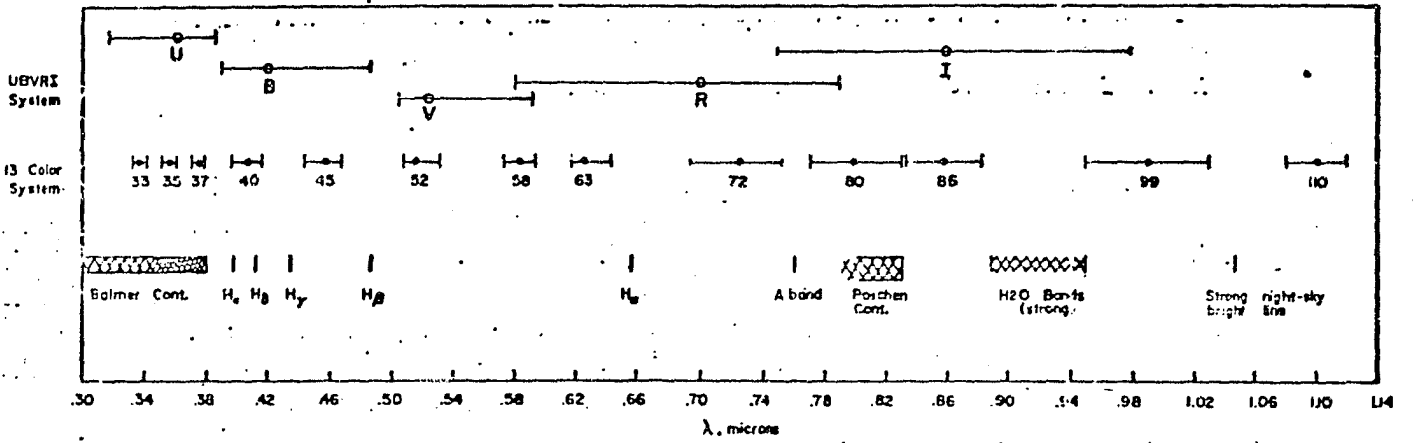


Fig. 1.1

El Sistema 13C comparado con el-UBVR y con algunas características estelares o atmosféricas (Johnson y Mitchell 1975).

CAPITULO II

En este capítulo nos abocamos a encontrar las correcciones a las ecuaciones de transformación para el juego #1 de nuevos filtros 13C, que, como se dijo antes, tienen problemas de transformación al sistema de Johnson y Mitchell (1975), principalmente de color 37-52.

El procedimiento seguido fué el siguiente:

De las primeras reducciones, en las que se calcularon puntos cero, coeficientes de color y correcciones de extinción media para cada noche, se obtuvieron coeficientes de color (μ y μ_c) promedio para cada uno de los colores y magnitudes, que luego se usaron para re-reducir todas las noches forzando las soluciones, es decir, obligando al programa a tomar estos valores promedio en el cálculo de magnitudes y colores. Esto se hizo con el fin de que los residuos obtenidos en las reducciones estuvieran referidos a la misma constante de escala y no dependieran del conjunto particular de estrellas estándar en cada noche.

En 6RC se observó a diferentes altos voltajes, dependiendo del telescopio y de la brillantez de las estrellas (con el fin de mantener una señal lineal del fototubo 7102). En este caso se calcularon coeficientes de color promedio separando por voltajes (850 ó 900V). Es decir, si había alguna estándar observada a un voltaje diferente que las demás, se reducía como programa, para obtener coeficientes de color para la noche únicamente con estándares observadas al mismo voltaje. La extinción se calculaba con todas las estándares. En 8C siempre se observó a 700 V. En la tabla 2.1 se muestran los coe-

ficientes de color promedio para 8C y 6RC, anuales y totales. En la parte inferior de dicha Tabla puede verse que los coeficientes de color dependen ligeramente del alto voltaje.

Re-reducciones.

Las re-reducciones se hicieron de manera que el programa usara los coeficientes de color promedio de la Tabla 2.1 para recalcular magnitudes y colores, así como nuevos residuos. En el sistema 8C se forzó la solución sólo con los coeficientes de color promedio, y se recalcularon los puntos cero y las correcciones a la extinción media para cada noche. En 6RC se forzó la solución con los coeficientes de color promedio correspondientes al alto voltaje de las estrellas programa en particular utilizado. Solamente se usaron las estrellas estándar observadas al mismo voltaje que las estrellas programa para recalcular los puntos cero, y la extinción se forzó también, usando, según el caso, coeficientes de extinción promedio o de cada noche, obtenidos en las primeras reducciones. Para 1981 y 1983 todas las noches se re-redujeron con los valores de extinción promedio anuales, ya que para la fotometría 6RC la extinción se mantuvo muy constante para estos dos años. En 1982 la extinción fué más variable, debido probablemente a la erupción de El Chichón, por lo que la mayoría de las noches se re-redujeron con los valores encontrados en la primera reducción para cada noche particular. En la Tabla 2.2 se muestran los valores de la extinción promedio anuales entre 1980 y 1983, así como la extinción promedio entre 1973 y 1983 (Schuster y Guichard 1984a).

En abril de 1983 se observó también un grupo de estrellas estándar secundarias, con el fin de tener una muestra más grande para un análisis estadístico. Estas estrellas se eligieron de tal forma que la mayoría de ellas tuvieran tipos espectrales cercanos a A0, cubriendo todo el intervalo de clases de luminosidad, y que además hubieran sido bien medidas con el

juego original de filtros (Johnson y Mitchell 1975, Schuster 1976a, 1979a, 1984b). Se les observó en el sistema 8C, de tal modo que cada estrella fuera medida 1 ó 2 veces, en forma independiente.

Análisis de los residuos.

De las re-reducciones se obtuvieron residuos promedio para cada magnitud o color de las estrellas estándar. Sólo se consideraron los residuos de las noches que se utilizaron para calcular los coeficientes de color promedio. Para las estrellas estándar principales se tomaron solamente los residuos con masas de aire menores que 1.5, cuando se tenían varias observaciones de una estrella durante la noche, o se usaba el residuo con masa de aire mínima cuando ésta estaba entre 1.5 y 2.0. No se usaron residuos con masas de aire mayores o iguales que 2.0. Los residuos a los que hacemos mención son los discutidos en el Capítulo I.

Para el grupo de las estrellas estándar secundarias se tomaron los residuos de todas las noches, a todas las masas de aire. En este caso el residuo es la diferencia entre los colores obtenidos con los filtros originales y los encontrados con los filtros nuevos.

En los dos casos el promedio se calculó en la forma

$$\overline{\text{Res}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \overline{\text{res}}_i, \quad (2.1)$$

donde n es el número de residuos seleccionados.

En la Tabla 2.3 se dan los residuos promedio para las estrellas estándar principales, así como su tipo espectral, clase de luminosidad y el número de observaciones tomadas para el promedio, en el sistema 8C. En la Tabla 2.4 se tiene lo mismo para las estrellas estándar secundarias, y en la Ta-

En la Tabla 2.5 se muestran los resultados para el sistema 6RC. En la Tabla 2.6 se muestran los residuos promedio anuales para las estrellas estándar principales en el sistema 8C, y en la Tabla 2.7 se dan los residuos promedio totales para todas las estrellas estándar, principales y secundarias, agrupadas por tipo espectral y clase de luminosidad, tanto en 8C como en 6RC.

De estas Tablas vemos que hay algunos residuos que no son estadísticamente significativos, por tenerse pocas estrellas y mediciones, como es el caso de las supergigantes (A0 - A2, Ib), que podrían explicarse por variabilidad fotométrica o errores de observación, pero en el caso del color (37-52) para las estrellas tempranas concluimos que los altos residuos definitivamente son reales y debidos a problemas de la transformación.

Una vez calculados los residuos promedio se procedió a hacer un análisis de cuadrados mínimos para encontrar las correcciones a las ecuaciones de transformación. Para ello se dividieron las estrellas en tempranas y tardías, ya que el análisis se hizo utilizando diferentes índices fotométricos, sensibles a luminosidad, composición y temperatura. Para el grupo de las estrellas tempranas se eligieron dos índices, uno sensible a luminosidad y otro sensible a temperatura (Schuster 1984a). Para las estrellas tardías se eligieron otros índices, sensibles a gravedad, composición y temperatura. En lo que sigue nos restringiremos al caso de las estrellas tempranas (O, B, A) y al Sistema 8C. El caso de las estrellas tardías se discutirá en una próxima publicación (Schuster y Guichard 1984a).

Las magnitudes y colores en el sistema estándar 13C pueden describirse por medio de una función que depende de la luminosidad, la composición, la temperatura, el campo magnético, etc., digamos $F(L, T, C, \dots)$. Las magnitudes y colores del sistema natural definidos por el juego original de fil-

tros pueden pasarse al sistema estándar linealmente mediante las ecuaciones de transformación, y ser descritas por $F(L, T, C \dots)$. De los resultados discutidos antes se tiene que las magnitudes y colores del sistema natural definido por el juego nuevo de filtros no son descritos por $F(L, T, C \dots)$ mediante las ecuaciones de transformación, sino por otra función que, en principio, depende de los mismos parámetros, digamos $G(L, T, C \dots)$, ya que si las longitudes de onda efectivas de los filtros nuevos son distintas a las de los filtros originales lo que se está haciendo es medir regiones diferentes de la misma curva de distribución de energía de la estrella, que es función de la luminosidad, la temperatura, la composición, etc. Por lo anterior, podemos esperar que los residuos sean función de los mismos parámetros:

$$\text{Res}(L, T, C, \dots) = F(L, T, C \dots) - G(L, T, C \dots). \quad (2.2)$$

Los filtros 13C están diseñados para estudiar, entre otras cosas, las discontinuidades de Balmer y Paschen, que para estrellas tempranas son indicadores de temperatura (Schuster 1984a). El filtro 37 mide las líneas convergentes de Balmer, siendo por lo tanto un buen indicador de luminosidad para estrellas tempranas (Schuster 1984a). A nosotros nos interesan las estrellas tempranas, y principalmente la región de la discontinuidad de Balmer y la zona donde convergen las líneas de Balmer, que es donde encontramos los mayores problemas para la transformación. Además, para las estrellas tempranas los parámetros físicos que más afectan su distribución de energía son la luminosidad y la temperatura (Johnson y Mitchell 1969; Schuster 1984a). De lo anterior, podemos suponer que los residuos para las estrellas tempranas sean función de la luminosidad y la temperatura principalmente, por lo que las correcciones que se buscan deben ser tales que de-

pendan esencialmente de esos parámetros, algo de la forma

$$\text{corrección} = a\lambda + b\tau + c, \quad (2.3)$$

donde λ es un índice sensible a la luminosidad y τ es sensible a la temperatura. La experiencia ha mostrado que $\lambda = (37-45) - 0.467(40-58)$ y $\tau = (35-40) - 0.304(40-58)$ son buenos indicadores de luminosidad y temperatura respectivamente, y están libres de enrojecimiento interestelar (Schuster 1984a). Por estas razones se eligieron estos dos índices para el análisis subsiguiente. En la Tabla 2.8 se dan los índices λ y τ para las estrellas estudiadas, a partir de valores publicados (Johnson y Mitchel 1975; Schuster 1976a, 1979a, 1984b).

Con las correcciones queremos encontrar nuevos residuos entre los valores estándar y los valores calculados con el nuevo juego de filtros:

$$\overline{\text{NRes}} = | \overline{\text{Res}} - \text{Corrección} |, \quad (2.4)$$

donde $\overline{\text{Res}}$ es el residuo obtenido en las re-reducciones y las correcciones están dadas según (2.3, siendo a , b y c constantes a determinar. De (2.3) y (2.4) tenemos que

$$\overline{\text{NRes}} = | \overline{\text{Res}} - a\lambda - b\tau - c |. \quad (2.5)$$

Para determinar a , b y c se usó el método de cuadrados mínimos. De acuerdo a esto, tenemos que minimizar la cantidad

$$q = \sum_{i=1}^n (\text{Res}_i - a\alpha_i - b\tau_i - c)^2 \quad (2.6)$$

donde N = número de estrellas estándar.

De (2.6), haciendo

$$\frac{\partial q}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial b} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial c} = 0,$$

se obtiene un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas para a , b y c , que puede resolverse por cualquier método conocido. Resolviéndolo, se encontraron a , b y c para cada color, y para diferentes grupos espectrales y clases de luminosidad. En cada caso se hicieron regresiones lineales y se obtuvo el coeficiente de correlación entre las correcciones encontradas y los residuos promedio para cada una de las estrellas. En todos los casos se encontró que para el color (37-52) hay correlaciones significativas, lo cual quiere decir que los altos residuos son reales. En la Tabla 2.9 se presentan los resultados finales para los diferentes casos. En la primera columna se da el color tratado, en la segunda el grupo espectral para el cual se calculó la solución, en la tercera el intervalo de clase de luminosidad, en la cuarta los índices fotométricos utilizados; en las columnas 5, 6 y 7 se dan los valores de las constantes a , b y c , respectivamente. En la octava se da el número de estrellas utilizado en la solución y en la novena el coeficiente de correlación entre las correcciones y los residuos promedio, para cada solución. Sólo se da la solución para los colores (33-52), (35-52), (37-52) y (40-52). En los otros colores los valores encontrados no son significa-

tivos. En la Tabla 2.10 se presentan los residuos corregidos promedio ($\overline{N \text{ Res}}$), para diferentes grupos espectrales y clases de luminosidad, usando diferentes soluciones. En general se observa que los residuos mejoran (compárese con la Tabla 2.7). Solamente en la solución 2 para el grupo A0-A2, Ib se nota un aumento en los residuos corregidos, pero dado que sólo se tienen 2 estrellas con 3 observaciones en total, los resultados no tienen significado estadístico.

En las Tablas 2.9 y 2.10 puede verse que las mejores soluciones se dan cuando se limitan los intervalos de tipo espectral y clase de luminosidad, y cuando sólo se usa el índice τ en la solución. También se ve que las supergigantes se analizan mejor cuando se las separa de las clases de luminosidad V-III. Lo mismo pasa para las estrellas B cuando se las separa de las A.

Esto puede entenderse mejor graficando ℓ y τ vs. tipo espectral (gráficas 2.1 y 2.2). En la gráfica 2.1 vemos que para estrellas en el intervalo A1-A9, V-III, ℓ no es un buen indicador de luminosidad. En la gráfica 2.2 se tiene, para el mismo intervalo (A1-A9, V-III), que τ se vuelve un indicador menos eficiente de temperatura y se hace más sensible a gravedad superficial, pues vemos que para las supergigantes cambia rápidamente con el tipo espectral. Por otra parte, es sabido que la temperatura efectiva varía con el tipo espectral pero las clases II-V (Underhill et. al. 1979). En la gráfica 2.2 vemos que τ representa muy bien esta variación en el intervalo O9-A0, V-III. En las gráficas 2.1 y 2.2 se ve que -- las supergigantes definen una rama aparte, siendo ℓ y τ muy sensibles a la luminosidad para estas estrellas, por lo que se hizo una solución (la 4), tratándolas de manera especial.

De los resultados anteriores se concluye que el color (37-52) debe ser corregido; para (35-52) no son necesarias las correcciones; para (33-52) tal vez sean necesarias, pues los residuos podrían tener algún significado físico, como se ve en la Tabla 2.9. Para (40-52) probablemente se necesiten correcciones para estrellas de clase V-III, ya que los residuos

se correlacionan bien con la temperatura (Sol. 5, Tabla 2.9). En los otros colores no se encontraron problemas.

Se encuentra que las mejores correcciones se dan cuando sólo se usa el índice τ y cuando se limitan los intervalos de tipos espectrales y clases de luminosidad.

Para mejorar las correcciones hay que separar las supergigantes de las otras clases de luminosidad. También deben separarse las estrellas A de las B (comparar soluciones 3 y 5, Tabla 2.9). Para una mejor corrección en el intervalo O9-A9, V-Ib, usando tanto λ como τ , habría que buscar correcciones con más términos ($\text{corr.} = c + a\lambda + b\tau + d\lambda^2 + e\tau^2 + \dots$), pero para eso son necesarias más observaciones de estrellas supergigantes, que en estos momentos no tenemos.

Resumiendo, se recomienda a los usuarios del juego #1 que apliquen las correcciones al menos para el color (37-52). También se recomienda observar estrellas estándar del mismo tipo espectral y clase de luminosidad que las estrellas programa para estudiar y calcular bien las correcciones.

TABLA 2.1

COEFICIENTES DE COLOR PROMEDIO - JUEGO #1 DE NUEVOS FILTROS

Año	52	33-52	35-52	37-52	40-52	45-52	52-58	52-63	58	Noches
1981	-0.0064	1.0164	0.9984	1.0184	1.0580	0.9902	0.9265	1.1122	0.0464	34
1982	-0.0075	1.0155	0.9985	1.0194	1.0628	0.9894	0.9235	1.1144	0.0365	3
1983	-0.0030	1.0152	1.0120	1.0114	1.0497	0.9839	0.9363	1.1300	0.0492	7
Promedio	-0.0059	1.0162	1.0007	1.0173	1.0570	0.9892	0.9279	1.1152	0.0461	44

Año	58	58-72	58-80	58-86	58-90	58-110	58	Noches
1981	0.0387	1.0334	1.0293	1.0103	1.0158	1.0283	0.0553	13
1982	0.0344	1.0295	1.0245	1.0043	1.0064	1.0160	0.0493	11
1983	0.0491	1.0454	1.0345	1.0143	1.0160	1.0318	0.0694	3
	0.0361	1.0331	1.0279	1.0083	1.0120	1.0237	0.0544	27

Alto Voltaje	58	58-72	58-80	58-86	58-99	58-110	58	Noches
850 VDC	0.0381	1.0333	1.0288	1.0097	1.0147	1.0256	0.0545	19
900 VDC	0.0334	1.0439	1.0347	1.0157	1.0173	1.0295	0.0479	9

TABLA 2.2

EXTINCION PROMEDIO - VALORES ANUALES

Año	33	35	37	40	45	52	58	63	Noches
1980	0.616	0.493	0.396	0.295	0.197	0.137	0.120	0.079	5
1981	0.665	0.533	0.449	0.335	0.227	0.168	0.146	0.122	27
1982	0.807	0.673	0.607	0.469	0.370	0.315	0.267	0.250	3
1983	0.693	0.580	0.488	0.394	0.288	0.235	0.222	0.202	7
Promedio	0.674	0.546	0.461	0.350	0.244	0.186	0.165	0.140	42
Promedio 1973-83	0.647	0.523	0.424	0.320	0.214	0.159	0.144	0.107	161

Año	58	72	80	86	99	110	Noches	
1980	0.120	0.062	0.043	0.027	0.029	0.010	11	Normalizada a 8c.
1981	0.147	0.088	0.074	0.061	0.061	0.042	16	
1982	0.197	0.128	0.103	0.093	0.075	0.047	10	
1983	0.246	0.171	0.165	0.157	0.160	0.150	3	
Promedio	0.160	0.097	0.079	0.067	0.063	0.042	40	
Promedio 1973-83	0.135	0.073	0.056	0.045	0.049	0.040	133	

TABLA 2.3

RESIDUOS PROMEDIO (8C). ESTRELLAS ESTANDAR PRINCIPALES

BS	T.E.	$\overline{\text{Res}}(52)$	$\overline{\text{Res}}(33-52)$	$\overline{\text{Res}}(35-52)$	$\overline{\text{Res}}(37-52)$	$\overline{\text{Res}}(40-52)$	$\overline{\text{Res}}(58)$	$\overline{\text{Res}}(52-58)$	$\overline{\text{Res}}(52-63)$	$\overline{\text{Res}}(45-52)$	N
45	M2 III	-0.0175	0.0204	0.0793	0.0167	-0.0383	-0.0119	-0.0070	0.1242	0.0247	2
617	K2 III	0.0179	-0.0131	-0.0014	0.0099	-0.0022	0.0184	-0.0009	-0.0030	-0.0096	13
718	B9 III	0.0169	-0.0079	0.0095	-0.0353	0.0196	0.0069	0.0047	-0.0017	0.0002	13
875	A1 V	0.0166	-0.0027	0.0160	-0.0397	0.0176	0.0183	-0.0069	-0.0072	-0.0052	3
1084	K2 V	-0.0208	-0.0119	-0.0080	0.0137	-0.0052	-0.0115	-0.0055	-0.0184	-0.0010	3
1855	B0 V	-0.0182	0.0155	-0.0116	0.0308	-0.0065	-0.0189	0.0025	-0.0004	-0.0091	3
2852	FO V	0.0184	0.0039	0.0125	0.0043	0.0028	0.0060	0.0118	0.0128	-0.0003	5
2890	A1 V+AM	0.0143	-0.0163	-0.0117	-0.0515	0.0126	0.0108	0.0000	-0.0004	0.0047	5
2990	K0 III	0.0302	-0.0256	-0.0135	0.0070	0.0003	0.0094	0.0201	0.0329	-0.0124	1
3249	K4 III	-0.0010	0.0159	0.0423	-0.0053	-0.0230	-0.0155	0.0141	0.0261	0.0026	16
3454	B3 V	-0.0109	0.0217	-0.0013	0.0289	0.0035	-0.0265	0.0153	0.0180	0.0023	18
4456	B3 V	-0.0004	0.0032	-0.0027	0.0202	-0.0130	0.0057	-0.0049	-0.0036	-0.0045	21
4534	A3 V	-0.0105	-0.0118	0.0000	-0.0405	0.0232	-0.0166	0.0024	0.0107	0.0188	18
4550	G8 VP	0.0020	0.0242	0.0350	0.0357	0.0042	0.0055	0.0015	-0.0021	0.0030	13
5634	F5 V	-0.0118	-0.0079	0.0177	0.0110	0.0030	-0.0019	-0.0078	-0.0012	0.0037	4
5685	B8 V	0.0050	-0.0039	0.0022	0.0208	-0.0051	0.0076	-0.0037	-0.0064	-0.0054	24
5854	K2 III	0.0037	-0.0086	-0.0226	0.0005	-0.0055	0.0042	0.0004	-0.0105	-0.0072	29
5947	K3 III	0.0036	-0.0066	0.0089	0.0055	-0.0007	0.0054	-0.0009	0.0028	-0.0029	22
6092	B5 IV	0.0202	-0.0057	-0.0130	0.0036	-0.0088	0.0185	0.0005	0.0012	-0.0045	22
6603	K2 III	-0.0045	-0.0018	-0.0181	0.0042	0.0018	0.0023	-0.0055	-0.0033	-0.0043	36
6629	A0 V	0.0020	-0.0107	0.0088	-0.0519	0.0071	-0.0005	-0.0018	-0.0086	-0.0007	36
8622	O9 V	-0.0093	0.0105	-0.0051	0.0301	-0.0226	-0.0070	-0.0004	0.0066	-0.0079	18
8832	K3 V	-0.0230	0.0192	0.0027	0.0044	0.0195	-0.0164	-0.0022	-0.0143	0.0224	22

TABLA 2.4

RESIDUOS PROMEDIO (8C). ESTRELLAS ESTANDAR SECUNDARIAS

BS	T.E. °	Res(52)	Res(33-52)	Res(35-52)	Res(37-52)	Res(40-52)	Res(58)	Res(52-58)	Res(52-63)	Res(45-52)
2831	A2 Ib	-0.0184	0.0110	0.0055	0.0420	0.0220	0.0045	0.0235	0.0185	0.0000
2874	A5 Ib	-0.0095	-0.0260	-0.0410	0.0185	0.0365	-0.0310	0.0150	0.0195	0.0020
3309	G5 V	-0.0150	0.0045	0.0245	-0.0060	0.0055	-0.0180	0.0025	0.0020	-0.0005
3569	A7 V	0.0465	0.0005	0.0060	-0.0160	0.0255	0.0335	0.0105	0.0150	-0.0005
3662	A5 V	0.0175	-0.0135	0.0105	-0.0265	0.0130	0.0190	-0.0100	-0.0145	-0.0025
3706	G8 III	-0.0200	-0.0125	0.0095	0.0530	0.0200	-0.0280	0.0085	-0.0075	-0.0100
3974	A7 V	-0.0240	0.0165	0.0510	-0.0060	0.0385	0.0030	-0.0295	-0.0450	0.0105
3975	A0 Ib	0.0180	-0.0010	-0.0300	0.0590	-0.0120	-0.0090	0.0240	0.0190	-0.0030
3981	A0 III	-0.0140	-0.0040	0.0190	-0.0240	0.0370	-0.0020	-0.0160	-0.0530	0.0200
3982	B7 V	0.0520	-0.0350	-0.0500	-0.0090	-0.0120	0.0580	-0.0080	-0.0150	-0.0100
4030	dG 2	0.0010	0.0120	0.0220	0.0780	0.0160	0.0480	-0.0450	-0.0500	0.0200
4033	A2 IV	0.0180	0.0060	-0.0160	-0.0500	0.0310	0.0280	-0.0150	-0.0160	0.0000
4132	A7 IV	0.0150	-0.0260	0.0200	-0.0280	0.0320	0.0160	-0.0030	-0.0050	0.0200
4357	A4 V	0.0430	-0.0090	-0.0010	-0.0310	0.0210	0.0420	-0.0030	-0.0170	-0.0010
4496	G8 V	0.0103	-0.0400	0.0013	0.0187	-0.0073	-0.0210	0.0350	-0.0357	-0.0007
4789	A0 III	0.0130	-0.0200	-0.0130	-0.0360	0.0140	0.0150	-0.0070	-0.0280	-0.0020
5019	G6 V	-0.0030	0.0080	0.0120	0.0440	0.0150	-0.0010	0.0010	-0.0170	0.0000
5127	A7 III	-0.0270	-0.0100	-0.0090	-0.0270	0.0010	-0.0140	-0.0160	-0.0160	0.0020
5148	dF 9	0.0150	-0.0160	0.0190	0.0200	-0.0190	0.0240	-0.0070	-0.0200	-0.0080
5235	G0 IV	0.0050	-0.0130	0.0410	0.0290	0.0190	0.0000	-0.0030	-0.0040	-0.0110
5435	A7 III	0.0300	-0.0140	0.0110	0.0040	0.0220	0.0300	-0.0330	-0.0460	0.0080
5659	G5 V	0.0140	-0.0220	0.0110	0.0500	0.0010	0.0030	0.0130	-0.0010	-0.0040
5968	G2 V	0.0100	-0.0080	0.0370	0.0420	-0.0080	0.0010	0.0120	-0.0000	0.0050
5996	G4 IV-V	-0.0420	-0.0020	0.0090	0.0310	-0.0140	-0.0550	0.0150	0.0140	-0.0100
5081	A5 II	-0.0470	-0.0820	-0.0100	-0.0190	-0.0200	-0.0200	-0.0280	-0.0190	-0.0070
6095	A9 III	0.0320	-0.0480	-0.0060	-0.0100	-0.0140	-0.0450	-0.0150	-0.0300	-0.0170
6144	A7 Ib	-0.0250	-0.0270	-0.0200	0.0000	0.0010	-0.0100	-0.0100	-0.0210	-0.0100
+25°3344		0.0270	-0.0270	-0.0150	-0.0310	-0.0160	0.0290	-0.0060	-0.0010	-0.0120
+25°1981		-0.0230	-0.0020	0.0200	0.0080	-0.0130	-0.0330	0.0100	0.0510	-0.0020
+21°2247		0.0995	-0.0270	0.0120	0.0185	-0.0130	0.0805	0.0220	0.0185	-0.0075
-09°3595		-0.0205	0.0220	0.0210	0.0435	0.0295	-0.0080	-0.0080	-0.0140	0.0250
-10°4149		-0.0220	0.0135	0.0740	0.0325	-0.0145	-0.0065	-0.0125	-0.0065	0.0055
-21°4009		-0.0635	0.0280	0.0270	0.0275	0.0085	-0.0610	0.0005	-0.0115	0.0000

TABLA 2.5

RESIDUOS PROMEDIO (6RC). ESTRELLAS ESTANDAR PRINCIPALES

BS	T.E.	$\bar{Res}(58)$	$\bar{Res}(58-80)$	$\bar{Res}(58-86)$	$\bar{Res}(58-99)$	$\bar{Res}(58-110)$	$\bar{Res}(58)$	$\bar{Res}(58-72)$	N
45	M2 III	-0.0566	0.0268	0.0224	0.0210	0.0106	-0.0571	0.0226	3
617	K2 III	0.0739	-0.0019	0.0062	-0.0087	0.0242	0.0737	0.0030	3
718	B9 III	0.0370	-0.0033	-0.0070	-0.0173	-0.0198	0.0371	-0.0006	9
753	K3 V	0.0310	-0.0072	0.0066	-0.0093	0.0161	0.0304	-0.0020	7
875	A1 V	0.0317	0.0037	0.0036	-0.0170	-0.0057	0.0320	-0.0006	5
1084	K2 V	0.0112	0.0088	0.0133	-0.0025	0.0084	0.0110	0.0130	4
1855	B0 V	-0.0128	-0.0004	0.0047	0.0107	0.0099	-0.0132	0.0153	4
2852	F0 V	0.0037	-0.0013	-0.0033	-0.0089	-0.0043	0.0042	-0.0101	1
3249	K4 III	0.0112	-0.0060	-0.0004	-0.0013	0.0101	0.0109	-0.0088	12
3454	B3 V	0.0074	-0.0156	-0.0119	-0.0086	-0.0100	0.0077	-0.0161	3
4456	B3 V	-0.0140	0.0030	0.0008	0.0082	-0.0029	-0.0139	0.0013	12
4534	A3 V	-0.0010	-0.0114	-0.0076	-0.0143	-0.0160	-0.0005	-0.0153	11
4550	G8 VP	-0.0030	0.0012	0.0023	-0.0021	-0.0056	-0.0034	0.0004	10
5634	F5 V	-0.0340	0.0017	0.0118	0.0078	-0.0134	-0.0343	0.0085	3
5685	B8 V	0.0207	0.0052	0.0009	-0.0061	0.0076	0.0208	0.0090	13
5854	K2 III	0.0212	-0.0079	-0.0104	-0.0002	-0.0067	0.0213	-0.0098	13
5947	K3 III	0.0137	-0.0022	-0.0003	0.0019	-0.0077	0.0134	0.0021	18
6092	B3 IV	-0.0044	-0.0059	-0.0060	-0.0032	0.0008	-0.0040	-0.0082	19
6603	K2 III	0.0220	-0.0022	-0.0043	-0.0076	-0.0264	0.0221	0.0010	17
6629	A0 V	0.0042	-0.0009	-0.0005	-0.0086	-0.0182	0.0040	0.0008	26
7906	B9 V	0.0095	0.0144	0.0158	-0.0053	0.0023	0.0094	0.0219	2
8622	O9 V	-0.0394	-0.0009	0.0017	0.0121	0.0194	-0.0390	-0.0066	19
8832	K3 V	-0.0662	0.0113	0.0007	0.0127	0.0367	-0.0660	0.0029	19

TABLA 2.6

RESIDUOS PROMEDIO PARCIALES (8C). ESTRELLAS ESTANDAR PRINCIPALES

BS	T.E.	$\overline{\text{Res}}(52)$	$\overline{\text{Res}}(33-52)$	$\overline{\text{Res}}(35-52)$	$\overline{\text{Res}}(37-52)$	$\overline{\text{Res}}(40-52)$	$\overline{\text{Res}}(58)$	$\overline{\text{Res}}(52-58)$	$\overline{\text{Res}}(52-63)$	$\overline{\text{Res}}(45-52)$	N	Año
718	B9 III	0.0169	-0.0079	0.0095	-0.0353	0.0196	0.0069	0.0047	-0.0017	0.0002	13	1981
3454	B3 V	-0.0010	0.0112	-0.0032	0.0284	0.0042	0.0012	-0.0011	-0.0019	-0.0033	7	
4456	B3 V	-0.0017	0.0029	-0.0004	0.0232	-0.0143	0.0039	-0.0043		-0.0040	17	
4534	A3 V	-0.0097	-0.0114	0.0010	-0.0376	0.0217	-0.0155	0.0023	0.0116	0.0183	13	
5685	B8 V	0.0040	-0.0006	0.0061	0.0235	-0.0051	0.0031	-0.0002	-0.0020	-0.0047	18	
6092	B5 IV	0.0136	-0.0043	-0.0107	0.0055	-0.0094	0.0121	0.0036	0.0044	-0.0046	14	
6629	AO V	0.0004	-0.0100	0.0104	-0.0510	0.0057	-0.0049	0.0009	-0.0049	-0.0014	30	
8622	O9 V	-0.0067	0.0094	-0.0054	0.0311	-0.0218	-0.0062	0.0011	0.0086	-0.0086	15	
3454	B3 V	-0.0171	0.0284	-0.0001	0.0291	0.0030	-0.0441	0.0257	0.0306	0.0058	11	1983
4456	B3 V	0.0050	0.0046	-0.0123	0.0075	-0.0072	0.0129	-0.0074	-0.0099	-0.0064	4	
4534	A3 V	-0.0126	-0.0126	-0.0020	-0.0479	0.0271	-0.0195	0.0025	0.0035	0.0202	5	
5685	B8 V	0.0036	-0.0112	-0.0149	0.0125	0.0039	0.0318	-0.0282	-0.0367	-0.0063	3	
6092	B5 IV	0.0278	-0.0182	-0.0322	-0.0087	-0.0119	0.0489	-0.0198	-0.0211	-0.0066	4	
6629	AO V	0.0093	-0.0234	-0.0106	-0.0641	0.0111	0.0357	-0.0288	-0.0450	-0.0009	3	
617	K2 III	0.0179	-0.0131	-0.0014	0.0099	-0.0022	0.0184	-0.0009	-0.0030	-0.0096	13	1981
3249	K4 III	-0.0009	0.0088	0.0256	-0.0074	-0.0275	0.0054	-0.0052	0.0046	0.0023	8	
4550	G8 VP	-0.0015	0.0275	0.0364	0.0384	0.0026	0.0004	0.0031	-0.0018	0.0033	9	
5854	K2 III	0.0016	-0.0063	-0.0251	0.0034	-0.0059	-0.0027	0.0052	-0.0042	-0.0066	21	
5947	K3 III	0.0037	0.0011	0.0122	0.0114	0.0021	0.0036	0.0012	0.0050	-0.0007	14	
6603	K2 III	-0.0064	-0.0002	-0.0189	0.0062	0.0019	-0.0027	-0.0025	-0.0003	-0.0037	30	
8832	K3 V	-0.0197	0.0187	0.0030	0.0049	0.0185	-0.0141	-0.0016	-0.0155	0.0219	19	
3249	K4 III	-0.0012	0.0229	0.0590	-0.0033	-0.0185	0.0364	0.0334	0.0476	0.0029	8	1983
4550	G8 VP	0.0100	0.0168	0.0317	0.0295	0.0079	0.0168	-0.0023	-0.0028	0.0022	4	
5854	K2 III	0.0144	-0.0206	-0.0185	-0.0109	-0.0071	0.0323	-0.0163	-0.0339	-0.0102	5	
5947	K3 III	0.0036	-0.0066	0.0089	0.0055	-0.0007	0.0054	-0.0009	0.0028	-0.0029	4	
6603	K2 III	0.0086	-0.0152	-0.0138	-0.0087	-0.0021	0.0450	-0.0331	-0.0336	-0.0124	3	

TABLA 2.7

RESIDUOS PROMEDIO TOTALES

Grupo Espectral ó Estrella	Res(52)	Res(33-52)	Res(35-52)	Res(37-52)	Res(40-52)	Res(45-52)	Res(52-58)	Res(52-63)	Res(58)	Estre-llas	Medi-das
O9-B3 V	-0.013	0.016	-0.006	0.030	-0.009	-0.002	0.006	0.008	-0.017	3	39
B8-A3 V-III	0.007	-0.008	0.002	-0.034	0.017	0.003	-0.005	-0.012	0.008	9	104
A4-F0 V-III	0.017	-0.011	0.011	-0.015	0.016	0.002	-0.010	-0.016	0.010	9	16
AO-A2 Ib	0.000	0.005	-0.012	0.050	0.005	-0.004	0.024	0.019	-0.002	2	3
F2-K1 VI (Sub-enanas)	-0.005	0.010	0.032	0.028	0.000	0.004	0.002	0.006	-0.004	6	22
F9-G8 V y IV	-0.001	-0.003	0.020	0.034	0.001	-0.001	0.003	-0.004	-0.002	9	12
K2 y K3 V	-0.022	0.004	-0.003	0.009	0.007	0.011	-0.004	-0.016	-0.014	2	25
G8-K4 III	0.004	-0.007	0.001	0.011	-0.001	-0.006	0.005	0.005	-0.001	7	119
B5 3249 K4 III	-0.001	0.016	0.042	-0.005	-0.023	0.003	0.014	0.026	-0.016	1	16
B5 45 M2 III	-0.013	0.020	0.079	0.017	-0.038	0.025	-0.007	0.124	-0.012	1	?

Grupo Espectral ó Estrella	Res(58)	Res(58-72)	Res(58-80)	Res(58-86)	Res(58-99)	Res(58-110)	Estre-llas	Medi-das.
O9-A3 V-III	0.004	0.000	-0.001	-0.001	-0.004	-0.003	11	128
F0-K4 VI-III	0.008	0.000	-0.001	0.002	-0.002	0.003	11	107
B5 45 M2 III	-0.057	0.023	0.027	0.022	0.021	0.011	1	3

TABLA 2.8

INDICES FOTOMETRICOS

BS	T.E.	ρ	τ
718	B9 III	-0.0904	-0.0971
875	A1 V	-0.0044	+0.0039
1855	B0 V	-0.7687	-1.1160
2890	AlV+AM	-0.0012	-0.0760
3454	B3 V	-0.5487	-0.7961
4456	B3 V	-0.4606	-0.7118
4534	A3 V	+0.0349	-0.0917
5685	B8 V	-0.3407	-0.3035
6092	B5 IV	-0.4244	-0.6032
6629	A0 V	+0.0342	-0.0071
8622	O9 V	-0.7853	-1.1379
2831	A2 Ib	-0.4366	+0.0923
2874	A5 Ib	-0.2673	+0.3598
3569	A7 V	-0.0347	-0.2025
3662	A5 V	-0.0227	-0.1584
3974	A7 V	-0.0178	-0.1628
3975	A0 Ib	-0.4406	-0.1338
3981	A0 III	-0.1254	+0.0249
3982	B7 V	-0.3135	-0.3414
4033	A2 IV	+0.0370	+0.0513
4132	A7 IV	-0.0584	-0.1800
4357	A4 V	+0.0313	-0.0209
4789	A0 III	-0.0237	+0.0295
5127	A7 III	-0.0994	-0.1502
5435	A7 III	+0.0028	-0.0441
6081	A5 II	-0.1104	+0.4637
6095	A9 III	-0.0138	-0.0374
6144	A7 Ib	-0.2359	+0.4067
+25° 3344		-0.1238	+0.1276

TABLA 2.9

SOLUCIONES PARA LOS RESIDUOS

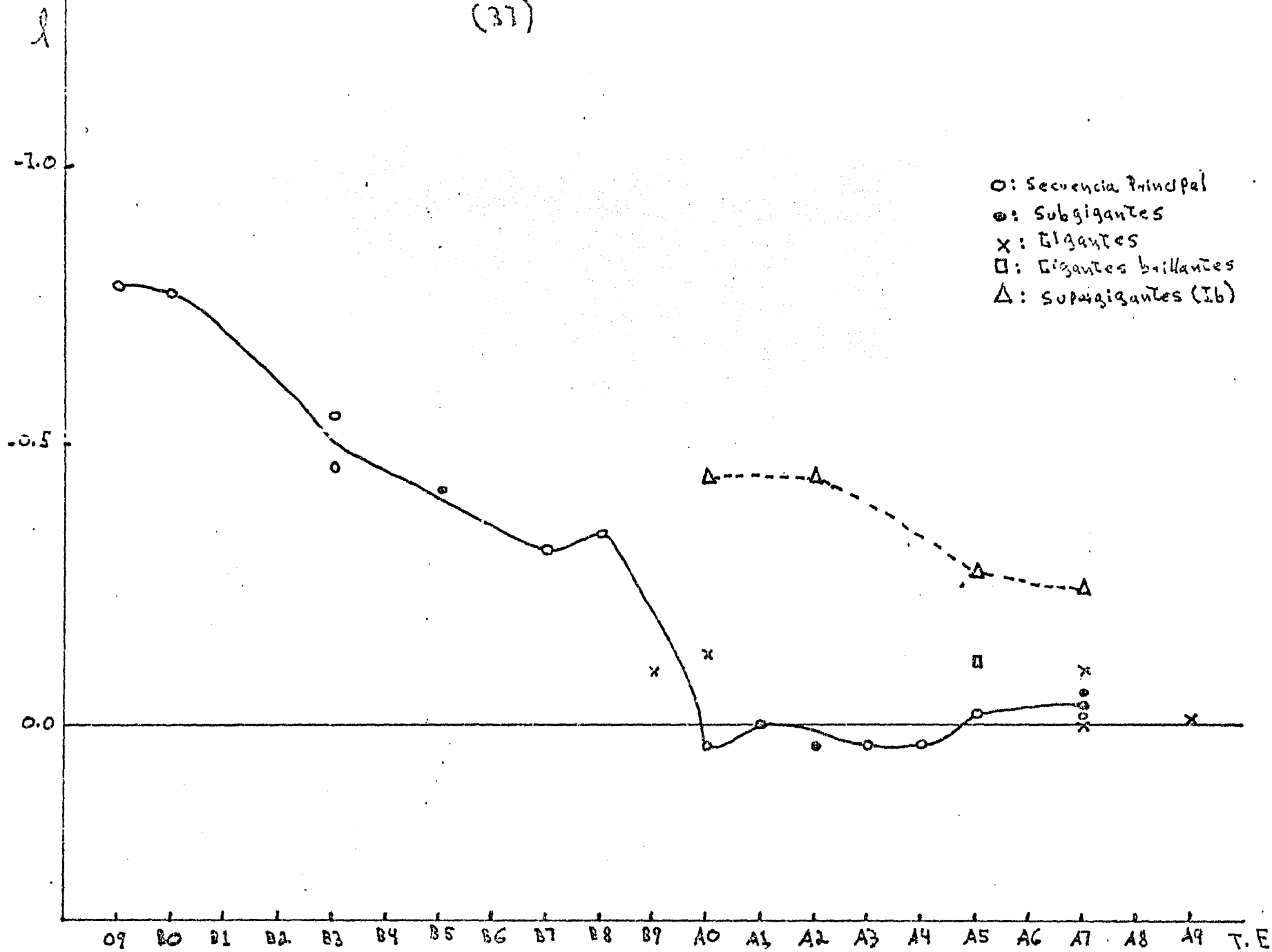
Color	Clase Espectral	Clase de Luminosidad	Indices Fotométricos	a	b	c	N	Coefficiente de correlación	Solución
33-52	09-A9	V-Ib	λ, τ	0.0061	-0.0349	-0.0155	29	0.59	1
35-52	09-A9	V-Ib	λ, τ	0.0582	-0.0277	0.0035	29	0.51	1
37-52	09-A9	V-Ib	λ, τ	-0.1322	0.0247	-0.0309	29	0.85	1
40-52	09-A9	V-Ib	λ, τ	0.0417	-0.0064	0.0165	29	0.52	1
33-52	09-A3	V-Ib	λ, τ	-0.0237	-0.0031	-0.0099	17	0.55	2
35-52	09-A3	V-Ib	λ, τ	-0.0179	0.0201	-0.0030	17	0.27	2
37-52	09-A3	V-Ib	λ, τ	-0.1043	0.0080	-0.0294	17	0.72	2
40-52	09-A3	V-Ib	λ, τ	-0.0194	0.0469	0.0168	17	0.75	2
33-52	09-A9	V-III	τ	--	-0.0247	-0.0141	24	0.54	3
35-52	09-A9	V-III	τ	--	0.0105	0.0028	24	0.21	3
37-52	09-A9	V-III	τ	--	-0.0623	-0.0312	24	0.83	3
40-52	09-A9	V-III	τ	--	0.0275	0.0161	24	0.54	3
33-52	AO-A7	II-Ib	τ	--	-0.1084	0.0008	5	0.76	4
35-52	AO-A7	II-Ib	τ	--	-0.0012	-0.0188	5	0.02	4
37-52	AO-A7	II-Ib	τ	--	-0.1185	0.0483	5	0.95	4
40-75	AO-A7	II-Ib	τ	--	0.0054	0.0042	5	0.06	4
33-52	09-A3	V-III	τ	--	-0.0202	-0.0110	15	0.59	5
35-52	09-A3	V-III	τ	--	0.0095	-0.0009	15	0.25	5
37-52	09-A3	V-III	τ	--	-0.0699	-0.0377	15	0.90	5
40-52	09-A3	V-III	τ	----	0.0328	0.0178	15	0.79	5

TABLA 2.10

RESIDUOS CORREGIDOS PROMEDIO

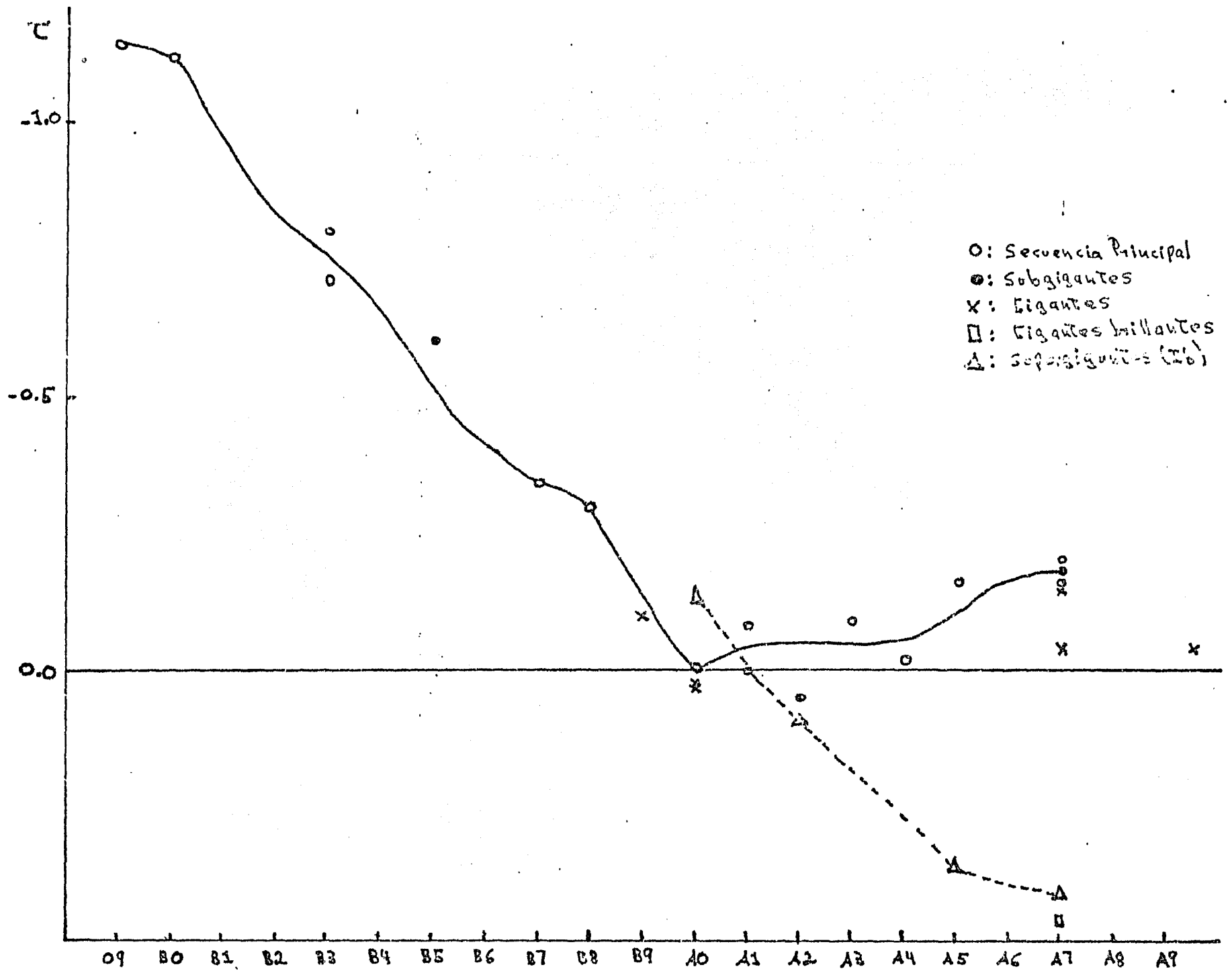
Grupo Espectral		NRes(33-52)	NRes(35-52)	NRes(37-52)	NRes(40-52)	Estrellas	Solución
09-B3	V	0.0003	0.0031	-0.0067	-0.0023	3	1
B8-A3	V-III	0.0049	-0.0013	-0.0097	-0.0008	9	1
A4-A9	V-III	-0.0020	0.0036	0.0092	-0.0019	9	1
A0-A2	Ib	0.0225	0.0092	0.0240	0.0066	2	1
09-B3	V	0.0061	0.0045	-0.0057	0.0068	3	2
B8-A3	V-III	0.0006	0.0054	-0.0100	0.0020	9	2
A0-A2	Ib	0.0104	-0.0126	0.0565	-0.0146	2	2
09-B3	V	0.0049	0.0019	-0.0022	0.0033	3	3
B8-A3	V-III	0.0049	0.0001	-0.0063	0.0028	9	3
A4-A9	V-III	-0.0079	0.0058	0.0101	-0.0014	9	3
A0-A2	Ib	0.0020	0.0065	-0.0003	0.0009	2	4
09-B3	V	0.0064	0.0046	-0.0034	0.0070	3	5
B8-A3	V-III	0.0020	0.0037	-0.0002	0.0013	9	5

(37)



Gráfica 2.1

(38)



CAPITULO III

Las estrellas Be.

Las estrellas Be han sido objeto de estudios exhaustivos desde su descubrimiento. hace más de 100 años (véanse, por ejemplo, las memorias de los Simposia 70 y 98 de la UAI, y el excelente libro de Underhill y Doazan (1982) como fuentes de referencias). A pesar de ello, a la fecha no se tiene todavía una concepción clara de los mecanismos que gobiernan las atmósferas y envolventes de tales estrellas para explicar las propiedades que poseen.

Como una primera definición podemos decir que una estrella Be es aquella que presenta líneas en emisión en la serie de Balmer, y frecuentemente líneas de metales ionizados (principalmente Fe II) y que tienen un espectro de absorción tipo B. Se cree que las estrellas Be son rotadores rápidos, y que están rodeadas por una envolvente circumestelar que es donde se producen las líneas en emisión. Esta envolvente está formada por material eyectado por la estrella, y determinar cuál es el mecanismo responsable de esta eyección es uno de los principales problemas con los que se enfrentan actualmente quienes estudian estos objetos.

Las estrellas Be como grupo están localizadas en la parte superior del diagrama H-R, 0.5 ó 1 magnitudes arriba de la secuencia principal (Mendoza 1958; Schild 1965; Slettebak 1968). Sin embargo hay pruebas de que también pueden encontrarse en la secuencia principal. Así, por ejemplo, Bond (1973), Schild y Romanishin (1976), y Abt y Levato (1977) han encontrado que algunas estrellas Be en cúmulos pueden localizarse cerca de la base de la secuencia principal (edad cero).

La posición de las estrellas Be en el diagrama H-R ha sido interpretado por algunos como un efecto evolutivo. Crampton y Hoyle (1960), basados en la posición de Pléione en el diagrama H-R de las Pléyades, han interpretado esta posición como la correspondiente a la fase de contracción secundaria, siguiente al agotamiento del hidrógeno en el núcleo. Esta hipótesis, sin embargo, enfrenta serias objeciones que la hacen poco confiable (Underhill y Doazan 1982). Otros han dicho que la posición de las estrellas Be en el diagrama H-R debe explicarse solamente como un efecto de rotación, sin recurrir a argumentos evolutivos (Collins 1966; Collins y Sonneborn 1977).

Si bien las estrellas Be son rotadores rápidos, parece ser que no rotan con una velocidad cercana a la velocidad de rompimiento, para que por este solo mecanismo pierdan el material requerido para formar la envoltura circumestelar (Slettebak 1976). Por lo tanto, hay que buscar un mecanismo alternativo o complementario que haga posible el transporte de material. En este punto y a la fecha no hay acuerdo: Marlborough y Snow (1976) encuentran correlación entre la pérdida de masa determinada a partir de observaciones ultravioletas, y la velocidad rotacional proyectada, sugiriendo que el flujo ultravioleta es suficientemente grande como para producir vientos estelares de alta velocidad, siempre y cuando la rotación reduzca la gravedad efectiva cerca del ecuador. Limber (1976), por otra parte, piensa que efectos combinados de rotación diferencial y campos magnéticos podrían producir inestabilidades suficientemente grandes como para que haya un flujo intermitente de masa, que es el que parece darse en las estrellas Be. Roxburgh (1970) sugiere que cuando la gravedad y la temperatura en las regiones ecuatoriales de las estrellas Be son iguales que las de las estrellas pulsantes, una inestabilidad en la pulsación podría producir eyección de materia. Por su parte, Harmanec y Kriz (1976)

sugieren que todas las estrellas Be son binarias, y que la envoltura se forma como resultado de intercambio de masa.

En conclusión, no hay acuerdo acerca del mecanismo responsable de la envoltura de las estrellas Be, ya que no se tienen argumentos físicos específicos que permitan descartar algunos de los mecanismos sugeridos.

Las estrellas Be han sido clasificadas en varios tipos, dependiendo de las características espectrales que presenten. Para evitar confusiones con previas y ambiguas clasificaciones, vamos a definir lo que nosotros entendemos por cada tipo, de acuerdo a los criterios de Jaschek et al. (1981):

Estrella Be: Una estrella no supergigante que tiene o ha tenido alguna vez una o más líneas de hidrógeno en emisión. Su espectro se caracteriza por tener líneas anchas de He I en absorción. También muestran frecuentemente Fe II y/o He I en emisión. Un perfil de línea típico se muestra en la Fig. 3.1, y consiste en una línea de uno o dos picos con una parte central con absorción, todo ello superpuesto a una línea de absorción muy ancha. El ancho de esta última línea es causado por la rápida rotación de la estrella, y el resto del perfil es debido, supuestamente, a la envolvente circunestelar.

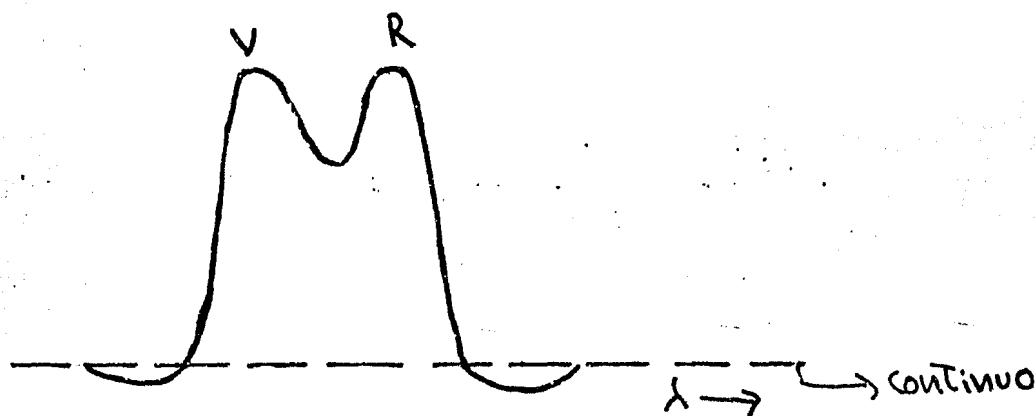


Fig. 3.1

• Estrella "shell" tipo B: Estrella Be cuyo espectro está caracterizado por la presencia simultánea de líneas anchas en absorción y líneas agudas también en absorción que surgen de estados base y niveles metaestables (Fe II, Ti, II y Cr II prin

cialmente). En la Figura 3.2 se muestra un perfil "shell" típico, que es una línea ancha en absorción sobre la que está superpuesta una línea muy aguda y profunda en absorción, bordeada por alas en emisión.

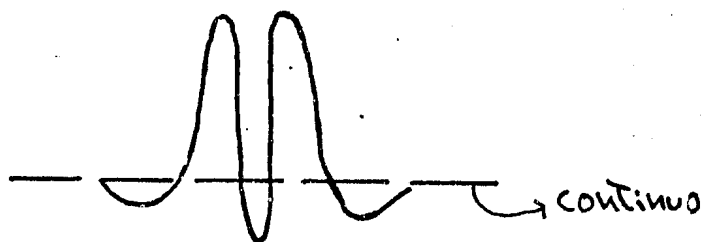


Fig. 3.2

Estrella "Polo de frente": Estrella Be cuyo espectro se caracteriza por tener líneas de hidrógeno en emisión con alas anchas de absorción, y por líneas en absorción ayudadas de He I. Son llamadas así porque se supone son estrellas vistas en dirección del polo de rotación. Es decir, el ángulo que forma el eje de rotación con la línea de visión es muy pequeño. Esta suposición se hace en base a que, si pensamos que las estrellas Be son rotadores rápidos y las líneas de He I son tan agudas, entonces se requiere una velocidad rotacional proyectada muy pequeña. Para explicar las líneas anchas del hidrógeno, primero se pensó que el ensanchamiento era debido a el efecto Stark, pero también puede ser el resultado de dispersión por electrones en la envolvente (Burbidge y Burbidge 1953). Un perfil "polo de frente" sería como el de la Figura 3.3.

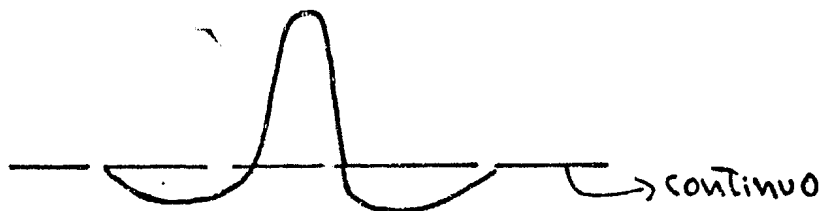


Figura 3.3

Estrellas Be "extrema". (Schild 1973): Son estrellas Be con emisión fuerte de hidrógeno en $H\alpha$ y $H\beta$, con líneas anchas en absorción de hidrógeno en los términos superiores de la serie de Balmer, muestran grandes excesos infrarrojos, tienen una velocidad ecuatorial proyectada moderada, y las líneas de HeI (y a veces de Mg II) son líneas agudas en absorción. Este tipo de estrella siempre ha sido considerado como "polo de frente", pero Schild las separa de las estrellas "polo de frente verdaderas", diciendo que éstas vendrían a ser aquellas estrellas con velocidad rotacional proyectada baja pero con perfiles de línea de hidrógeno normales. El término "Be extrema" no es muy usado en la literatura.

Estrellas [Be]: Estrella de tipo B caracterizada por la presencia de líneas en emisión profundas de Fe II, N II y S II, y por un exceso infrarrojo. Estas estrellas son generalmente más débiles en su brillo intrínseco que las Be "clásicas" (Underhill y Doazan 1982). Estos objetos también pueden emitir en radio. Se cree que tienen envolventes circumstelares muy extendidas (Jaschek et al. 1981).

Las supergigantes tipo B con líneas de emisión en su espectro se consideran aparte, ya que en ellas el fenómeno Be no se debe a la rotación rápida, sino a efectos fuera de equilibrio termodinámico local en una atmósfera extendida, similares a los observados en las estrellas O. Son estrellas más masivas y evolucionadas que las estrellas Be descritas arriba.

Una característica fundamental de las estrellas Be es que son variables, espectroscópicas y fotométricas, en escalas de tiempo que van desde las decenas de años hasta algunos minutos. Las variaciones son generalmente irregulares, aunque algunas veces son cíclicas o cuasi-periódicas. Las causas de la variabilidad son desconocidas (Slettebak 1979).

Variabilidad espectroscópica.

Espectroscópicamente las estrellas Be pueden presentar los siguientes tipos de variabilidad:

- 1) La transformación de un espectro normal en uno peculiar (Be o "Shell") y viceversa.
- 2) La transformación de un espectro Be en un espectro "Shell" y viceversa.
- 3) Cambios dentro de una fase dada. Un espectro "Be" ó "Shell" puede sufrir variaciones en intensidad, perfil, corrimiento de las líneas en longitud de onda, etc.

Los cambios indicados en 1) y 2) pueden presentarse varias veces en una misma estrella, sin importar el orden (Underhill y Doazan 1982). Lo anterior sugiere que los espectros Be, "Shell" ó B normal, en una estrella dada, son solamente manifestaciones distintas del mismo objeto físico.

Variaciones del cociente emisión a continuo (E/C).

Una característica general de las estrellas Be es la variación E/C, que es el cociente de la emisión de las líneas al continuo adyacente, y que puede ser diferente para cada estrella. Las escalas de tiempo para estas variaciones puede ser de años (Underhill y Doazan 1982) o hasta de minutos (Bahng 1976).

Variaciones V/R.

Otro hecho característico de las estrellas Be es la variabilidad V/R. En un perfil típico como el de la Fig. 3.1, hay una absorción central que divide la línea de emisión en dos componentes: la violeta (V), y la roja (R). Se ha observado que las intensidades de estas componentes varían con el tiempo

(Slettebak 1979), así como las velocidades de las orillas de emisión y la absorción central, que muestran desplazamientos en longitud de onda. Las variaciones V/R intentado explicarse mediante modelos geométricos, como el del anillo elíptico de Huang (1975).

Variabilidad fotométrica.

La variabilidad de las estrellas Be en el continuo ha sido estudiada principalmente por medio de fotometría de banda ancha, en la región visible e infrarroja. Como en el espectro de líneas, aquí también las estrellas tienen comportamientos altamente individuales y cambios generalmente irregulares (Slettebak 1979), y la escala de tiempo de las variaciones puede ser de años o de horas. Ferrer y Jaschek (1971), y Feinstein (1975), por ejemplo, encuentran que las estrellas Be comúnmente presentan variaciones en su brillo que van de 0.1 a 0.2 magnitudes en escalas de años, mientras que Percy et al. (1981) detectan variaciones en escalas de tiempo de horas. Este doble aspecto de variabilidad de corto y largo "periodo" podría deberse a dos fenómenos diferentes (Underhill y Doazan 1982): las variaciones de escalas grandes de tiempo podrían ser debidas a cambios en la opacidad de la envoltente (por flujo de masa, por ejemplo), mientras que las variaciones rápidas podrían estar relacionadas con los fenómenos observados en las variables de corto periodo (pulsaciones, por ejemplo), o estar relacionadas con efectos de rotación (Percy et al. 1981).

Alvarez y Schuster (1981, 1982), y Schuster y Alvarez (1983), estudian estrellas Be con el sistema I3C, encontrando que estas estrellas son más variables en aquellas longitudes de onda donde sus excesos intrínsecos son más grandes. En particular, Alvarez y Schuster (1982) encuentran que 16 estrellas tienen variaciones mayores que 0.15 magnitudes en la discontinuidad de Balmer, en las magnitudes visuales o en el in-

frarrojo cercano. Tomando observaciones desde 1977 a 1983, Schuster y Guichard (1984 b) amplían esta lista a 22 estrellas.

Fotométricamente también se ha encontrado que las estrellas Be tienen excesos ultravioletas e infrarrojos. Mendoza (1981) encuentra que de una muestra de 56 estrellas el 60% tiene dichos excesos, a partir de observaciones en 4 diferentes sistemas fotométricos. Feinstein y Marraco (1979), de una muestra de 76 estrellas observadas en el sistema UBV, encuentra que casi todas ellas tienen excesos ultravioletas.

En el siguiente capítulo, analizamos algunos casos de variabilidad en estrellas Be observadas entre 1980 y 1983, así como sus excesos intrínsecos.

CAPITULO IV

FOTOMETRIA 13C DE ESTRELLAS Be.

IV. 1.- Aplicación de las Correcciones a Estrellas Be.

En el capítulo II se discutió la necesidad de hacer correcciones a las ecuaciones de transformación del sistema natural 13C definido por los nuevos filtros al sistema estándar, y se encontró que hay que aplicarlas, al menos para el color (37-52). En esta sección nos abocamos a aplicar dichas correcciones a un grupo de 16 estrellas Be con observaciones comunes con el juego original (Schuster y Alvarez 1983) y con el juego nuevo (Schuster y Guichard 1984 b). Las observaciones con los filtros originales se realizaron entre 1977 y 1979, y con los nuevos entre 1980 y 1983. Se eligieron estrellas que no han variado significativamente (más de 0.1 magnitudes) durante este intervalo de tiempo, en el sistema 8C, y esperando que, si variaron algo, las variaciones se cancelen estadísticamente. Las estrellas muy variables reportadas por Alvarez y Schuster (1982) no se incluyeron.

A pesar de que las correcciones se calcularon usando sólo estrellas B normales, creemos que pueden usarse para corregir los datos de las estrellas Be, ya que las líneas en emisión sólo afectan ligeramente el color (37-52) y los índices λ y τ , aún para estrellas con líneas en emisión muy fuertes (Schuster y Guichard 1984 b).

Lo que se hizo fué comparar los colores calculados con los filtros originales con los correspondientes para los filtros nuevos. Para ello se usaron colores promedio, obtenidos de las distintas noches en que se observaron las estrellas, y fueron pesados con el inverso de la masa de aire. La comparación se hizo para los colores (33-52), (35-52), (37-52) y (40-52). En la Tabla 4.1 se muestran los colores promedio ob

tenidos con los dos juegos de filtros, así como el número de noches usadas para calcularlos. Utilizamos el sufijo "O" para los filtros originales y "N" para los nuevos. Los tipos espectrales fueron tomados del catálogo de espectros seleccionados de Jaschek (1981), con excepción de los marcados con asterisco, que fueron tomados del trabajo de Jaschek et al. (1980). Con estos datos graficamos los colores nuevos contra los originales (gráficas 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), y ajustamos una recta de cuadrados mínimos (línea continua), que se compara con una línea de pendiente 1 (línea punteada). En la tabla 4.2 se muestran los resultados de las regresiones lineales que se hicieron para cada color, dándose en cada caso la pendiente de la recta (m), la ordenada al origen (b) y el coeficiente de correlación (r). De la Tabla 4.2 y las gráficas 4.1 - 4.4 vemos que para los colores (33-52), (35-52) y (40-52) las correcciones son pequeñas. En cambio, para el color (37-52) se notan problemas en la transformación (ver Tabla 4.2 y gráfica 4.3), por lo que se procedió a aplicar correcciones para este color.

Para eso se calcularon los índices λ y τ para las estrellas a partir de los valores encontrados por Schuster y Alvarez (1983) y decidimos usar la solución 5 para 15 estrellas y la solución 1 para HD 91316 (ver Tabla 2.9). Se escogió la solución 5 porque pensamos que es la mejor para el intervalo de tipo espectral y clase de luminosidad de nuestra muestra (O9-A3, V-III). Para HD 91316 se usó la solución 1, ya que, por ser supergigante (B1 Ib), no cae dentro del intervalo de validez de la solución 5, ni de la 4 (A0-A7, II-Ib). Con los índices λ y τ , y usando la Tabla 2.9, se encontraron correcciones para cada una de las estrellas, en la forma

$$C(37-52) = a_{37-52}\lambda + b_{37-52}\tau + C_{37-52} \quad (4.2)$$

TABLA 4.1

COLORES PROMEDIO - ESTRELLAS Be

BS	HD	T. E.	(33-52) _o	(35-52) _o	(37-52) _o	(40-52) _o	N	(33-52) _n	(35-52) _n	(37-52) _n	(40-52) _n	N
2568	50658	B8 III	-0.692	-0.646	-0.508	-0.124	3	-0.7030	-0.6403	-0.5173	-0.1373	3
--	51480	A PEP	-0.559	-0.550	-0.254	0.310	5	-0.5688	-0.5512	-0.3474	0.3006	3
--	53367	B0 IV: e	-0.622	-0.645	-0.164	0.400	5	-0.6817	-0.7107	-0.2313	0.3828	3
2817	58050	B2 V e	-1.306	-1.217	-0.785	-0.263	7	-1.3707	-1.2448	-0.8303	-0.2616	3
2921	60855	B2 V e	-1.140	-1.048	-0.700	-0.175	3	-1.1216	-1.0321	-0.7385	-0.1457	2
--	62367	B6 III*	-0.727	-0.673	-0.486	-0.132	3	-0.7653	-0.6953	-0.4890	-0.1452	3
3135	65875	B2.5 V e	-1.277	-1.223	-0.709	-0.146	4	-1.2249	-1.1428	-0.7371	-0.1611	3
--	71072	B7 IV e	-0.955	-0.878	-0.648	-0.201	3	-0.9371	-0.8420	-0.6581	-0.1912	3
--	89884	B6 V	-0.930	-0.868	-0.610	-0.167	8	-0.8959	-0.8180	-0.6144	-0.1673	5
4123	91120	B9 Vh	-0.226	-0.199	-0.272	-0.055	8	-0.2230	-0.1996	-0.2340	-0.0831	5
4133	91316	B1 Ib Sb	-1.474	-1.379	-0.885	-0.217	11	-1.4905	-1.3689	-0.9508	-0.1990	5
5778	138749	B6 Vnn	-0.892	-0.820	-0.560	-0.178	8	-0.8887	-0.8024	-0.5766	-0.1723	5
--	141569	AOV*	0.061	0.070	0.103	0.093	8	0.0876	0.0771	0.1911	0.0956	2
5938	142926	BOV	-0.612	-0.562	-0.444	-0.152	9	-0.6200	-0.5720	-0.4487	-0.1570	4
6023	145389	B9 Pmn	-0.414	-0.389	-0.299	-0.098	7	-0.4047	-0.3929	-0.2700	-0.0949	4
6175	149757	O9.5 V	-1.243	-1.190	-0.656	-0.039	6	-1.2379	-1.1639	-0.7225	-0.0165	2

Las correcciones se aplicaron a $(37-52)_N$, y se obtuvo el valor corregido:

$$(37-52)_{\text{corr.}} = (37-52)_N + C(37-52). \quad (4.2)$$

Hechas las correcciones, graficamos $(37-52)_{\text{corr.}}$ VS. $(37-52)_O$ (gráfica 4.5), e hicimos un ajuste de cuadrados mínimos (Tabla 4.2). De estos resultados se nota una mejoría en la transformación. En la misma Tabla 4.2 se muestra una comparación para $(37-52)$ con y sin correcciones, para distintos grupos espectrales. Vemos que para la muestra total las diferencias en valor absoluto entre los colores son menores cuando se han aplicado las correcciones. Lo mismo pasa para el grupo O9.5-A0. Para el grupo B6-A0, las diferencias aumentan un poco con las correcciones, pero siguen siendo pequeñas. En la Tabla 4.3 se muestran los resultados para $(37-52)$, dándose los colores originales y los nuevos, con y sin correcciones. También se dan los índices ℓ y τ , así como las diferencias en color entre los filtros originales y los nuevos, con y sin correcciones. $\Delta(37-52)$ es la diferencia sin correcciones, y $\Delta'(37-52)$ es la diferencia cuando ya se han aplicado aquéllas.

Para concluir, podemos decir que, al menos estadísticamente, el uso de las correcciones es útil para mejorar los valores del color $(37-52)$ para estrellas Be observadas con el juego nuevo de filtros. Esto no quiere decir que dichas correcciones no puedan hacerse para estudiar estrellas individuales, de hecho esto lo haremos más adelante. Además, en la Tabla 4.3 se ve que, en general, las correcciones mejoraron los colores para cada estrella individual, a excepción de 3, pero las diferencias no son muy grandes.

Del análisis anterior, no podemos decir nada definitivo referente a las correcciones a los colores $(33-52)$ y $(40-52)$, como se vió en el capítulo II. Para $(37-52)$ la necesidad de correcciones es obvia.

TABLA 4.2

COMPARACION DE RESULTADOS

Estrellas Be

I.- Sin aplicar correcciones

(33-52):	m = 1.0046	(33-52) _c = -0.8130
	b = 0.0013	(33-52) _r = -0.8154
	r = 0.9972	
(33-52):	m = 0.9730	(35-52) _o = -0.7636
	b = -0.0133	(35-52) _r = -0.7560
	r = 0.9967	
(37-52):	m = 1.0886	(37-52) _c = -0.4923
	b = 0.0250	(37-52) _n = -0.5109
	r = 0.9903	
(40-52):	m = 0.9696	(40-52) _c = -0.0715
	b = -0.0027	(40-52) _r = -0.0721
	r = 0.9968	

II.- Con correcciones

(37-52):	m = 1.0399	(37-52) _c = -0.4923
	b = 0.0108	(37-52) _{corr} = -0.5011
	r = 0.9968	

III.- Comparación de $\Delta(37-52)$ con y sin correcciones.

$$\Delta(37-52) = (37-52)_o - (37-52)_n$$

$$\Delta'(37-52) = (37-52)_o - (37-52)_{corr}$$

09.5-A0:

$$\langle |\Delta(37-52)| \rangle = 0.0380$$

$$\langle |\Delta'(37-52)| \rangle = 0.0194$$

09.5 - B2.5:

$$\langle \Delta(37-52) \rangle = 0.0452$$

$$\langle \Delta'(37-52) \rangle = 0.0173$$

B6 - A0:

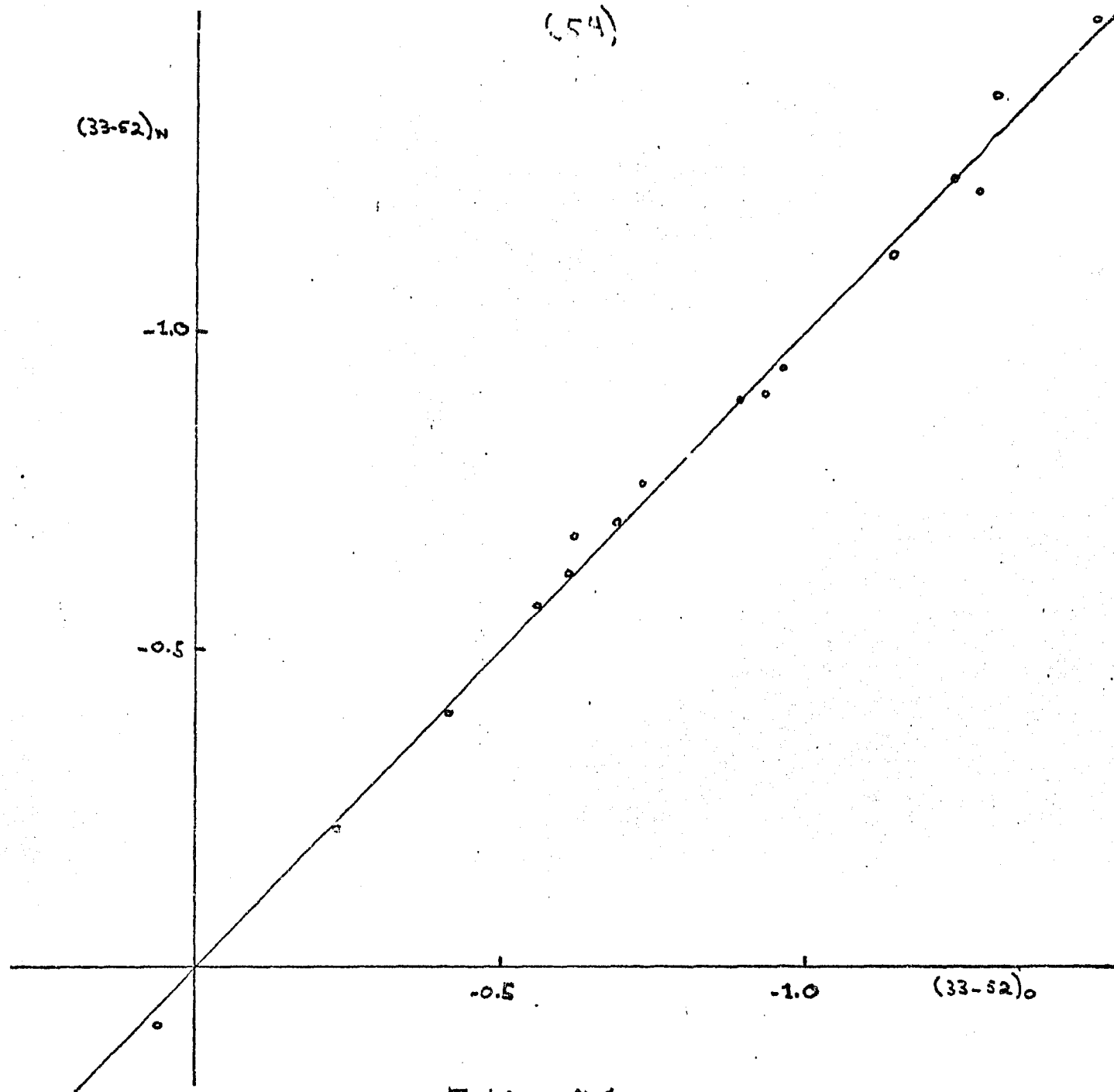
$$\langle \Delta(37-52) \rangle = -0.0020$$

$$\langle \Delta'(37-52) \rangle = 0.0045$$

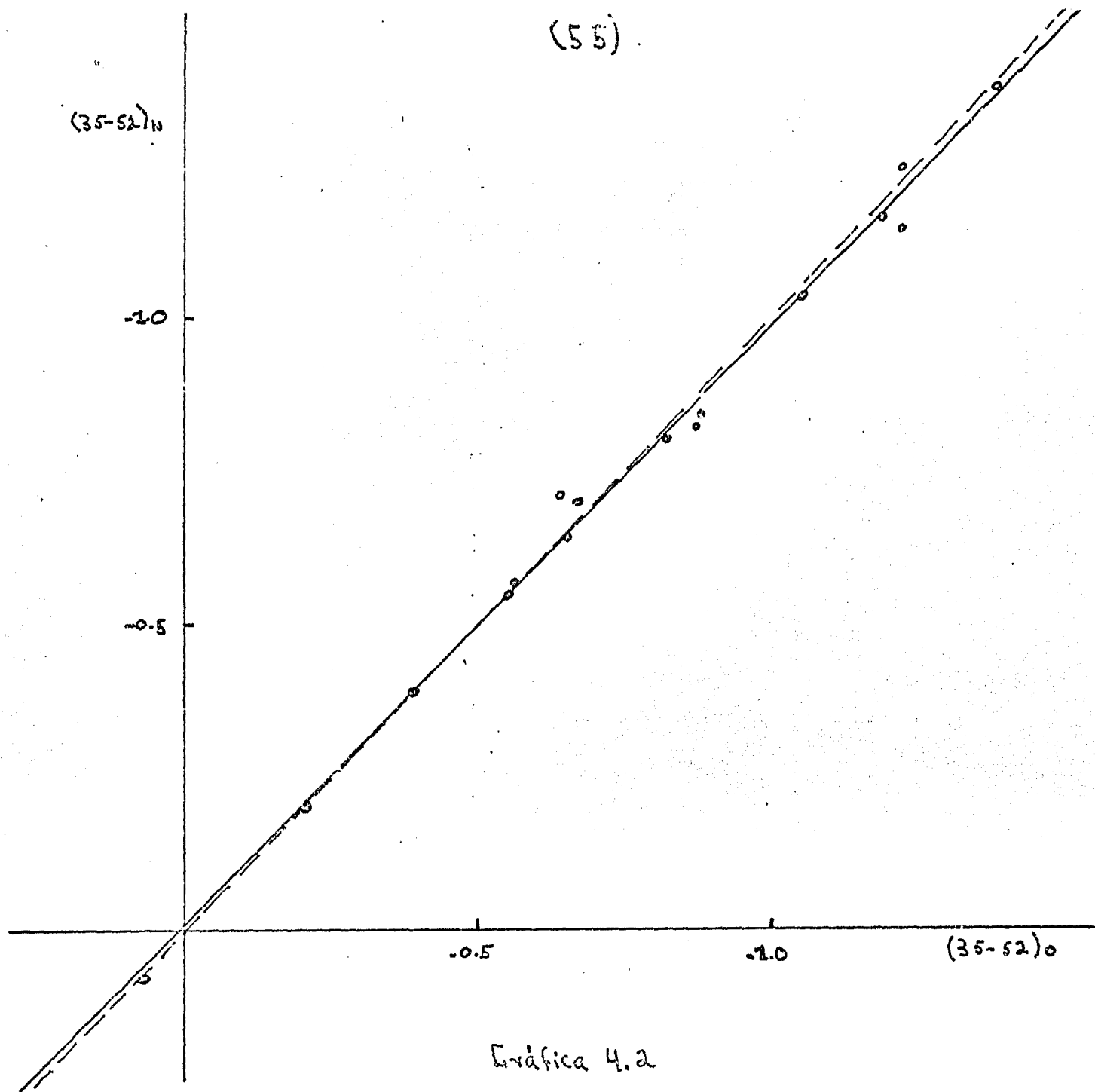
TABLA 4.3

CORRECCIONES AL COLOR (37-52) - ESTRELLAS Be

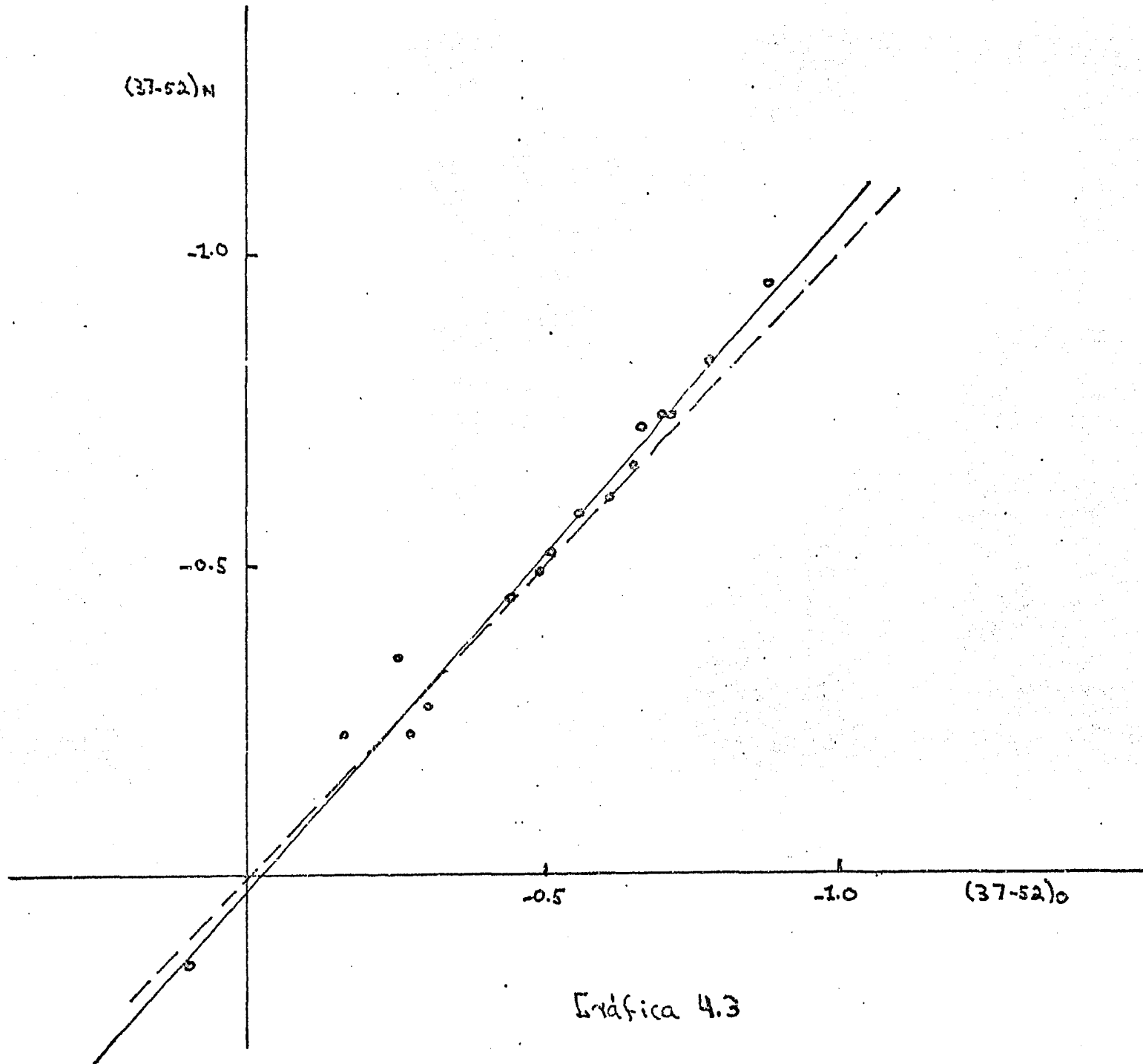
HD	T.E.	ϵ	τ	$(37-52)_O$	N	$(37-52)_N$	N	$\Delta(37-52)$	$c(37-52)$	$(37-52)_{corr}$	$\Delta'(37-52)$
50658	B8 III	-0.4389	-0.4816	-0.508	3	-0.5173	3	0.0093	-0.0040	-0.5213	0.0133
51480	A Pep.	-0.7474	-1.0217	-0.254	5	-0.3474	3	0.0934	0.0337	-0.3137	0.0597
53367	B0 IV: e	-0.7215	-1.2386	-0.164	5	-0.2313	3	0.0673	0.0489	-0.1824	0.0184
58050	B2 V e	-0.5784	-0.8540	-0.785	7	-0.8303	2	0.0453	0.0220	-0.8082	0.0233
60855	B2 V e	-0.8045	-0.8128	-0.700	3	-0.7385	2	0.0385	0.0191	-0.7194	0.0193
62367	B6 III*	-0.3959	-0.4908	-0.486	3	-0.4890	3	0.0030	-0.0034	-0.4924	0.0064
65875	B2.5 Ve	-0.8482	-1.0335	-0.709	4	-0.7371	3	0.0281	0.0345	-0.7026	-0.0064
71072	B7 IV e	-0.5049	-0.6046	-0.648	3	-0.6581	3	0.0101	0.0046	-0.6535	0.0055
89884	B6 V	-0.5917	-0.6435	-0.610	8	-0.6144	5	0.0044	0.0073	-0.6071	-0.0029
91120	B9 Vn	-0.1590	-0.1303	-0.272	8	-0.2340	5	-0.0380	-0.0286	-0.2626	-0.0094
91316	B1 Ib sb	-0.7462	-1.0820	-0.885	11	-0.9508	5	0.0658	0.0410	-0.9098	0.0248
138749	B6 Vnn	-0.4169	-0.5736	-0.560	8	-0.5766	5	0.0166	0.0024	-0.5742	0.0142
141569	AOV*	-0.0224	-0.0701	0.103	8	0.1911	2	-0.0881	-0.0328	0.1583	-0.0553
142926	BOV	-0.3311	-0.3580	-0.444	9	-0.4487	4	0.0047	-0.0127	-0.4614	0.0174
145389	B9 Pnn	-0.2290	-0.2585	-0.299	7	-0.2700	4	-0.0290	-0.0196	-0.2896	0.0094
149757	O9.5 V	-0.7294	-1.1474	-0.656	6	-0.7225	2	0.0665	0.0425	-0.6780	0.0240



Gráfica 4.1

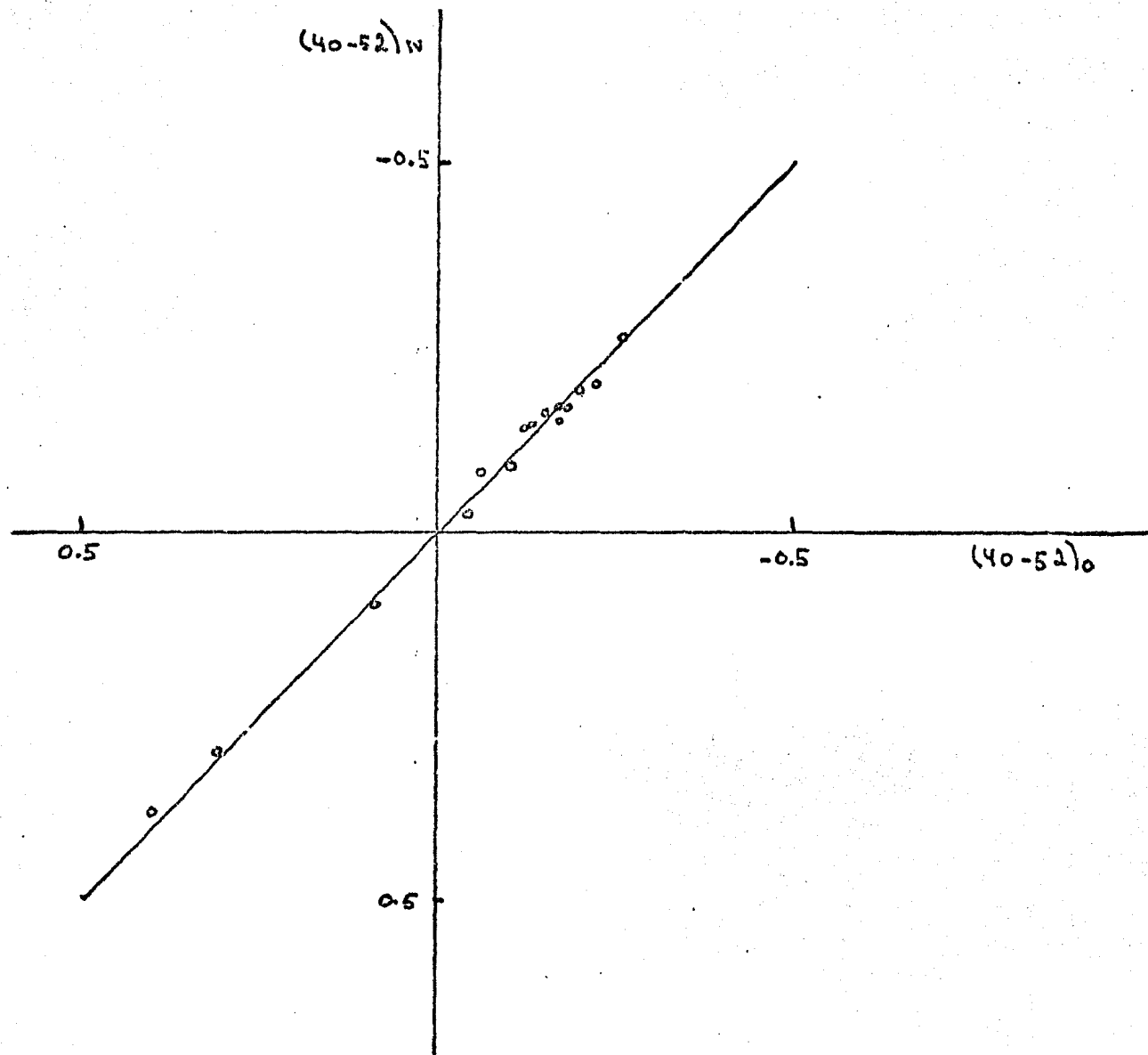


(56)

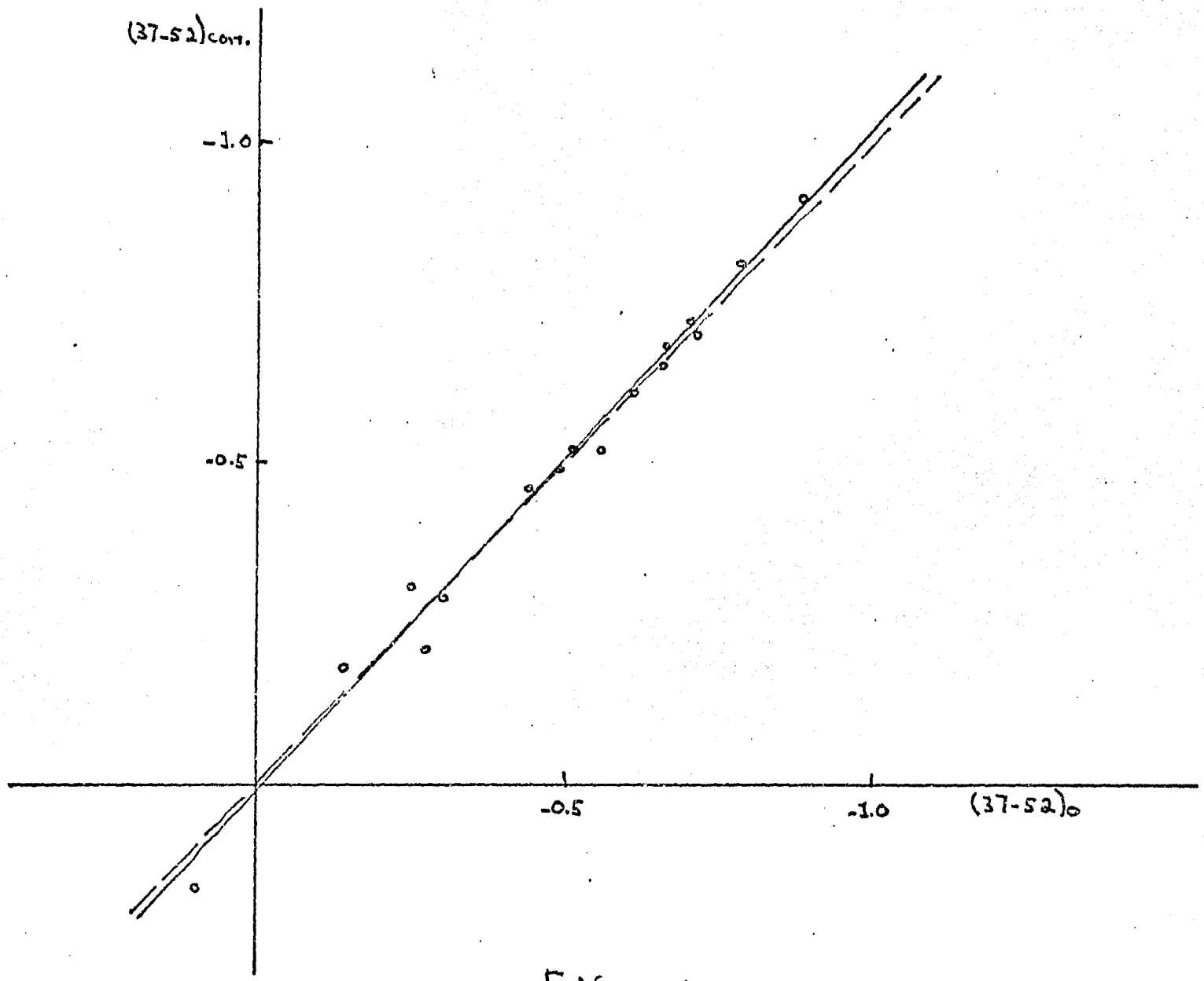


Gráfica 4.3

(57)



(58)



Gráfica 4.5

IV. 2.- Efectos de la línea en emisión H α en el color (52-63).

Los filtros 13C originales, con los cuales se definió el sistema, son de interferencia, a excepción del filtro [63], que es un cristal rojo sin corte hacia longitudes de onda largas, y cuya función de respuesta en esta parte está determinada únicamente por la caída de la sensibilidad del fototubo 1P21. En este filtro el nivel de 10% de la función de respuesta se encuentra aproximadamente a 6700 Å. El filtro [63] nuevo es de interferencia, por lo que su función de respuesta se corta más rápidamente en la parte de longitud de onda larga; el nivel de 10% cae alrededor de 6450 Å para este filtro.

De lo anterior, es de esperarse que para estrellas con emisión H α (6562 Å) intensa, el color (52-63) de los filtros originales contenga efectos notables causados por esta línea, mientras que el color (52-63) de los filtros nuevos no.

Al hacer las correcciones a las ecuaciones de transformación en el Capítulo II no encontramos nada notable para el color (52-63), debido a que las estrellas estándar usadas en el análisis no tienen emisión H α intensa. Por lo tanto se decidió usar estrellas Be para estudiar la posible influencia de esta línea, ya que las estrellas Be por lo general tienen H α en emisión. Para ésto, se tomaron todas las estrellas Be (26) con observaciones comunes con el juego de filtros original (Schuster y Alvarez 1983) y con el juego nuevo (Schuster y Guichard 1984 b) y se graficó el color (52-63) "original" contra el (52-63) "nuevo", con respecto a una línea de pendiente 1, para ver si hay algún efecto sistemático. En la Tabla 4.4 se muestran los valores (52-63)_o y (52-63)_n utilizados, así como la diferencia $\Delta(52-63) = (52-63)_o - (52-63)_n$. Los tipos espectrales fueron tomados del catálogo de espectros seleccionados de Jaschek (1981), excepto los marcados con

asterisco, que se obtuvieron del trabajo de Jaschek et al. (1980). Los valores tabulados son promedios de observaciones individuales pesados con el inverso de la masa de aire.

En la Tabla 4.4 y en la gráfica 4.6 se ve una tendencia de que el color (52-63)_o es más rojo que el (52-63)_n ($\Delta(52-63) > 0$), lo cual implica que la magnitud 63 del filtro original es más brillante que la del filtro nuevo, lo cual nos indica la influencia de la línea H α en el filtro original. Haciendo una regresión lineal obtenemos la relación

$$(52-63)_n = 0.845(52-63)_c - 0.012, \quad (4.3)$$

que también nos indica este problema. El efecto es más notable para las estrellas con líneas fuertes en emisión (Δ), como se ve en la Tabla 4.4 y en la gráfica 4.6, excepto para HD 109387 y HD 148184, pero estas son estrellas que presentan alta variabilidad de acuerdo con Alvarez y Schuster (1982).

El siguiente paso fué tomar estrellas con líneas fuertes en emisión (Hubert-Delpiace y Hubert 1979), y graficar las diferencias entre los colores originales (Schuster y Alvarez 1983) y los nuevos (Schuster y Guichard 1984 b) contra longitud de onda, para ver el efecto antes mencionado en estrellas individuales. De los trabajos citados se obtuvieron colores promedio (pesados con el inverso de la masa de aire). Para el color (37-52)_n se aplicaron correcciones, usando la solución 5 (Tabla 2.9). En la Tabla 5 se presentan las diferencias en color para las estrellas seleccionadas, así como las correcciones al color (37-52) y los $\Delta(37-52)$ corregidos ($N\Delta(37-52)$), además de los índices r usados para las correcciones, que se obtuvieron del trabajo de Schuster y Alvarez (1983). Las diferencias son el color original menos el color nuevo. Los valores de la Tabla 4.5 se graficaron contra longitud de onda (gráficas 4.7 - 4.11), notándose claramente el efecto de H α en la forma de una deficiencia para el filtro

[63] nuevo con respecto del original. En las gráficas el valor correspondiente a (37-52) sin correcciones se denota con "x" para comparación.

Como conclusión, podemos decir que hay un efecto claro de la línea H α en el color (52-63) para el juego original de filtros, por lo que hay que tener cuidado cuando se comparen observaciones de los dos juegos de filtros, sobre todo en el caso de estrellas variables con H α en emisión, pues no se podría discernir si los cambios observados son reales o debidos al efecto de la línea. Por lo mismo, es mas complejo interpretar observaciones con el juego original para (52-63), pues no se puede separar la variación del continuo de la línea H α . Por otra parte, de ninguna manera debe considerarse la ecuación (4.3) como una ecuación de transformación entre los dos juegos de filtros, por las pocas estrellas utilizadas en su derivación, y porque la emisión en H α es variable. Este problema de transformación no se puede corregir fácilmente, ya que el sistema estándar 13C fué definido y calibrado con estrellas para las cuales el efecto de la línea H α no se nota.

TABLA 4.4

COMPARACION DEL COLOR (52-63) PARA ESTRELLAS Be

HD	BS	T.E.	(52-63) _o	(52-63) _n	$\Delta(52-63)$
$\Delta \square$ 45314	--	O9:P,e	0.192	0.005	0.187
O 50658	2568	B8 III	0.013	-0.027	0.040
Δ O 51480	--	A Pep	0.532	0.406	0.126
Δ 53367	--	B _o IV:e	0.471	0.402	0.069
Δ 58050	2817	B2 Ve	-0.099	-0.122	0.023
O 60855	2921	B2 Ve	-0.021	-0.000	-0.021
Δ 62367	--	B6 III*	-0.013	-0.066	0.053
Δ 65875	3135	B2.5 Ve	0.117	-0.031	0.148
O 71072	--	B7 IVe	-0.042	-0.058	0.016
O 89884	--	B6 V	0.010	-0.030	0.040
O 91120	4123	B9 Vn	0.031	0.015	0.016
O 91316	4133	B1 Ib Sb	-0.053	-0.064	0.011
$\Delta \square$ 109387	4787	B6 IIIp	-0.064	-0.023	-0.041
O 138749	5778	B6 Vnn	-0.064	-0.052	-0.012
O 141569	--	A0 V*	0.100	0.121	-0.021
O 142926	5938	B9 Pec	-0.016	-0.031	0.015
\square 142983	5941	B5 IIIp	-0.002	-0.012	0.010
O 145389	6023	B9 P.mn	-0.012	-0.008	-0.004
$\Delta \square$ 148184	6118	B2 IVp	0.376	0.386	-0.010
O 149438	6165	B0 V	--	-0.120	--
O 149757	6175	O9.5 V	0.054	0.063	-0.009
\square 162428	--	B7 V*n	0.023	0.000	0.023
\square 162732	6664	BPec Sh	-0.030	-0.034	-0.004
O 171780	6984	B5 Vn	-0.016	-0.024	0.008
\square 173731	--	B9 III	0.042	0.064	-0.022
\square 174638	7106	A8:V comp,Sb	0.124	0.102	0.022
\square 184279	--	B0.5 IV	0.108	0.149	-0.041

 Δ : Líneas fuertes en emisión

m = 0.8449

 \square : De las 16 más variables

b = -0.0121

O: Estrellas Be

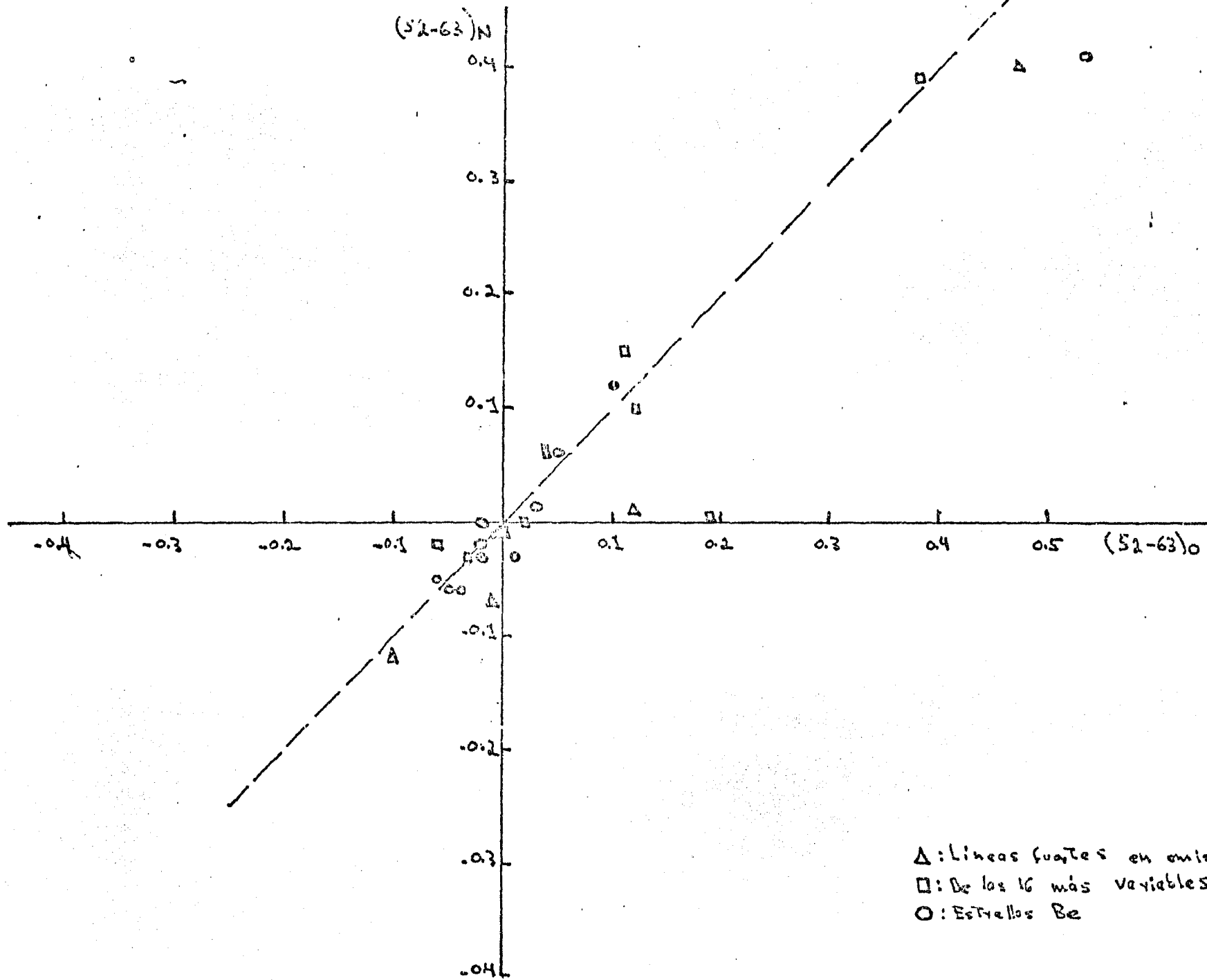
r = 0.9483

TABLA 4.5

EFECTOS DE H_d EN EL FILTRO [63] ORIGINAL

HD	$\Delta(52)$	$\Delta(33-52)$	$\Delta(35-52)$	$\Delta(37-52)$	$\Delta(40-52)$	$\Delta(45-52)$	$\Delta(52-58)$	$\Delta(52-63)$	$\Delta(52-72)$	$\Delta(52-80)$	$\Delta(52-86)$	$\Delta(52-99)$	$\Delta(52-110)$	τ	$c(37-52)$	$N\Delta(37-52)$
45314	-0.395	0.053	0.012	0.124	0.101	0.067	0.091	0.187	-0.002	0.039	0.039	0.054	0.116	-1.2682	0.051	0.073
51480	0.034	0.010	0.001	0.003	0.009	0.010	0.037	0.126	0.107	0.120	0.123	0.116	0.146	-1.0217	0.034	0.059
53367	-0.023	0.060	0.066	0.067	0.017	0.011	0.027	0.069	0.007	-0.011	0.008	0.002	0.031	-1.2386	0.049	0.018
62367	-0.011	0.038	0.022	0.003	0.013	0.004	0.015	0.053	0.011	0.020	0.022	0.016	0.011	-0.4908	-0.003	0.000
65875	0.037	-0.052	-0.080	0.028	0.015	0.016	0.046	0.148	0.048	0.060	0.055	0.056	0.065	-1.0335	0.034	-0.006

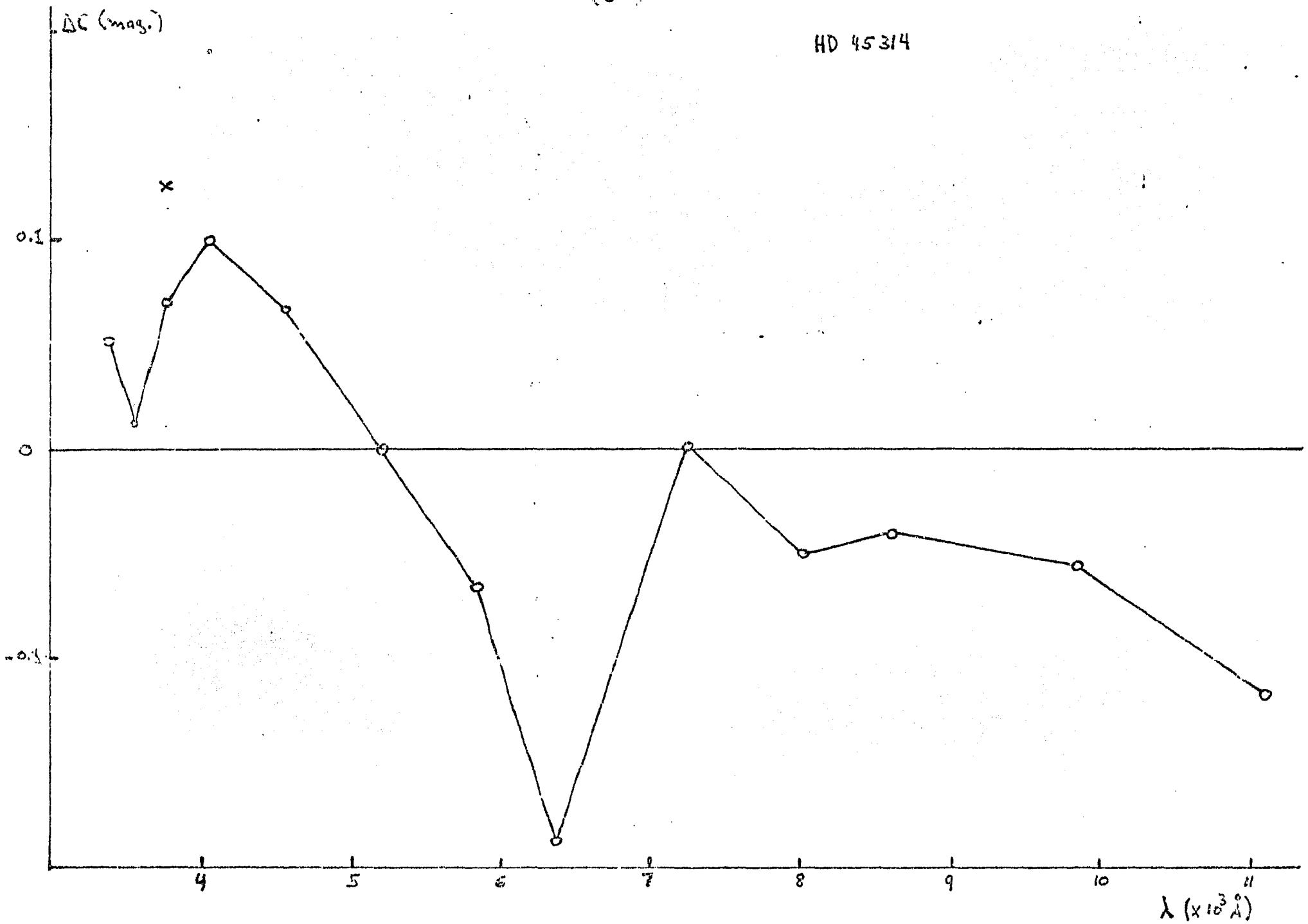
(64)



Gráfica 4.6

(65)

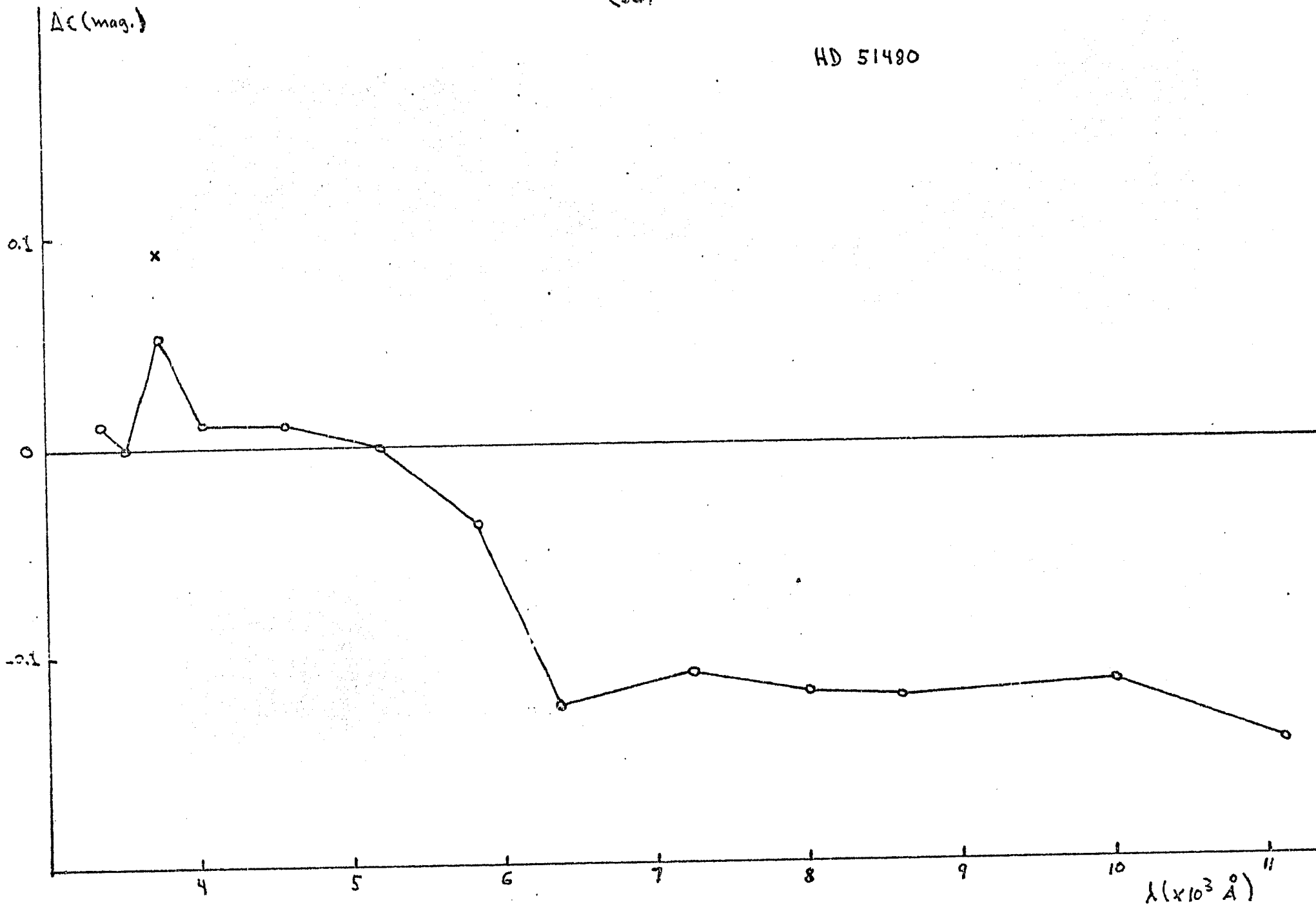
HD 45314



Gráfica 4.7

(56)

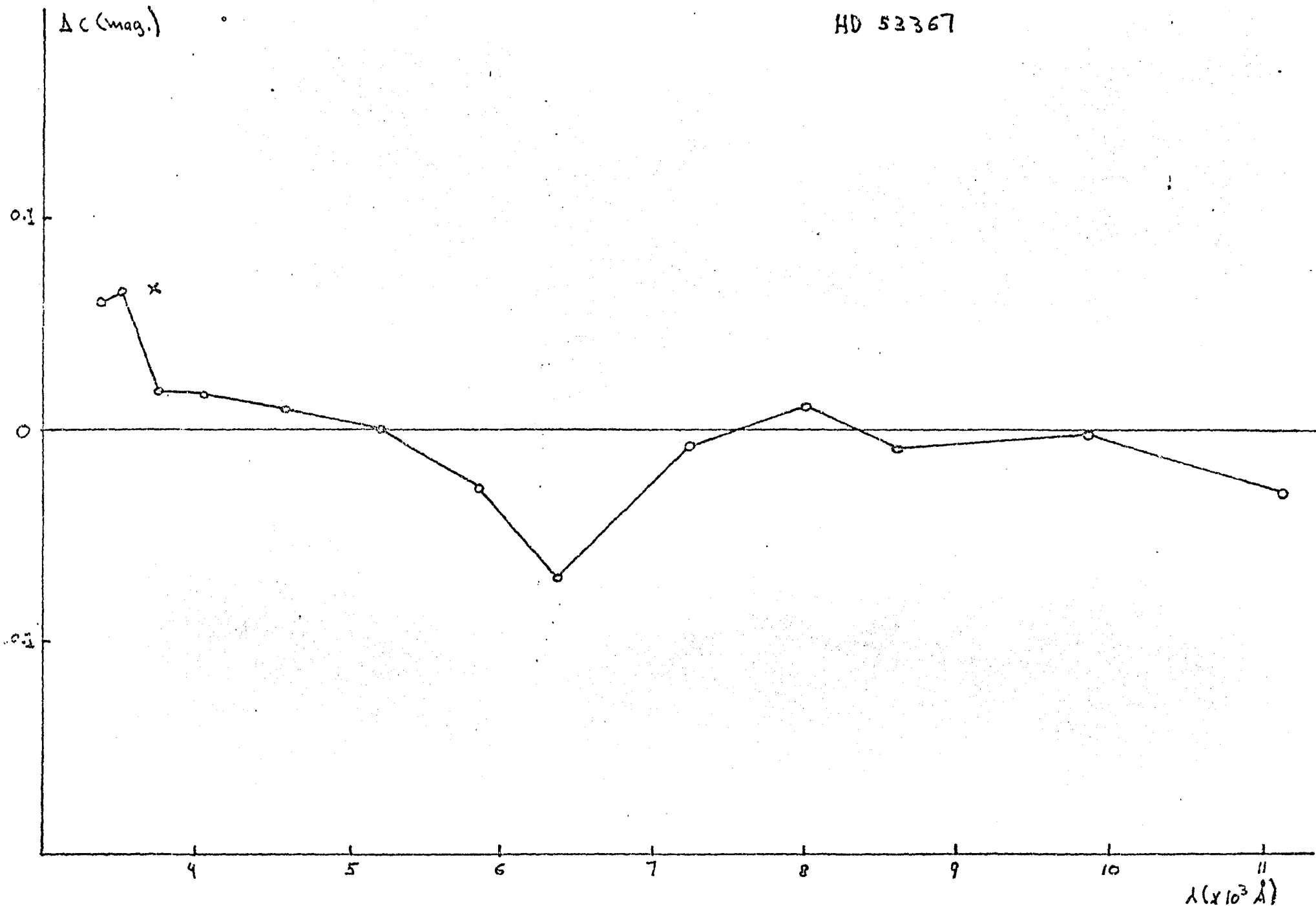
HD 51490



Gráfica 4.8

(67)

HD 53367

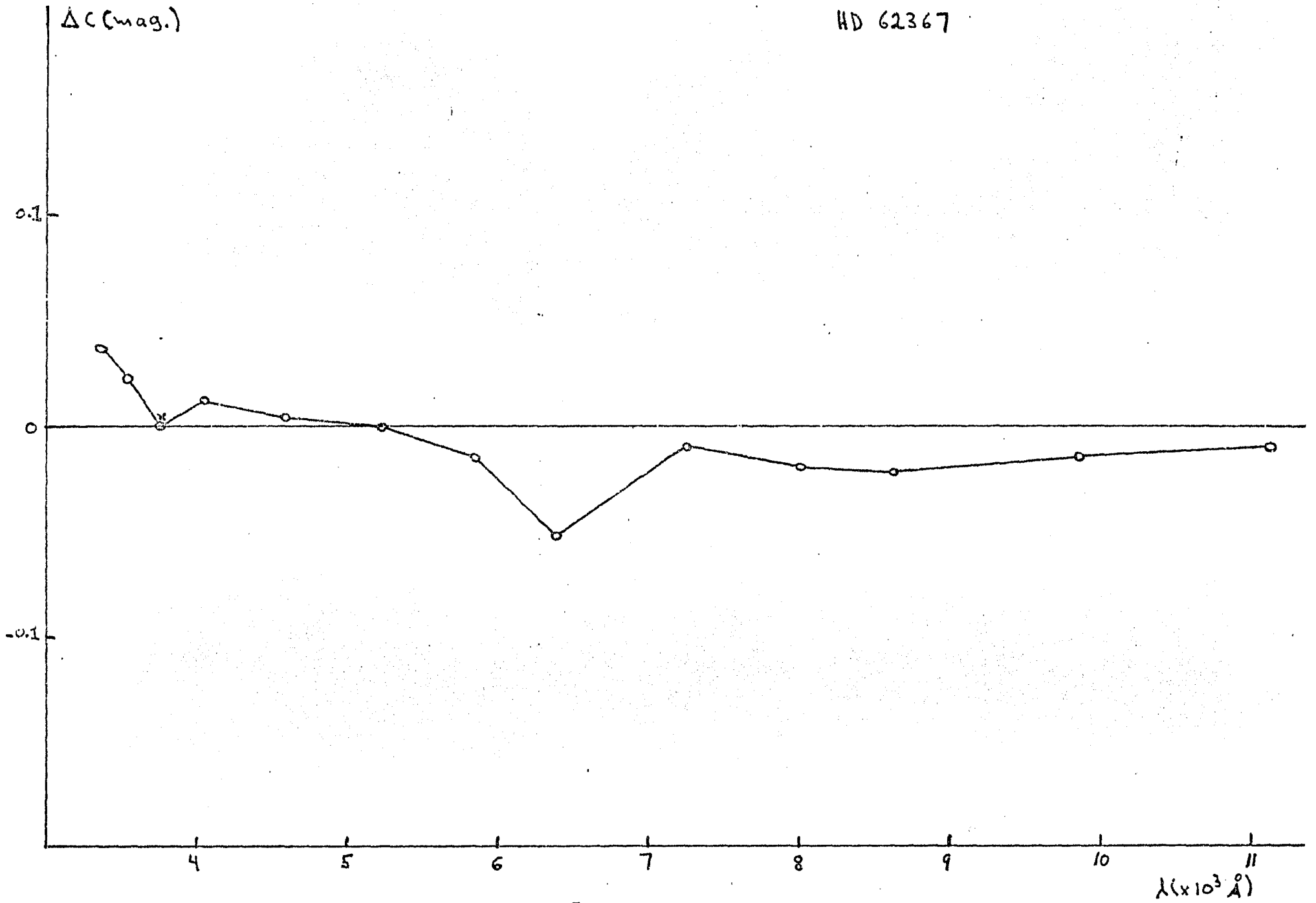


Gráfica 4.9

$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$

(68)

HD 62367



Gráfica 4.10

(69)

HD 65875

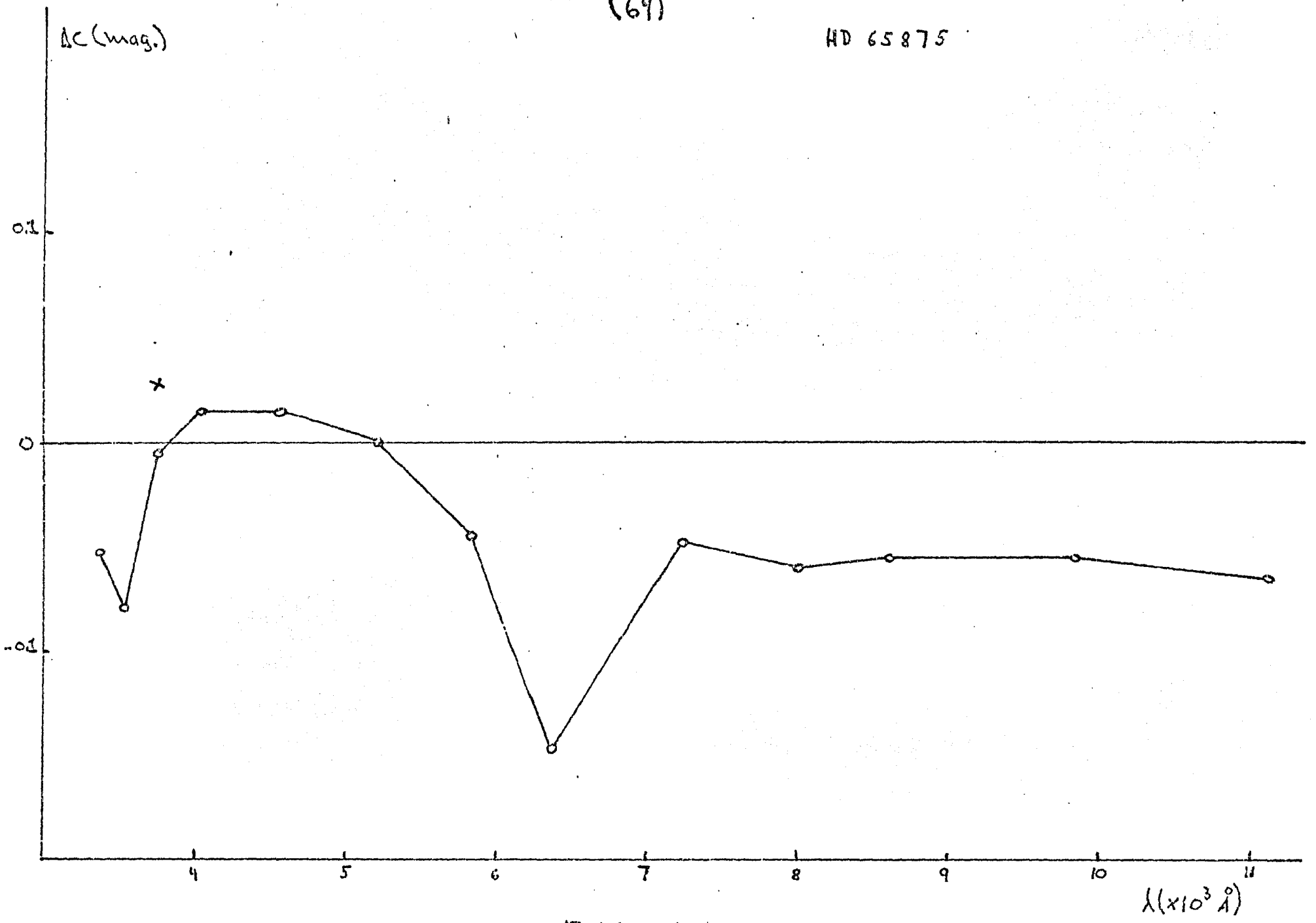


Table 3.11

$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$

IV.3.- Variabilidad de estrellas Be en 13C.

IV.3.1.- Estudio estadístico.

Con los datos de Schuster y Alvarez (1983), y Schuster y Guichard (1984 b), se hizo un análisis estadístico de variabilidad de estrellas Be. En el primer caso se utilizaron 84 estrellas observadas con los filtros originales, y en el segundo, 27 observadas con los filtros nuevos, encontrándose que las estrellas estudiadas, en promedio, muestran más variabilidad en la discontinuidad de Balmer, en las magnitudes visuales y en el infrarrojo cercano ($\approx 8000 \text{ \AA}$).

El método usado fué el de tomar las desviaciones estándar de las observaciones para cada estrella y hacer un promedio con todas ellas, para todos los colores. Las desviaciones estándar promedio se dividieron luego por desviaciones estándar a masa de aire unitaria para estrellas O y B normales (Schuster 1982); de esta manera, se tienen razones $\overline{\delta Be} / \overline{\delta OB}$, que nos dan idea de cómo difieren las desviaciones de las estrellas Be con respecto a las estrellas O y B normales, y por ende, de dónde son más variables estadísticamente las estrellas Be, ya que las desviaciones estándar son una medida directa de los cambios en color de una estrella en diferentes noches de observación. El criterio usado fue que una razón $\overline{\delta Be} / \overline{\delta OB} > 1.5$ indica variabilidad en un color dado. Creemos que este criterio cubre cualquier efecto por errores probables de observación, es decir, que indica un cambio real.

El análisis se hizo para diferentes grupos: la muestra total, estrellas "shell", estrellas con líneas fuertes en emisión y estrellas muy variables. Los grupos de estrellas "shell" y estrellas con líneas fuertes en emisión fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de Hubert-Delplace y Hubert (1979), y el grupo de las muy variables es el reportado por Alvarez y Schuster (1982). Una vez calculadas las desviaciones estándar promedio para los diferentes grupos, se

obtuvieron las razones $\overline{\delta Be} | \overline{\delta OB}$ y se graficaron contra longitud de onda. El promedio se calculó en la forma

$$\overline{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^N (n-1) \delta_i^2}{\sum_{i=1}^N (n-1)} \quad (4.4)$$

donde n es el número de observaciones para cada estrella, N el número de estrellas incluidas en el promedio y δ_i la desviación estándar de cada estrella, para cada color. Para las estrellas O y B normales se usó la Tabla 4.6, que es la Tabla 10 revisada del trabajo de Schuster (1982), proporcionada por él mismo (Schuster 1983).

Los resultados se muestran en las Tablas 4.7 y 4.8, y en las gráficas 4.12- 4.15, donde además se han graficado las razones $\delta Be | \delta OB$ para las magnitudes 52 y 58 según el caso (8C ó 6RC) para comparación.

De estos resultados se ve que, en general, las variaciones más grandes se encuentran para la discontinuidad de Balmer (colores (33-52) y (35-52), que la miden), en las magnitudes visuales (52 y 58) y en el infrarrojo cercano (alrededor de 8000 Å y en la discontinuidad de Paschen, medida por el color (58-86)). Otra conclusión inmediata es que los colores (40-52), (52-58) y (52-63) no son muy variables; (45-52) aparentemente indica variabilidad, aunque el pico que aparece allí podría deberse a que $\overline{\delta OB}$ para ese color (Ver Tabla 2.6) es muy pequeña, en otras palabras, a que este valor estuviera subestimado.

En la parte 6RC se encuentra que el color (58-110) no es variable, pero en este caso lo que pasa es que $\overline{\delta OB}$ es grande, debido a la baja sensibilidad del fototubo 7102 y a la debilidad relativa de las estrellas B a 1.1 μ (Schuster: 1982).

De los resultados anteriores hay que dar más peso a los obtenidos a partir del trabajo de Schuster y Alvarez (Tabla 4.7, gráficas 4.12 y 4.14) por dos razones:

1) La muestra de estrellas es más grande, por lo que los resultados de un análisis estadístico son más confiables.

2) Los valores de la Tabla 4.6 para estrellas normales son para el juego original de filtros; Schuster (1982) dice que algunos de estos valores deben usarse con cuidado en estudios estadísticos de variabilidad con el nuevo juego de filtros, en particular para el color (52-63), ya que el filtro [63] original no es de interferencia, por lo que habría que revisar el valor de $\overline{\delta OB}$ para el color (52-63) en el juego nuevo de filtros.

En los resultados anteriores también se ve el efecto de la línea H α discutido en la sección anterior. Comparando las Tablas 4.7 y 4.8 vemos que para los filtros originales $\overline{\delta Be}$ para el color (52-63) es más grande (excepto para el último grupo, pero allí $\overline{\delta Be} / \overline{\delta OB} < 1$ en ambos casos y no puede decirse nada), debido probablemente a que en el juego original las variaciones en (52-63) son una combinación de cambios en el continuo y en H α , mientras que en los filtros nuevos las variaciones son debidos solamente a cambios en el continuo. De esta manera tendríamos que para los filtros nuevos $\delta Be \sim \delta \text{continuo}$, mientras que para los originales $\delta Be \sim \sqrt{\delta^2 \text{cont} + \delta^2 H\alpha}$.

TABLA 4.6

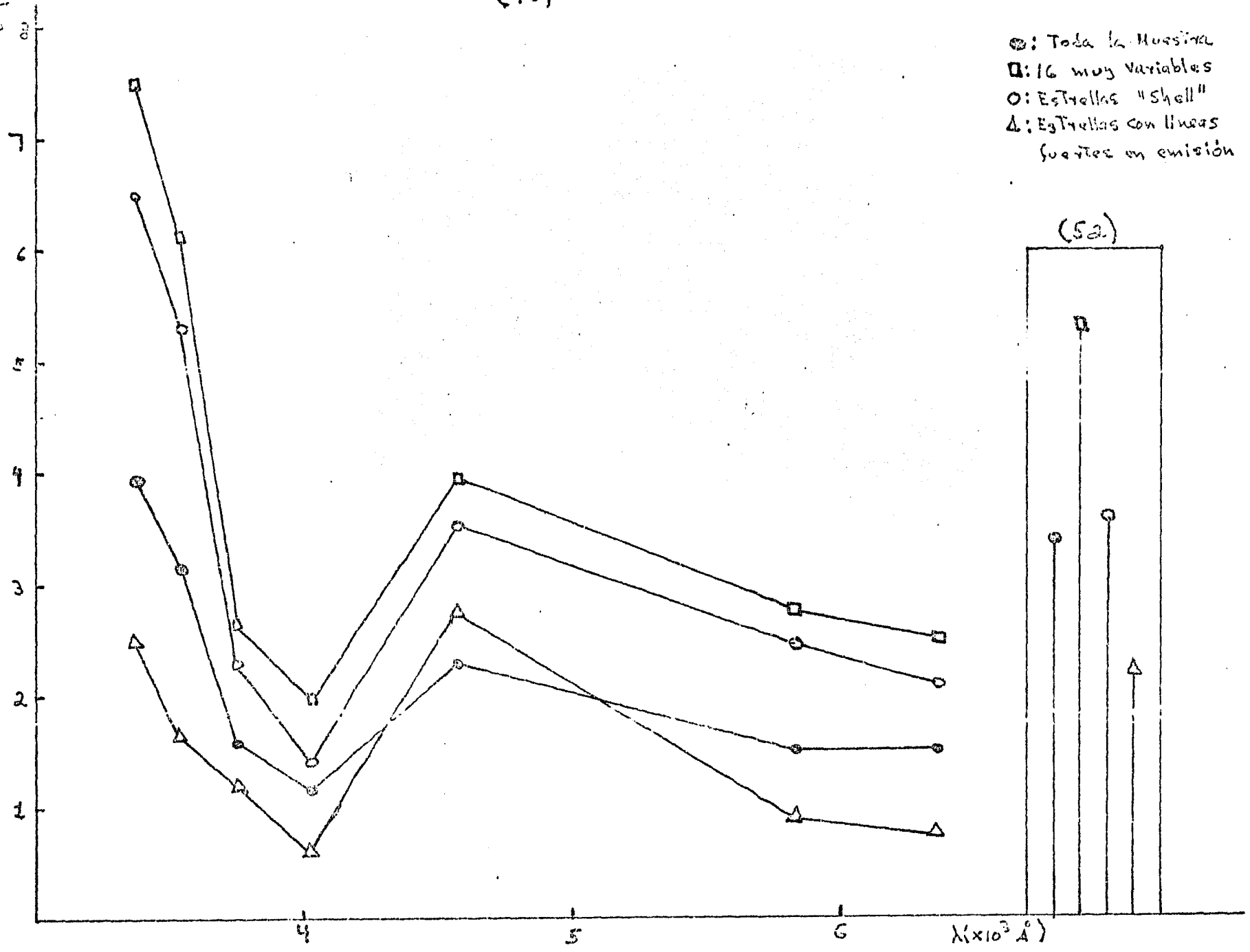
ERRORES PROBABLES Y DESVIACIONES ESTANDAR
A MASA DE AIRE UNITARIA PARA ESTRELLAS O Y B
NORMALES (SCHUSTER 1983)

Color	O,B		A,F,G		K,M	
	e.p.	δ	e.p.	δ	e.p.	δ
52	0.0097	0.0144	0.0117	0.0173	0.0121	0.0179
33-52	0.0074	0.0109	0.0103	0.0153	0.0121	0.0179
35-52	0.0088	0.0130	0.0112	0.0165	0.0148	0.0220
37-52	0.0078	0.0166	0.0084	0.0124	0.0094	0.0140
40-52	0.0079	0.0118	0.0069	0.0102	0.0073	0.0108
45-52	0.0043	0.0063	0.0040	0.0060	0.0042	0.0062
52-58	0.0076	0.0112	0.0069	0.0102	0.0082	0.0092
52-63	0.0087	0.0129	0.0091	0.0134	0.0076	0.0112
58	0.0115	0.0171	0.0128	0.0189	0.0126	0.0187
58	0.0105	0.0156	0.0106	0.0158	0.0148	0.0219
58-72	0.0065	0.0096	0.0076	0.0112	0.0076	0.0112
58-80	0.0065	0.0097	0.0069	0.0102	0.0077	0.0114
53-86	0.0062	0.0092	0.0061	0.0091	0.0077	0.0115
58-99	0.0085	0.0126	0.0081	0.0120	0.0100	0.0148
58-110	0.0232	0.0344	0.0146	0.0217	0.0143	0.0212

10/10

(76)

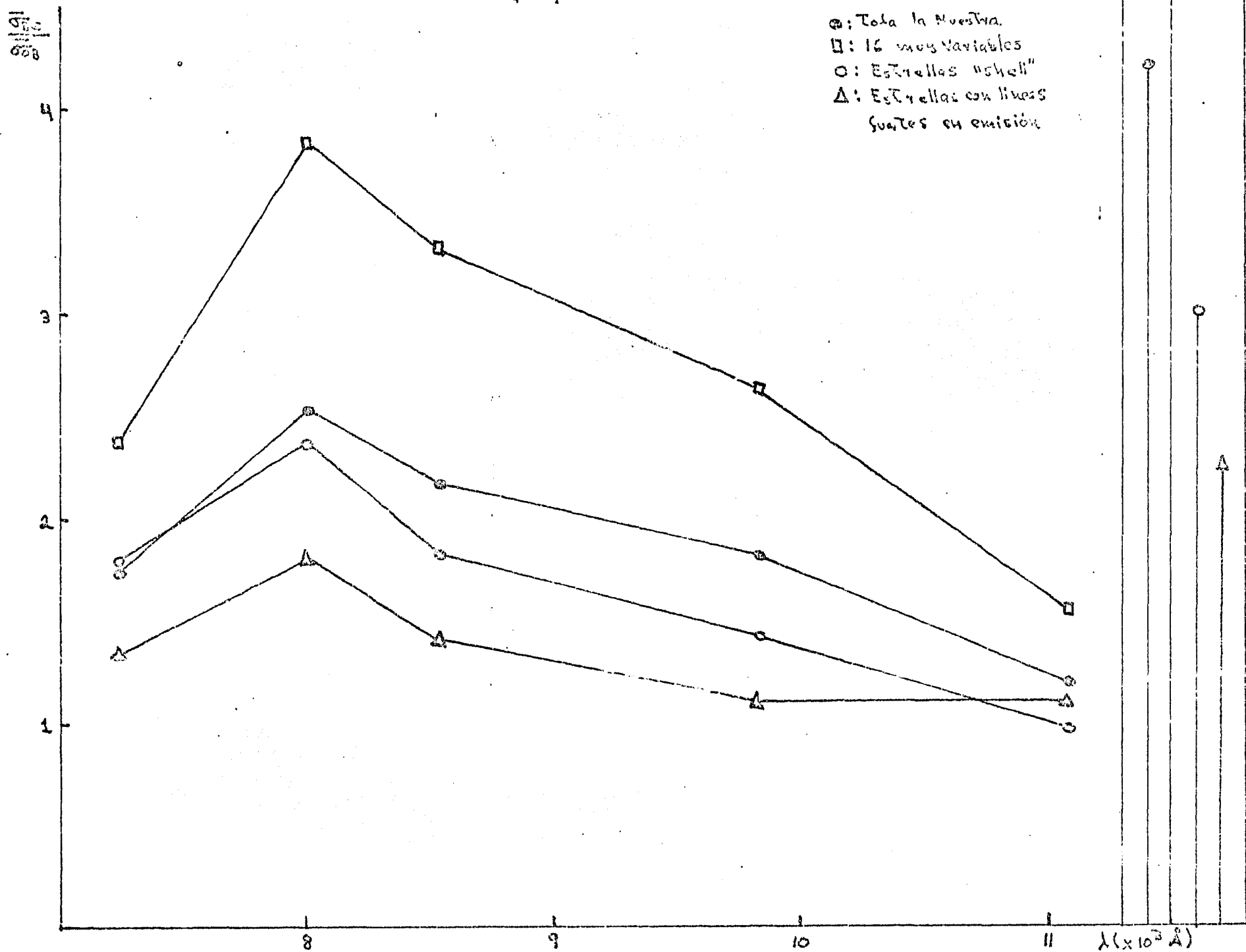
- : Toda la muestra
- : 16 muy variables
- : Estrellas "Shell"
- △: Estrellas con líneas fuertes en emisión



(52)

Gráfica 4.12.
 Variabilidad estadística de estrellas Be
 2C (1977-1979)

(77)



(78)

100
0.06

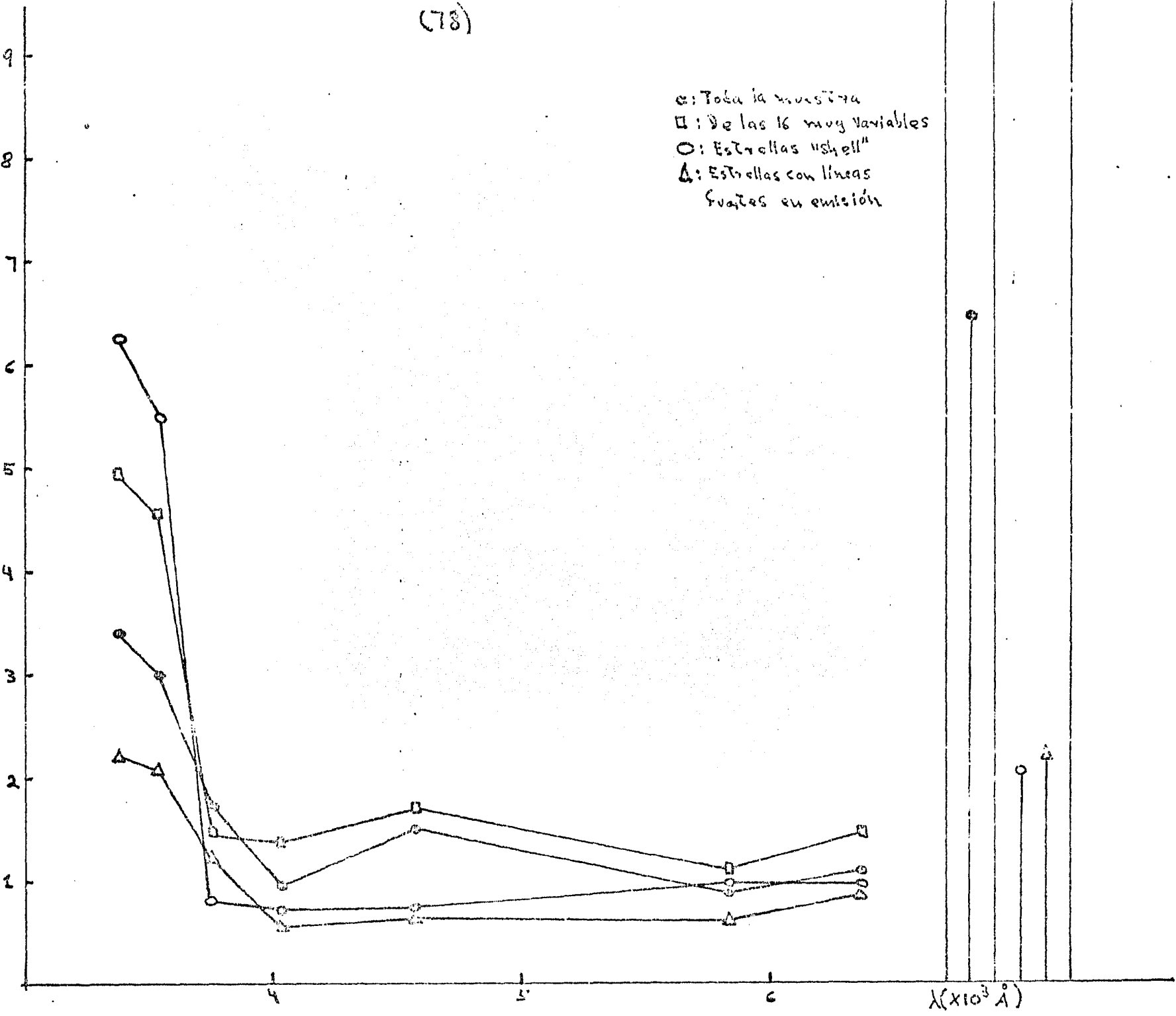
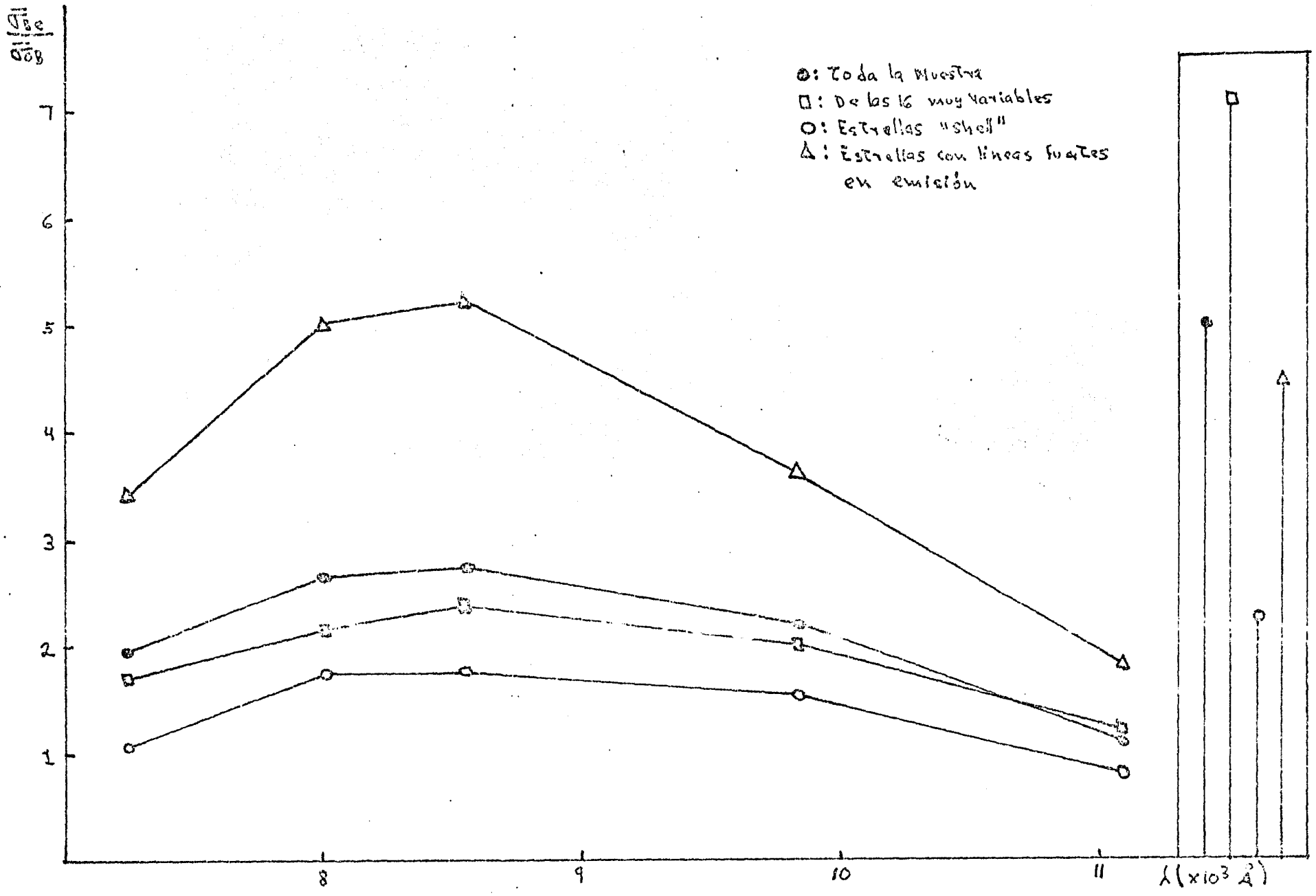


Figura 4.14

(79)



Exposición 4.15

IV.3.2.- Variabilidad en estrellas individuales.

En esta sección se analizan seis estrellas Be para las cuales se detectó variabilidad a partir de observaciones tomadas entre 1980 y 1983 (Schuster y Guichard 1984 b). Se encontró que tres variaron en 8C y tres en 6RC. Lo que se hizo fué tomar todas las observaciones para una estrella dada y compararlas entre sí, con el criterio de que una diferencia en color mayor que 0.1 magnitudes entre dos noches es indicativa de variabilidad.

En la parte 8C, se tomaron las observaciones hechas con el juego #1 de nuevos filtros, entre 1981 y 1983, y se compararon las dos noches en que las diferencias fueran más notables, calculándose a partir de ellas las diferencias en color (ΔC), como se muestra en la Tabla 4.9. Los resultados de dicha Tabla se graficaron contra longitud de onda. La variación en la magnitud 52 también se muestra en las gráficas.

A continuación se analiza brevemente cada estrella, dándose también un breve resumen de sus características espectroscópicas principales (Hubert-Delplace y Hubert 1979).

HD-51480.- Ha sido observada espectroscópicamente en forma irregular entre 1955 y 1973. Muestra muchas líneas en emisión. H α es brillante, intensa y ancha; H β es intensa. Las otras líneas de hidrógeno siempre muestran un perfil P Cygni (Hubert-Delplace y Hubert 1979). Fotométricamente, fue observada por Schuster y Alvarez (1983) entre 1977 y 1979. Ellos la reportan como variable en ese período.

En la gráfica 4.16 puede verse un cambio en el ultravioleta (filtros 33 y 35) debido probablemente a absorción del continuo de Balmer en la envolvente. La variación fué rápida, pues el intervalo de tiempo entre las observaciones es de dos días.

BS 5941; HD 142983; 18 Lib. Es una de las estrellas Be más estudiadas. De observaciones espectroscópicas entre 1953 y 1975 se ve que ha mostrado grandes cambios en su espectro de líneas (Delplace y Chambon 1976). Ha aparecido muy intensa y ancha en emisión; $H\beta$ es fuerte y $H\delta$ moderadamente intensa, superpuesta a una ancha línea de absorción. El perfil de $H\beta$ es muy complejo, cambiando de P Cygni a P Cygni inverso; las líneas de hidrógeno siempre muestran un centro oscuro (característica del espectro "shell") de intensidad variable, mientras que las líneas "shell" metálicas no siempre se ven; las líneas de absorción de NaI y CaII varían mucho y tienen un origen circumestelar (Hubert-Delplace y Hubert 1979). Asimismo, ha mostrado grandes cambios en velocidad radial con variaciones cuasi-periódicas de 10 años (Slettebak 1979). Sus características "shell" son fuertemente variables.

Fotométricamente, Feinstein y Marraco (1979) reportan un exceso ultravioleta para esta estrella a partir de observación UVB y de líneas ($H\alpha$, $H\beta$, $H\delta$), con observaciones que cubren un intervalo de 15 años. Schuster (1984 b) reporta una deficiencia ultravioleta y un exceso en el infrarrojo cercano, a partir de observaciones tomadas entre 1966 y 1968 (Alvarez y Schuster 1982), época en que esta estrella sufrió un episodio "shell".

En la gráfica 4.17 puede verse una gran variación en el ultravioleta (filtros 33 y 35), debida probablemente a emisión en el continuo de Balmer, o a una disminución en la actividad "shell" entre las dos noches comparadas. El intervalo de tiempo entre las dos observaciones es de dos años aproximadamente.

BS 7106; HD 174638; B Lyr. Es también una estrella muy estudiada, y por sus características especiales ha requerido un trato aparte (Ver, por ejemplo, Sahade 1980 para referencias). Es un sistema múltiple, y las componentes principales (A y B), forman un sistema binario eclipsante que continuamente está intercambiando masa. El espectro del sistema muestra

líneas que lo identifican con una estrella B7-B8, y un corrimiento Doppler del cual se deduce una curva de velocidad radial con un período de 13 días. En el espectro aparecen mezcladas líneas oscuras y brillantes, que no pertenecen a la componente tipo B (pues no muestran el corrimiento Doppler de ésta), y que se supone pertenecen a una compañera A tardía bastante débil, pues su espectro no puede observarse, pero se infiere de los eclipses del sistema. Se supone que el material está fluyendo de las dos estrellas, formando un anillo que rodea al sistema, (Struve 1958), y que es el que produce las líneas de absorción y emisión no estelares.

Por las características especiales que tiene, este sistema siempre está mostrando variaciones en el continuo y en las líneas. Fotométricamente, Alvarez y Schuster (1982) la reportan variable entre 1977 y 1979.

En la gráfica 4.18 se muestra la comparación de dos noches entre las cuales encontramos variabilidad, entre 1981 y 1983. Puede verse que hay variaciones en el ultravioleta y en el continuo de Paschen.

En la parte 6RC, se hizo algo parecido que en 8C. La única diferencia fué que se juntaron las observaciones hechas con los filtros originales (1980). Esto pudo hacerse porque, como se dijo en el Capítulo II, para la parte 6RC no hay problemas de transformación, y por lo tanto pueden mezclarse las observaciones para tener un intervalo de tiempo más grande para las comparaciones, y más noches para buscar variabilidad.

En la Tabla 4.10 se presentan los resultados de las comparaciones. Como en 8C, se graficaron contra longitud de onda, marcándose también la diferencia en la magnitud 58 en cada gráfica.

A continuación se analiza brevemente cada estrella.

HD-45314.- Esta es una estrella que ha mostrado grandes cambios en sus líneas de emisión, y por épocas ha tenido un

espectro "shell". Entre 1954 y 1972 tuvo un espectro "shell" con una intensidad variable en sus líneas. En 1972 las características "shell" desaparecieron y la emisión se veía débilmente en H β , mientras que H δ se veía en absorción. En 1975 H β volvió a ser brillante y las líneas estrechas en absorción de Na y CaII (características de la "shell"), se veían en el espectro (Hubert-Delplace y Hubert 1979).

Fotométricamente, fué observada por Alvarez y Schuster (1982), quienes la reportan como muy variable (cambios de más de 0.15 magnitudes).

En la gráfica 4.19 se muestran los resultados para esta estrella. Puede verse que tuvo un cambio en el continuo de Paschen y en el infrarrojo cercano. Asimismo, se ve una variación en el filtro 86, debida probablemente a un aumento en la emisión de las líneas convergentes de Paschen, medidas por este filtro.

ES 2817; HD 58050. Esta estrella, considerada como clase "polo de frente" debido a su baja velocidad rotacional proyectada (\sim 140 km/s.), presenta fuertes líneas de emisión. H α generalmente es muy fuerte y ancha. H β , ... H δ son líneas estrechas de intensidad decreciente, superpuestas en el centro de líneas anchas de absorción. Las líneas de FeII son brillantes (Hubert-Delplace y Hubert 1979).

Entre 1977 y 1979 fué observada fotométricamente por Schuster y Alvarez (1983), quienes la reportan como probablemente variable.

En la gráfica 4.20 vemos que entre 1980 y 1983 esta estrella varió en el continuo de Paschen y en el infrarrojo cercano. Puede notarse una variación extra en el filtro 80, debida probablemente a Procesos H $^+$ (Schild 1978; Schild et al. 1974); Milkey y Dyck 1973).

BS 2921; HD 60855. Esta estrella tuvo una fase Be entre 1954 y 1961, y una fase B entre 1970 y 1974. Al final de este año H α estaba muy débil en emisión, y apenas se distinguía del continuo, mientras que las otras líneas de Balmer aparecieron

en absorción (Hubert-Delplace y Hubert 1979).

Alvarado y Schuster (1982) la reportan como variable fotométrica, con observaciones entre 1977 y 1979.

En la gráfica 4.21 se muestra un cambio en el continuo de Paschen y en el infrarrojo cercano para esta estrella.

Del análisis anterior, vemos que nuestras estrellas presentan principalmente cuatro clases de variabilidad: cambios en la discontinuidad de Balmer, medidos por los colores (33-52) y (35-52), en las magnitudes visuales (52 y 58), y en el infrarrojo cercano, donde encontramos dos clases de variabilidad. Una se manifiesta como una variación creciente con longitud de onda hasta 1.1 μ (límite de la fotometría 13C), debida probablemente a procesos libre-libre (Allen 1975; Milkey y Dyck 1973). La otra se manifiesta como variaciones adicionales en los filtros 80 y 86, y es debida probablemente a emisión del continuo de Paschen o a Procesos H^- (Schild 1978).

TABLA 4.9

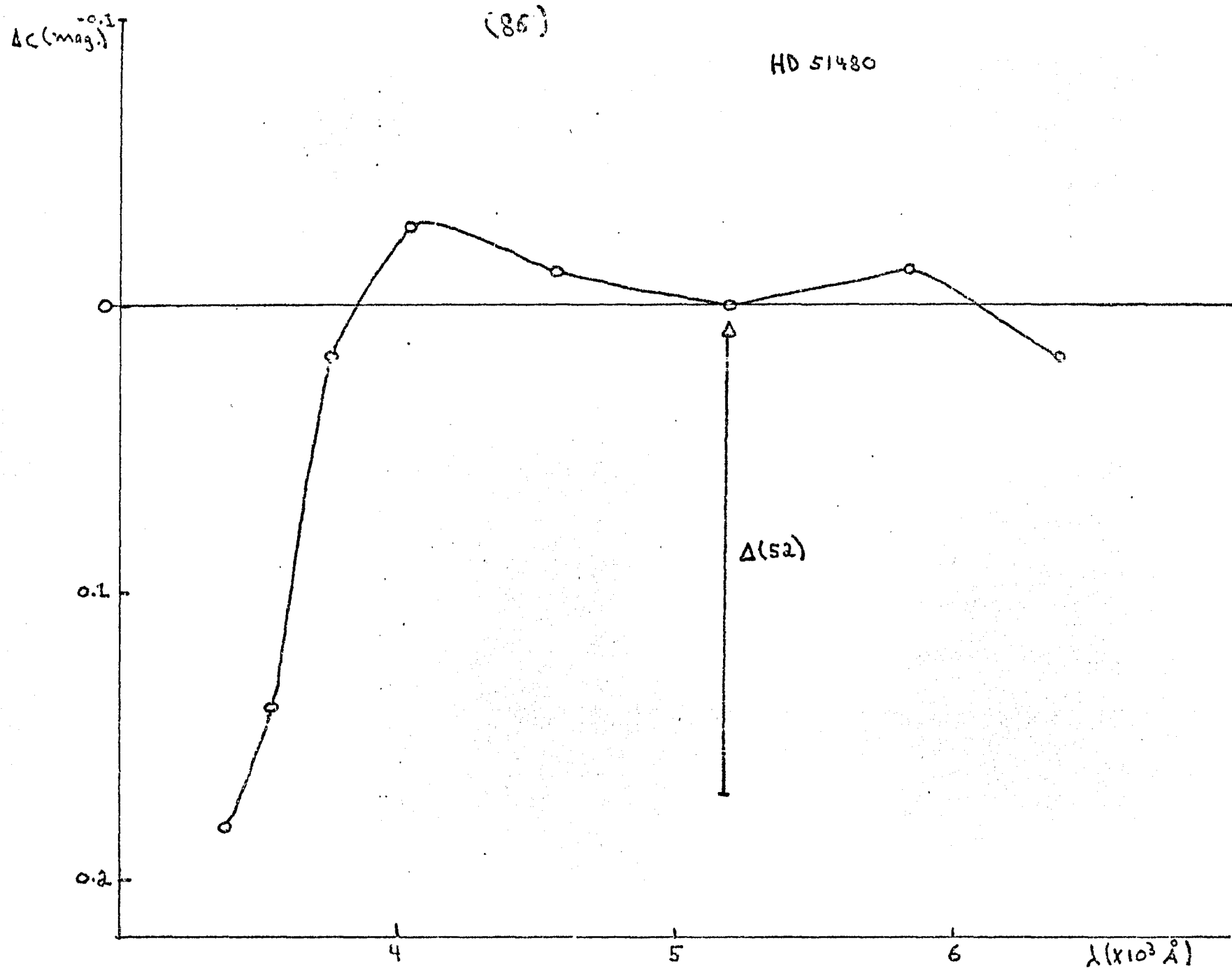
ESTRELLAS Be VARIABLES (8c)

Nombre	$\Delta(52)$	$\Delta(33-52)$	$\Delta(35-52)$	$\Delta(37-52)$	$\Delta(40-52)$	$\Delta(45-52)$	$\Delta(52-58)$	$\Delta(52-63)$	$\Delta t(D.J.-$ 2.430.000)
HD 51480	-0.159	0.182	0.140	0.017	-0.028	-0.012	0.013	-0.017	15444.6595- 15446.6761
BS 5941	-0.056	-0.228	-0.253	-0.017	-0.011	-0.010	-0.017	-0.023	14691.9794- 15443.9201
BS 7106	-0.033	-0.171	-0.182	-0.065	-0.046	-0.034	-0.020	-0.055	14780.8446- 15447.0295

TABLA 4.10

ESTRELLAS Be VARIABLES (6RC)

Nombre	$\Delta(58)$	$\Delta(58-72)$	$\Delta(58-80)$	$\Delta(58-86)$	$\Delta(58-99)$	$\Delta(58-110)$	$\Delta t(D.J.-$ 2,430.000)
HD 45314	-0.115	0.122	0.149	0.196	0.161	0.263	14657.8205- 15447.7040
BS 2817	-0.303	-0.170	0.241	0.214	0.227	0.313	14669.8345- 15449.7175
BS 2921	-0.041	-0.082	-0.111	-0.110	-0.122	-0.133	14658.8027- 15449.6384



Gráfica 4.16

(87)

BS 5941

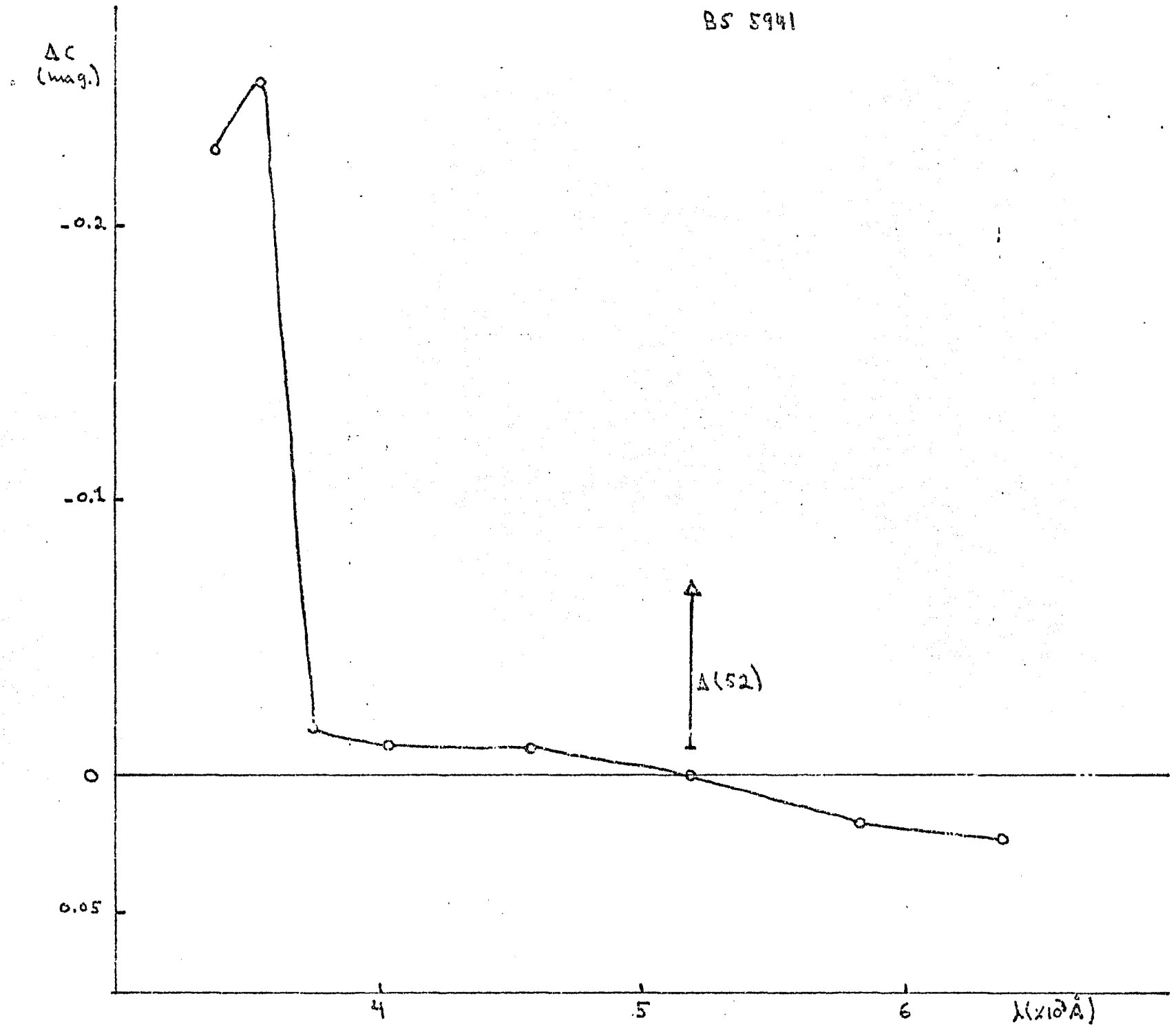
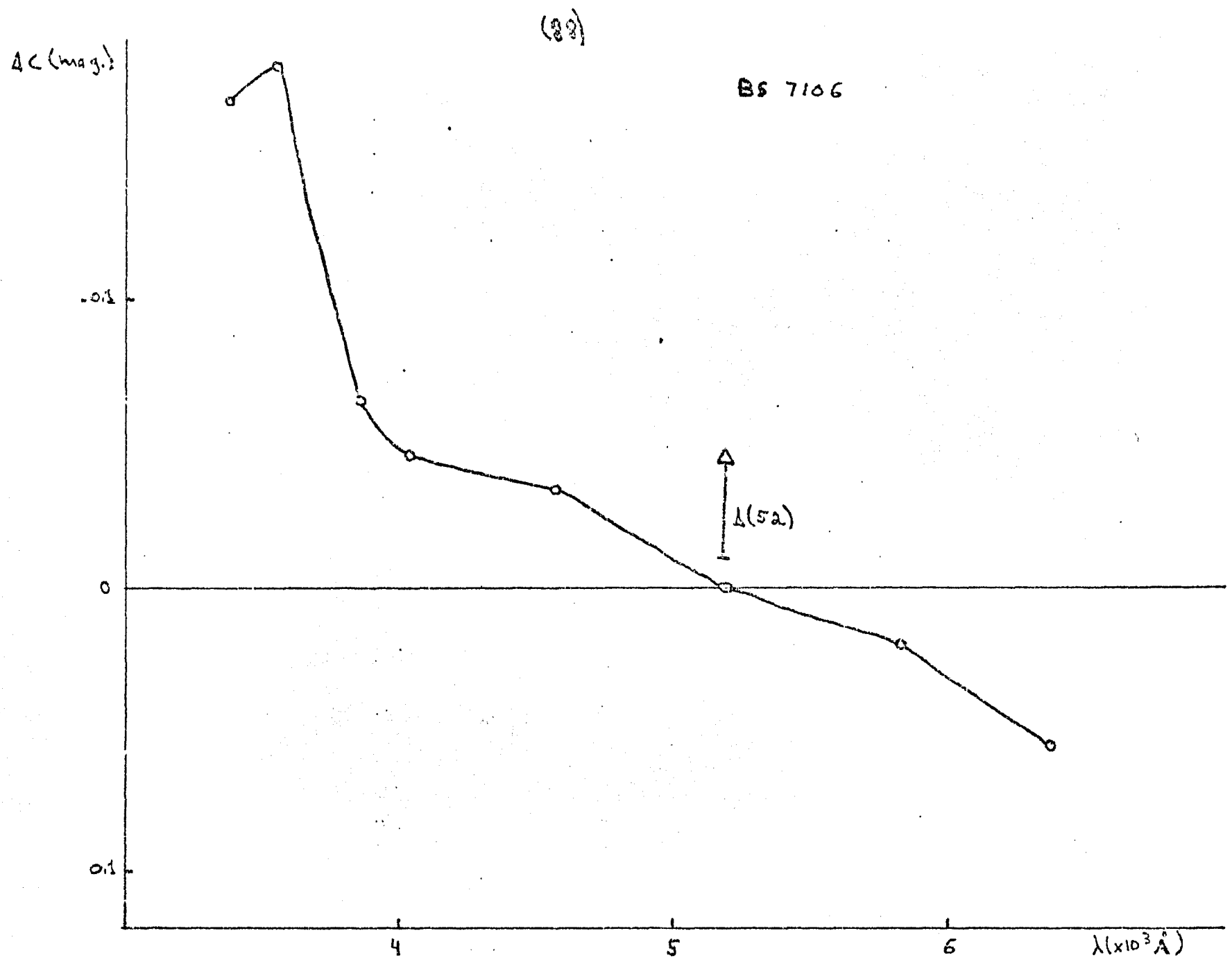


Fig. 17



Gráfica 4.18

(89)

HD 45314

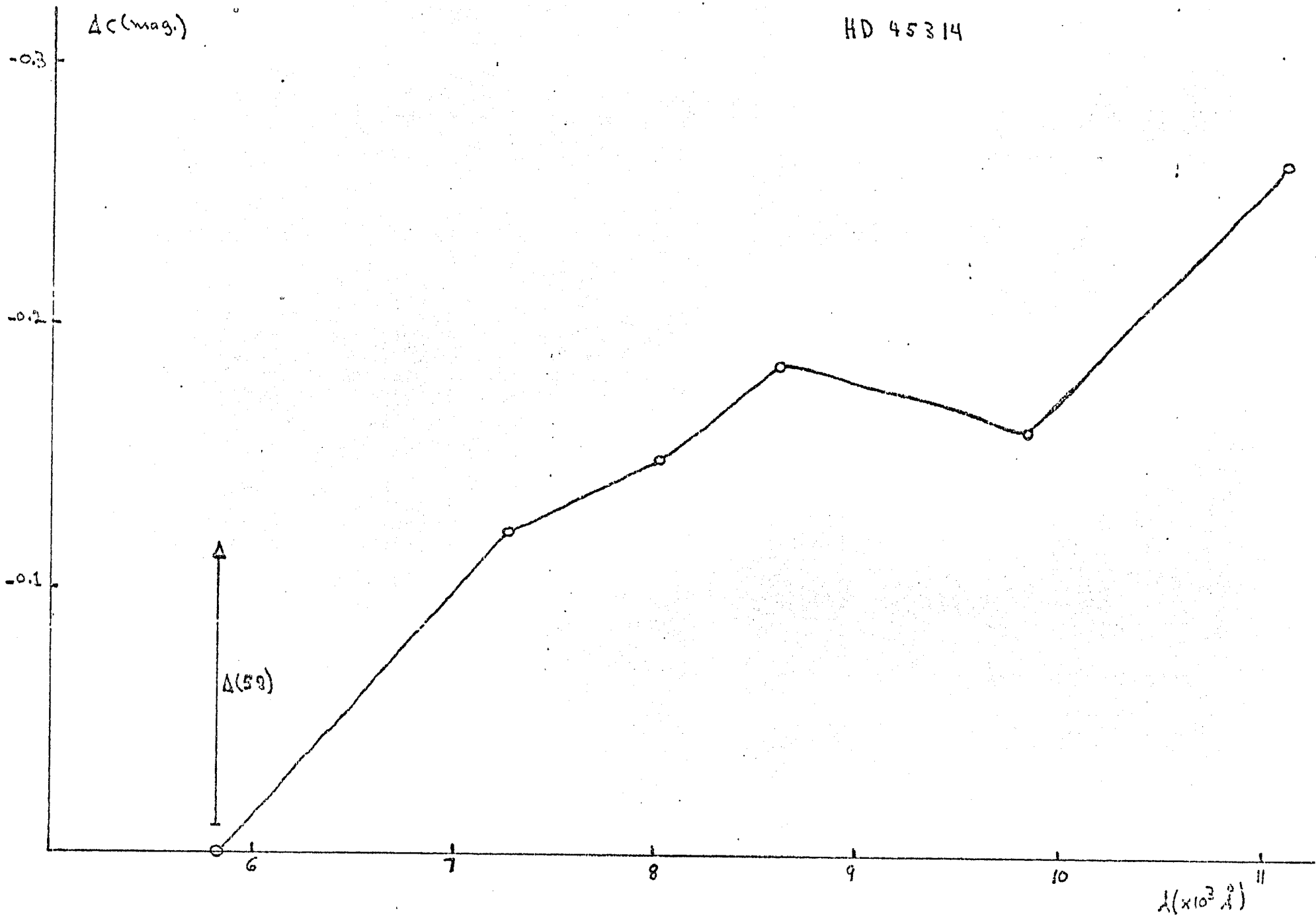
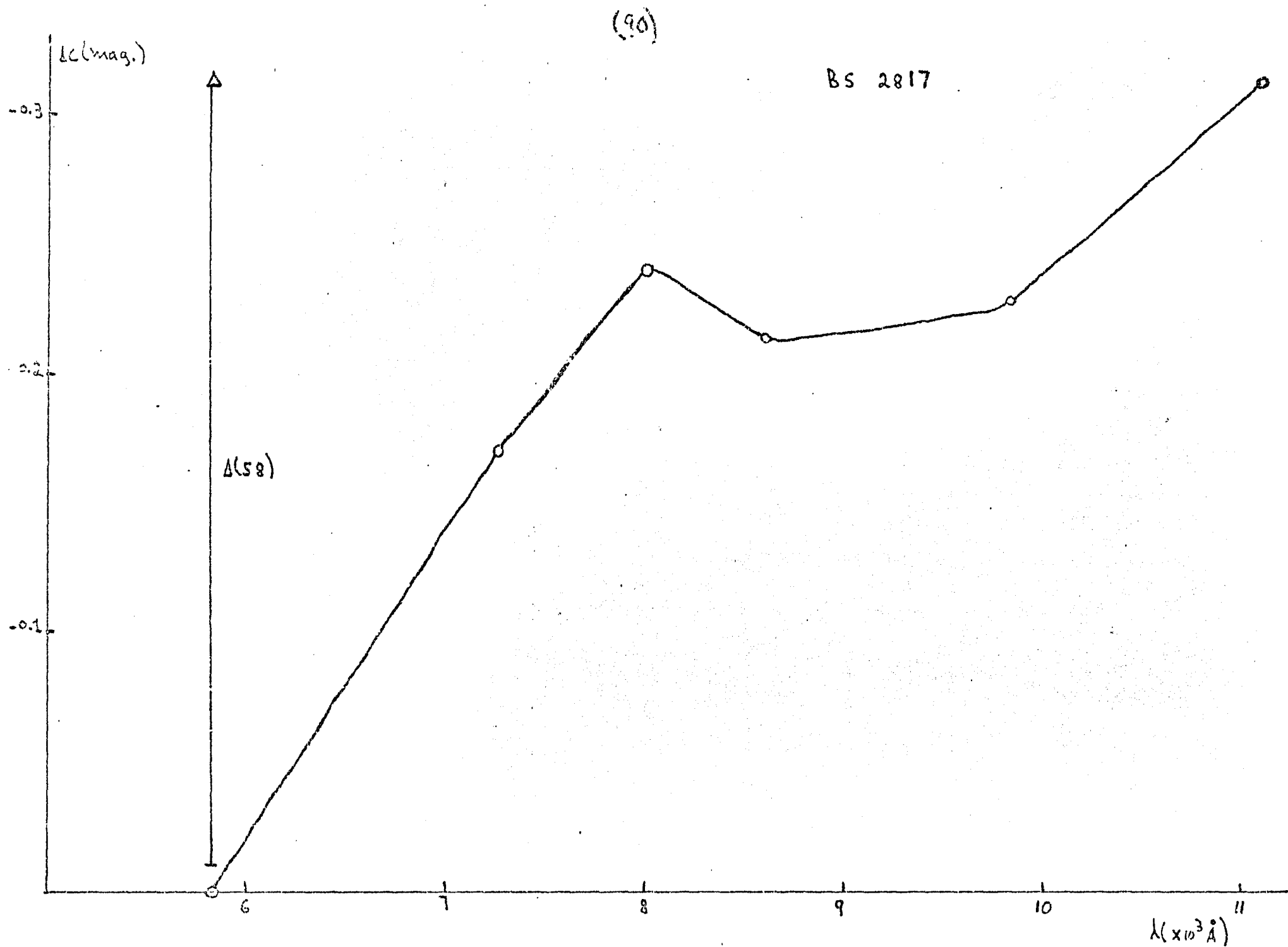


Figura 4.19

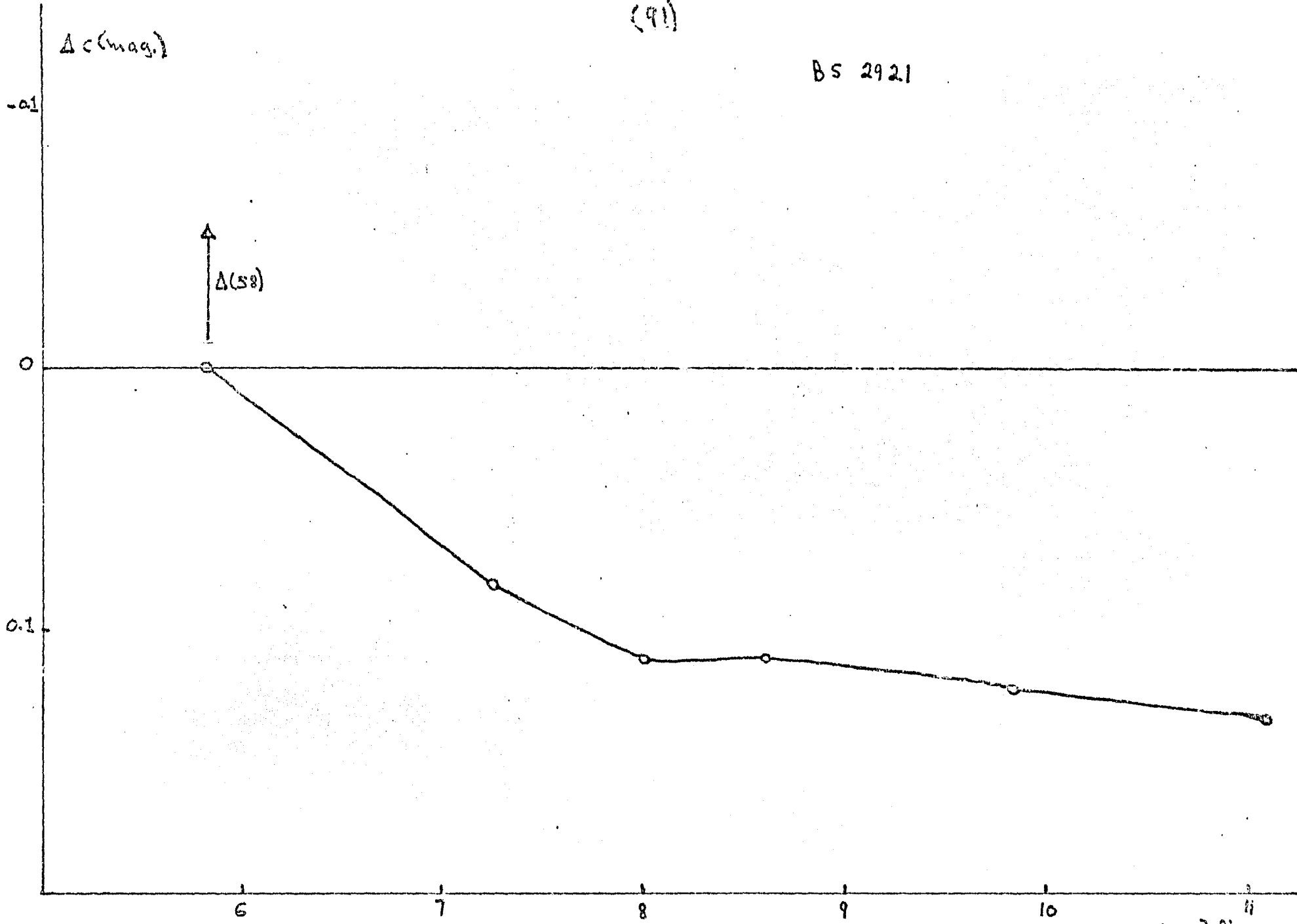
$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$



Gráfica 4.20

(91)

BS 2921



Gráfica 4.21

$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$

IV.4.- Excesos intrínsecos.

En esta sección presentamos los excesos intrínsecos calculados para las estrellas variables de la sección anterior, con el fin de tener una idea más clara de cuál fué su distribución de energía promedio durante la época en que se obtuvieron los resultados de la sección anterior. Más que una distribución de energía, lo que se muestra son las desviaciones que tuvieron estas estrellas con respecto a la distribución de energía de una estrella B normal del mismo tipo espectral.

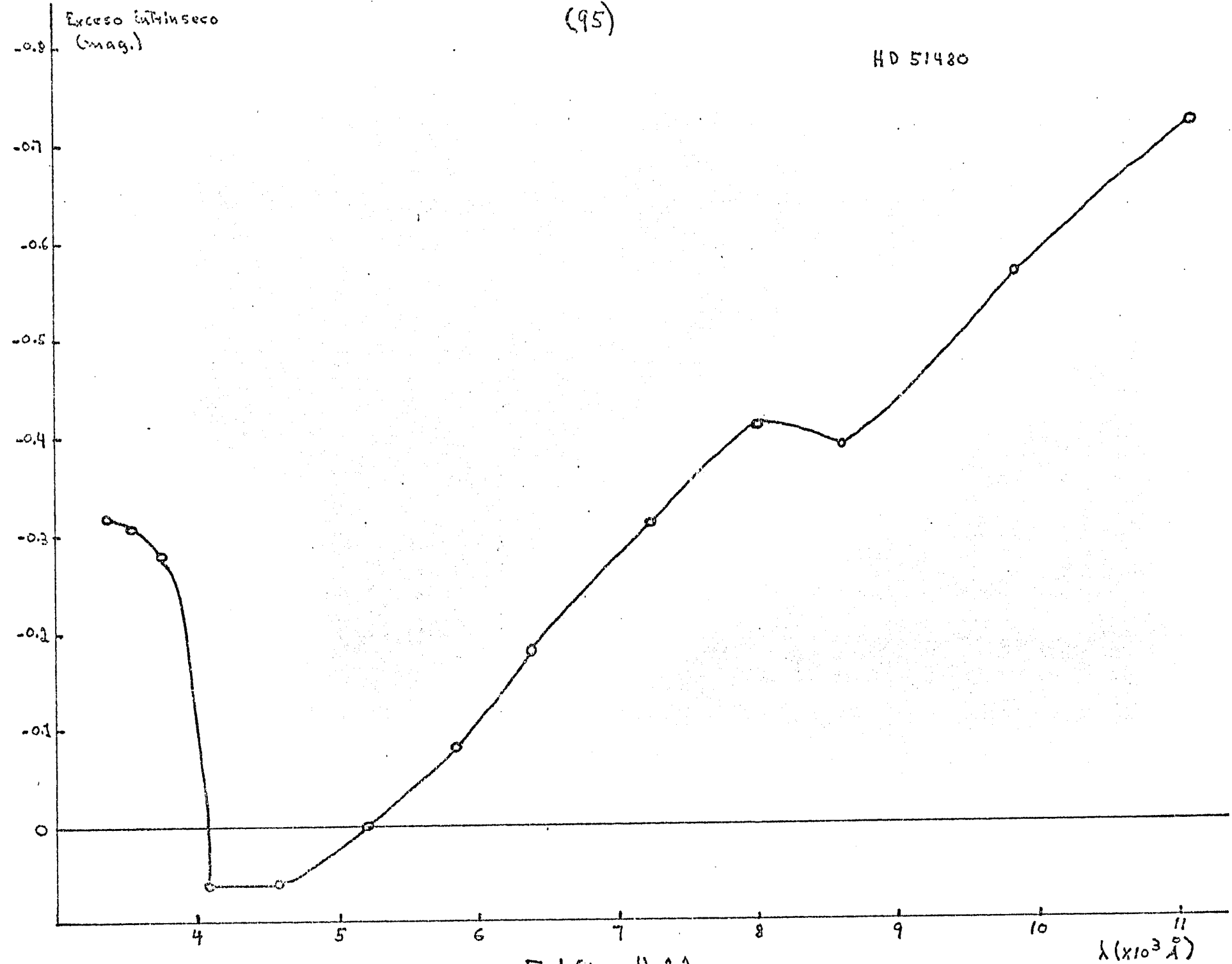
El método seguido fué el delineado por Schuster (1984 a), utilizando las Tablas de esa publicación. De acuerdo con este método, se tomaron los colores promedio de las observaciones de las estrellas entre 1980 y 1983. Usando los colores medios desenrojecidos dados por Schuster en el trabajo antes citado, se encontraron los excesos totales, restando el color observado del color intrínseco para una estrella B normal del mismo tipo espectral y clase de luminosidad de la estrella estudiada. Estos excesos tienen una parte debida a enrojecimiento interestelar, y otra debida a enrojecimiento intrínseco, por reemisión libre-libre producida por la envoltura. El siguiente paso fue eliminar la parte debida a enrojecimiento interestelar, usando para ello la Tabla 1 del trabajo antes mencionado, y haciendo la misma suposición que el autor, en el sentido de que el exceso en (40-45) es debido solamente a enrojecimiento interestelar. En la Tabla 4.11 se dan los excesos intrínsecos calculados en esta forma, así como el tipo espectral usado para cada estrella. Para BS 2817, 2921 y 5941 se usaron los tipos espectrales dados por Lesh (1968), para BS 7106 se usó como fuente el catálogo B.S. (Jaschek 1982), y para HD 51480 el tipo espectral dado por Schuster y Alvarez (1983). Para HD 45314 no se encontró en la literatura la clase de luminosidad que le corresponde, y su tipo espectral es dudoso, por lo que no se le incluyó en este análisis.

Los excesos de la Tabla 4.11 se graficaron contra longitud de onda, y los resultados se muestran en las gráficas 4.22 - 4.26. Para HD 51480 se encuentra un exceso ultravioleta y un gran exceso infrarrojo, el primero debido probablemente a emisión en el continuo de Balmer, y el segundo a emisión libre-libre de la envolvente. Para el filtro 80 se nota un exceso extra que podría deberse a procesos H^+ como presume Schild (1978). Para BS 5941 vemos una gran deficiencia ultravioleta (filtros 33 y 35), debida a absorción del continuo de Balmer por la envolvente (Schuster 1984 a). También se nota un exceso en el infrarrojo cercano. Para BS 7106 encontramos algo similar que para HD 51480, es decir, excesos ultravioletas e infrarrojos. Para BS 2817 y BS 2921 se ven grandes excesos infrarrojos. En particular, para BS 2817 se nota muy bien el pico a $8000 \overset{\circ}{\text{Å}}$. Estas dos estrellas no presentan nada importante en el ultravioleta.

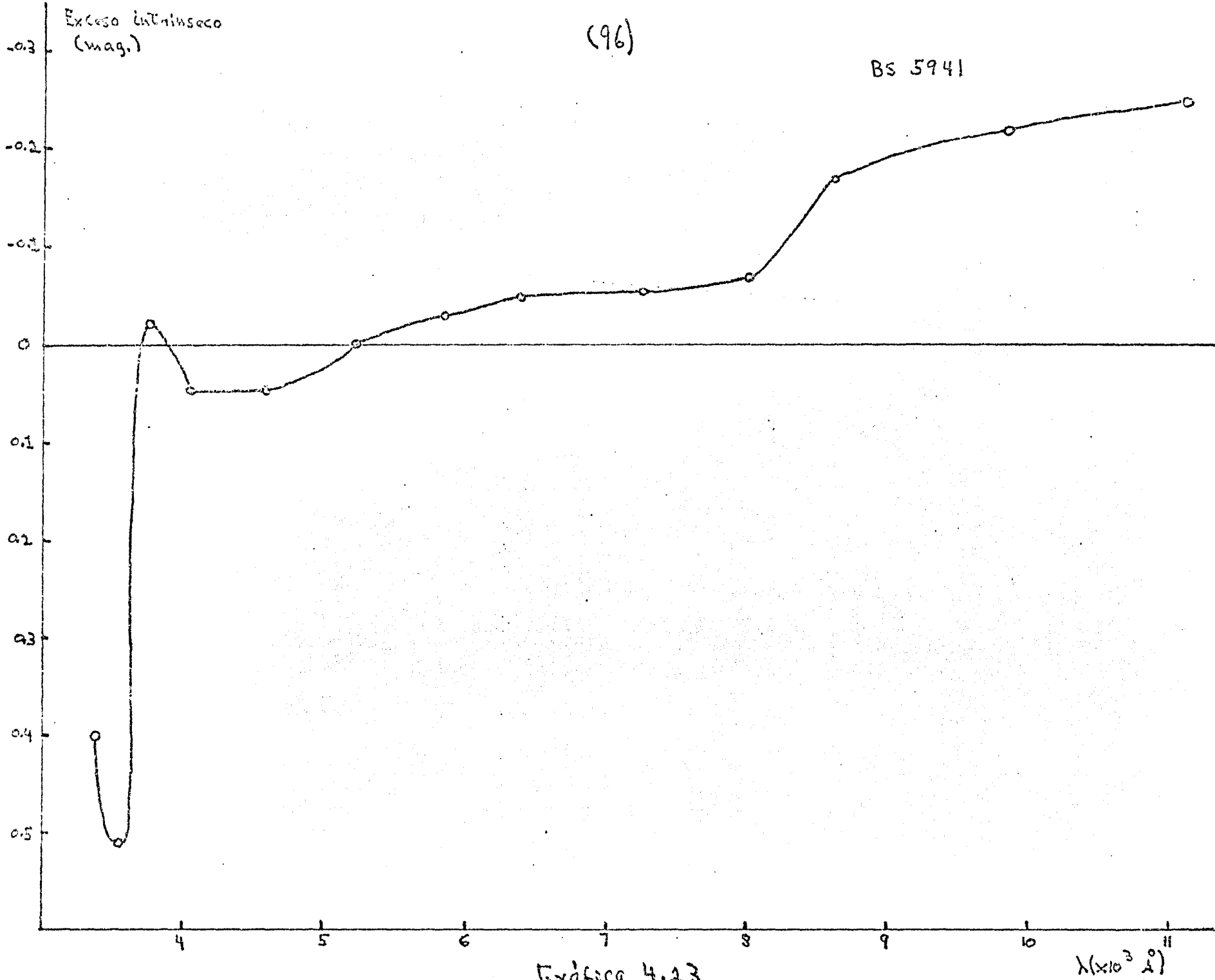
TABLA 4.11

EXCESOS INTRINSECOS EN ESTRELLAS Be

Estrella	T.E.	E(33-52)	E(35-52)	E(37-52)	E(40-52)	E(45-52)	E(52-58)	E(52-63)	E(52-72)	E(52-80)	E(52-86)	E(52-99)	E(52-110)
HD 51480	B5.5 V	-0.3184	-0.3097	-0.2772	0.061	0.061	0.0628	0.1778	0.3106	0.4117	0.3903	0.5653	0.7189
BS 5941	B5 IIIp	0.4023	0.5633	-0.0251	0.0464	0.0464	0.0302	0.0473	0.0545	0.0686	0.1675	0.2228	0.2476
BS 7106	B7 V + A8p	-0.1572	-0.2112	-0.2132	0.0532	0.0532	0.1048	0.1214	0.2697	0.2857	0.3237	0.3208	0.4056
BS 2817	B2 Ve	-0.0592	-0.0324	-0.0421	-0.0127	-0.0127	-0.0189	-0.0153	0.2513	0.3000	0.2577	0.2480	0.2887
BS 2921	B2 Ve	0.0529	0.0585	-0.0501	0.0182	0.0182	0.0136	0.0455	0.1254	0.1326	0.1287	0.1569	0.1697



Gráfica 4.22



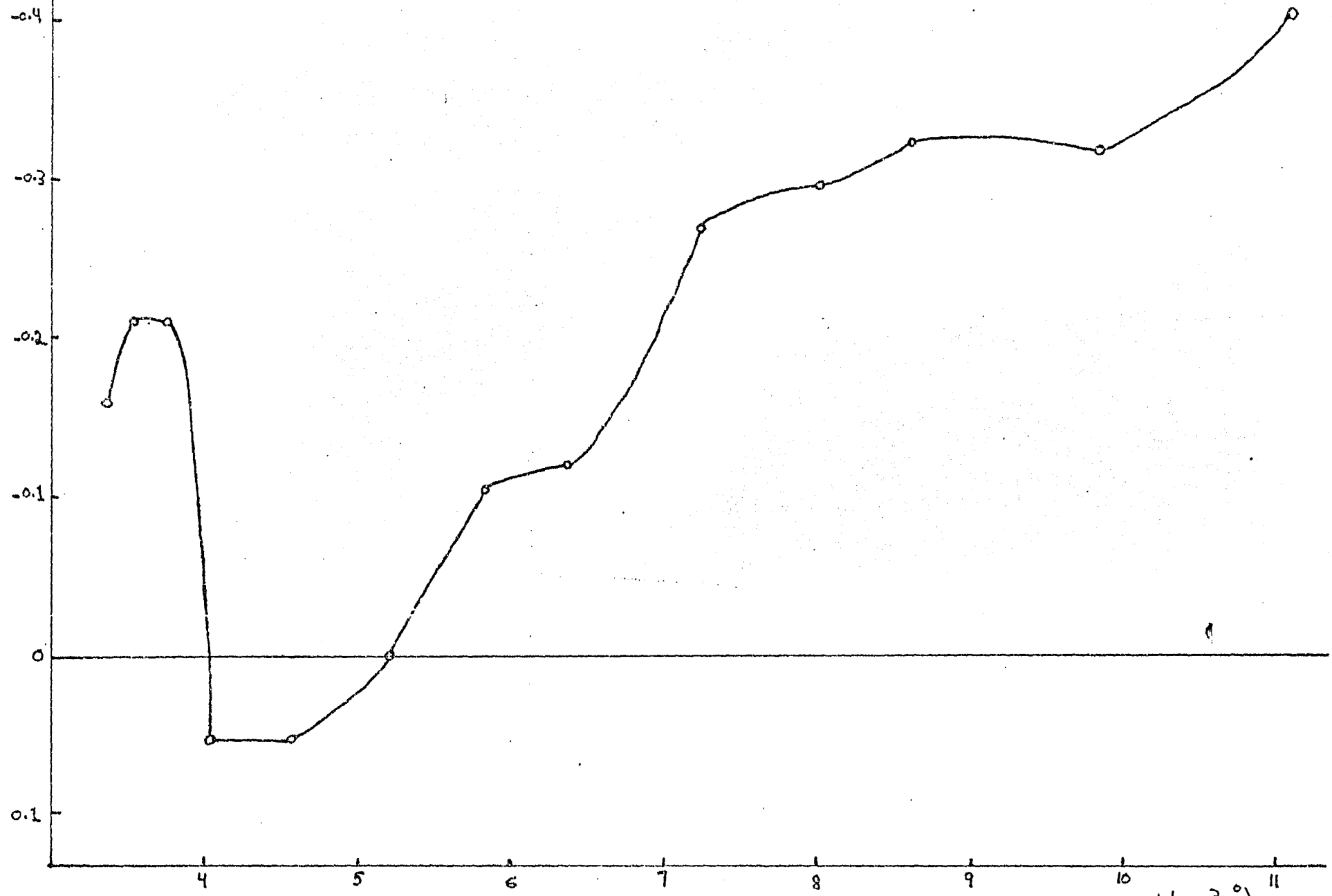
Gráfica 4.23

$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$

(97)

BS 7106

Exceso intrínseco
(mag.)



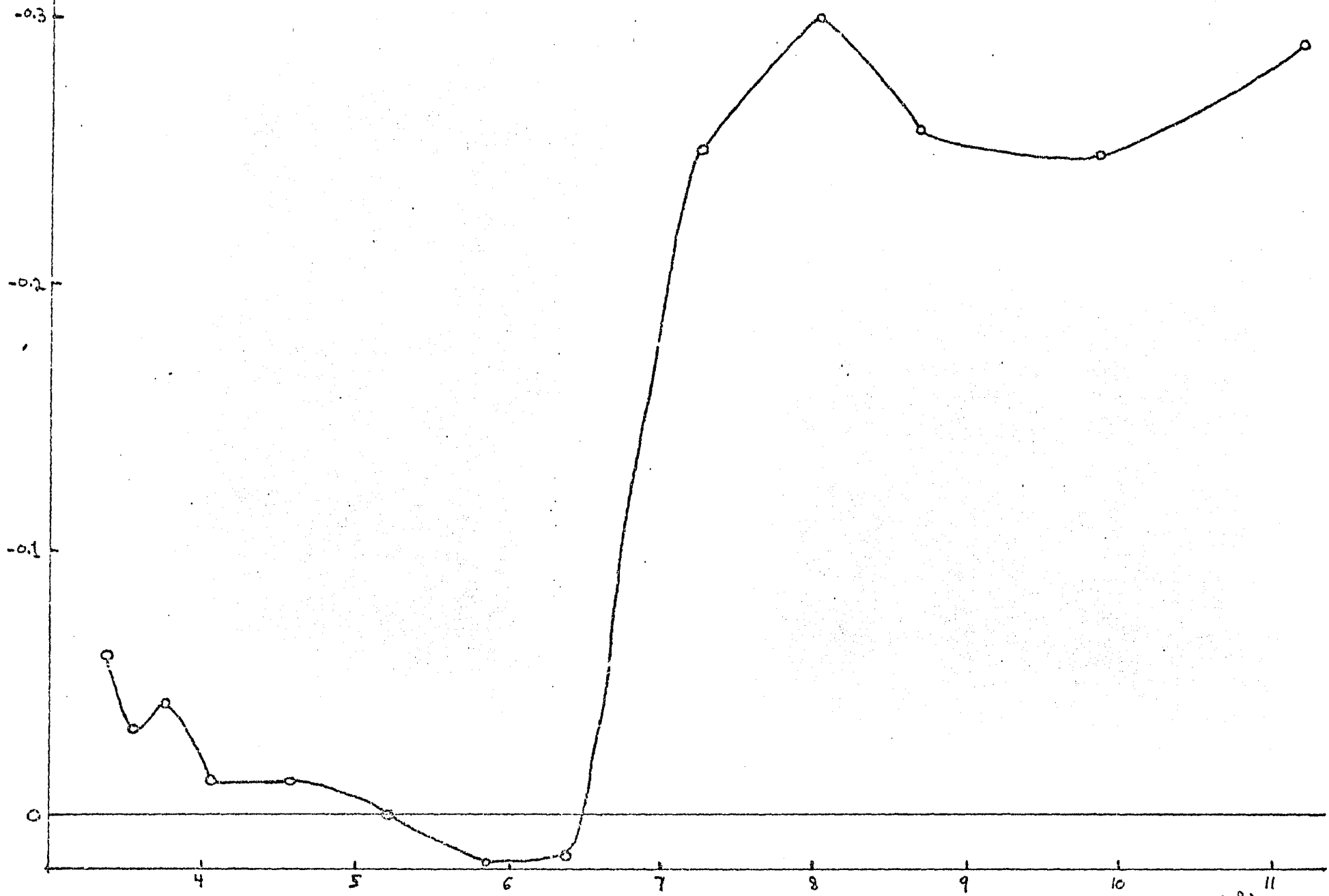
Gráfica 4.24

λ ($\times 10^3 \text{ \AA}$)

(98)

BS 2817

Exceso intrínseco
(mag.)



Gráfica 4.25

$\lambda (x 10^3 \text{ \AA})$

Exceso Intrinseco
(mag.)

(99)

BS 2921

-0.2

0.1

0

4

5

6

7

8

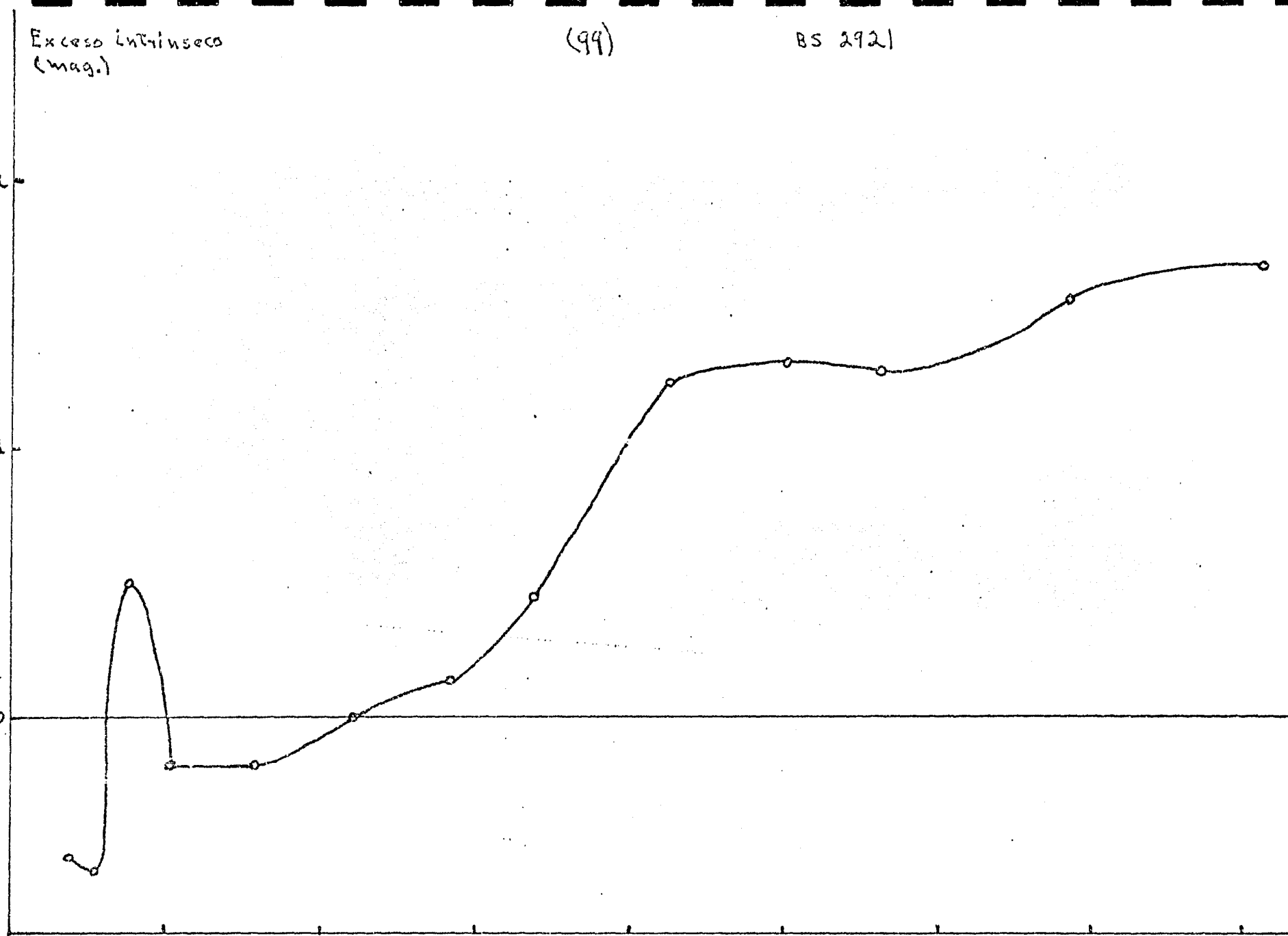
9

10

11

$\lambda (\times 10^3 \text{ \AA})$

Gráfica 4.26



CONCLUSIONES

Se hizo un análisis de residuos para el juego #1 de nuevos filtros 13C, para estrellas tempranas (O,B,A) encontrándose que:

- El color (37-52) tiene problemas de transformación, por el corrimiento del filtro 37 con respecto a la discontinuidad de Balmer, ya que los residuos se correlacionan bien con la luminosidad y la temperatura, y por lo tanto debe ser corregido.

- Los colores (35-52) y (40-52) probablemente necesiten correcciones, ya que en algunos casos los residuos podrían tener algún significado físico. De cualquier manera las correcciones serían pequeñas.

- Las mejores soluciones se obtienen cuando se limitan los intervalos de luminosidad y temperatura, y cuando se usan correcciones de la forma $b\tau + c$.

- Para una mejor corrección en todo el intervalo de tipo espectral y clase de luminosidad (O9-A9, V-Ib), se necesita una expansión más grande, usando términos de orden 2 o mayores para λ y τ , así como más observaciones de supergigantes, que actualmente no tenemos.

- Se encontró que el filtro [63] del juego original está contaminado significativamente por H α , por lo que hay que tener cuidado al interpretar observaciones con este filtro, sobre todo en el caso de estrellas variables con H α intensa en emisión.

De un estudio estadístico y del análisis de algunas estrellas individuales, se encontró que las estrellas Be presentan esencialmente los siguientes tipos de variabilidad.

- Variaciones en la discontinuidad de Balmer, medidas en los colores (33-52) y (35-52).

- Variaciones en las magnitudes visuales (52 y 58).

- Variaciones en los filtros 80 y 86 ($\sim 8000 \text{ \AA}$) debidas probablemente a procesos H $\bar{\nu}$ (Schild 1978).

- Variaciones en el infrarrojo cercano ($\sim 8000\text{-}11000 \text{ \AA}$), probablemente por procesos libre-libre.

REFERENCIAS

- Abt, H.A., y Levato, H. 1977, Pub. A.S.P. 89, 797.
- Allen, D.A. 1975, Infrared, The New Astronomy (Keith Reid LTD), P. 99.
- Alvarez, M., y Schuster, W.J. 1978, Bull. A.A.S. 10, 683.
- Alvarez, M., y Schuster, W.J. 1981, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 6, 163.
- Alvarez, M., y Schuster, W.J. 1982, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 6, 173.
- Bahng, J.D.R. 1976, I.A.U. Symposium #70 Be and Shell Stars, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel), P. 41.
- Bond, H.E. 1973, Pub. A.S.P. 85, 405.
- Borgmann, J. 1960, Bull. Astr. Inst. Netherlands 15, 255.
- Borgmann, J. 1963, Bull. Astr. Inst. Netherlands 17, 58.
- Carrasco, L., Franco, J., Chavarría, C., de Lara, E., y Sánchez, G. 1979, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 4, 215.
- Collins, G.W., II 1956, Astrophys. J. 146, 914.
- Collins, G.W., II, y Sonneborn, G.H. 1977, Astrophys. J. Suppl. 34, 41.
- Crampin, J., y Hoyle, F. 1960, M.N.R.A.S. 120, 33.
- Feinstein, A. 1975, Pub. A.S.P. 87, 603.
- Feinstein, A., y Marraco, H.G. 1979, Astron. J. 84, 1713.
- Ferrer, L., y Jaschek, C. 1971, Pub. A.S.P. 83, 346.
- Hardie, H.R., Astronomical Techniques, Ed. W.A. Hiltner (University of Chicago Press, Chicago), P. 178.
- Harmanec, P., y Kriz, S. 1976, I.A.U. Symposium # 70 Be and Shell Stars, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel), P. 385.
- Hubert, H., y Chambon, M. Th. 1976, I.A.U. Symposium # 70 Be and Shell Stars, Ed. A. Slettebak (Dordrecht:Reidel) P.33.
- Hubert-Delplace, A.M., y Hubert, H. 1979, An Atlas of Be Stars (Paris: Paris: Meudon Observatory).
- Jaschek, M. 1981, Selected Spectral Types. CDS Microfiche, Strasbourg.

- Jaschek, M., Hubert-Delplace, A.M., Hubert, H., y Jaschek, C. 1980, *Astron. and Astrophys. Suppl.* 42, 103.
- Jaschek, M., Slettebak, A., y Jaschek, C. 1981, "Be Star Terminology". *Be Star Newsletter*. Ed. M. Jaschek, *Observatory de Strasbourg, France*.
- Johnson, H.L. 1977, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.* 2, 175.
- Johnson, H.L., y Mitchell, R.I. 1968, *Astrophys. J.* 153, 213.
- Johnson, H.L., y Mitchell, R.I. 1975, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.* 1, 299.
- Johnson, H.L., Mitchell, R.I., y Latham, A.S. 1967, *Comm. Lunar and Planet. Lab.*, 6, 85.
- King, I. 1952 a, *Astron. J.* 57, 253.
- King, I. 1952 b, *Astrophys. J.* 115, 580.
- Limber, D.N. 1976, *I.A.U. Symposium #70 Be and Shell Stars*, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel), P. 371.
- Marlborough, J.M., y Snow, T.P. 1976, *I.A.U. Symposium #70 Be and Shell Stars*, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel) P. 179.
- Mendoza, E.E. 1958, *Astrophys. J.* 128, 207.
- Mendoza, E.E. 1969, *Bol. Obs. Tonantzintla y Tacubaya* 5, 104.
- Mendoza, E.E. 1971 a, *Bol. Obs. Tonantzintla y Tacubaya* 6, 1973.
- Mendoza, E.E. 1971 b, *Bol. Obs. Tonantzintla y Tacubaya* 6, 89.
- Mendoza, E.E. 1971 c, *The Magellanic Clouds* (Dordrecht: Reidel), P. 69.
- Mendoza, E.E. 1981, *I.A.U. Symposium # 98 Be Stars*, Eds. M. Jaschek y H.G. Groth (Dordrecht: Reidel), P. 3.
- Milkey, R.W., y Dyck, H.M. 1973, *Astrophys. J.* 181, 833.
- Mitchell, R.I., y Johnson, H.L. 1969, *Comm. Lunar and Planet. Lab.* 8, 1.
- Percy, J.R., Jakate, S.M., y Matthews J.M. 1981, *Astron. J.* 86, 53.
- Roxburgh, I.W. 1970, *I.A.U. Colloq. # 4 Stellar Rotation*, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel), P. 19.

- Sahade, J. 1980, Space. Sci. Rev. 26, 349.
- Schild, R.E. 1965, Astrophys. J. 142, 979.
- Schild, R.E. 1973, Astrophys. J. 179, 221.
- Schild, R.E. 1978, Astrophys. J. Suppl., 37, 77.
- Schild, R.E., y Romanisikin, W. 1976, Astrophys. J. 204, 493.
- Schild, R.E., Chaffee, F., Frogel, J.A., y Person, S.E. 1974, Astrophys. J. 190, 73.
- Schuster, W.J. 1976 a, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 1, 327.
- Schuster, W.J. 1976 b, Tesis Doctoral, Universidad de Arizona, Tucson.
- Schuster, W.J. 1979 a, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 4, 233.
- Schuster, W.J. 1979 b, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 4, 301.
- Schuster, W.J. 1979 c, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 4, 307.
- Schuster, W.J. 1981, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 5, 69.
- Schuster, W.J. 1982, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 5, 149.
- Schuster, W.J. 1983, Comunicación Privada.
- Schuster, W.J. 1984 a, Rev. Mexicana Astron. Astrof. 9, 53.
- Schuster, W.J. 1984 b, Fotometría de Supergigantes no publicada.
- Schuster, W.J., y Alvarez, M. 1983, Pub. A.S.P. 5, 137.
- Schuster, W.J., y Guichard, J. 1984 a, Rev. Mexicana Astron. Astrof. (enviado).
- Schuster, W.J., y Guichard, J. 1984 b, Rev. Mexicana Astron. Astrof. (enviado).
- Slettebak, A. 1968, Astrophys. J. 154, 933.
- Slettebak, A. 1976, I.A.U. Symposium # 70 Be and Shell Stars, Ed. A. Slettebak (Dordrecht: Reidel), P. 123.
- Slettebak, A. 1979, Space Sci. Rev., 23, 541.
- Strömberg, B. 1963, Basic Astronomical Data, Ed. K. Aa. Strand (University of Chicago Press, Chicago), P. 123.
- Struve, O. 1958, Pub. A.S.P. 70, 5.
- Underhill, A.B. 1979, Astrophys. J. 234, 528.
- Underhill, A.B. y Doonan, V., eds. 1982: "Be Stars with and without Emission Lines". C.N.R.S.-N.A.S.A. 5p-456.

- Underhill, A.B., Divan, L., y Prévot-Burnichen, M.L. 1979, M.N.R.A.S. 189, 601 y Microficha MN 189/1.

Anexo 1

Salida Típica de datos reducidos en 13C.
En este caso se usó el sistema 8C.

18/19 APRIL 1983 - BC, 60, AMP#1 - BE STARS, SUBDWARFS

10	0	0		AR = 60.	0.0	DEC = 1.	8.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	900	3249	BS	AR = 9.	15.6	DEC = 9.	14.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3249	BS	AR = 8.	15.6	DEC = 9.	14.	STANDARD
0	900	2921	BS	AR = 7.	35.3	DEC = -14.	27.	BE STAR
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	1105	1480	HD	AR = 6.	56.5	DEC = -10.	48.	BE STAR
0	1205	3267	HD	AR = 7.	1.8	DEC = -10.	25.	BE STAR
0	900	3135	BS	AR = 7.	59.9	DEC = -2.	49.	BE STAR
0	906	2367	HD	AR = 7.	42.8	DEC = -4.	39.	BE STAR
0	1200	2817	BS	AR = 7.	23.5	DEC = 15.	33.	BE STAR
0	900	2568	BS	AR = 6.	55.3	DEC = 46.	17.	BE STAR
0	1207	1072	HD	AR = 8.	24.2	DEC = -12.	42.	BE STAR
0	1208	9824	HD	AR = 10.	21.3	DEC = -17.	57.	BE STAR
0	1200	4123	BS	AR = 10.	30.2	DEC = -13.	31.	BE STAR
0	900	4132	BS	AR = 10.	31.9	DEC = 9.	23.	BE STAR
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3454	BS	AR = 8.	42.3	DEC = 3.	27.	STANDARD
0	900	3249	BS	AR = 9.	15.6	DEC = 9.	14.	STANDARD
0	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
0	900	3249	BS	AR = 8.	15.6	DEC = 9.	14.	STANDARD
0	900	4534	BS	AR = 14.	48.2	DEC = 14.	40.	STANDARD
0	900	4456	BS	AR = 11.	33.8	DEC = 16.	53.	STANDARD
0	900	4550	BS	AR = 11.	52.0	DEC = 37.	50.	STANDARD
0	1321	2247	BD	AR = 10.	50.6	DEC = 20.	22.	SUBDWARF
0	1409	3595	BD	AR = 12.	58.2	DEC = -9.	45.	SUBDWARF
0	1321	4009	BD	AR = 14.	59.0	DEC = -21.	56.	SUBDWARF
0	900	5634	BS	AR = 15.	6.6	DEC = 24.	56.	STANDARD
0	900	5778	BS	AR = 15.	32.3	DEC = 31.	25.	BE STAR
0	910	4149	BD	AR = 15.	42.2	DEC = -10.	52.	SUBDWARF
0	914	1569	HD	AR = 15.	49.3	DEC = -3.	51.	BE STAR
0	900	5941	BS	AR = 15.	57.2	DEC = -14.	13.	BE STAR
0	900	6119	BS	AR = 16.	26.2	DEC = -18.	26.	BE STAR
0	900	5665	BS	AR = 15.	16.1	DEC = -9.	19.	STANDARD
0	900	5854	BS	AR = 15.	43.4	DEC = 6.	28.	STANDARD
0	900	5938	BS	AR = 15.	54.9	DEC = 42.	37.	BE STAR
0	900	6664	BS	AR = 17.	49.6	DEC = 48.	23.	BE STAR
0	900	6984	BS	AR = 18.	34.5	DEC = 34.	26.	BE STAR
0	900	7106	BS	AR = 18.	49.4	DEC = 33.	21.	BETA LYR
0	916	2458	HD	AR = 17.	49.3	DEC = 24.	27.	BE STAR
0	1117	3371	HD	AR = 18.	44.2	DEC = 0.	23.	BE STAR
0	900	6203	BS	AR = 17.	42.6	DEC = 4.	35.	STANDARD
0	900	6629	BS	AR = 17.	47.1	DEC = 2.	43.	STANDARD
20	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	
-9	0	0		AR = 0.	0.0	DEC = 0.	0.	

GAIN TABLE AMP-		1 DC		USED AMPLIFIER- NO. 1.							
OPERATOR		NO.	0.0	COLOR SYSTEM - CODE NO. 8							
		52	3352	3512	3752	4052	58	5258	5163	4552	3335
		6 3	1 6	0 6	9 6	8 6	5 3	6 5	6 4	7 6	1 0
		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
		0.51	0.64	0.00	0.00	0.10	0.14	0.15	0.20	0.31	0.41
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 2.39.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 2.46.							
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 2.50.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 2.59.							
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 3.0.
STAR 0	03249	BS	RA 8. 15.6	DEC 9.0 14.0						1 9 8 3.	4.19. 3.9.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 3.17.							
STAR 0	03249	BS	RA 8. 15.6	DEC 9.0 14.0						1 9 8 3.	4.19. 3.18.
STAR 0	02921	BS	RA 7. 35.3	DEC -14.0 -27.0						1 9 8 3.	4.19. 3.30.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 3.37.							
STAR 0	31480	HD	RA 6. 56.5	DEC -10.0 -48.0						1 9 8 3.	4.19. 3.40.
STAR 0	33367	HD	RA 7. 1.0	DEC -10.0 -25.0						1 9 8 3.	4.19. 3.54.
STAR 0	33135	BS	RA 7. 59.9	DEC -2.0 -49.0						1 9 8 3.	4.19. 4.11.
STAR 0	32367	HD	RA 7. 42.8	DEC -4.0 -39.0						1 9 8 3.	4.19. 4.22.
			FLT= 4. GN= 53. DFL=7705. 13	ER= 23.48 NO= 4.							
STAR 0	02817	BS	RA 7. 23.5	DEC 15.0 33.0						1 9 8 3.	4.19. 4.37.
			FLT= 9. GN= 43. DFL=3434. 63	ER= 9.97 NO= 4.							
STAR 0	03568	BS	RA 6. 55.0	DEC 46.0 17.0						1 9 8 3.	4.19. 4.53.
STAR 0	71072	HD	RA 8. 24.2	DEC -12.0 -42.0						1 9 8 3.	4.19. 5.6.
			FLT= 0. GN= 52. DFL=7940. 88	ER= 24.26 NO= 4.							
			FLT= 0. GN= 52. DFL=7394. 63	ER= 5.28 NO= 4.							
STAR 0	89884	HD	RA 10. 21.3	DEC -17.0 -57.0						1 9 8 3.	4.19. 5.26.
			FLT= 9. GN= 45. DFL=3521. 88	ER= 14.77 NO= 4.							
STAR 0	04123	BS	RA 10. 30.2	DEC -12.0 -31.0						1 9 8 3.	4.19. 5.43.
STAR 0	04133	BS	RA 10. 31.9	DEC 9.0 23.0						1 9 8 3.	4.19. 5.57.
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 6.9.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 6.16.							
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 6.17.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 6.24.							
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 6.26.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 6.33.							
STAR 0	03454	BS	RA 8. 42.3	DEC 3.0 27.0						1 9 8 3.	4.19. 6.34.
STAR 0	03249	BS	RA 8. 15.6	DEC 9.0 14.0						1 9 8 3.	4.19. 6.44.
			COMMENT NO. 0	TIME 19. 6.51.							
STAR 0	03249	BS	RA 8. 15.6	DEC 9.0 14.0						1 9 8 3.	4.19. 6.52.
STAR 0	04534	BS	RA 14. 48.2	DEC 14.0 40.0						1 9 8 3.	4.19. 7.3.
STAR 0	04456	BS	RA 11. 33.8	DEC 16.0 53.0						1 9 8 3.	4.19. 7.12.
STAR 0	04550	BS	RA 11. 52.0	DEC 37.0 50.0						1 9 8 3.	4.19. 7.23.
STAR 0	212247	BD	RA 10. 50.6	DEC 20.0 22.0						1 9 8 3.	4.19. 7.34.
			FLT= 0. GN= 55. DFL=5673. 52	ER= 14.81 NO= 6.							
STAR 0	93595	BD	RA 12. 58.2	DEC -9.0 -45.0						1 9 8 3.	4.19. 7.53.
			FLT= 1. GN= 61. DFL=9054. 00	ER= 31.94 NO= 4.							
			FLT= 0. GN= 61. DFL=6740. 38	ER= 27.87 NO= 4.							
			FLT= 9. GN= 54. DFL=3494. 25	ER= 24.71 NO= 4.							
			FLT= 1. GN= 61. DFL=3733. 50	ER= 20.70 NO= 6.							
			FLT= 0. GN= 61. DFL=5632. 00	ER= 19.33 NO= 6.							
STAR 0	214009	BD	RA 14. 59.0	DEC -21.0 -56.0						1 9 8 3.	4.19. 8.47.
			FLT= 1. GN= 61. DFL=5630. 13	ER= 21.10 NO= 4.							
			FLT= 0. GN= 62. DFL=5699. 92	ER= 38.05 NO= 6.							

STAR 0	05634	BS	RA 15.	6.6	DEC 24.0	56.0	1 9 8 3.	4.19.	9.12.
STAR 0	05778	BS	RA 15.	32.3	DEC 31.0	25.0	1 9 8 3.	4.19.	9.24.
STAR 0	104149	BD	RA 15.	42.2	DEC -10.0	-52.0	1 9 8 3.	4.19.	9.36.
STAR 0	101569	HD	RA 15.	49.3	DEC -3.0	-51.0	1 9 8 3.	4.19.	9.48.
STAR 0	05941	BS	RA 15.	57.2	DEC -14.0	-13.0	1 9 8 3.	4.19.	10. 0.
STAR 0	06118	BS	RA 16.	26.2	DEC -18.0	-26.0	1 9 8 3.	4.19.	10.21.
STAR 0	05635	BS	RA 15.	16.1	DEC -9.0	-19.0	1 9 8 3.	4.19.	10.32.
STAR 0	05854	BS	RA 15.	43.4	DEC 6.0	28.0	1 9 8 3.	4.19.	10.43.
STAR 0	05938	BS	RA 15.	54.9	DEC 42.0	37.0	1 9 8 3.	4.19.	10.55.
STAR 0	02664	BS	RA 17.	49.6	DEC 48.0	23.0	1 9 8 3.	4.19.	11. 7.
STAR 0	02984	BS	RA 18.	34.5	DEC 34.0	26.0	1 9 8 3.	4.19.	11.20.
STAR 0	07106	BS	RA 18.	49.4	DEC 33.0	21.0	1 9 8 3.	4.19.	11.31.
STAR 0	102428	HD	RA 17.	49.3	DEC 24.0	27.0	1 9 8 3.	4.19.	11.43.
STAR 0	173371	HD	RA 18.	44.2	DEC 0.0	23.0	1 9 8 3.	4.19.	11.56.
FLT= 0. GN= 52. DFL=8070.25 ER= 13.75 NO= 4.									
STAR 0	06603	BS	RA 17.	42.6	DEC 4.0	35.0	1 9 8 3.	4.19.	12.20.
STAR 0	06629	BS	RA 17.	47.1	DEC 2.0	43.0	1 9 8 3.	4.19.	12.31.

COMMENT NO. 20 TIME 19.12.40.

RAW DATA LIST FOR NIGHT 1 9 8 3. 4.19.

NAME-	52	3352	3552	3752	4052	W1	W2	W3	W4	W5	H. A.	AIR	J. D.
	58	5258	5263	4552	3335								
0 03454 BS	-1.174	1.402	2.154	1.278	0.240	1	1	1	1	1	0.024	1.128	15443.613
	0.275	-1.450	-3.601	-0.004	-0.752	1	1	1	1	1			
0 03454 BS	-1.185	1.388	2.137	1.279	0.239	1	1	1	1	1	0.075	1.131	15443.621
	0.281	-1.467	-3.621	-0.012	-0.749	1	1	1	1	1			
0 03454 BS	-1.188	1.391	2.143	1.269	0.235	1	1	1	1	1	0.115	1.135	15443.627
	0.286	-1.474	-3.616	-0.006	-0.752	1	1	1	1	1			
0 03249 BS	-1.523	5.694	5.840	4.768	2.559	1	1	1	1	1	0.273	1.115	15443.634
	0.927	-0.596	-2.488	0.706	-0.246	1	1	1	1	1			
0 03249 BS	-1.507	5.685	5.924	4.768	2.551	1	1	1	1	1	0.311	1.126	15443.640
	-0.912	-0.595	-2.484	0.705	-0.239	1	1	1	1	1			
0 02921 BS	0.251	1.496	2.220	1.308	0.327	1	1	1	1	1	0.537	1.708	15443.648
	1.644	-1.393	-2.309	0.064	-0.723	1	1	1	1	1			
0 51480 HD	1.567	2.001	2.668	1.673	0.745	1	1	1	1	1	0.760	1.943	15443.656
	2.737	-1.170	-3.149	0.284	-0.667	1	1	1	1	1			
0 53307 HD	1.671	1.946	2.549	1.811	0.838	1	1	1	1	1	0.804	2.030	15443.667
	2.821	-1.150	-3.164	0.371	-0.603	1	1	1	1	1			
0 03105 BS	0.970	1.435	2.140	1.312	0.329	1	1	1	1	1	0.612	1.479	15443.677
	2.377	-1.407	-3.511	0.056	-0.705	1	1	1	1	1			
0 62357 HD	1.667	1.896	2.601	1.582	0.339	1	1	1	1	1	0.739	1.694	15443.685
	3.081	-1.414	-3.554	0.040	-0.705	1	1	1	1	1			
0 02817 BS	0.963	1.273	2.027	1.216	0.220	1	1	1	1	1	0.899	1.532	15443.697
	2.405	-1.443	-3.598	-0.038	-0.754	1	1	1	1	1			
0 02568 BS	0.389	1.932	2.636	1.523	0.344	1	1	1	1	1	1.080	1.532	15443.706
	1.783	-1.394	-3.520	0.052	-0.704	1	1	1	1	1			
0 71072 HD	1.434	1.685	2.412	1.387	0.292	1	1	1	1	1	0.763	2.032	15443.718
	2.856	-1.422	-3.564	0.031	-0.727	1	1	1	1	1			
0 89884 HD	1.686	1.731	2.443	1.427	0.312	1	1	1	1	1	0.339	1.638	15443.731
	3.077	-1.391	-3.316	0.035	-0.712	1	1	1	1	1			
0 04183 BS	0.137	2.422	3.084	1.812	0.399	1	1	1	1	1	0.366	1.519	15443.742
	1.494	-1.356	-3.479	0.065	-0.662	1	1	1	1	1			
0 04133 BS	-1.618	1.185	1.931	1.117	0.295	1	1	1	1	1	0.457	1.201	15443.757
	-0.208	-1.410	-3.538	-0.012	-0.746	1	1	1	1	1			
0 03454 BS	-1.158	1.402	2.159	1.237	0.238	1	1	1	1	1	0.941	1.865	15443.758
	0.279	-1.437	-3.592	-0.002	-0.757	1	1	1	1	1			

0	03454	BS	-1.191	1.395	2.145	1.278	0.237	1	1	1	1	1	0.976	1.954	15443.76
			0.252	-1.443	-3.600	-0.001	-0.749	1	1	1	1	1			
0	03454	BS	-1.179	1.390	2.148	1.276	0.229	1	1	1	1	1	1.016	2.068	15443.77
			0.256	-1.434	-3.590	-0.004	-0.758	1	1	1	1	1			
0	03454	BS	-1.171	1.379	2.143	1.274	0.233	1	1	1	1	1	1.050	2.182	15443.77
			0.264	-1.435	-3.594	-0.001	-0.764	1	1	1	1	1			
0	03249	BS	-1.476	5.680	5.941	4.790	2.565	1	1	1	1	1	1.210	2.606	15443.78
			-0.900	-0.576	-2.496	0.722	-0.260	1	1	1	1	1			
0	03249	BS	-1.446	5.667	5.911	4.780	2.541	1	1	1	1	1	1.246	2.614	15443.78
			-0.882	-0.564	-2.483	0.704	-0.244	1	1	1	1	1			
0	04534	BS	-2.329	2.766	3.375	2.244	0.577	1	1	1	1	1	-0.420	1.127	15443.79
			-2.021	-1.308	-3.407	0.068	-0.607	1	1	1	1	1			
0	04454	BS	0.437	1.540	2.292	1.399	0.279	1	1	1	1	1	0.470	1.135	15443.80
			1.851	-1.414	-3.553	0.011	-0.751	1	1	1	1	1			
0	04550	BS	1.167	3.163	3.674	2.731	1.291	1	1	1	1	1	0.438	1.076	15443.81
			2.105	-0.938	-2.887	0.408	-0.511	1	1	1	1	1			
0	212247	BD	2.902	2.627	3.189	2.176	0.944	1	1	1	1	1	0.767	1.319	15443.82
			4.007	-1.105	-3.107	0.322	-0.562	1	1	1	1	1			
0	93595	BD	2.333	3.402	3.863	2.914	1.334	1	1	1	1	1	0.313	1.396	15443.83
			3.233	-0.900	-2.866	0.384	-0.481	1	1	1	1	1			
0	214004	BD	3.238	2.798	3.315	2.282	1.036	1	1	1	1	1	0.006	1.658	15443.87
			4.305	-1.066	-3.056	0.372	-0.517	1	1	1	1	1			
0	05634	BS	-0.428	2.808	3.374	2.305	0.943	1	1	1	1	1	0.064	1.007	15443.88
			-0.688	-1.116	-3.137	0.285	-0.566	1	1	1	1	1			
0	05778	BS	-1.335	1.791	2.509	1.483	0.320	1	1	1	1	1	0.006	1.000	15443.89
			0.057	-1.391	-3.524	0.041	-0.718	1	1	1	1	1			
0	104149	BD	1.861	2.701	3.223	2.181	0.981	1	1	1	1	1	0.017	1.343	15443.90
			2.935	-1.074	-2.051	0.368	-0.523	1	1	1	1	1			
0	141549	HD	1.679	2.722	3.360	2.229	0.570	1	1	1	1	1	0.039	1.220	15443.91
			2.971	-1.292	-3.377	0.111	-0.638	1	1	1	1	1			
0	05941	BS	-0.458	2.215	2.980	1.428	0.346	1	1	1	1	1	0.060	1.422	15443.92
			0.909	-1.366	-3.489	0.070	-0.765	1	1	1	1	1			
0	06118	BS	-1.011	1.714	2.335	1.667	0.732	1	1	1	1	1	0.024	1.536	15443.93
			0.127	-1.139	-3.140	0.296	-0.621	1	1	1	1	1			
0	05635	BS	-2.849	2.077	2.763	1.559	0.309	1	1	1	1	1	0.379	1.423	15443.94
			-1.492	-1.357	-3.495	0.031	-0.686	1	1	1	1	1			
0	05854	BS	-2.513	4.823	5.300	4.053	2.022	1	1	1	1	1	0.304	1.149	15443.94
			-1.782	-0.731	-2.671	0.572	-0.477	1	1	1	1	1			
0	05938	BS	0.277	2.021	2.714	1.600	0.321	1	1	1	1	1	0.309	1.053	15443.95
			1.642	-1.365	-3.495	0.026	-0.693	1	1	1	1	1			
0	06664	BS	1.299	2.013	2.711	1.499	0.302	1	1	1	1	1	-0.139	1.054	15443.96
			2.673	-1.573	-3.509	0.028	-0.698	1	1	1	1	1			
0	06584	BS	0.651	1.745	2.452	1.492	0.314	1	1	1	1	1	-0.279	1.030	15443.97
			2.026	-1.375	-3.500	0.025	-0.707	1	1	1	1	1			
0	07106	BS	-1.995	1.868	2.515	1.474	0.445	1	1	1	1	1	-0.298	1.033	15443.98
			-0.730	-1.265	-3.370	0.119	-0.647	1	1	1	1	1			
0	162428	HD	1.710	1.850	2.531	1.579	0.354	1	1	1	1	1	0.017	1.007	15443.99
			3.061	-1.352	-3.468	0.044	-0.681	1	1	1	1	1			
0	173571	HD	1.480	2.170	2.841	1.668	0.412	1	1	1	1	1	-0.155	1.176	15444.00
			2.790	-1.311	-3.425	0.083	-0.671	1	1	1	1	1			
0	06633	BS	-2.342	4.811	5.302	4.061	2.027	1	1	1	1	1	0.211	1.141	15444.01
			-1.631	-0.711	-2.653	0.586	-0.491	1	1	1	1	1			
0	06629	BS	-1.635	2.723	3.346	2.174	0.510	1	1	1	1	1	0.236	1.167	15444.02
			-0.310	-1.325	-3.430	0.072	-0.623	1	1	1	1	1			

STANDARD STARS FOR NIGHT

1983. 4. 19.

	NAME-	AIR	52	3352	3552	3752	4052	WT	WT	WT	WT	
			58	5258	5263	4552	3335	ZR. PT.	ZR. PT.	ZR. PT.	ZR. PT.	
0	03454	BS	1.128	-1.174	1.402	2.154	1.278	0.240	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.455	-2.650	-3.352	-2.012
				0.275	-1.450	-3.601	-0.004	-0.752	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.062	1.378	3.508	-0.052
0	03454	BS	1.131	-1.165	1.388	2.137	1.279	0.239	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.456	-2.637	-3.334	-2.014
				0.281	-1.467	-3.621	-0.012	-0.749	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.056	1.395	3.528	-0.044
0	03454	BS	1.135	-1.188	1.391	2.143	1.269	0.235	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.458	-2.640	-3.341	-2.004
				0.286	-1.474	-3.616	-0.006	-0.752	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.052	1.402	3.523	-0.050
0	03249	BS	1.115	-1.523	5.694	5.940	4.768	2.559	9	9	9	9
				3.945	3.116	2.709	2.773	2.179	5.454	-2.614	-3.396	-1.942
				-0.927	-0.596	-2.488	0.706	-0.246	9	9	9	9
				3.193	0.752	1.169	0.644	0.390	4.089	1.344	3.662	-0.060
0	03249	BS	1.126	-1.507	5.685	5.924	4.768	2.551	9	9	9	9
				3.945	3.115	2.709	2.773	2.179	5.438	-2.604	-3.379	-1.942
				-0.912	-0.595	-2.484	0.705	-0.239	9	9	9	9
				3.193	0.752	1.169	0.644	0.390	4.085	1.342	3.658	-0.059
0	03454	BS	1.865	-1.158	1.402	2.159	1.287	0.238	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.439	-2.651	-3.357	-2.022
				0.279	-1.437	-3.592	-0.003	-0.757	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.058	1.366	3.499	-0.053
0	03454	BS	1.954	-1.191	1.388	2.145	1.278	0.237	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.471	-2.644	-3.342	-2.013
				0.252	-1.440	-3.600	-0.001	-0.749	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.086	1.371	3.507	-0.055
0	03454	BS	2.068	-1.178	1.390	2.148	1.276	0.229	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.458	-2.639	-3.345	-2.011
				0.256	-1.434	-3.590	-0.004	-0.758	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.081	1.362	3.497	-0.052
0	03454	BS	2.182	-1.171	1.379	2.143	1.274	0.233	9	9	9	9
				4.275	-1.240	-1.138	-0.749	-0.248	5.451	-2.628	-3.341	-2.009
				0.264	-1.435	-3.594	-0.001	-0.764	9	9	9	9
				4.336	-0.061	-0.100	-0.056	-0.102	4.074	1.363	3.501	-0.055
0	03249	BS	2.606	-1.476	5.690	5.941	4.790	2.565	9	9	9	9
				3.945	3.115	2.709	2.773	2.179	5.407	-2.599	-3.396	-1.964
				-0.900	-0.576	-2.496	0.722	-0.260	9	9	9	9
				3.193	0.752	1.169	0.644	0.390	4.072	1.324	3.670	-0.076
0	03249	BS	2.814	-1.446	5.667	5.911	4.780	2.541	9	9	9	9
				3.945	3.115	2.709	2.773	2.179	5.377	-2.586	-3.366	-1.954
				-0.882	-0.564	-2.483	0.704	-0.244	9	9	9	9
				3.193	0.752	1.169	0.644	0.390	4.055	1.312	3.657	-0.058
0	04534	BS	1.127	-3.329	2.768	3.375	2.244	0.577	9	9	9	9
				2.125	0.101	0.105	0.173	0.142	5.453	-2.654	-3.364	-2.046
				-2.021	-1.268	-3.407	0.088	-0.607	9	9	9	9
				2.087	0.038	0.075	0.054	0.026	4.107	1.336	3.489	-0.034
0	04456	BS	1.135	0.437	1.540	2.292	1.399	0.279	9	9	9	9
				5.914	-1.111	-1.011	-0.643	-0.215	5.482	-2.661	-3.366	-2.026
				1.851	-1.414	-3.553	0.011	-0.751	9	9	9	9
				5.976	-0.062	-0.093	-0.053	-0.100	4.126	1.341	3.467	-0.064
0	04550	BS	1.076	1.167	3.153	3.674	2.731	1.291	9	9	9	9
				6.627	0.557	0.417	0.738	0.873	5.458	-2.626	-3.359	-1.963
				2.105	-0.938	-2.897	0.408	-0.511	9	9	9	9
				6.236	0.391	0.656	0.348	0.140	4.121	1.322	3.549	-0.059

0	05634	BS	1.007	-0.428	2.802	3.274	2.305	0.943	9	9	9	9
				5.012	0.158	0.105	0.282	0.497	5.440	-2.668	-3.363	-1.997
				0.698	-1.112	-3.137	0.285	-0.566	9	9	9	9
				4.789	0.220	0.388	0.227	0.053	4.075	1.331	3.531	-0.057
0	05685	BS	1.423	-2.849	2.077	2.763	1.559	0.309	9	9	9	9
				2.605	-0.570	-0.524	-0.463	-0.163	5.456	-2.659	-3.363	-2.005
				-1.452	-1.357	-2.495	0.031	-0.686	9	9	9	9
				2.631	-0.022	-0.044	-0.034	-0.046	4.123	1.321	3.458	-0.065
0	05654	BS	1.149	-2.512	4.822	5.300	4.053	2.022	9	9	9	9
				2.930	2.210	2.013	2.054	1.639	5.434	-2.642	-3.434	-1.954
				-1.782	-0.731	-2.671	0.572	-0.477	9	9	9	9
				2.352	0.570	0.679	0.501	0.193	4.125	1.297	3.555	-0.069
0	06603	BS	1.141	-2.342	4.811	5.302	4.061	2.027	9	9	9	9
				3.061	2.192	1.599	2.045	1.632	5.392	-2.648	-3.450	-1.971
				-1.631	-0.711	-2.653	0.586	-0.491	9	9	9	9
				2.488	0.573	0.696	0.500	0.189	4.103	1.279	3.555	-0.085
0	06629	BS	1.167	-1.635	2.723	3.346	2.174	0.510	9	9	9	9
				3.751	0.062	0.055	0.072	0.046	5.386	-2.672	-3.383	-2.078
				-0.310	-1.325	-3.430	0.072	-0.623	9	9	9	9
				3.744	0.007	0.016	0.013	0.007	4.053	1.322	3.453	-0.059

STANDARD STARS TO BE REJECTED

LEAST SQUARE REDUCTION RESULTS

COLOR- 52
A 1= 5.4666 A 2= -0.0051 K 1= 0.0144

LIST	AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
0 03454 BS	1.1284	4.2750	-1.1744	4.2623	-0.0073
0 03454 BS	1.1312	4.2750	-1.1854	4.2712	0.0038
0 03454 BS	1.1353	4.2750	-1.1877	4.2688	0.0062
0 03249 BS	1.1146	3.9450	-1.5231	3.9115	0.0335
0 03219 BS	1.1259	3.9450	-1.5073	3.9272	0.0178
0 03454 BS	1.8646	4.2750	-1.1581	4.2879	-0.0129
0 03454 BS	1.9542	4.2750	-1.1906	4.2541	0.0209
0 03454 BS	2.0682	4.2750	-1.1777	4.2654	0.0096
0 03454 BS	2.1816	4.2750	-1.1709	4.2706	0.0044
0 03249 BS	2.6057	3.9450	-1.4756	3.9376	0.0074
0 03249 BS	2.8142	3.9450	-1.4464	3.9637	-0.0187
0 04534 BS	1.1266	2.1250	-3.3286	2.1211	0.0039
0 04456 BS	1.1350	5.9140	0.4372	5.8931	0.0209
0 04350 BS	1.0761	6.6270	1.1669	6.6152	0.0118
0 05634 BS	1.0074	5.0120	-0.4282	5.0231	-0.0111
0 05685 BS	1.4228	2.6050	-2.8489	2.6001	0.0049
0 05654 BS	1.1487	2.9300	-2.5135	2.9253	0.0047
0 06603 BS	1.1408	3.0610	-2.3418	3.0972	-0.0362
0 06629 BS	1.1672	3.7510	-1.6349	3.8146	-0.0636

COLOR- 3352
A 3= -2.6920 A 4= 1.0189 K 3= -0.0201

LIST	AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
0 03454 BS	1.1284	-1.2400	1.4017	-1.2478	0.0078
0 03454 BS	1.1312	-1.2400	1.3881	-1.2615	0.0215
0 03454 BS	1.1353	-1.2400	1.3913	-1.2581	0.0181
0 03249 BS	1.1146	3.1160	5.6944	3.1045	0.0115

0	03249	BS	1.1259	3.1160	5.6847	3.0948	0.0212
0	03454	BS	1.8646	-1.2400	1.4020	-1.2325	-0.0075
0	03454	BS	1.9542	-1.2400	1.3954	-1.2373	-0.0027
0	03454	BS	2.0682	-1.2400	1.3900	-1.2405	0.0005
0	03454	BS	2.1816	-1.2400	1.3791	-1.2491	0.0091
0	03249	BS	2.6057	3.1160	5.6801	2.1204	-0.0044
0	03249	BS	2.8142	3.1160	5.6666	3.1110	0.0050
0	04534	BS	1.1266	0.1310	2.7678	0.1373	-0.0063
0	04456	BS	1.1350	-1.1110	1.5403	-1.1070	-0.0040
0	04550	BS	1.0761	0.5570	3.1633	0.5373	0.0197
0	05634	BS	1.0074	0.1580	2.8085	0.1761	-0.0181
0	05685	BS	1.4228	-0.5700	2.0765	-0.5575	-0.0125
0	05854	BS	1.1487	2.2100	4.8231	2.2217	-0.0117
0	06603	BS	1.1408	2.1920	4.8106	2.2089	-0.0169
0	06629	BS	1.1672	0.0620	2.7227	0.0924	-0.0304

COLOR-- 3552

A 5= -0.3379 A 6= 1.0128 K 5= -0.0142

	LIST	AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL	
0	03454	BS	1.1284	-1.1380	2.1542	-1.1400	0.0020
0	03454	BS	1.1312	-1.1380	2.1371	-1.1573	0.0193
0	03454	BS	1.1353	-1.1380	2.1432	-1.1511	0.0131
0	03249	BS	1.1146	2.7090	5.9404	2.6944	0.0146
0	03249	BS	1.1259	2.7090	5.9239	2.6778	0.0312
0	03454	BS	1.8646	-1.1380	2.1589	-1.1246	-0.0134
0	03454	BS	1.9542	-1.1380	2.1449	-1.1375	-0.0005
0	03454	BS	2.0682	-1.1380	2.1480	-1.1327	-0.0053
0	03454	BS	2.1816	-1.1380	2.1432	-1.1360	-0.0020
0	03249	BS	2.6057	2.7090	5.9406	2.7160	-0.0070
0	03249	BS	2.8142	2.7090	5.9111	2.6892	0.0198
0	04534	BS	1.1266	0.1050	3.3752	0.0966	0.0084
0	04456	BS	1.1350	-1.0110	2.2915	-1.0008	-0.0102
0	04550	BS	1.0761	0.4170	3.6744	0.3989	0.0181
0	05634	BS	1.0074	0.1050	3.3741	0.0937	0.0113
0	05685	BS	1.4228	-0.5240	2.7628	-0.5193	-0.0047
0	05854	BS	1.1487	2.0130	5.3005	2.0467	-0.0337
0	06603	BS	1.1408	1.9990	5.3018	2.0479	-0.0489
0	06629	BS	1.1672	0.0550	3.3455	0.0671	-0.0121

COLOR-- 3752

A 7= -0.0493 A 8= 1.0085 K 7= -0.0013

	LIST	AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL	
0	03454	BS	1.1284	-0.7490	1.2775	-0.7584	0.0094
0	03454	BS	1.1312	-0.7490	1.2787	-0.7572	0.0082
0	03454	BS	1.1353	-0.7490	1.2691	-0.7668	0.0178
0	03249	BS	1.1146	2.7730	4.7677	2.7615	0.0115
0	03249	BS	1.1259	2.7730	4.7677	2.7615	0.0115
0	03454	BS	1.8646	-0.7490	1.2872	-0.7477	-0.0013
0	03454	BS	1.9542	-0.7490	1.2782	-0.7566	0.0076
0	03454	BS	2.0682	-0.7490	1.2764	-0.7583	0.0093
0	03454	BS	2.1816	-0.7490	1.2740	-0.7605	0.0115
0	03249	BS	2.6057	2.7730	4.7903	2.7862	-0.0132
0	03249	BS	2.8142	2.7730	4.7799	2.7761	-0.0031
0	04534	BS	1.1266	0.1730	2.2439	0.2162	-0.0432
0	04456	BS	1.1350	-0.6430	1.3988	-0.6360	-0.0070
0	04550	BS	1.0761	0.7380	2.7312	0.7076	0.0304
0	05634	BS	1.0074	0.2820	2.3051	0.2777	0.0043
0	05685	BS	1.4228	-0.4630	1.5589	-0.4742	0.0112

O	05854	BS	1.1487	2.0540	4.0534	2.0412	0.0128
O	06603	BS	1.1408	2.0450	4.0612	2.0490	-0.0040
O	06629	BS	1.1672	0.0720	2.1740	0.1458	-0.0738

CDLDR- 4052

A 9= -0.4876 A10= 1.0478 K 9= 0.0026

	LIST		AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
O	02454	BS	1.1284	-0.2480	0.2405	-0.2388	-0.0092
O	03454	BS	1.1312	-0.2480	0.2385	-0.2408	-0.0072
O	03454	BS	1.1353	-0.2480	0.2354	-0.2441	-0.0039
O	03249	BS	1.1146	2.1790	2.5587	2.1904	-0.0114
O	03249	BS	1.1259	2.1790	2.5512	2.1325	-0.0035
O	03454	BS	1.8646	-0.2480	0.2378	-0.2435	-0.0045
O	03454	BS	1.9542	-0.2480	0.2370	-0.2446	-0.0034
O	03454	BS	2.0682	-0.2480	0.2294	-0.2530	0.0050
O	03454	BS	2.1816	-0.2480	0.2329	-0.2496	0.0016
O	03249	BS	2.6057	2.1790	2.5653	2.1931	-0.0141
O	03249	BS	2.8142	2.1790	2.5413	2.1674	0.0116
O	04534	BS	1.1266	0.1420	0.5775	0.1144	0.0276
O	04454	BS	1.1350	-0.2150	0.2787	-0.1987	-0.0163
O	04550	BS	1.0761	0.8730	1.2905	0.8617	0.0113
O	05634	BS	1.0074	0.4970	0.9429	0.4975	-0.0005
O	05685	BS	1.4228	-0.1630	0.3092	-0.1675	0.0045
O	05854	BS	1.1487	1.6390	2.0217	1.6276	0.0114
O	06603	BS	1.1408	1.6320	2.0274	1.6236	-0.0016
O	06629	BS	1.1672	0.0460	0.5100	0.0436	0.0024

CDLDR- 58

A11= 4.1109 A12= 0.0450 K11= 0.0194

	LIST		AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
O	03454	BS	1.1284	4.3360	0.2754	4.2616	-0.0256
O	03454	BS	1.1312	4.3360	0.2815	4.2677	-0.0317
O	03454	BS	1.1353	4.3360	0.2861	4.2722	-0.0362
O	03249	BS	1.1146	3.1930	-0.9266	3.1954	-0.0034
O	03249	BS	1.1259	3.1930	-0.9123	3.2105	-0.0175
O	03454	BS	1.8646	4.3360	0.2794	4.2513	-0.0153
O	03454	BS	1.9542	4.3360	0.2521	4.3223	0.0137
O	03454	BS	2.0682	4.3360	0.2564	4.2244	0.0116
O	03454	BS	2.1816	4.3360	0.2639	4.3297	0.0063
O	03249	BS	2.6057	3.1930	-0.8997	3.1944	-0.0014
O	03249	BS	2.8142	3.1930	-0.8820	3.2081	-0.0151
O	04534	BS	1.1266	3.0870	-2.0208	2.0699	0.0171
O	04454	BS	1.1350	5.9760	1.8512	5.9373	0.0387
O	04550	BS	1.0761	6.2360	2.1046	6.2122	0.0238
O	05634	BS	1.0074	4.7890	0.6880	4.7374	-0.0004
O	05685	BS	1.4228	2.6310	-1.4915	2.5906	0.0404
O	05854	BS	1.1487	2.3580	-1.7824	2.3319	0.0261
O	06603	BS	1.1408	2.4880	-1.6306	2.4840	0.0040
O	06629	BS	1.1672	3.7440	-0.3095	3.7790	-0.0350

CDLDR- 5258

A13= 1.2749 A14= 0.9283 K13= -0.0048

	LIST		AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
O	03454	BS	1.1284	-0.0610	-1.4498	-0.0803	0.0193
O	03454	BS	1.1312	-0.0610	-1.4669	-0.0964	0.0354
O	03454	BS	1.1353	-0.0610	-1.4738	-0.1029	0.0419
O	03249	BS	1.1146	0.7520	-0.5965	0.7202	0.0318
O	03249	BS	1.1259	0.7520	-0.5950	0.7217	0.0303

0	03454	BS	1.8646	-0.0610	-1.4375	-0.0535	0.0045
0	03454	BS	1.9542	-0.0610	-1.4428	-0.0701	0.0091
0	03454	BS	2.0682	-0.0610	-1.4341	-0.0615	0.0005
0	03454	BS	2.1816	-0.0610	-1.4348	-0.0516	0.0006
0	03249	BS	2.6057	0.7520	-0.5759	0.7452	0.0058
0	03249	BS	2.8142	0.7520	-0.5545	0.7578	-0.0058
0	04534	BS	1.1266	0.0380	-1.3078	0.0329	-0.0149
0	04456	BS	1.1350	-0.0620	-1.4141	-0.0458	-0.0152
0	04550	BS	1.0761	0.3910	-0.9377	0.3999	-0.0089
0	05634	BS	1.0074	0.2230	-1.1162	0.2321	-0.0091
0	05635	BS	1.4228	-0.0260	-1.3573	0.0077	-0.0337
0	05834	BS	1.1487	0.5720	-0.7310	0.5742	-0.0222
0	06609	BS	1.1408	0.5730	-0.7112	0.6127	-0.0397
0	06629	BS	1.1672	0.0070	-1.3254	0.0366	-0.0296

U
COLOR- 5263

A15= 2.9118

A16= 1.1304 K15= -0.0218

	LIST		AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
0	03454	BS	1.1284	-0.1000	-3.6013	-0.1314	0.0314
0	03454	BS	1.1312	-0.1000	-3.6210	-0.1337	0.0537
0	03454	BS	1.1353	-0.1000	-3.6160	-0.1378	0.0478
0	03249	BS	1.1146	1.1690	-2.4877	1.1271	0.0419
0	03249	BS	1.1259	1.1690	-2.4836	1.1280	0.0370
0	03454	BS	1.8646	-0.1000	-3.5915	-0.1022	0.0022
0	03454	BS	1.9542	-0.1000	-3.5999	-0.1074	0.0094
0	03454	BS	2.0682	-0.1000	-3.5897	-0.0952	-0.0048
0	03454	BS	2.1816	-0.1000	-3.5938	-0.0969	-0.0031
0	03249	BS	2.6057	1.1690	-2.4956	1.1949	0.0141
0	03249	BS	2.8142	1.1690	-2.4832	1.1741	-0.0051
0	04534	BS	1.1266	0.0750	-3.4073	0.0479	-0.0129
0	04456	BS	1.1350	-0.0930	-3.5534	-0.0771	-0.0159
0	04550	BS	1.0761	0.6560	-2.8868	0.6749	-0.0189
0	05634	BS	1.0074	0.3880	-3.1366	0.3909	-0.0029
0	05635	BS	1.4228	-0.0440	-3.4948	-0.0338	-0.0402
0	05834	BS	1.1487	0.8790	-2.6706	0.9212	-0.0422
0	06609	BS	1.1408	0.8960	-2.6533	0.9406	-0.0446
0	06629	BS	1.1672	0.0160	-3.4303	0.0629	-0.0469

U
COLOR- 4552

A17= -0.0524

-A18= 0.9778 K17= 0.0005

	LIST		AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
0	03454	BS	1.1254	-0.0560	-0.0038	-0.0567	0.0007
0	03454	BS	1.1312	-0.0560	-0.0117	-0.0644	0.0084
0	03454	BS	1.1353	-0.0560	-0.0063	-0.0591	0.0031
0	03249	BS	1.1146	0.6440	0.7060	0.6374	0.0066
0	03249	BS	1.1259	0.6440	0.7051	0.6365	0.0075
0	03454	BS	1.8646	-0.0560	-0.0035	-0.0567	0.0007
0	03454	BS	1.9542	-0.0560	-0.0009	-0.0543	-0.0017
0	03454	BS	2.0682	-0.0560	-0.0037	-0.0570	0.0010
0	03454	BS	2.1816	-0.0560	-0.0015	-0.0549	-0.0011
0	03249	BS	2.6057	0.6440	0.7215	0.6518	-0.0078
0	03249	BS	2.8142	0.6440	0.7035	0.6341	0.0099
0	04534	BS	1.1266	0.0540	0.0882	0.0233	0.0207
0	04456	BS	1.1350	-0.0530	0.0108	-0.0424	-0.0106
0	04550	BS	1.0761	0.3480	0.4081	0.3461	0.0019
0	05634	BS	1.0074	0.2270	0.2848	0.2256	0.0014
0	05635	BS	1.4228	-0.0340	0.0308	-0.0230	-0.0110
0	05834	BS	1.1487	0.5010	0.5719	0.5062	-0.0052

0 06603 BS 1.1408 0.5000 0.5864 0.8204 -0.0204
 0 06629 BS 1.1672 0.0130 0.0719 0.0173 -0.0043

COLOR- 3335
 A19= 6428 A20= 1.0000 K19= -0.0028

	LIST	AIR MASS	STD. COLOR	OBS. COLOR	CAL. COLOR	RESIDUAL
0	03454 BS	1.1284	-0.1020	-0.7525	-0.1065	0.0045
0	03454 BS	1.1312	-0.1020	-0.7490	-0.1030	0.0010
0	03454 BS	1.1353	-0.1020	-0.7518	-0.1059	0.0038
0	03249 BS	1.1146	0.3900	-0.2460	0.3999	-0.0099
0	03249 BS	1.1259	0.3900	-0.2392	0.4068	-0.0168
0	03454 BS	1.8646	-0.1020	-0.7569	-0.1089	0.0069
0	03454 BS	1.9542	-0.1020	-0.7495	-0.1012	-0.0008
0	03454 BS	2.0682	-0.1020	-0.7580	-0.1094	0.0074
0	03249 BS	2.1816	-0.1020	-0.7641	-0.1151	0.0131
0	03249 BS	2.6057	0.3900	-0.2605	0.3897	0.0003
0	03249 BS	2.8142	0.3900	-0.2445	0.4062	-0.0162
0	04554 BS	1.1266	0.0260	-0.6074	0.0386	-0.0126
0	04456 BS	1.1350	-0.1000	-0.7512	-0.1052	0.0052
0	04550 BS	1.0761	0.3400	-0.5112	0.1347	0.0053
0	05624 BS	1.0074	0.0530	-0.5656	0.0800	-0.0270
0	05685 BS	1.4228	-0.0460	-0.6863	-0.0395	-0.0065
0	05851 BS	1.1487	0.1930	-0.4774	0.1686	0.0244
0	06603 BS	1.1408	0.1890	-0.4912	0.1549	0.0341
0	06629 BS	1.1672	0.0070	-0.6228	0.0233	-0.0163

FINAL REDUCTION OF DATA FOR NIGHT

1 9 8 3. 4. 19.

	NAME-	52	3352	3552	3752	4052	W1	W2	W3	W4	W5	H. A.	AIR	J. D.
		58	5258	5262	4552	3335								
0	03454 BS	4.282	-1.248	-1.140	-0.758	-0.239	1	1	1	1	1	0.024	1.128	15443.613
0	03454 BS	4.361	-0.080	-0.131	-0.057	-0.107	1	1	1	1	1	0.024	1.128	15443.613
0	03454 BS	4.271	-1.261	-1.157	-0.757	-0.241	1	1	1	1	1	0.075	1.131	15443.621
0	03454 BS	4.366	-0.096	-0.154	-0.064	-0.103	1	1	1	1	1	0.075	1.131	15443.621
0	03454 BS	4.269	-1.258	-1.151	-0.767	-0.244	1	1	1	1	1	0.115	1.135	15443.627
0	03454 BS	4.370	-0.103	-0.148	-0.059	-0.106	1	1	1	1	1	0.115	1.135	15443.627
0	03249 BS	3.912	3.104	2.694	2.762	2.190	1	1	1	1	1	0.273	1.115	15443.634
0	03249 BS	3.195	0.720	1.127	0.657	0.400	1	1	1	1	1	0.273	1.115	15443.634
0	03249 BS	3.927	3.095	2.678	2.761	2.182	1	1	1	1	1	0.311	1.126	15443.640
0	03249 BS	3.209	0.722	1.132	0.636	0.407	1	1	1	1	1	0.311	1.126	15443.640
0	02921 BS	5.698	-1.140	-1.065	-0.727	-0.149	1	1	1	1	1	0.537	1.708	15443.648
0	02921 BS	5.720	-0.025	-0.013	0.009	-0.076	1	1	1	1	1	0.527	1.708	15443.648
0	51460 HD	7.009	-0.623	-0.608	-0.359	0.287	1	1	1	1	1	0.760	1.943	15443.654
0	51460 HD	6.819	0.186	0.400	0.224	-0.018	1	1	1	1	1	0.760	1.943	15443.654
0	52367 HD	7.112	-0.677	-0.727	-0.219	0.384	1	1	1	1	1	0.804	2.030	15443.667
0	52367 HD	6.902	0.205	0.385	0.309	0.046	1	1	1	1	1	0.804	2.030	15443.667
0	03135 BS	6.422	-1.207	-1.149	-0.723	-0.147	1	1	1	1	1	0.612	1.479	15443.677
0	03135 BS	6.457	-0.038	-0.020	0.002	-0.058	1	1	1	1	1	0.612	1.479	15443.677
0	62367 HD	7.113	-0.735	-0.679	-0.450	-0.137	1	1	1	1	1	0.739	1.694	15443.681
0	62367 HD	7.157	-0.044	-0.064	-0.014	-0.057	1	1	1	1	1	0.739	1.694	15443.681
0	02817 BS	6.414	-1.370	-1.263	-0.820	-0.262	1	1	1	1	1	0.899	1.532	15443.697
0	02817 BS	6.483	-0.072	-0.118	-0.061	-0.107	1	1	1	1	1	0.899	1.532	15443.697
0	02568 BS	5.837	-0.702	-0.646	-0.510	-0.131	1	1	1	1	1	1.080	1.532	15443.701
0	02568 BS	5.863	-0.026	-0.029	-0.002	-0.057	1	1	1	1	1	1.080	1.532	15443.701
0	71072 HD	6.876	-0.942	-0.866	-0.646	-0.187	1	1	1	1	1	0.763	2.032	15443.711
0	71072 HD	6.925	-0.050	-0.067	-0.025	-0.079	1	1	1	1	1	0.763	2.032	15443.711
0	89884 HD	7.133	-0.903	-0.840	-0.607	-0.165	1	1	1	1	1	0.339	1.626	15443.723

0	09864	HD	7.155	-0.023	-0.023	-0.019	-0.064	1	1	1	1	1	0.339	1.638	15443.731
0	04123	BS	5.583	-0.205	-0.193	-0.218	-0.074	1	1	1	1	1	0.366	1.519	15443.742
0	04123	BS	5.576	0.009	0.016	0.011	-0.015	1	1	1	1	1	0.366	1.519	15443.742
0	04123	BS	3.839	-1.466	-1.365	-0.920	-0.182	1	1	1	1	1	0.457	1.201	15443.757
0	04123	BS	3.878	-0.042	-0.058	-0.064	-0.100	1	1	1	1	1	0.457	1.201	15443.757
0	03454	BS	4.288	-1.232	-1.125	-0.743	-0.244	1	1	1	1	1	0.941	1.865	15443.758
0	03454	BS	4.351	-0.066	-0.102	-0.057	-0.109	1	1	1	1	1	0.941	1.865	15443.758
0	03454	BS	4.254	-1.237	-1.137	-0.757	-0.245	1	1	1	1	1	0.976	1.954	15443.764
0	03454	BS	4.322	-0.070	-0.109	-0.054	-0.101	1	1	1	1	1	0.976	1.954	15443.764
0	03454	BS	4.265	-1.240	-1.133	-0.758	-0.253	1	1	1	1	1	1.016	2.068	15443.770
0	03454	BS	4.324	-0.061	-0.095	-0.057	-0.109	1	1	1	1	1	1.016	2.068	15443.770
0	03454	BS	4.271	-1.249	-1.136	-0.761	-0.250	1	1	1	1	1	1.050	2.182	15443.776
0	03454	BS	4.330	-0.062	-0.097	-0.055	-0.115	1	1	1	1	1	1.050	2.182	15443.776
0	03249	BS	3.938	3.120	2.716	2.786	2.193	1	1	1	1	1	1.210	2.606	15443.782
0	03249	BS	3.194	0.746	1.155	0.652	0.390	1	1	1	1	1	1.210	2.606	15443.782
0	03249	BS	3.964	3.111	2.689	2.776	2.167	1	1	1	1	1	1.246	2.814	15443.788
0	03249	BS	3.208	0.758	1.174	0.654	0.406	1	1	1	1	1	1.246	2.814	15443.788
0	04584	BS	2.121	0.137	0.097	0.216	0.114	1	1	1	1	1	-0.420	1.127	15443.796
0	04584	BS	2.071	0.053	0.088	0.033	0.039	1	1	1	1	1	-0.420	1.127	15443.796
0	04456	BS	5.893	-1.107	-1.001	-0.626	-0.199	1	1	1	1	1	0.470	1.135	15443.802
0	04456	BS	5.938	-0.047	-0.077	-0.042	-0.105	1	1	1	1	1	0.470	1.135	15443.802
0	04580	BS	6.615	0.537	0.399	0.703	0.862	1	1	1	1	1	0.438	1.076	15443.810
0	04580	BS	6.213	0.400	0.675	0.346	0.135	1	1	1	1	1	0.438	1.076	15443.810
0	212247	BD	8.350	-0.001	-0.089	0.143	0.498	1	1	1	1	1	0.767	1.319	15443.820
0	212247	BD	8.104	0.244	0.432	0.262	0.084	1	1	1	1	1	0.767	1.319	15443.820
0	92595	BD	7.776	0.786	0.615	0.692	0.906	1	1	1	1	1	0.313	1.396	15443.836
0	92595	BD	7.334	0.437	0.706	0.322	0.166	1	1	1	1	1	0.213	1.396	15443.836
0	214009	BD	8.680	0.179	0.043	0.256	0.593	1	1	1	1	1	0.006	1.658	15443.871
0	214009	BD	8.396	0.282	0.498	0.310	0.131	1	1	1	1	1	0.006	1.658	15443.871
0	05084	BS	5.023	0.176	0.094	0.278	0.498	1	1	1	1	1	0.064	1.007	15443.885
0	05084	BS	4.790	0.232	0.391	0.226	0.080	1	1	1	1	1	0.064	1.007	15443.885
0	05773	BS	4.122	-0.856	-0.783	-0.552	-0.155	1	1	1	1	1	0.006	1.000	15443.894
0	05773	BS	4.147	-0.026	-0.047	-0.012	-0.072	1	1	1	1	1	0.006	1.000	15443.894
0	104149	BD	7.308	0.074	-0.054	0.152	0.536	1	1	1	1	1	0.017	1.343	15443.902
0	104149	BD	7.022	0.273	0.496	0.307	0.124	1	1	1	1	1	0.017	1.343	15443.902
0	141369	HD	7.127	0.092	0.082	0.202	0.106	1	1	1	1	1	0.039	1.220	15443.911
0	141369	HD	7.061	0.068	0.124	0.056	0.008	1	1	1	1	1	0.039	1.220	15443.911
0	05761	BS	4.990	-0.417	-0.299	-0.606	-0.129	1	1	1	1	1	0.060	1.422	15443.920
0	05944	BS	4.992	-0.001	0.003	0.015	-0.118	1	1	1	1	1	0.060	1.422	15443.920
0	06118	BS	4.438	-0.923	-0.951	-0.365	0.275	1	1	1	1	1	0.024	1.535	15443.934
0	06118	BS	4.218	0.213	0.400	0.237	0.026	1	1	1	1	1	0.024	1.535	15443.934
0	05685	BS	2.600	-0.558	-0.519	-0.474	-0.168	1	1	1	1	1	0.379	1.423	15443.942
0	05685	BS	2.592	0.008	-0.004	-0.023	-0.040	1	1	1	1	1	0.379	1.423	15443.942
0	05854	BS	2.925	2.222	2.047	2.041	1.628	1	1	1	1	1	0.304	1.149	15443.949
0	05854	BS	2.333	0.594	0.921	0.506	0.169	1	1	1	1	1	0.304	1.149	15443.949
0	05928	BS	5.732	-0.621	-0.574	-0.433	-0.154	1	1	1	1	1	0.309	1.053	15443.958
0	05928	BS	5.733	-0.001	-0.012	-0.028	-0.047	1	1	1	1	1	0.309	1.053	15443.958
0	06564	BS	6.754	-0.629	-0.577	-0.536	-0.174	1	1	1	1	1	-0.139	1.054	15443.966
0	06564	BS	6.763	-0.009	-0.029	-0.026	-0.052	1	1	1	1	1	-0.139	1.054	15443.966
0	06964	BS	6.107	-0.902	-0.840	-0.542	-0.161	1	1	1	1	1	-0.279	1.030	15443.975
0	06964	BS	6.117	-0.011	-0.019	-0.028	-0.062	1	1	1	1	1	-0.279	1.030	15443.975
0	07106	BS	3.460	-0.777	-0.776	-0.560	-0.025	1	1	1	1	1	-0.298	1.033	15443.982
0	07106	BS	3.365	0.092	0.128	0.064	-0.001	1	1	1	1	1	-0.298	1.033	15443.982
0	162428	HD	7.166	-0.796	-0.761	-0.455	-0.120	1	1	1	1	1	0.017	1.007	15443.990
0	162428	HD	7.153	0.011	0.016	-0.010	-0.035	1	1	1	1	1	0.017	1.007	15443.990
0	173371	HD	6.932	-0.468	-0.444	-0.364	-0.059	1	1	1	1	1	-0.155	1.176	15444.001
0	173371	HD	6.881	0.050	0.069	0.028	-0.025	1	1	1	1	1	-0.155	1.176	15444.001
0	06603	BS	3.097	2.209	2.048	2.049	1.634	1	1	1	1	1	0.211	1.141	15444.017

0	06603	BS	2.486	0.613	0.941	0.520	0.155	1	1	1	1	1	0.211	1.141	15444.017
0	06629	BS	3.814	0.092	0.067	0.146	0.044	1	1	1	1	1	0.236	1.167	15444.024
0	06628	BS	3.780	0.037	0.063	0.017	0.029	1	1	1	1	1	0.236	1.167	15444.024

MAGNITUDES DE LAS ESTRELLAS

			33	35	37	40	45	52	58	63	D5258	D3335	
1	0	02454	BS	3.035	3.142	3.524	4.044	4.226	4.282	4.361	4.414	0.002	-0.001
2	0	02454	BS	3.010	3.114	3.514	4.030	4.207	4.271	4.366	4.425	0.002	-0.001
3	0	02454	BS	3.011	3.118	3.502	4.025	4.210	4.269	4.370	4.417	0.001	-0.001
4	0	02349	BS	7.016	6.606	6.673	6.102	4.549	3.912	3.195	2.784	-0.004	0.010
5	0	02349	BS	7.022	6.605	6.659	6.110	4.564	3.927	3.209	2.795	-0.004	0.010
6	0	02471	BS	4.559	4.633	4.971	5.549	5.707	5.698	5.720	5.712	0.003	0.001
7	0	51480	HD	6.385	6.401	6.650	7.296	7.233	7.009	6.819	6.609	0.004	0.003
8	0	53167	HD	6.425	6.385	6.893	7.496	7.421	7.112	6.902	6.727	0.005	0.004
9	0	02105	BS	5.214	5.272	5.699	6.275	6.423	6.422	6.457	6.442	0.003	0.000
10	0	62367	HD	6.378	6.434	6.663	6.976	7.099	7.113	7.157	7.177	0.000	0.002
11	0	02817	BS	5.044	5.151	5.594	6.152	6.353	6.414	6.483	6.532	0.003	-0.000
12	0	02168	BS	5.135	5.191	5.327	5.706	5.835	5.837	5.863	5.866	0.000	0.001
13	0	71472	HD	5.933	6.010	6.229	6.889	6.852	6.876	6.925	6.943	0.001	0.002
14	0	89084	HD	6.230	6.253	6.527	6.968	7.115	7.133	7.158	7.156	0.001	0.001
15	0	04123	BS	5.378	5.390	5.365	5.309	5.594	5.563	5.576	5.567	-0.001	0.002
16	0	04122	BS	2.573	2.474	2.919	3.657	3.775	3.839	3.673	3.897	0.004	-0.001
17	0	03154	BS	3.055	3.163	3.540	4.044	4.231	4.288	4.351	4.390	0.002	0.001
18	0	03154	BS	3.017	3.117	3.498	4.009	4.200	4.254	4.222	4.364	0.002	0.001
19	0	07454	BS	3.025	3.133	3.507	4.012	4.208	4.265	4.324	4.361	0.002	0.002
20	0	03154	BS	3.021	3.135	3.510	4.021	4.216	4.271	4.330	4.368	0.003	0.002
21	0	03149	BS	7.058	6.654	6.724	6.131	4.589	3.938	3.194	2.782	-0.003	0.015
22	0	03249	BS	7.075	6.653	6.740	6.131	4.598	3.964	3.203	2.790	-0.002	0.016
23	0	04124	BS	2.258	2.218	2.327	2.235	2.154	2.121	2.071	2.033	-0.002	0.002
24	0	04456	BS	4.786	4.892	5.257	5.894	5.851	5.893	5.923	5.970	0.002	-0.001
25	0	04450	BS	7.153	7.014	7.320	7.477	6.961	6.615	6.213	5.940	0.003	0.004
26	0	211167	BD	8.348	8.261	8.497	8.847	8.612	8.350	8.103	7.918	0.002	0.003
27	0	92155	BD	8.562	8.390	8.663	8.682	8.098	7.776	7.336	7.069	0.002	0.005
28	0	214309	BD	8.859	8.723	8.936	9.273	8.991	8.680	8.396	8.182	0.002	0.005
29	0	05524	BS	5.199	5.117	5.301	5.521	5.249	5.023	4.790	4.632	0.001	0.002
30	0	05778	BS	3.266	3.339	3.570	3.967	4.109	4.122	4.147	4.169	0.001	-0.001
31	0	101149	ED	7.382	7.254	7.462	7.844	7.615	7.302	7.032	6.813	0.003	0.004
32	0	141569	HD	7.220	7.210	7.329	7.234	7.183	7.127	7.061	7.003	-0.002	0.002
33	0	05941	BS	4.573	4.691	4.324	4.861	5.006	4.990	4.952	4.988	-0.001	0.000
34	0	04118	BS	3.515	3.487	4.072	4.712	4.674	4.433	4.215	4.037	0.006	0.002
35	0	05685	BS	2.043	2.081	2.126	2.433	2.577	2.600	2.592	2.604	0.000	0.001
36	0	05854	BS	5.147	4.972	4.963	4.553	3.432	2.925	2.333	2.004	-0.002	0.006
37	0	05938	BS	5.111	5.158	5.299	5.577	5.704	5.732	5.735	5.745	0.000	-0.000
38	0	06864	BS	6.125	6.177	6.219	6.580	6.728	6.754	6.763	6.783	0.000	-0.000
39	0	06984	BS	5.205	5.268	5.565	5.946	6.079	6.107	6.117	6.126	0.002	-0.001
40	0	07106	BS	2.683	2.684	2.900	3.436	3.524	3.460	3.365	3.332	0.003	0.000
41	0	162428	HD	6.370	6.406	6.711	7.046	7.156	7.166	7.153	7.150	0.001	-0.000
42	0	173371	HD	6.464	6.468	6.565	6.873	6.959	6.932	6.881	6.863	0.001	0.001
43	0	06803	BS	5.306	5.145	5.146	4.731	3.618	3.097	2.486	2.156	-0.001	0.006
44	0	06829	BS	3.907	3.882	3.960	3.858	3.832	3.814	3.780	3.752	-0.003	0.002

DENSIDAD DE FLUJO ABSOLUTO *

1 9 8 3. 4. 19.

DENSIDAD DE FLUJO ABSOLUTO * LOG(X E-12 WATT/(CM 2 MICRON))

33 35 37 40 45 52 58 63

1 0	02454	BS	-12.6868	-12.7434	-12.7775	-12.7287	-12.9090	-13.0312	-13.2563	-13.4010	1
2 0	03454	BS	-12.6769	-12.7323	-12.7736	-12.7234	-12.9017	-13.0769	-13.2585	-13.4056	2
3 0	02454	BS	-12.6773	-12.7337	-12.7667	-12.7213	-12.9027	-13.0760	-13.2603	-13.4021	3
4 0	02449	BS	-14.2807	-14.1292	-14.0424	-13.5655	-13.0343	-12.9217	-12.7890	-12.7459	4
5 0	02449	BS	-14.2833	-14.1292	-14.0487	-13.5685	-13.0403	-12.9280	-12.7947	-12.7502	5
6 0	02921	BS	-13.2960	-13.3374	-13.3313	-13.3307	-13.5004	-13.6473	-13.8000	-13.9193	6
7 0	51480	HD	-14.0264	-14.0462	-14.0278	-14.0276	-14.1078	-14.1705	-14.2387	-14.2762	7
8 0	52467	HD	-14.0458	-14.0422	-14.1257	-14.1076	-14.1824	-14.2114	-14.2719	-14.3237	8
9 0	03435	BS	-13.5562	-13.5959	-13.6475	-13.6208	-13.7869	-13.9266	-14.0947	-14.2113	9
10 0	62457	HD	-14.0237	-14.0594	-14.0352	-13.9312	-14.0575	-14.2133	-14.3747	-14.505710	
11 0	02617	BS	-13.4907	-13.5478	-13.6057	-13.5724	-13.7600	-13.9329	-14.1052	-14.248211	
12 0	02668	BS	-13.5265	-13.5629	-13.4986	-13.3930	-13.5516	-13.7027	-13.8569	-13.981312	
13 0	71472	HD	-13.8461	-13.8900	-13.8544	-13.7866	-13.9593	-14.1185	-14.2819	-14.412313	
14 0	84454	HD	-13.9647	-14.0033	-13.9783	-13.8982	-14.0638	-14.2212	-14.3737	-14.497314	
15 0	04423	BS	-13.6234	-13.6453	-13.5152	-13.3141	-14.4550	-13.6011	-13.7419	-13.861415	
16 0	04433	BS	-12.4221	-12.4769	-12.5360	-12.5735	-12.7237	-12.8936	-13.0629	-13.193716	
17 0	02454	BS	-12.6952	-12.7518	-12.7840	-12.7291	-12.9112	-13.0834	-13.2524	-13.391317	
18 0	03454	BS	-12.6796	-12.7322	-12.7669	-12.7152	-12.8986	-13.0699	-13.2407	-13.380818	
19 0	03454	BS	-12.6830	-12.7395	-12.7707	-12.7164	-12.9021	-13.0743	-13.2417	-13.379519	
20 0	02454	BS	-12.6816	-12.7403	-12.7719	-12.7198	-12.9050	-13.0764	-13.2438	-13.382320	
21 0	02449	BS	-14.2974	-14.1463	-14.0629	-13.5767	-13.0506	-12.9422	-12.7887	-12.745121	
22 0	02449	BS	-14.3044	-14.1483	-14.0694	-13.5767	-13.0539	-12.9427	-12.7944	-12.747922	
23 0	04434	BS	-12.3754	-12.3738	-12.3044	-12.0033	-12.0788	-12.2160	-12.3398	-12.447623	
24 0	04434	BS	-13.3874	-13.4432	-13.4706	-13.3892	-13.5587	-13.7353	-13.8871	-14.023224	
25 0	04450	BS	-14.2330	-14.2917	-14.2973	-14.0996	-13.9984	-14.0127	-13.9959	-14.008625	
26 0	21047	BD	-14.8112	-14.7903	-14.7667	-14.6476	-14.6590	-14.7067	-14.7525	-14.80026	
27 0	93455	BD	-14.8967	-14.8420	-14.8358	-14.5820	-14.4530	-14.4738	-14.4454	-14.460327	
28 0	21049	BD	-15.0156	-14.9754	-14.9431	-14.8179	-14.8102	-14.8389	-14.8695	-14.905528	
29 0	03434	BS	-13.5516	-13.5329	-13.4883	-13.3167	-13.3140	-13.3761	-13.4270	-13.486029	
30 0	05478	BS	-12.7790	-12.8216	-12.7957	-12.6977	-12.8615	-13.0167	-13.1706	-13.302530	
31 0	10449	BD	-14.4247	-14.3877	-14.3524	-14.2464	-14.2601	-14.2901	-14.3240	-14.357631	
32 0	14469	HD	-14.3601	-14.3706	-14.3011	-14.0028	-14.0899	-14.2185	-14.3361	-14.425532	
33 0	03441	BS	-12.3024	-12.3753	-13.1262	-13.0555	-13.2197	-13.3640	-13.5085	-13.629933	
34 0	02418	BS	-12.8779	-12.8848	-12.9983	-12.9944	-13.0842	-13.1420	-13.1982	-13.248034	
35 0	03425	BS	-12.2894	-12.3201	-12.2188	-12.0839	-12.2489	-12.4078	-12.5485	-12.676535	
36 0	03454	BS	-13.5308	-13.4776	-13.3559	-12.9364	-12.5865	-12.3369	-12.4441	-12.433936	
37 0	03438	BS	-13.5168	-13.5497	-13.4876	-13.3417	-13.4997	-13.6606	-13.8047	-13.932937	
38 0	03464	BS	-13.9224	-13.9588	-13.8558	-13.7429	-13.9095	-14.0695	-14.2169	-14.348438	
39 0	03484	BS	-13.5547	-13.5933	-13.5933	-13.4892	-13.6497	-13.8108	-13.9584	-14.085539	
40 0	03406	BS	-12.5455	-12.5596	-12.5277	-12.4847	-12.6262	-12.7515	-12.8574	-12.967340	
41 0	16428	HD	-14.0205	-14.0482	-14.0522	-13.9290	-14.0303	-14.2342	-14.2730	-14.494641	
42 0	17371	HD	-14.0578	-14.0824	-13.9953	-13.8595	-14.0009	-14.1402	-14.2638	-14.379842	
43 0	03403	BS	-13.5944	-13.5466	-13.4307	-13.0073	-12.6609	-12.6056	-12.5052	-12.494843	
44 0	03429	BS	-13.0348	-13.0359	-12.9537	-12.6527	-12.7500	-12.8534	-13.0238	-13.135044	