

# Universidad de Granada

## Facultad de Ciencias



"FOTOMETRIA FOTOGRAFICA RGU DE UN  
CAMPO ESTELAR EN LA REGION DE  
CARINA Y PROXIMO AL CUMULO IC 2581"

Emilio J. ALFARO



Vertical line markings on the page.

Núm.	101
Tabla	11
Estante	6
GRANADA	
FACULTAD DE CIENCIAS	
BIBLIOTECA	

C/M



UNIVERSIDAD DE GRANADA  
FACULTAD DE CIENCIAS

DON ENRIQUE F. HITA VILLAVERDE, PROFESOR ADJUNTO  
NUMERARIO Y SECRETARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA,

Núm. 308

C E R T I F I C O: Que la presente Tesis  
Doctoral corresponde a la presentada  
en esta Facultad por D. Emilio Javier  
Alfaro Navarro, que fue calificada -  
con Sobresaliente "cum laude" el día  
27 de Junio de 1.981 por el tribunal  
correspondiente que fue aprobado en -  
Junta de Facultad celebrada el día 22  
de Junio de 1.981, siendo el título -  
de la Tesis: "Fotometría fotográfica  
RGU de un campo estelar en la región  
de Carina y próximo al cúmulo IC 2581.

Y para que conste y surta los efectos co  
rrespondientes se extiende la presente certificación  
con el visto bueno del Ilmo. Sr. Decano en Granada  
a dieciseis de octubre de mil novecientos ochenta y  
uno.

Vº. Bº.  
EL DECANO,



Tesis Doctoral, dirigida por los Drs.  
D. José Manuel García-Pelayo y D. José  
María Quintana, Colaboradores Científi-  
cos del C.S.I.C.

Fué leída el 27 de junio de 1981, obte-  
niendo la calificación de Sobresaliente  
"cum laude" ante el Tribunal formado por  
los Profesores: J. Orús, Barcelona; F.  
Sánchez, La Laguna; R. Canal, Barcelona;  
J. Biel, Granada; E. Battaner, Granada.

R=24.833

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE ANDALUCIA  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

<b>BIBLIOTECA UNIVERSITARIA</b>	
GRANADA	
Nº Documento	613580760
Nº Copia	15594531

FOTOMETRIA FOTOGRAFICA RGU DE UN CAMPO  
ESTELAR EN LA REGION DE CARINA Y PROXIMO  
AL CUMULO IC 2581

EMILIO J. ALFARO NAVARRO  
Tesis Doctoral

UNIVERSIDAD DE GRANADA

1981

A mis padres y a  
M<sup>a</sup> Jesus



FOTOMETRIA FOTOGRAFICA RGU DE UN CAMPO  
ESTELAR EN LA REGION DE CARINA Y PROXIMO  
AL CUMULO IC 2531.

Visado en Granada a

Directores de la tesis:

Dr. D. José Manuel Garcia-Pelayo  
Echevarria, Colaborador del  
C.S.I.C.

Dr. D. José M<sup>a</sup> Quintana  
González, Colaborador  
del C.S.I.C.

Memoria presentada para  
optar al Grado de DOCTOR  
EN CIENCIAS ( SECCION DE  
FISICAS).

Granada a 25 de mayo de 1981

Profesor Ponente:

Dr. D. José Ros Pallares,  
Profesor Agregado de la  
Universidad de Granada.

Firmado: Emilio J. Alfaro  
Navarro. Licenciado en Cien-  
cias Físicas.

## INDICE

	<u>Página</u>
CAPITULO I.- INTRODUCCION.	
I-a.- Introducción.	2
CAPITULO II.- OBSERVACIONES Y MEDIDAS.	
II-a.- Características de la región observada.	16
II-b.- Sistema fotométrico RGU.	20
II-c.- Observaciones.	32
II-d.- Medidas.	34
CAPITULO III.- TRATAMIENTO Y REDUCCION DE LAS MEDIDAS.	
III-a.- Introducción.	37
III-la.- Transformación del sistema UBV al RGU.	38
III-lb.- Curvas de calibrado.	44
III-lc.- Errores sistemáticos y aleatorios.	56
III-ld.- Esquema general del proceso.	61
III-2a.- Resultados.	64
CAPITULO IV.- METODOLOGIA.	
IV-a.- Clasificación espectral mediante el sistema fotométrico RGU.	95
IV-b.- Diagramas de dos colores.	104
IV-c.- Enrojecimiento interestelar.	117



	<u>Página</u>
IV-d.- Magnitudes absolutas.	131
IV-e.- Determinación de la distancia.	135
CAPITULO V.- RESULTADOS Y DISCUSION.	
V-a.- Introducción.	139
V-b.- Gradientes de densidad.	143
V-c.- Función de luminosidad.	157
V-d.- Discusión.	162
V-e.- Conclusiones.	167
APENDICE.- CATALOGO DE LAS ESTRELLAS ESTUDIADAS, HASTA EL LIMITE DE MAGNITUD $m_G = 16^m.61$ , EN LA REGION DE CARINA.	
BIBLIOGRAFIA.	228

CAPITULO I .- INTRODUCCION



### I-a.- Introducción

Los trabajos en estructura galáctica están gobernados por nuestro concepto de la Vía Láctea como un sistema estelar en evolución. Esta idea puede desarrollarse conforme al siguiente esquema general(Buser, 1980):

1°).- El sistema galáctico evoluciona en función del tiempo. De modo que las características observables en un momento dado representan condiciones de contorno para unas coordenadas espacio-temporales determinadas.

2°).- Con vistas a determinar la estructura del sistema galáctico en un tiempo dado, necesitamos estudiar las funciones de distribución  $f(\vec{r}, \vec{v})$  de los objetos que conforman la estructura en ese momento. Actualmente los objetos predominantes son las estrellas -que pueden formar a su vez subestructuras o subsistemas tales como cúmulos, asociaciones y grupos- y las nubes gaseosas.

3°).- Localmente, las transformaciones del material galáctico ocurren en las estrellas, gobernadas por la física de la estructura estelar y su evolución. A mayor escala, la evolución colectiva de las estrellas y nubes gaseosas viene determinada por leyes dinámicas.

En este cuadro simplificado, las estrellas son los objetos que estudiamos preferentemente para indagar en la estructura galáctica y su evolución. Más concretamente nuestro interés se centra en las siguientes propiedades de las mismas:

a).- La localización dentro del sistema galáctico. Esto

requiere la determinación de sus posiciones y distancias. Excepto para las estrellas cercanas, necesitamos conocer sus magnitudes absolutas para determinar las distancias.

b) .- El estado evolutivo. El conocimiento de la magnitud absoluta (como una medida de la luminosidad) y del color (como un indicador de la temperatura superficial) de una estrella nos permite utilizar el diagrama HR para derivar información acerca del estado evolutivo de la misma.

c) .- La composición química. La magnitud absoluta y el color de una estrella dependen de sus constituyentes básicos, la masa, la composición química y la edad. La abundancia de elementos en una estrella viene reflejada en su espectro.

d) .- El movimiento. La determinación del movimiento espacial de una estrella requiere medidas de su velocidad radial y movimientos propios, aparte por supuesto de su distancia.

La investigación de las magnitudes absolutas, tipos espectrales y colores de las estrellas entra dentro del dominio de la clasificación espectral. La clasificación espectral aplicada al contexto de la estructura y evolución galácticas envuelve el estudio de un gran número de estrellas débiles. La fotometría multicolor es, por lo tanto, un vehículo apropiado para este propósito, que reemplaza la clasificación (cualitativa) espectral por la medida cuantitativa de varios colores o índices de color.

Sin embargo, antes de discutir la fotometría multicolor en más detalle, apuntemos brevemente el programa general

de la estructura galáctica desde el punto de vista de la aplicación estadística de la clasificación espectral.

La determinación, para un gran número de estrellas, de las propiedades mencionadas anteriormente, nos permite describir el sistema galáctico en términos de las siguientes características a gran escala:

1°).- Estructura de densidad. De la localización de las estrellas derivamos su distribución espacial global o/y de densidad dentro del sistema galáctico. Estas distribuciones de densidad contienen información acerca de las características estructurales de la Galaxia (ej. brazos espirales) y, tratadas convenientemente, (vía función de luminosidad y relaciones masa-luminosidad) nos proporcionan una estimación de la masa y distribución de masas en el sistema, que a su vez determinará la estructura dinámica del mismo.

2°).- Estructura de luminosidad. El estado evolutivo de las estrellas determina colectivamente la función de luminosidad. Esta función dependiente de su localización dentro del sistema galáctico, es una medida de la historia evolutiva de la Galaxia y proporciona información sobre su edad. Por otra parte, la función de luminosidad está relacionada con la función inicial de masa y el ritmo de formación de estrellas.

3°).- Estructura Química. Esta estructura proporciona información sobre la formación y primeros estadios evolutivos de la Galaxia.

4°).- Estructura dinámica. Colectivamente, los movimientos de las estrellas determinan la estructura dinámica del sistema galáctico que a la vez impone la estructura geométrica y su evolución.

En este trabajo nos centramos en el estudio de la estructura de densidad y la estructura de luminosidad en una dirección determinada del plano galáctico.

Como se ha comentado anteriormente, los datos necesarios para la determinación de estas estructuras son la magnitud absoluta y la distancia para cada estrella de la muestra, y por ende, la función de absorción interestelar en la región en estudio.

Existen una gran cantidad de métodos para asignar una magnitud absoluta a las estrellas. Una característica común a todos ellos es que la precisión es inversamente proporcional a la distancia. Por ello en los trabajos en estructura galáctica, principalmente en los referentes a estadística estelar, debemos crear un compromiso entre la precisión de estas magnitudes absolutas (de aquí las distancias) y la cantidad y extensión de la información que queremos obtener.

El método de la fotometría en tres colores, permite la determinación de la absorción interestelar y las magnitudes absolutas de las estrellas, sin conocimiento previo del tipo espectral.

Estas posibilidades de la fotometría en tres colores se basan en los siguientes tres hechos:

1°).- Las desviaciones fundamentales de la radiación estelar de la del cuerpo negro (salto de Balmer, depresión causada por líneas metálicas) pueden determinarse cuantitativamente midiendo intensidades de la radiación en tres bandas espectrales;

2°).- estas desviaciones fundamentales son funciones del tipo espectral y de la luminosidad, y

3°).- no están influenciadas por el enrojecimiento interestelar.

Actualmente, existen una gran variedad de sistemas fotométricos que permiten obtener información de las características físicas individuales de las estrellas y de las propiedades colectivas de las mismas.

El sistema de banda ancha RGU, fué definido fotográficamente (Becker 1946,1965) y especialmente diseñado para el estudio de un gran número de estrellas débiles, que por lo tanto, nos permitan penetrar a considerables distancias a escala galáctica. Las características fundamentales de este sistema están expuestas con más detalle en el apartado II-b.

Las aplicaciones del sistema RGU en el contexto de un plan a largo plazo de investigación de la estructura galáctica incluyen el estudio de cúmulos galácticos jóvenes, y campos en el disco y en el halo.

La utilización de la fotometría en tres colores en el estudio de cúmulos galácticos jóvenes permite determinar la distancia de los mismos con un error inferior al 10% (Becker, 1972a,b), y estimar la edad del cúmulo a partir de la posición del punto de retorno (turnoff point) en un diagrama color-magnitud. (El "turnoff point" se define como el punto en un diagrama color-magnitud en el que las estrellas del cúmulo comienzan a separarse de la secuencia principal).

El estudio de la distribución de cúmulos jóvenes en el plano de la Galaxia, permite delimitar la estructura espiral de la misma (Becker y Fenkart, 1979; Fenkart y Binggeli, 1979).

Por otra parte, la fotometría en tres colores RGU obtenida a partir de placas Schmidt, de campos estelares en el disco y en el halo, no proporciona, como el estudio de los cúmulos jóvenes, una descripción tan delimitada. Los resultados de la investigación de los campos estelares son de naturaleza estadística, describiendo la estructura galáctica en términos de funciones de densidad y luminosidad locales. Estas funciones pueden derivarse hasta distancias entre 3 y 15 Kpc, dependiendo de diversos factores tales como, la dirección del campo, la cantidad de absorción interestelar, el número relativo de estrellas "blend"\*, la función luminosidad de las estrellas que se estudian y el límite de magnitud de las placas.

El análisis estadístico de los campos estelares está basado en los diagrama U-G, G-R. La metodología comprende la determinación simultánea del enrojecimiento interestelar, la identificación de tipos estelares -entre los que cabe señalar la separación de estrellas enanas de las poblaciones I y II y entre las enanas y gigantes de los últimos tipos espectrales- y la asignación de una magnitud absoluta a cada estrella individual. Para estrellas de la población II puede usarse el exceso ultravioleta  $\delta(U-G)$ , para derivar una estimación de la metalicidad. Detalles acerca del fundamento y problemas de esta metodología pueden verse en el capítulo IV donde se discutirá más ampliamente la capacidad del sistema RGU de realizar una clasificación espectral.

---

\* Nota.- Llamaremos estrellas "blend" a aquellas que presenten una imagen superpuesta en la placa fotográfica.



La fotometría fotográfica, gracias a su propiedad panorámica y al hecho de poder impresionar estrellas muy débiles, juega un papel fundamental dentro del marco general expuesto anteriormente.

Esta propiedad de la placa fotográfica de impresionar un gran número de objetos estelares simultáneamente, hace de éste, un método eficiente para investigaciones que involucren el estudio de un gran número de estrellas en un campo limitado, si la precisión requerida no es demasiado grande.

Aunque la fotometría fotográfica es una técnica de trabajo muy extendida y utilizada, no existe una abundante bibliografía con métodos más o menos sistemáticos de reducción de medidas, siendo necesario estudiar un gran número de publicaciones que utilicen esta técnica para recoger parcialmente algunas sugerencias. Este hecho no nos debe extrañar demasiado, ya que los factores que intervienen en una reducción de este tipo, son muy variados y a veces imprevisibles.

En este trabajo hemos realizado un estudio del proceso de reducción de placas fotográficas, analizando todos los factores hasta obtener una fotometría precisa y fiable.

Hemos expuesto hasta ahora, algunos puntos relativos a los objetivos generales del trabajo, la metodología y la técnica utilizada. En lo que sigue, describiremos el objeto concreto de este estudio así como los objetivos y el plan seguido para su consecución.

En primer lugar no debemos perder de vista que este no es un trabajo aislado, sino que forma parte de un plan a largo plazo para determinar la estructura de densidad y luminosidad de la Galaxia. Este plan está dirigido por el Astronomisches Institut de la Universidad de Basilea, con

con el cual venimos colaborando desde el año 1973. La dirección del campo viene determinada por los fines generales del proyecto y los trabajos ya realizados.

Dentro de este marco general, la elección de un campo estelar en la dirección de Carina, ha venido apoyada por las siguientes razones de carácter más específico:

a) .- Los datos referentes a estrellas OB, regiones HII, cúmulos jóvenes y otros indicadores típicos de características espirales, señalan que estamos observando a lo largo de un brazo espiral, o al menos de un segmento del mismo.

b) .- La baja absorción interestelar en esta región, constatada por diversos autores (Bok, et al, 1970; Humphreys, 1972; Lucke, 1978), permite alcanzar grandes distancias incluso para estrellas no muy brillantes intrínsecamente.

c) .- El esquema general de la Galaxia obtenido por los radioastrónomos, (Georgelin y Georgelin, 1976; Weaver, 1970), viene a coincidir, con la estructura determinada por medios ópticos, en la existencia de un brazo espiral principal Carina-Sagitario.

Antes de discutir los fines concretos de este estudio queremos señalar brevemente las diferencias existentes entre el panorama general de la Galaxia determinado por medios ópticos y radioastronómicos.

Una limitación importante del método fotométrico es el intervalo de distancia observable. Incluso con técnicas fotográficas, estas distancias no superan los 15 Kpc y esto,

en las condiciones más favorables.

Por el contrario la radioastronomía puede llegar a regiones muy alejadas, al no estar tan limitada por la absorción interestelar. Aunque este hecho presenta una gran ventaja, la determinación cinemática de distancias adolece de los siguientes inconvenientes:

a) .- La necesidad de un modelo de rotación de la Galaxia para transformar las velocidades radiales en distancias. Este modelo debe tener en cuenta movimientos no circulares, pequeñas fluctuaciones y variaciones a gran escala dependientes de la longitud galáctica.

b) .- La existencia de una ambigüedad en la asignación de distancias, a partir de velocidades radiales, para las zonas interiores de la Galaxia.

Las diferencias entre estos dos métodos no sólo estriba en la precisión y alcance de sus determinaciones, sino también en el objeto directo del estudio. Mientras la descripción de la Galaxia por medios ópticos está basada en el estudio de estrellas jóvenes y regiones HII, la radioastronomía fija su atención en las regiones de hidrógeno neutro e ionizado y otras nubes moleculares.

La variedad de objetos observados puede inducir a pensar que las discrepancias existentes entre ambos esquemas sean debidas a una distribución realmente diferente de los distintos objetos en estudio. Esta hipótesis parece rechazada actualmente y se considera que, en general, salvo pequeñas fluctuaciones muy localizadas, la distribución de estrellas OB, Wolt-Rayet, etc... viene acompañada de concentraciones de nubes moleculares.

En este sentido, el campo estelar en estudio, ofrece una buena posibilidad de constatar este hecho, al contener la región HII, RCW 49. La fuente de emisión de radio H-109 $\alpha$  de esta región está localizada a 4.7 Kpc en la dirección del campo (Georgelin y Georgelin, 1976), coincidiendo con un máximo en la distribución de estrellas OB encontrado en nuestro estudio.

Teniendo en cuenta lo expuesto precedentemente, podemos concluir, que mientras la radioastronomía nos proporciona una panorámica más amplia, aunque no muy precisa, de la estructura espiral de la Galaxia, el estudio óptico de la misma, nos muestra una imagen más detallada, pero a la vez más local, resaltando sobre todo la estructura fina de la misma.

Weaver(1970), realizó un estudio de la distribución de hidrógeno neutro en la Galaxia, comparando el esquema final de esta distribución con la estructura definida a partir de las estrellas jóvenes. Entre sus resultados más interesantes cabe destacar la presencia de un brazo espúreo del brazo espiral Carina-Sagitario, coincidente con el brazo espiral Local determinado por medios ópticos.

Este resultado ponía en buen acuerdo las diferencias entre el "pitch angle"\* determinado por ambos métodos, al considerar que este ángulo definido por el brazo espiral Local, no debe compararse con el obtenido a partir de un brazo espiral principal.

Estos hechos, nos hacen pensar que la estructura espil

---

\*Nota: El "pitch angle" se define como el ángulo formado por la tangente de un brazo espiral con la perpendicular a la dirección del centro galáctico desde ese punto.

ral local de la Galaxia no está definida nítidamente, y la presencia de segmentos espúreos y conexiones entre brazos espirales, o subbrazos, deben ponerse de manifiesto en este tipo de trabajos.

Diversos autores han encontrado indicios de unión entre el brazo espiral Local y el brazo de Carina, para diferentes direcciones, aunque este hecho no está totalmente constatado. En este estudio se obtiene más información al respecto, discutiendo las funciones de densidad obtenidas.

Otro hecho que se estudia, es la relación existente entre las distribuciones de las estrellas comunes (secuencia principal a partir de B9, sin anomalías de abundancia) y las características espirales determinadas a partir de estudios de estrellas OB y otros indicadores típicos de brazo espiral. Estas distribuciones proporcionan información acerca de la evolución colectiva de las estrellas a partir del lugar de nacimiento de las mismas.

Así pues, los objetivos planteados en esta tesis pueden resumirse en los siguientes puntos:

1°).- Determinación de la variación del enrojecimiento interestelar con la distancia para esta región de la Galaxia.

2°).- Cálculo de los gradientes de densidad para las estrellas gigantes de los últimos tipos espectrales y secuencia principal, agrupadas por intervalo de magnitud absoluta.

3°).- Obtención de la función de luminosidad.

4°) .- Obtener información acerca de la conexión entre

el brazo espiral y Local y el brazo de Carina.

5°).- Estudiar la relación existente entre las distribuciones de estrellas comunes y las características espirales determinadas a partir de los indicadores típicos de brazo espiral.

6°).-Comprobar la posible existencia de un brazo espiral, exterior al brazo de Carina en esta dirección, que ya fue sugerido por Wrandemark en 1976.

Los tres primeros objetivos tienen un carácter más general y ligado estrechamente a la determinación de la estructura de densidad y luminosidad en la Galaxia. Los tres últimos son más locales y abordan problemas actuales de esta interesante región.

La metodología y técnica utilizada para alcanzar estos objetivos, ha sido apuntada en los párrafos anteriores y será discutida más ampliamente en los capítulos asignados a este tema.

El plan general de trabajo puede esquematizarse en:

1°).- Obtención de las placas fotográficas en la dirección del campo.

2°).- Selección y medida de las estrellas programa.

3°).- Reducción de las placas.

4°).- Determinación de las magnitudes absolutas y del enrojecimiento de las estrellas programa, a partir de los diagramas color-color fraccionados.

5°).- Determinación de la distancia para estas estrellas, a partir de los datos obtenidos en los apartados 3° y 4°.

6°).- Cálculo de las funciones densidad y luminosidad.

7°).- Discusión de éstas últimas.

El índice, ha intentado seguir fielmente este esquema de trabajo, y cada uno de los capítulos describirá detalladamente los problemas encontrados en la consecución de estos objetivos, así como las soluciones propuestas.

CAPITULO II.- OBSERVACIONES Y MEDIDAS

II-a).- Características de la región observada

II-b).- Sistema fotométrico RGU

II-c).- Observaciones

II-d).- Medidas



II-a.- Características de la región observada.

El campo estelar en estudio está centrado en la dirección

$$l^{II} = 284^{\circ}.9 \quad b^{II} = -0^{\circ}.1 \quad (\text{Epoca 1950})$$

al noroeste de la nebulosa de Carina y muy próximo al cúmulo IC 2581 de donde se ha tomado la secuencia fotoeléctrica patrón. El área cubierta por el mismo es de  $0.21^{\circ}$ . (Fig. II-1, II-2).

Hay varios factores que recomiendan la elección de un área angular pequeña para este tipo de trabajos:

a).- Limitar el número de estrellas programa a un valor razonable (aproximadamente 2000), de otra forma se alargaría excesivamente el tiempo de medida.

b).- Prevenir la existencia de errores sistemáticos de segunda especie. Como se verá en el capítulo III estos errores dependen en gran medida del tamaño del área de la placa en estudio.

c).- Controlar la validez de la función de enrojecimiento interestelar calculada. Dada la estructura inhomogénea de la distribución de polvo y gas en la Galaxia debemos elegir una pequeña zona donde podamos considerar única la solución de enrojecimiento. De otra manera esta solución sería muy complicada, sobre todo a grandes distancias donde el volumen encerrado es considerable (Loden y Sudman, 1980).

Esta zona es especialmente rica en estrellas jóvenes y otros objetos estelares considerados como indicadores



típicos de brazo espiral.

Bok et al. (1970) y Feinstein (1969), señalan un máximo en la distribución de estrellas OB en el intervalo de longitudes galácticas  $l^{II} = 282^\circ$  y  $l^{II} = 295^\circ$ . Graham (1970), observó que las estrellas OB no aparecen a distancias superiores a 4 Kpc, hasta cerca de  $l^{II} = 285^\circ$ , considerando que esto puede ser indicativo de que estamos observando el borde exterior del brazo de Carina.

La distribución de estrellas Wolft-Rayet (Stemholm, 1975), muestra las mismas características, encontrándose agrupadas en longitudes galácticas próximas a  $l^{II} = 288^\circ$  donde se observa un máximo.

Los mismos resultados se obtienen a partir de estudios de regiones H II (Wilson et al., 1970), (Courtés et al., 1970). Georgelin y Georgelin (1976), sitúan un máximo de flujo en radio aproximadamente a 5 Kpc en la dirección  $l^{II} = 283^\circ$ .

Lynge (1970), estudió estadísticamente 1477 estrellas OB con magnitudes aparentes  $< 12^m$  entre las longitudes galácticas  $283^\circ - 332^\circ$ , encontrando doce concentraciones de estrellas OB. Una de ellas en  $l^{II} = 284^\circ.67$ ,  $b^{II} = 0^\circ.00$  asociado al cúmulo IC 2581 y a la región H II, RCW 49. Esta región H II, se encuentra situada a 4.7 Kpc. Por otro lado, la fuente de radio H-109  $\alpha$ , asociada a dicha región H II, se sitúa en la dirección  $l^{II} = 284^\circ.3$ ,  $b^{II} = -0^\circ.3$ . Estos datos, parecen indicar que estamos observando a lo largo de un brazo espiral.

A pesar de la gran cantidad de observaciones llevadas a cabo en los últimos años, quedan muchos problemas por



Fig. II-1.- Gran nebulosa de Carina. En el cuadro, el campo en estudio.

$10^{\text{h}} 40^{\text{m}} - 59^{\circ} 0$



Fig. II-2.- Ampliación del campo, junto al cúmulo IC 2581, (parte superior de la figura). La fotografía está tomada en la banda G.

resolver, entre los que cabe destacar:

a) la conexión del brazo espiral de Carina con otras características espirales definidas en la Galaxia, (brazo espiral Local y brazo de Sagitario), y

b) la relación de las estrellas más comunes con las características espirales observadas.

Otro punto que hace interesante esta región en el estudio de la estructura galáctica, mediante fotometría, es la baja absorción interestelar encontrada en la zona, que permite alcanzar distancias de hasta 15 Kpc, para las estrellas intrínsecamente más brillantes.

#### II-b.- Sistema fotométrico RGU

Los sistemas fotométricos han sido diseñados con el propósito de elegir aquellas regiones del espectro donde las variaciones de los parámetros atmosféricos de las estrellas alcanzan sus trazos característicos, con la suficiente intensidad para que puedan ser transformados en datos.

Por un lado, los sistemas de banda intermedia y estrecha han contribuido, en gran parte, al conocimiento que actualmente tenemos de las relaciones entre el espectro estelar y el comportamiento físico de las estrellas.

Por otra parte, la fotometría de banda ancha, ha sido aplicada con éxito al estudio de cúmulos y campos de estre-

llas débiles que no pueden ser investigados por otros métodos. Como consecuencia de esto, nuestro panorama de la estructura de esta y otras galaxias, depende de la capacidad de la fotometría de banda ancha para determinar con la suficiente exactitud, tipos espectrales, clases de luminosidad y población, como para permitirnos llegar a conclusiones estadísticamente significativas.

Nos proponemos en este apartado indicar las características fotométricas esenciales del sistema de banda ancha RGU.

Comenzamos puntualizando algunas ideas sobre las distribuciones espectrales de energía de las estrellas y las condiciones que debe cumplir un sistema fotométrico.

Para una buena elección del número de bandas espectrales y la posición de sus centros de gravedad energéticos (de aquí en adelante c.d.g.) es necesario tener en cuenta las diferencias críticas en las distribuciones espectrales, clases de luminosidad y poblaciones.

Es normal, referir las distribuciones espectrales de energía a un tipo espectral que posea un gradiente del continuo con pocas líneas y estudiar luego distribuciones de energía relativas en magnitudes.

Como tipo normal, es decir, como tipo espectral patrón, resultan adecuadas las estrellas de los tipos espectrales B0 o A0, que también se emplean para fijar el punto cero de la fotometría. En la figura(II-3), se representan de un modo esquemático, los gradientes de la distribución de energía relativas a las estrellas B0, definidas por las funciones

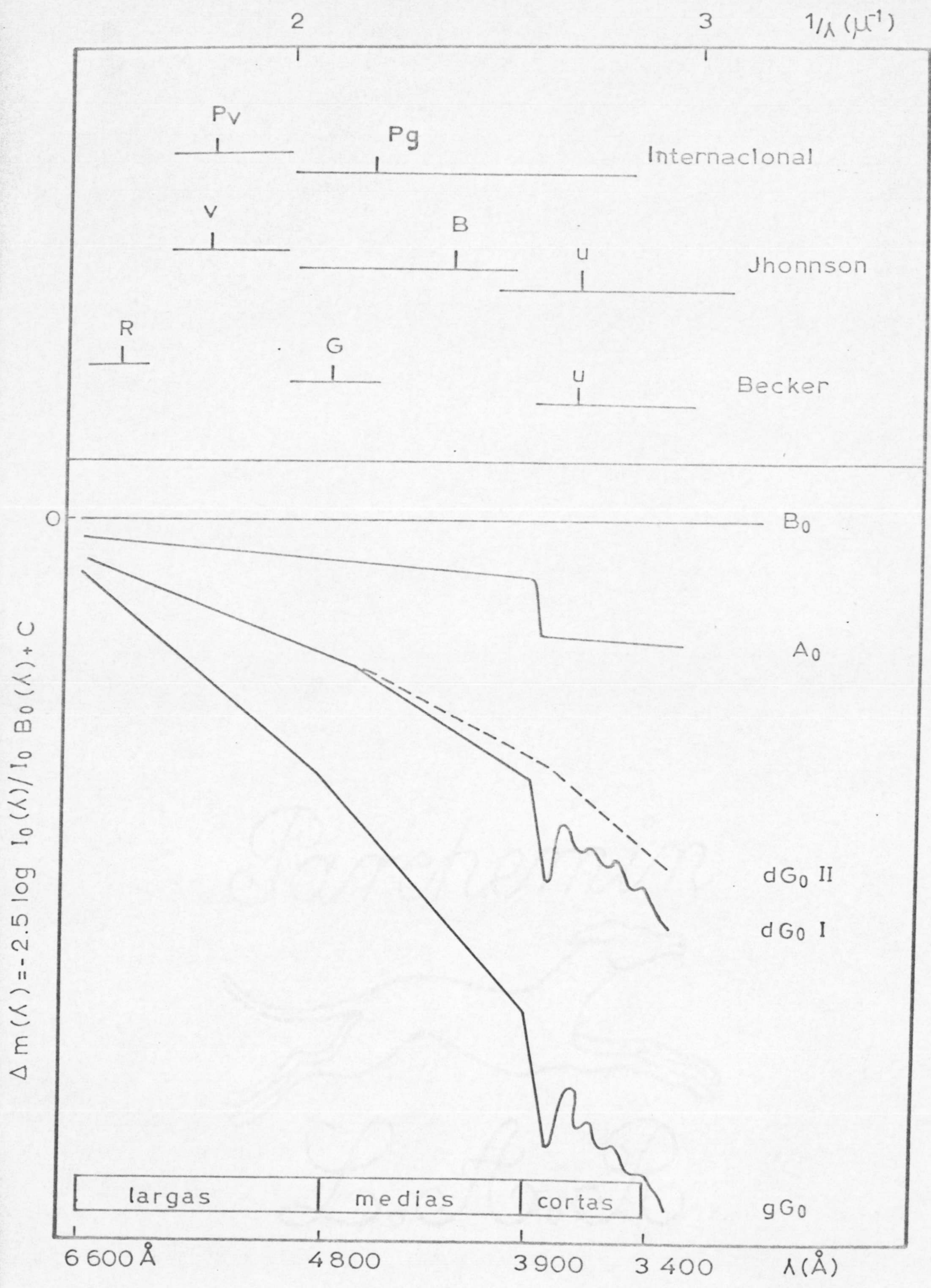


Fig. II-3

$$\Delta_m(\lambda) = -2.5 \log I_0(\lambda) / I_0^{B_0}(\lambda) + C \quad (1-IIb)$$

frente al número de onda  $1/\lambda$  expresado en  $\mu^{-1}$ , siendo C una constante independiente de la longitud de onda.

En este diagrama, el intervalo comprendido entre los números de onda 1.5 y 2.9, corresponde, aproximadamente, a la ventana óptica (6600 Å - 3400 Å), que puede dividirse en tres intervalos parciales.

- longitudes de onda larga ( $1/\lambda=1.5$  a  $2.1$ ) ( $\lambda=6600$  Å a  $4800$  Å)
- longitudes de onda media ( $1/\lambda=2.1$  a  $2.6$ ) ( $\lambda=4800$  Å a  $3900$  Å)
- longitudes de onda corta ( $1/\lambda=2.6$  a  $2.9$ ) ( $\lambda=3900$  Å a  $3400$  Å)

(de aquí en adelante denotaremos longitudes de onda por l.d.o.).

Los intervalos de l.d.o. larga y media, se caracterizan porque en ellos las pendientes relativas

$$\phi(\lambda) = d \Delta_m(\lambda) / d(1/\lambda) \quad (2-IIb)$$

pueden representarse por constantes, crecientes con el tipo espectral hasta A5. El intervalo de la l.d.o. corta está caracterizado por depresiones de energía que, para los primeros tipos espectrales (hasta más o menos A5), están ocasionadas por el salto de Balmer, y para los tipos espectrales últimos, por la absorción de las líneas H y K y de-



más líneas metálicas. Esta depresión es más pronunciada para las gigantes de los últimos tipos espectrales que para las enanas correspondientes a los mismos tipos. En las estrellas de la población II, su pobreza metálica (falta de efecto "blanketing"), produce una reducción de la depresión ultravioleta, que se traduce en un exceso de esta radiación frente a las estrellas de los mismos tipos de la población I.

En la figura (II-3), se representa esquemáticamente el sistema internacional histórico que viene determinado por las funciones de sensibilidad del ojo humano y de la placa fotográfica.

Se ve enseguida, que estos intervalos espectrales dictados por las propiedades del receptor, resultan inadecuados para estudiar el comportamiento físico del emisor.

Así, por ejemplo, las anchuras de estas ventanas, permiten la contribución de regiones espectrales muy alejadas del c.d.g. energético, haciendo que estas magnitudes no sean nada representativas de la verdadera emisión de la estrella en esa longitud de onda; por otra parte, la posición del c.d.g. de energía, está localizado de una forma muy poco crítica para la descripción de las distribuciones de energía espectral de las estrellas, de modo que con esta fotometría, no es posible ni una determinación de los gradientes de intensidad relativa en las regiones de l.d.o. larga y media, ni una apreciación cuantitativa de las depresiones de energía en las regiones de l.d.o. corta.

Para alcanzar todos estos objetivos, al elegir los intervalos de color de un sistema fotométrico hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

1°).- Los valores de los gradientes de intensidad relativa  $\phi(\lambda)$ , deben determinarse en los intervalos de l.d.o. media y larga, con el máximo de precisión, para lo cual deben calcularse las diferencias de magnitud  $\Delta m(\lambda)$ , entre dos posiciones lo más alejadas posible, es decir, cerca de los límites de los respectivos gradientes.

2°).- La anchura de banda de los intervalos de color, debe ser lo suficientemente estrecha como para que la magnitud calculada en ese color, sea lo más significativa posible de la l.d.o. del c.d.g. de energía en ese intervalo.

3°).- Uno de los intervalos de color, debe estar situado de tal modo, que pueda aislar la depresión de energía en la región de l.d.o. corta.

4°).- Atendiendo a la exigencia de que la fotometría en tres colores debe utilizarse con estrellas no accesibles a la espectrofotometría, la función de sensibilidad  $S(\lambda)$  de los colores elegidos, debe posibilitar el registro de magnitudes de estrellas muy débiles.

El sistema RGU de Becker (1965), fue diseñado de acuerdo a los anteriores criterios.

Los c.d.g. energéticos de R y G, están en los límites de las l.d.o. larga y el U está centrado en la l.d.o. corta, las anchuras de banda son lo bastante estrechas como para que los tres colores queden perfectamente separados. Como la mayoría de las estrellas son notablemente más débiles en el ultravioleta que en otras regiones del espectro, puede elegirse la banda U, considerando la cuarta condición, no tan estrecha como las del R y G.

Para definir con toda exactitud un sistema fotométrico, es necesario el conocimiento de las funciones  $S_i(\lambda)$ , (donde  $i$  varía de 1 a  $n$ , siendo  $n$  el número de intervalos de color), y las constantes  $C_i$  que intervienen en la ecuación

$$m(i) = -2.5 \log_e \int_0^{\infty} E_e(\lambda, R, A, r, S) d\lambda + C_i \quad (3-IIb)$$

donde

$$E_e(\lambda, R, A, r, S) = \pi R^2/r^2 I_0(\lambda) A(\lambda) S(\lambda) \quad (4-IIb)$$

De un modo aproximado, las funciones  $S_i(\lambda)$  pueden caracterizarse en la práctica por medio de las llamadas l.d.o. isofotas  $\lambda_{i,iso}$ , y de las semianchuras de banda  $\Delta\lambda_i$ .

La l.d.o. isofota  $\lambda_{i,iso}$ , se define como la longitud de onda perteneciente al intervalo  $i$ , para la cual la intensidad monocromática  $E(\lambda_{iso}, i)$  de una estrella, es idéntica, salvo un factor constante, con su medida heterocromática obtenida con el mismo paso de banda  $i$ .

$$E(\lambda_{iso}, i) = \int_0^{\infty} E(\lambda) S_i(\lambda) d\lambda / \int_0^{\infty} S_i(\lambda) d\lambda \quad (5-IIb)$$

Las l.d.o. efectiva y media son aproximaciones de la l.d.o. isofota y vienen definidas como

$$\lambda_{eff}, i = \int_0^{\infty} \lambda E(\lambda) S_i(\lambda) d\lambda / \int_0^{\infty} E(\lambda) S_i(\lambda) d\lambda \quad (6-IIb)$$

la l.d.o. efectiva, y

$$\lambda_{0,i} = \int_0^{\infty} \lambda S_i(\lambda) d\lambda / \int_0^{\infty} S_i(\lambda) d\lambda \quad (7-IIb)$$

la l.d.o. media.

Mientras que  $\lambda_{0,i}$  viene definida, únicamente, por la función  $S_i(\lambda)$  la l.d.o. efectiva e isofota  $\lambda_{\text{eff}, i}$  y  $\lambda_{\text{iso}, i}$ , dependen también de la distribución de energía de las estrellas.

La semianchura de banda se define como el intervalo de l.d.o., centrado en  $\lambda_{\text{iso}, i}$ , para el cual la función  $S_i(\lambda)$  es mayor o igual que la mitad de su valor máximo.

$$\Delta \lambda_i = \left\{ \lambda / S_i(\lambda) \geq \text{Max. } S_i(\lambda) / 2 \right\} \quad (8-IIb)$$

Para definir completamente el sistema fotométrico, se necesita fijar las constantes de la fotometría  $C_i$ . La elección de estas constantes se hace de tal manera que, por definición, para determinados tipos de estrellas, los índices de color verdaderos  $(m_1 - m_2)_0$  y  $(m_2 - m_3)_0$ , sean iguales a cero y una de sus magnitudes  $m_{2,0}$ , sea igual a la magnitud  $m$  de un sistema ya definido.

El sistema RGU fue definido por Becker (1965) con las emulsiones fotográficas y filtros que se detallan a continuación

<u>Banda</u>	<u>Filtro</u>	<u>Emulsión</u>
U	Schott UG2	103a-0
R	" RG1	103a-E
G	" GG5	IIa-0

Las funciones respuesta de este sistema han sido computadas por Buser(1978a) a partir de las funciones de sensibilidad de las emulsiones fotográficas, dadas en los catálogos KODAK(1967,1973), de las medidas en laboratorio de las funciones de transmisión de los filtros (Becker, 1974) y de la función de transmisión normalizada de la atmósfera terrestre dada por Allen(1973).

Como para una emisión dada, las curvas publicadas en los catálogos KODAK difieren unas de otras, se han calculado dos conjuntos diferentes de funciones respuesta. En lo que sigue nos referiremos a estos dos sistemas como RGU(67) y RGU(73). Estas funciones se presentan en la figura (II-4). Los valores numéricos del sistema RGU(73), vienen tabulados en la tabla (II-1) y las l.d.o. y semianchura de banda característicos de los dos sistemas aparecen en la tabla (II-2).

Para la obtención de las constantes  $C_i$  de la fotometría, el criterio más generalizado es la utilización de las estrellas A0 como patrón a causa de su frecuencia relativa, con la condición adicional;  $5.5 < m_{pv} < m_{pg} < 6.5$ , con base en la experiencia de que las estrellas más débiles a menudo están más enrojecidas.

Becker, propuso añadir las estrellas B0 como grupo de normalización ya que prácticamente no manifiestan ninguna discontinuidad en su distribución de energía espectral. Sin embargo, además del escaso número relativo de estas estrellas, existe otra dificultad y es, que suelen ser tan jóvenes que, la mayoría de las veces, aparecen rodeadas de materia interestelar(causante de enrojecimiento).

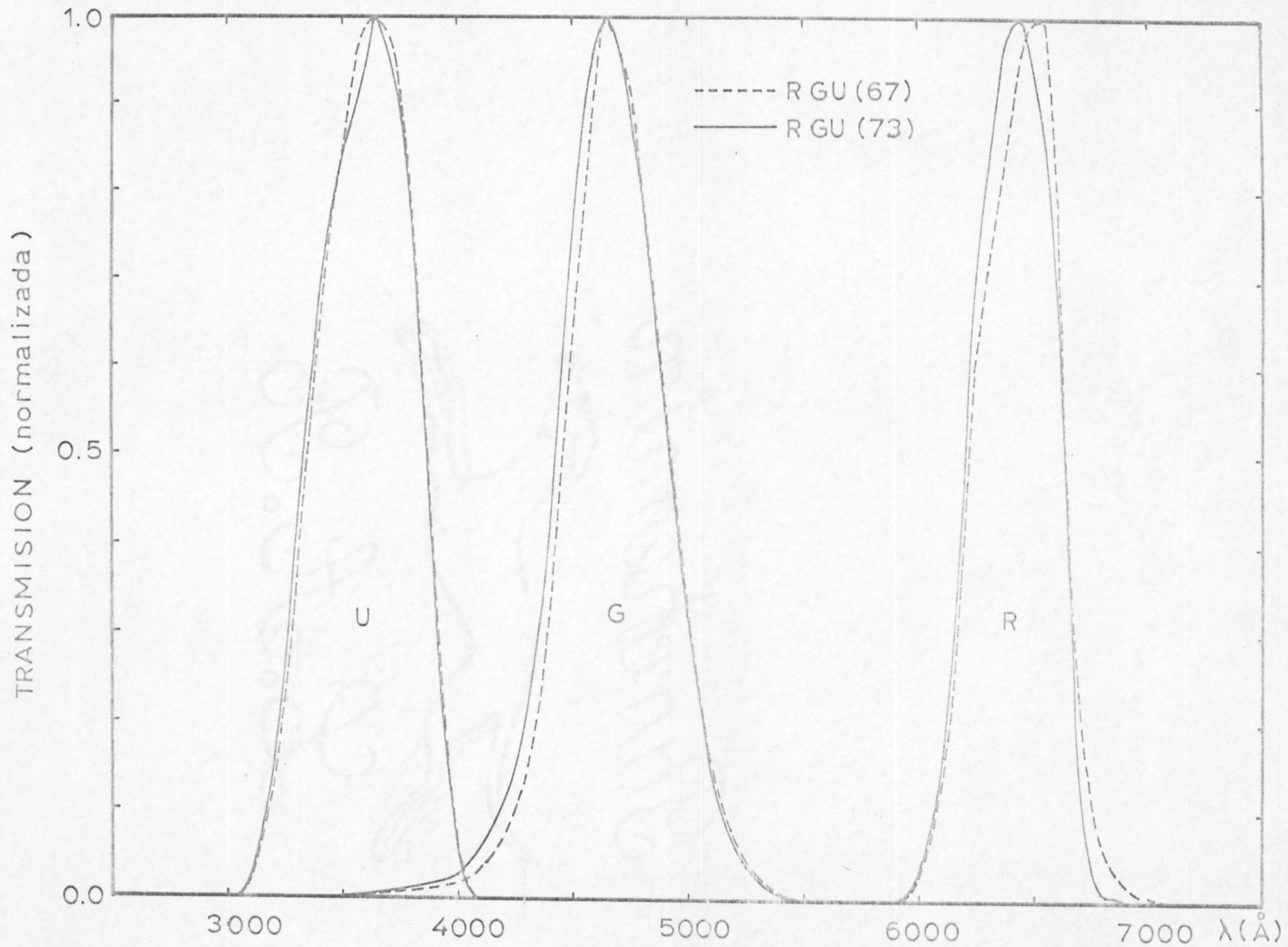


Fig. II-4

Tabla II-1 .- Funciones respuesta del sistema RGU(73)

$\lambda[\text{\AA}]$	$s_R(\lambda)$	$\lambda[\text{\AA}]$	$s_G(\lambda)$	$\lambda[\text{\AA}]$	$s_G(\lambda)$	$\lambda[\text{\AA}]$	$s_U(\lambda)$
5850	.000	3300	.000	4450	.598	3000	.000
900	.001	50	.001	500	.759	50	.004
50	.011	400	.002	50	.887	100	.024
6000	.038	50	.003	600	.972	50	.080
50	.083	500	.004	50	.986	200	.154
100	.157	50	.006	700	.973	50	.268
50	.288	600	.006	50	.888	300	.411
200	.487	50	.008	800	.797	50	.548
50	.704	700	.009	50	.676	400	.670
300	.819	50	.011	900	.546	50	.769
50	.916	800	.013	50	.438	500	.839
400	.983	50	.015	5000	.311	50	.889
50	1.000	900	.018	50	.228	600	.941
500	.942	50	.022	100	.145	50	1.000
50	.862	4000	.030	50	.093	700	.960
600	.689	50	.041	200	.057	50	.903
50	.392	100	.060	50	.032	800	.773
700	.128	50	.082	300	.022	50	.573
50	.035	200	.110	50	.011	900	.354
800	.006	50	.150	400	.007	50	.163
50	.006	300	.221	50	.004	4000	.053
900	.000	50	.296	500	.004	50	.007
		400	.424	50	.000	100	.000

Tabla II-2 .- Características de las bandas espectrales de los sistemas RGU(67) y RGU(73).

Banda espectral	$\lambda_{\text{eff}} [\text{Å}]$			$\lambda_{\text{o}} [\text{Å}]$	Semianchura $[\text{Å}]$ $\Delta\lambda$
	O V	AO V	KO V		
R(67)	6419	6419	6431	6435	425
G(67)	4641	4657	4701	4685	475
U(67)	3568	3634	3609	3599	520
R(73)	6394	6393	6405	6407	430
G(73)	4609	4630	4678	4658	495
U(73)	3561	3628	3603	3593	530



En definitiva, las constantes  $C_i$  del sistema RGU, se definen conforme a las siguientes condiciones:

1°).- Para estrellas B0 no enrojecidas  
 $G - R = U - G = 0$

2°).- Para estrellas A0 no enrojecidas  
 $G = V$   
esta definición fue transformada posteriormente por

3°).- Para estrellas B0 no enrojecidas  
 $U - G = -0.18$  y  $G - R = -0.03$

#### II-c.- Observaciones

En 1968 Tamman y Steinlin, obtuvieron un total de veintiún placas fotográficas de esta región en el sistema RGU. Las placas R y G se tomaron con el telescopio reflector Southerland del South African Astronomical Observatory mientras las placas U se obtuvieron con el telescopio Curtis-Schmidt del Cerro Tololo Inter-American Observatory. De este conjunto de placa elegimos catorce, en función de su calidad, para el estudio del campo descrito en II-a. Las características principales de estas placas se enumeran en la tabla (II-3).

Tabla II-3 .- Características de las placas

N°	N°pl.	Emul	Filtro	Seeing	Tiem. de exp.	Calid.	Notas
R1	RCS 11	103a-E	RG1	bueno	15 min.	bueno	Im. elong.
R2	RCS 10	"	"	"	"	"	"
R3	RCS 7	"	"	medio	"	media	Im. muy elong.
R4	RCS 8	"	"	"	"	"	Im. elong.
G1	RCS 61	IIa-0	GG5	bueno	"	bueno	
G2	RCS 60	"	"	"	"	"	
G3	RCS 59	"	"	"	"	"	
G4	RCS 32	"	"	"	"	"	Halo
G5	RCS 30	"	"	"	"	"	
U1	16144	103a-0	UG2	"	20 min.	bueno	
U2	16154	"	"	"	"	"	
U3	16143	"	"	"	"	"	
U4	16177	"	"	"	"	"	
U5	16176	"	"	"	"	"	

Nota.- Las placas R y G, están centradas en  $\alpha = 10^{\text{h}} 24^{\text{m}}$  y  $\delta = -57^{\circ} 37'$  y las placas U en el cúmulo IC 2599.

II-d.- Medida de las placas.

Se han medido un total de 2101 estrellas en cada una de las placas. Las medidas se efectuaron por el autor con un fotómetro Iris del Astronomische Institut de la Universidad de Basilea, en dos períodos de tres meses que comenzaron en Noviembre de 1977 y 1978 respectivamente.

Las características de este fotómetro están bien expuestas en un artículo de Becker y Biber (1956), por lo que no haremos aquí mención de las mismas.

El principio en que se basa dicho instrumento, es la comparación de la intensidad de un haz luminoso que atraviesa la imagen estelar con una intensidad constante. Si la imagen es muy opaca, (fuente muy intensa) el diafragma Iris deberá estar muy abierto para conseguir igualar la intensidad del rayo de comparación con la del rayo de medida. En el caso contrario (estrella débil), el diafragma estará más cerrado.

El proceso de medida consta de los siguientes pasos:

1°).- Elección del umbral mínimo de lectura de Iris que se va a medir, esto se hace escogiendo una muestra de las estrellas que presentan una imagen estelar más débil sobre la placa, y calculando su Iris medio.

2°).- Asignar un número de identificación a las estrellas; en nuestro caso hemos dividido el campo en cuatro zonas numerando las estrellas en el orden que se muestra en la figura (A-2). (Véase Apéndice).

3°).- Ajuste del fotómetro de manera que el intervalo de lectura de Iris, entre los valores correspondientes a las estrellas más débiles y más brillantes, sea lo más amplio posible. Al hacer esto incrementamos la sensibilidad de la medida y reducimos los errores inherentes al ajuste del diafragma.

4°).- Se miden a continuación las estrellas patrón, con el fin de determinar la curva de calibrado. Estas medidas se realizan al comienzo de cada placa.

5°).- Medida de las estrellas programa, anotando aquellas que presentan un solapamiento con una segunda imagen(\*)

6°).- Cada cierto intervalo de tiempo se mide, de nuevo, un grupo de estrellas patrón con el fin de comprobar la existencia de derivas en el fotómetro.

7°).- Las estrellas "blend", se miden determinando un diámetro aparente de la imagen estelar, sin tener en cuenta la electrónica del fotómetro.

Se han encontrado 226 estrellas "blend" (11% del total de estrellas medidas), de las cuales 65 se han medido también con electrónica, por presentar un efecto de superposición más leve.

El error típico de una lectura de Iris es del 0.2%.

---

(\*) estrellas "blend".

CAPITULO III.- TRATAMIENTO Y REDUCCION DE LAS MEDIDAS

- III-a) .- Introducción
- III-1a) .- Transformación del sistema UBV al RGU
- III-1b) .- Curvas de calibrado
- III-1c) .- Errores sistemáticos y aleatorios
- III-1d) .- Esquema general del proceso
- III-2a) .- Resultados

III-a.- Introducción

Bajo el nombre de tratamiento y reducción de las medidas , agrupamos todos los procesos necesarios para obtener las magnitudes de las estrellas a partir de las medidas de Iris. Estos procesos son en general largos y laboriosos, interviniendo un gran número de factores que determinan la menor precisión de las medidas fotográficas frente a las fotoeléctricas, por ejemplo. Sin embargo, como ya comentamos anteriormente, para determinados tipos de problemas, la fotometría fotográfica, es una poderosa herramienta de trabajo, debido entre otras ventajas, a la propiedad panorámica de la placa fotográfica, que permite almacenar información de un gran número de objetos estelares con un bajo coste de tiempo y espacio.

En este capítulo, describimos no sólo los diversos factores que influyen en el ulterior valor asignado a las magnitudes que pretendemos medir, sino también la forma que los efectos por ellos producidos pueden presentar. Estos efectos nos son aislados , por lo que, en la mayoría de los casos, resulta difícil eliminarlos, debiéndonos conformar con fijar una cota de su cuantía.

Un punto de vista que no debemos perder a lo largo de esta discusión, es la influencia de las técnicas de medida utilizadas para encontrar, aislar y corregir, los posibles errores que contaminen las medidas.

Así, por ejemplo, la utilización de un microdensitómetro automatizado, puede evitar problemas procedentes de un fondo inhomogéneo de placa, al poder realizar medidas diferenciales (objeto menos fondo) rápida y precisamente. Por

el contrario, si medimos con un fotómetro no automático, este problema debe ser resuelto "a posteriori", comparando los resultados obtenidos con valores supuestamente libres de error. Con esto, no pretendemos resaltar las ventajas de una técnica de reducción determinada, sino dejar constancia de la influencia que tienen los medios de medida disponibles a la hora de planificar el trabajo de reducción.

Este capítulo consta de dos partes claramente diferenciadas. Por un lado la descripción de los principales pasos del proceso de reducción así como la explicación detallada de los métodos utilizados en la resolución de los problemas encontrados, y por último, los resultados parciales y definitivos, de nuestra fotometría.

### III-1a.- Transformación del sistema UBV al RGU.

Aunque el sistema fotométrico RGU ha demostrado ser muy eficaz en la investigación de la estructura galáctica, su aplicación está subordinada a la existencia de una secuencia de estrellas patrón medidas fotoeléctricamente en otro sistema, normalmente el UBV, y a unas ecuaciones de transformación entre ambos sistemas, que permitan la obtención de una secuencia patrón RGU para la calibración de las placas.

La necesidad de tal transformación, induce en la calibración dos posibles fuentes de error. En primer lugar, una mayor dispersión intrínseca de las curvas de calibrado, ya que las magnitudes transformadas han acumulado errores pro

pagados de los valores que intervienen en la transformación, exceso de color, parámetros propios de la transformación, etc..., y por último, la introducción de una ecuación de color supletoria debida simplemente al hecho de que se ha efectuado una transformación de un sistema a otro.

Actualmente, existen dos grupos de ecuaciones de transformación, dadas respectivamente por Steinlin (1968) y Buser (1978b).

Las transformaciones de Steinlin se obtuvieron comparando la posición de la secuencia principal media, en el diagrama de dos colores U-B, B-V (Arp, 1958) con la posición en el diagrama U-G, G-R de la secuencia principal observada por Becker (1962); las ecuaciones de Buser, se han obtenido a partir de colores sintéticos calculados por Buser (1978a), a partir de las distribuciones de energía de diferentes tipos espectrales y clases de luminosidad (Straižys, y Sniderskiene, 1972).

Estas últimas transformaciones han mejorado las dadas anteriormente por Steinlin, en los dos sentidos expuestos con anterioridad. Sin embargo, hasta no conocer con exactitud la influencia global de la recalibración del sistema RGU sobre los resultados de su aplicación a los trabajos de estructura galáctica (cúmulos, campos estelares, etc.), razones de homogeneidad con los parámetros físicos (enrojecimiento, módulo de distancia, edad, función de luminosidad, etc.), reseñados en los catálogos RGU ya publicados, nos llevan a utilizar las transformaciones de Steinlin, con las correcciones introducidas por Becker para las estrellas más enrojecidas.

Como puede observarse en las ecuaciones (1-III-1a),



(2-III-1a) y (3-III-1a), las magnitudes RGU transformadas, no sólo dependen de la magnitud de estas estrellas en el sistema UB<sub>V</sub>, sino que vienen afectadas de una corrección de segundo orden en el enrojecimiento.

$$G = B - 0.08 (U-B) - 0.07 (B-V) - 0.12 E (B-V) + 0.045 E^2 (B-V) \quad (1-III-1a)$$

$$G - R = 1.15 (B-V) - 0.04 (U-B) + 0.32 + 0.27 E (B-V) + 0.017 E^2 (B-V) \quad (2-III-1a)$$

$$U - G = 1.08 (U-B) + 0.07 (B-V) + 1.24 + 0.12 E (B-V) - 0.045 E^2 (B-V) \quad (3-III-1a)$$

Normalmente, las secuencias fotoeléctricas disponibles, provienen de estudios de cúmulos estelares que presentan un mismo enrojecimiento y cuyo valor ha sido bien determinado, no obstante, en algunas ocasiones, puede ocurrir que las únicas estrellas medidas fotoeléctricamente en la zona, no tengan bien determinada su absorción. En estos casos, el primer problema a abordar, es la asignación de un parámetro de enrojecimiento fiable.

Las magnitudes fotoeléctricas utilizadas en la calibración de nuestras placas, se han tomado de la fotometría del cúmulo IC 2581 (Evans, 1969), que se encuentra muy próximo al centro del campo en estudio. La figura (III-1), representa la posición de estas estrellas en el diagrama de dos colores U-B, B-V y las curvas normales para las diferentes soluciones de enrojecimiento. En la tabla (III-1),

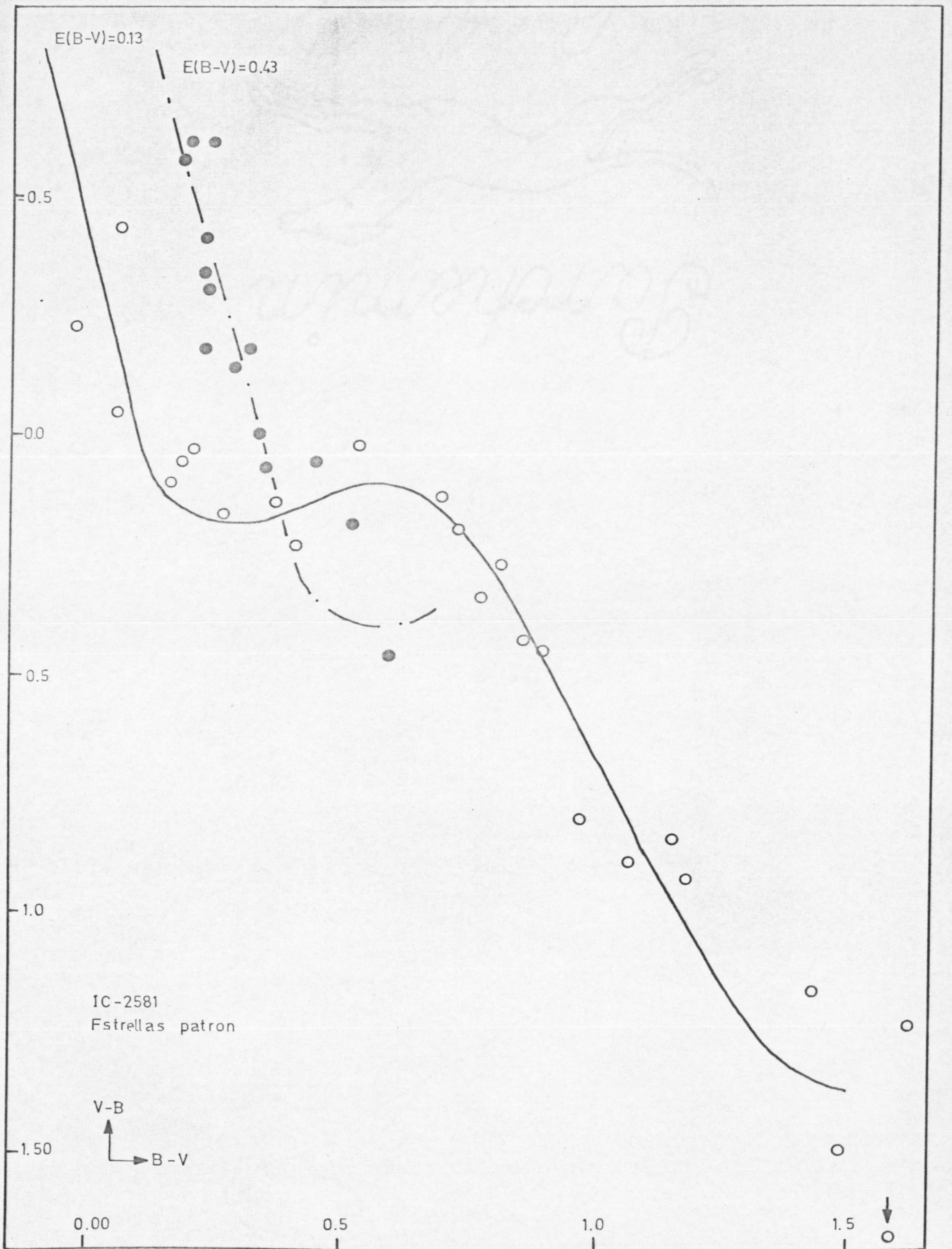


Fig. III-1.- Diagrama de dos colores, U-B, B-V, de las estrellas patrón.

Tabla III-1 .- Secuencia fotoeléctrica patrón.

N°	N° (Evans)	V	B-V	U-B	E(B-V)	G	G-R	U-G
1	4	9.60	0.20	-0.62	0.43	9.79	0.69	0.63
2	5	9.77	-0.03	-0.23	0.13	9.75	0.33	1.00
3	6	11.06	0.19	-0.58	0.43	11.24	0.68	0.67
4	11	11.95	0.06	-0.44	0.13	12.03	0.45	0.78
5	13	12.29	0.17	0.10	0.13	12.43	0.55	1.37
6	16	10.89	1.15	0.84	0.13	11.66	1.58	2.46
7	20	11.78	0.24	-0.38	0.43	11.99	0.73	0.89
8	21	12.97	0.27	0.17	0.13	13.19	0.66	1.46
9	25	12.26	0.23	-0.41	0.43	12.46	0.72	0.86
10	26	13.28	0.23	-0.18	0.43	13.47	0.72	1.10
11	33	13.55	0.21	0.03	0.13	13.73	0.60	1.30
12	36	12.82	0.24	-0.31	0.43	13.02	0.72	0.97
13	37	13.57	0.29	-0.14	0.43	13.41	0.78	1.15
14	42	13.22	0.23	-0.34	0.43	13.42	0.72	0.93
15	59	13.56	0.37	0.14	0.43	13.85	0.86	1.46
16	68	12.96	0.86	0.43	0.13	13.71	1.33	1.78
17	74	12.35	0.06	-0.05	0.13	12.39	0.42	1.21
18	100	13.39	0.81	0.27	0.13	14.11	1.28	1.60
19	101	13.09	0.72	0.20	0.13	13.73	1.18	1.52
20	103	14.18	0.89	0.45	0.13	14.96	1.36	1.80
21	105	13.67	0.97	0.80	0.13	14.49	1.44	2.19
22	107	13.63	0.32	-0.18	0.43	13.90	0.82	1.11
23	108	14.09	0.34	0.00	0.43	14.36	0.83	1.31
24	109	14.05	0.41	0.23	0.13	14.40	0.82	1.53
25	111	14.45	1.62	1.23	0.13	15.62	2.10	2.92
26	114	14.91	0.69	0.13	0.13	15.53	1.15	1.44
27	115	14.22	0.68	0.09	0.13	14.83	1.13	1.40
28	116	15.25	0.52	0.19	0.13	15.70	0.94	1.50
29	117	14.33	0.45	0.06	0.43	14.70	0.95	1.38
30	118	15.35	0.77	0.34	0.13	16.02	1.22	1.68

Tabla III-1 .-(Continuación)

N°	N° (Evans)	V	B-V	U-B	E(B-V)	G	G-R	U-G
31	119	13.44	0.53	0.02	0.13	13.92	0.97	1.31
32	120	14.94	1.60	1.71	0.13	16.06	2.06	3.43
33	121	13.98	0.35	0.07	0.43	14.26	0.84	1.38
34	123	15.48	0.59	0.46	0.43	15.95	1.10	1.82
35	128	14.85	2.21	1.62	0.13	16.54	2.76	3.38
36	129	13.06	1.18	0.93	0.13	13.85	1.61	2.83
37	130	13.93	1.43	1.16	0.13	14.93	1.88	2.83
38	131	11.41	1.49	1.49	0.13	12.44	1.94	3.19

están reseñadas las magnitudes fotoeléctricas de las estrellas utilizadas, el número de identificación en el artículo de Evans y en nuestras placas, el enrojecimiento asignado y las magnitudes RGU transformadas.

### III-1b.- Curvas de calibrado

Una vez obtenidas las magnitudes RGU transformadas, nos queda por establecer una relación entre estas magnitudes y las lecturas de Iris. Tal relación, recibe el nombre de curva de calibrado y nos permitirá calcular las magnitudes fotográficas de las estrellas programa. Se hace por lo tanto necesaria, la transferencia de una secuencia de magnitudes fotoeléctricas a fotográficas y aunque los dos sistemas tengan la misma definición, podremos encontrar diferencias ( $m_{pg} - m_{pe}$ ), derivadas de discrepancias entre las  $S(\lambda)$  real y teórica. Como ya apuntamos anteriormente, este efecto puede incrementarse al realizar una transformación entre distintos sistemas.

Cuando esto ocurre, nos encontramos con que los residuos son, en general, función del color y la magnitud de la estrella,  $m_{pg} - m_{pe} = F(C_{pe}, m_{pe})$ . La determinación de esta función es de gran interés para el resto del proceso.

Hay que hacer notar que, cuando las placas han sido tomadas con telescopios reflectores, la ecuación de color puede transformarse en otra más simple de la forma  $f(C_{pe}) + g(m_{pe})$ , separándose los dos efectos. Una vez esta ecuación está determinada, las magnitudes fotoeléctricas pueden ser transferidas al sistema fotográfico mediante

$$m_{pg} = m_{pe} + f(C_{pe}) + g(m_{pe}) \quad (1-III-1b)$$

obteniéndose de nuevo una curva de calibrado, que será la definitiva, si un posterior análisis no revela más ecuaciones de color, en caso afirmativo, el proceso se repite.

Las secuencias patrón disponibles, muestran frecuentemente las siguientes lagunas:

- a).- El número de estrellas patrón no es muy grande.
- b).- La magnitud límite de estas secuencias, es más baja que la magnitud límite accesible con las emulsiones fotográficas y requeridas para este tipo de trabajos.
- c).- Generalmente, estas estrellas no están distribuidas uniformemente dentro de cada intervalo de magnitud y color.

Siendo la solución de estos problemas de carácter observacional, nos vemos forzados a usar métodos de análisis capaces de extraer una información más fiel de los datos disponibles. Teniendo todo esto en cuenta, hemos decidido usar polinomios ortogonales para el ajuste de curvas de calibrado, y un análisis de varianza para la elección del mejor ajuste y posterior estudio de los efectos de magnitud y color.

Los polinomios ortogonales, se definen como

$$y_i = \sum_{j=0}^M A_j P_j(x_i) \quad (2-III-1b)$$

donde  $P_j(x_i)$  son polinomios de grado  $j$  en  $x$  que verifican

$$\sum_{i=1}^M P_j(x_i) P_k(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{si } j \neq k \\ 1 & \text{si } j = k \end{cases} \quad (3\text{-III-1b})$$

siendo  $N$  el número de puntos a ajustar y  $A_j$  el valor medio, la pendiente media, la curvatura media, etc.... de los datos. Estos coeficientes, son independientes de la elección del sistema de coordenadas y representan, características físicas de los datos, no estando tampoco relacionados con el grado del polinomio a ajustar.

Este no es el caso en el ajuste con polinomios normales, donde toda la información está referida a un punto que puede no ser representativo de los datos (Bevington, 1969).

Por otra parte, como los polinomios ortogonales son independientes unos de otros, la suma de los cuadrados de los residuos, es fácil de calcular mediante la fórmula

$$\sum_{i=1}^M \left( y_i - \sum_{j=0}^M A_j P_j(x_i) \right)^2 = \sum_{i=1}^M y_i^2 - \sum_{j=0}^M A_j^2 \quad (4\text{-III-1b})$$

de esta manera, puede efectuarse, inmediatamente, un análisis de varianza entre los términos ortogonales del polinomio suma, para ver, por medio de un test  $F$  (5-III-1b), si la contribución de cada término es o no significativa.



$$F_{cal}^m = A_m^2 (u - m - 1) / \left( \sum_{i=1}^m y_i^2 - \sum_{j=0}^m A_j^2 \right) \quad (5-III-1b)$$

En este último caso, podemos despreciar el término no significativo, sin necesidad de recalcular los coeficientes previamente obtenidos. Los test F utilizados, son aislados como en los casos más simples de análisis de varianza (Crow et al., 1960).

Para el cálculo de los polinomios, hemos ensayado dos algoritmos diferentes. Uno de ellos, basado en la factorización matricial de Crout (Acton, 1966), y el otro, descrito por Petersen (1979), que es especialmente apto para pequeñas computadoras y requiere, únicamente, precisión simple. Se han aplicado los dos métodos, decidiéndonos por el de Petersen, a la vista de la igualdad de los resultados obtenidos y de la economía de tiempo y memoria que éste último presentaba. Como ya comentábamos al comienzo de este apartado, desde un punto de vista físico, la curva de lectura de Iris frente a magnitud fotoeléctrica, dará solamente una aproximación de la curva de calibrado. Un análisis detallado de los residuos, puede mostrar una dependencia significativa de la magnitud y el color.

Para este estudio, hemos considerado independientes los dos efectos, la comprobación de esta hipótesis dió resultado afirmativo, de manera que, en todo lo que sigue, de terminamos una ecuación de color y otra de magnitud para cada curva de calibrado.

Para cada filtro, tenemos  $p \times q$  residuos ( $m_{pg} - m_{pe}$ ) donde  $p$  es el número de estrellas patrón y  $q$  es el número



de placas medidas en este filtro.

Realizamos entonces un análisis de varianza para estudiar la dependencia de los residuos del color y la magnitud, comenzando con el siguiente modelo (Acton, 1966)

$$r_{ij} = (m_{pg} - m_{pe})_{ij} = \mu + \zeta_i + \eta_j + \varepsilon_{ij} \quad (6-III-1b)$$

donde consideramos que cada residuo consta al menos de cuatro partes.

$\mu$  = un valor medio común a todos los residuos

$\zeta_i$  = un valor común a cada residuo (de la misma estrella) en todas las placas.

$\eta_j$  = un valor común a todos los residuos de una misma placa.

$\varepsilon_{ij}$  = una perturbación aleatoria aplicada a cada residuo con media cero y varianza desconocida.

Posteriormente, se introducen en el modelo polinomios de hasta cuarto grado, que tengan en cuenta los efectos de magnitud y color. La tabla de varianza resultante, nos informa del grado de significación de estos efectos plurales, permitiéndonos a la vez, considerar cualitativamente similitudes y discrepancias entre las placas de un mismo color.

El método apuntado en los apartados anteriores, ha sido programado en lenguaje BASIC en el mini-computador Hewllet - Packard 9845A de nuestro Instituto.

Los valores de entrada (lectura de Iris, magnitudes fotoeléctricas, índices de color), son almacenados en cinta magnética.

El modo interactivo de trabajo del mini-computador, nos permite la elección de la línea más conveniente a seguir durante la ejecución, a la vista de los resultados parciales.

El grado límite adoptado para el ajuste, es diez. El programa selecciona el polinomio de mejor ajuste a través de un test F con un nivel de confianza del 95%.

Las magnitudes fotográficas de las estrellas patrón calculadas a partir de estos polinomios, son almacenadas con vista a su análisis posterior; se obtienen entonces los residuos ( $m_{pg} - m_{pe}$ ) para cada placa. Con ellos se efectúa una primera evaluación de la variabilidad de los datos, mediante una tabla bifactorial ANOVA (análisis de varianza), donde las filas representan las estrellas y las columnas las placas.

Como ejemplo de aplicación del método, presentamos la tabla ANOVA (Tabla III-2), correspondiente al análisis del filtro R. Puede verse inmediatamente, que la contribución más importante a la varianza total proviene de las filas. Para extraer la información contenida en ellas, estudiamos la dependencia de los residuos del color y la magnitud adoptando, como ya señalamos anteriormente, modelos polinómicos de hasta cuarto grado.

El grado de independencia de estos factores nos permite realizar su estudio separadamente, siendo indiferente

TABLA III-2.- Variabilidad de los datos . R &lt;0&gt;

	SS	DF	MS
Filas (*)	3.3722	35	0.0963
Columnas (P.L.)	0.0000	3	0.0000
Interacción	0.2162	105	0.0021
-----			
TOTAL	3.5884	143	

Nota.- El término R <0> del encabezamiento indica, el filtro y el número de iteración.

SS, DF y MS representan, la suma de los cuadrados de los residuos, los grados de libertad y el cociente SS/DF respectivamente. Esto es válido para el resto de las tablas.

el orden de realización.

Siguiendo con el ejemplo que nos sirve de ilustración, en las tablas (III-3) y (III-4), pueden verse las aportaciones a la varianza total de los diferentes modelos de la ecuación de magnitud y color. A la vista de estos resultados, se adoptó, como la mejor descripción de esta dependencia, una ecuación de color lineal media para todas las placas, ya que, como puede observarse en la tabla (III-4), la ecuación de primer grado media, da cuenta de casi los 2/3 de la variabilidad total de las filas. Un test F aplicado a estos valores, dió un alto grado de significación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, las magnitudes fotoeléctricas de las estrellas patrón, fueron corregidas de la ecuación de color en la forma

$$m_{pg}^* = m_{pe} + a \cdot C_{pe} + b \quad (7-III-1b)$$

Con las magnitudes corregidas de esta forma, ajustamos nuevas curvas de calibrado, repitiendo de nuevo el proceso total. Los resultados están en las tablas (III-5) y (III-6), donde puede verse que no es significativa una nueva corrección. El término "Otros efectos filas", es lo que Acton (1966), designa como el "common snakiness", que mide la oscilación de los residuos medios alrededor de su ajuste medio y puede representar también la aportación a la varianza total de otros efectos más débiles que no han podido tenerse en cuenta, tales como diferencias en el fondo de placa para diferentes zonas.

Las últimas curvas de calibrado así obtenidas, son almacenadas para el cálculo posterior de las magnitudes de las estrellas programa.

TABLA III-3.- Ecuación de magnitud . R &lt; 0 &gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0000	3	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0579	1	0.0579
Pol. grado (2)	0.0338	1	0.0338
Pol. grado (3)	0.0975	1	0.0975
Pol. grado (4)	0.2318	1	0.2318
Otros efectos de fila	2.9512	31	0.0952
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0004	3	0.0001
Pol. grado (2)	0.0006	3	0.0002
Pol. grado (3)	0.0011	3	0.0004
Pol. grado (4)	0.0147	3	0.0049
Variabilidad residual	0.1994	93	0.0021
-----			
TOTAL	3.5884	143	

TABLA III-4.- Ecuación de color, R &lt;0&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0000	3	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	2.1388	1	2.1388
Pol. grado (2)	0.0939	1	0.0939
Pol. grado (3)	0.0003	1	0.0003
Pol. grado (4)	0.1598	1	0.1598
Otros efectos de fila	0.9794	31	0.0316
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0133	3	0.0044
Pol. grado (2)	0.0012	3	0.0004
Pol. grado (3)	0.0151	3	0.0050
Pol. grado (4)	0.0016	3	0.0005
Variabilidad residual	0.1850	93	0.0020
-----			
TOTAL	3.5884	143	

TABLA III-5 .- Ecuación de magnitud. R &lt;1&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0001	3	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0066	1	0.0066
Pol. grado (2)	0.0009	1	0.0009
Pol. grado (3)	0.0059	1	0.0059
Pol. grado (4)	0.0002	1	0.0002
Otros efectos de fila	0.9482	31	0.0306
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0001	3	0.0000
Pol. grado (2)	0.0024	3	0.0008
Pol. grado (3)	0.0015	3	0.0005
Pol. grado (4)	0.0145	3	0.0048
Variabilidad residual	0.1955	93	0.0021
-----			
TOTAL	1.1760	143	

TABLA III -6.- Ecuación de color. R &lt; 2 &gt;.

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0001	3	0.0000
Regresión Medias			
Pol. grado (1)	0.0004	1	0.0004
Pol. grado (2)	0.0008	1	0.0008
Pol. grado (3)	0.0000	1	0.0000
Pol. grado (4)	0.0012	1	0.0012
Otros efectos de fila	0.9595	31	0.0310
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0107	3	0.0036
Pol. grado (2)	0.0007	3	0.0002
Pol. grado (3)	0.0163	3	0.0054
Pol. grado (4)	0.0008	3	0.0003
Variabilidad residual	0.1854	93	0.0020
-----			
TOTAL	1.1760	143	



III.-1c.- Errores sistemáticos y aleatorios.-

Antes de hablar de errores aleatorios y sistemáticos pasemos lista al amplio conjunto de fenómenos que influyen en la determinación de la magnitud de una estrella impresionada en una placa fotográfica.

Comencemos en primer lugar con la dependencia del valor de fondo de placa. Este fenómeno inducirá una mayor apertura de Iris en aquellas estrellas que presenten un fondo de placa superior al que rodea a otras estrellas de la misma magnitud. Evidentemente esto creará una diferencia entre las magnitudes obtenidas para las dos estrellas que "a priori", deben ser la misma. Este efecto puede venir producido por una sensibilidad no uniforme a lo largo de la placa, ya sea originada por un posible defecto de fabricación o por deficiencias en el revelado de la misma. Otro hecho que puede explicar estas inhomogeneidades es la variación de la extinción atmosférica durante el tiempo de exposición.

Estas causas y su secuela de efectos pueden reducirse al utilizar tiempos de observación más cortos y áreas angulares pequeñas y muy próximas a la región donde están localizadas las estrellas patrón.

De todas formas, puede suceder que aún habiendo tenido en cuenta estas precauciones, no desaparezcan totalmente las inhomogeneidades. Para el control de este fenómeno se requiere la medida de un número suficiente de placas (al menos cuatro), que permitan una comparación entre las mismas. Si dos o más placas presentan valores muy próximos para un conjunto de estrellas del campo, podemos tomar su me

dia como un valor supuestamente libre de este tipo de errores, ya que parece improbable que dos o más placas hayan sufrido las mismas desviaciones. El paso siguiente es la corrección de las restantes placas a este valor medio.

La subdivisión del campo en zonas más pequeñas, nos permite corregir más localmente estos fenómenos, siguiendo el método expuesto por Schaltebrand (1974), que describimos aquí brevemente.

Consideremos  $m(c, p, s, b)$ , la magnitud de una estrella en la placa  $p$  del filtro  $c$ , situada en la subdivisión del campo  $s$ , y con una magnitud comprendida en el intervalo  $b$ , de magnitudes aparentes; la diferencia  $d(c, p, s, b)$  vendrá definida por

$$d(c, p, s, b) = m(c, p, s, b) - m^* \quad (1-III-1c)$$

donde  $m^*$ , representa la media de las restantes placas.

La ecuación de magnitud viene definida como la media aritmética de estas desviaciones para las estrellas pertenecientes a esta subdivisión del campo y comprendidas en el intervalo de magnitud  $b$ .

$$h(c, p, s, b) = 1/i \sum_1^i d(c, p, s, b) \quad (2-III-1c)$$

De forma parecida, se define lo que llamaremos errores de campo y que vienen descritos por la expresión

$$f(c, p, s) = 1/j \sum_1^j d(c, p, s, b) \quad (3-III-1c)$$

donde la sumatoria se refiere a todos los intervalos de magnitud. Puede suceder que la corrección simultánea de ecuación de magnitud y errores de campo no converja, por lo que es conveniente evaluar en primer lugar la importancia de cada efecto y corregir solamente del que presente una mayor contribución, calculando de nuevo estas correcciones y procediendo iterativamente.

La ecuación de magnitud analizada por este método, pretende tener en cuenta posibles errores en las regiones de la curva de calibrado extrapoladas o con un escaso número de estrellas patrón.

Otro hecho que debe tenerse en cuenta, es la deriva del fotómetro Iris durante la medida de una placa. El control de este fenómeno, debe hacerse comprobando las medidas de Iris de las estrellas patrón, cada cierto intervalo de tiempo. Su corrección puede realizarse sumando a los Iris medidos, la desviación encontrada en las estrellas patrón, o calculando la magnitud aparente y corrigiendo estos valores, al igual que hacíamos antes, a la media de las placas supuestamente libres de error. En nuestra reducción hemos optado por la segunda posibilidad.;

Los errores introducidos en la fotometría por las causas que acabamos de señalar, pueden controlarse y eliminarse, hasta cierto punto, sin más que medir un número suficiente de placas y realizar un cuidadoso procesado de las mismas. Todos estos efectos, los englobamos bajo el nombre de errores sistemáticos de primera especie. Por desgracia, existen otros fenómenos que al actuar de la misma forma sobre todas las placas, no pueden eliminarse comparando éstas entre sí, estos son los llamados errores sistemáticos de segunda

especie, y provienen en general de imperfecciones en la óptica del telescopio o desajustes en el soporte de las placas.

Entre estos últimos, podemos incluir también el denominado efecto "vigneting" que produce una disminución de la intensidad de la imagen estelar al alejarnos del eje del telescopio. Existe una notable cantidad de métodos, en su mayor parte bastante complicados, que intentan corregir estos efectos. La mayoría de éstos, no son muy precisos y su efectividad deja bastante que desear. A pesar de todo, cuando el área de la zona es suficientemente amplia, se hace necesario su uso.

En nuestro caso, las condiciones son más favorables, ya que el área en estudio representa solamente un 1.5% del área total de la placa y la secuencia patrón, está muy cerca del centro del campo.

De todas formas, se realiza una comprobación mediante los diagramas de dos colores, observando si la posición de una muestra de estrellas del campo es compatible con la secuencia principal para diferentes soluciones de enrojecimiento. Si esto no sucediera así, puede estimarse una corrección y aplicarla al conjunto global de las estrellas programa.

Conviene señalar, que este método es muy aproximado y que sólo tiene carácter de comprobación para el caso en que se hayan cumplido las condiciones expuestas anteriormente, sobre el tamaño y la localización con respecto a las estrellas patrón del área en estudio.

Aparte de las variaciones de sensibilidad a gran escala, hay, por supuesto, fluctuaciones aleatorias de la densidad de grano en la emulsión fotográfica, que producen una dispersión pequeña en las magnitudes.

A la vista de lo expuesto anteriormente, podemos simplificar esta descripción agrupando los efectos, arriba señalados, en tres grupos genéricos, que denominaremos errores aleatorios y errores sistemáticos de primera y segunda especie.

Los errores aleatorios, vendrán determinados por las fluctuaciones de la densidad de grano impresionado en una imagen estelar, su estimación es muy simple y como todos los fenómenos que presentan una distribución de este tipo, pueden minimizarse al aumentar el número de placas medidas.

Por otro lado, en los denominados errores sistemáticos de primera especie, agrupamos aquellos fenómenos que alteran sistemáticamente el verdadero valor, pero que pueden ser eliminados, en su mayor parte, efectuando un cuidadoso procesado de las placas disponibles.

Por último, los errores sistemáticos de segunda especie, son aquellos que provienen de defectos de los telescopios y sus accesorios y que, como hemos apuntado antes, tienen una solución muy difícil y deben tenerse en cuenta a la hora de planificar y realizar las observaciones para que su efecto sea mínimo.

III-1d.- Esquema general del proceso.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los apartados anteriores, describimos a continuación el esquema de reducción de las medidas.

Una vez obtenida la transformación de las estrellas patrón del sistema RGU, el siguiente paso es el cálculo de las curvas de calibrado libre de efecto de magnitud y color. Esto se realiza, mediante dos programas interactivos, uno de los cuales calcula el mejor ajuste, corrige las magnitudes fotográficas de estos efectos y transfiere estas magnitudes corregidas al primero. El proceso es iterativo hasta que se obtiene una curva de calibrado libre de errores de este tipo.

Seguidamente, y una vez almacenadas las lecturas de Iris y las curvas de calibrado, se obtienen las magnitudes aparentes para cada una de las placas de cada color, así como la media y el error de la media. Las lecturas de Iris, han sido almacenadas en grupos de cien estrellas, que están localizadas en una misma zona de la placa, con vista a ser después utilizadas en la evaluación de los errores sistemáticos de primera especie. Estos comienzan a ser analizados comparando cada placa con las restantes de un mismo color, para cada grupo de cien estrellas. Así, determinamos qué placas pueden estar libres de error, calculando a continuación una corrección de las restantes a este valor e introduciendo esta corrección en el programa del cálculo de magnitudes.

Al pasar de nuevo este programa, se analizan las varia-

ciones locales de sensibilidad, comparando la magnitud de esta placa, en una zona determinada del campo, con la media de las restantes placas para la misma zona, siguiendo el método propuesto por Schaltebrand, y reseñado en el apartado anterior. Se obtienen así dos tipos de correcciones altamente correlacionadas que pueden no converger; se ha optado, por lo tanto, por corregir solamente la que presente una mayor cuantía y analizar de nuevo los resultados, aplicándose una nueva corrección, si así lo exigiera este último análisis. El proceso es iterativo hasta que la corrección sea inferior al error aleatorio propio de las medidas.

Por último, se comprueba la existencia de errores sistemáticos de segunda especie, obteniendo los diagramas de dos colores para una muestra de estrellas del campo, y observando si están localizadas en posiciones no compatibles con ninguna solución de enrojecimiento.

Una vez efectuados todos estos procesos, e introducidas todas las correcciones en el programa de cálculo de magnitudes, se obtienen las magnitudes e índices de color medios,  $G$ ,  $G-R$ ,  $U-G$ , para cada estrella del campo, agrupándose por intervalos de magnitud aparente en  $G$  con vista al trabajo posterior con los diagramas de dos colores. A la vez se obtienen los errores de las magnitudes e índices de color medios.

En la figura (III-2), presentamos un diagrama de bloques, ilustrativo del proceso global.







### III-2a-Resultados

El tratamiento dado a nuestras medidas, sigue paso a paso el esquema descrito en el apartado anterior. En este subcapítulo, damos cuenta de los principales resultados intermedios encontrados en el largo camino hasta la obtención de las magnitudes.

Discutimos los resultados para cada filtro comenzando por las placas R.

Para la obtención de las curvas de calibrado en este filtro, se han eliminado las estrellas patrón números 35 y 2 de nuestro catálogo. La estrella n°2 ha sido eliminada debido a la existencia de un halo a su alrededor que hace aumentar su lectura de Iris de una forma inexacta y la n°35 al presentar una posición anómala en la curva de calibrado. Así pues, se han utilizado un total de 36 estrellas patrón.

Una vez obtenidas las curvas de calibrado, se ha efectuado un análisis de los residuos encontrándose la existencia de una ecuación de color lineal media (Tabla III-4). Se han calculado nuevas curvas de calibrado con las magnitudes corregidas de la ecuación de color. El análisis posterior de los residuos (Tablas III-5 y III-6), muestra que no es necesario efectuar una nueva corrección, por lo que las últimas curvas obtenidas, quedan como definitivas para su uso en el cálculo de magnitudes. Los coeficientes de estos polinomios así como su representación gráfica, aparecen en la tabla (III-7) y en las figuras (III-3), (III-4), (III-5) y (III-6), respectivamente.

Con estos polinomios, se han obtenido las magnitudes

TABLA III-7.- Coeficientes de las curvas de calibrado del filtro R.

Coeficiente Polinomio	P(0)	P(1)	P(2)
Número placa			
R1	2.17093E+01+4.7E-01	-2.17272E-01+1.8E-02	7.19457E-04+1.6E-04
R2	2.089695E+01+4.7E-01	-1.84064E-01+1.8E-02	4.39277E-04+1.6E-04
R3	1.91784E+01+ 8.5E-02	-1.24863E-01+1.6E-03	-
R4	2.13008E+01+ 4.8E-01	-1.98801E-01+1.8E-02	5.14083E-04+1.7E-04

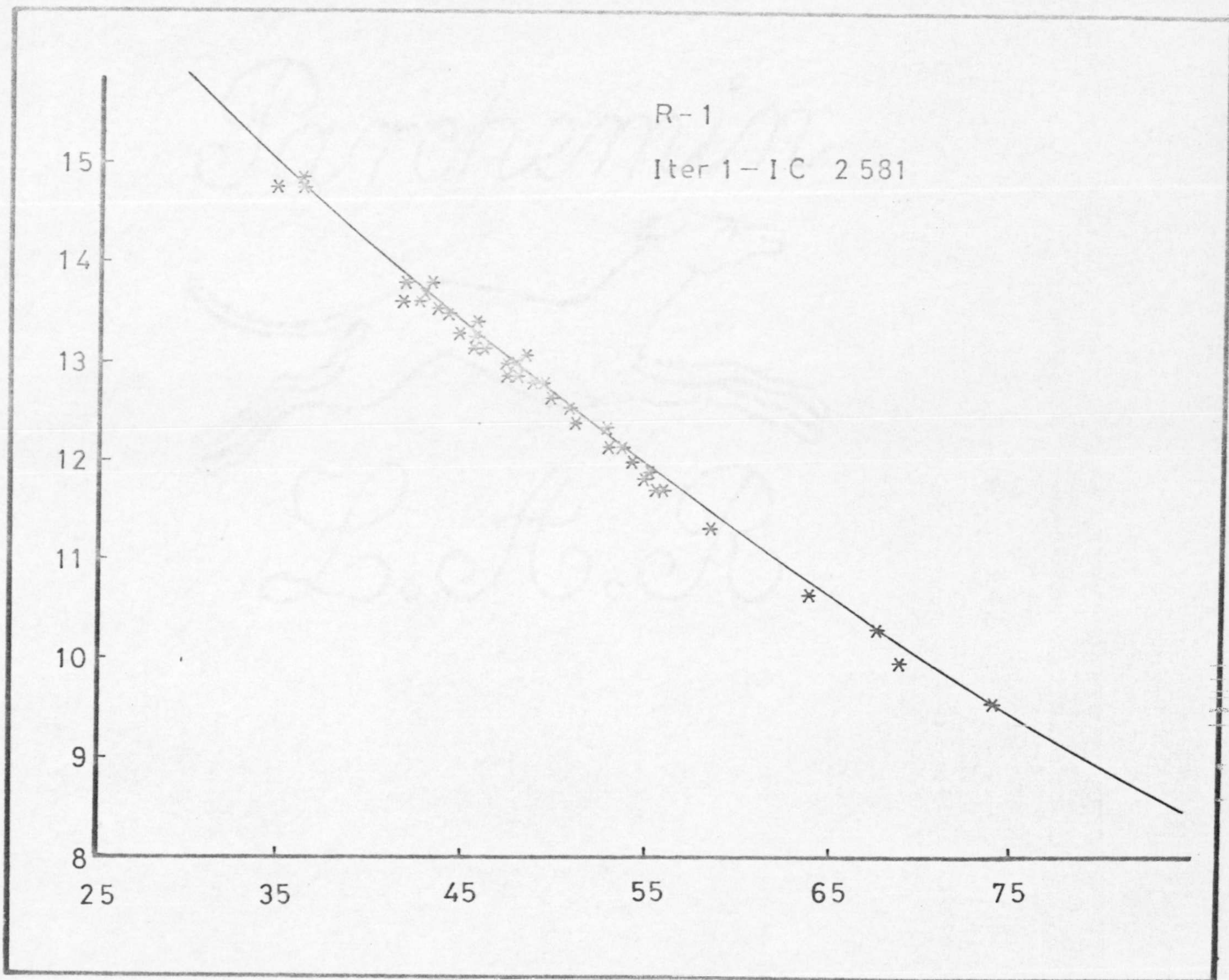


Fig. III-3.- Curva de calibrado. El eje de ordenada está expresado en magnitudes, y la abcisa en lectura, arbitraria, de Iris. Esto es válido para el resto de las figuras.

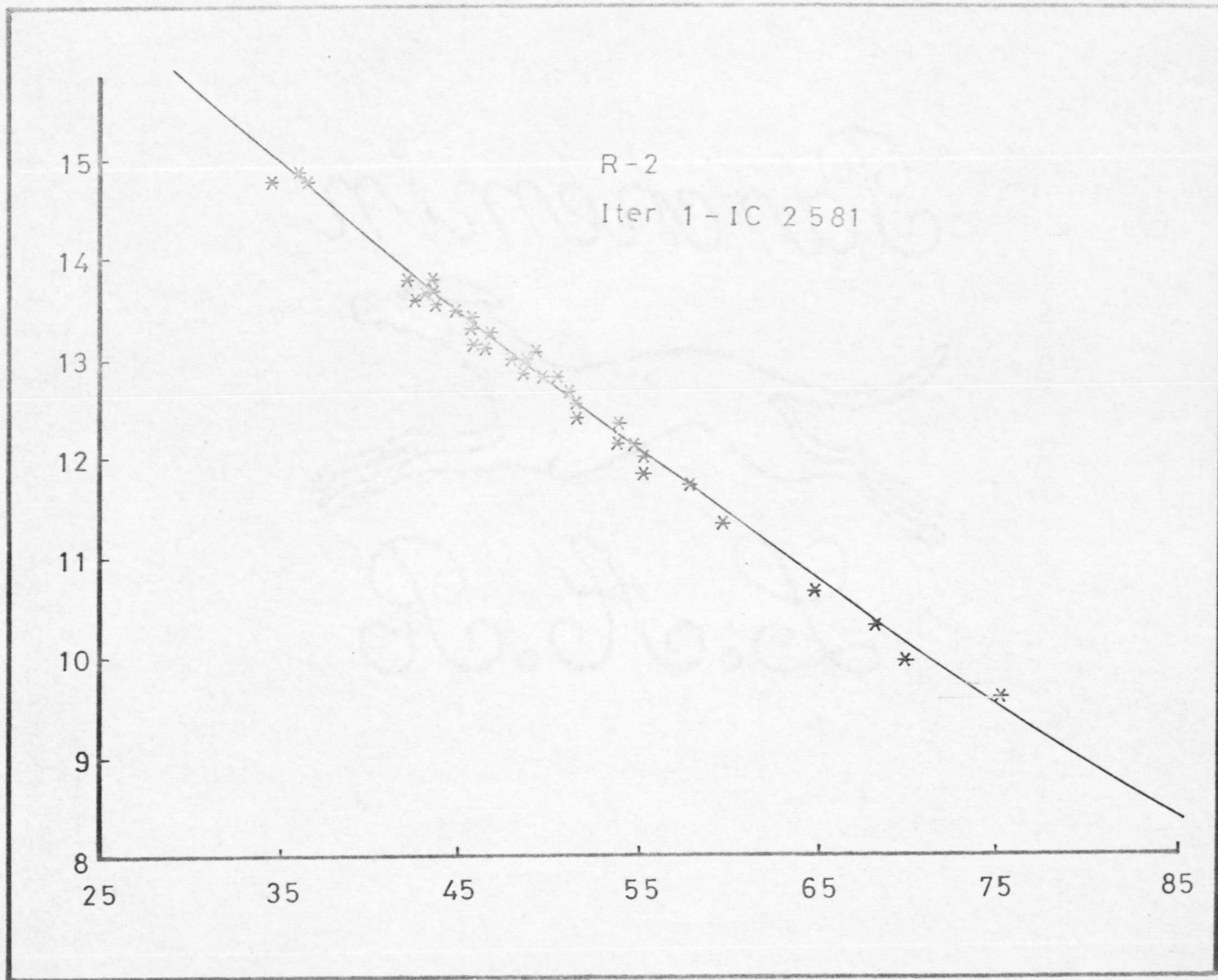


Fig. III-4

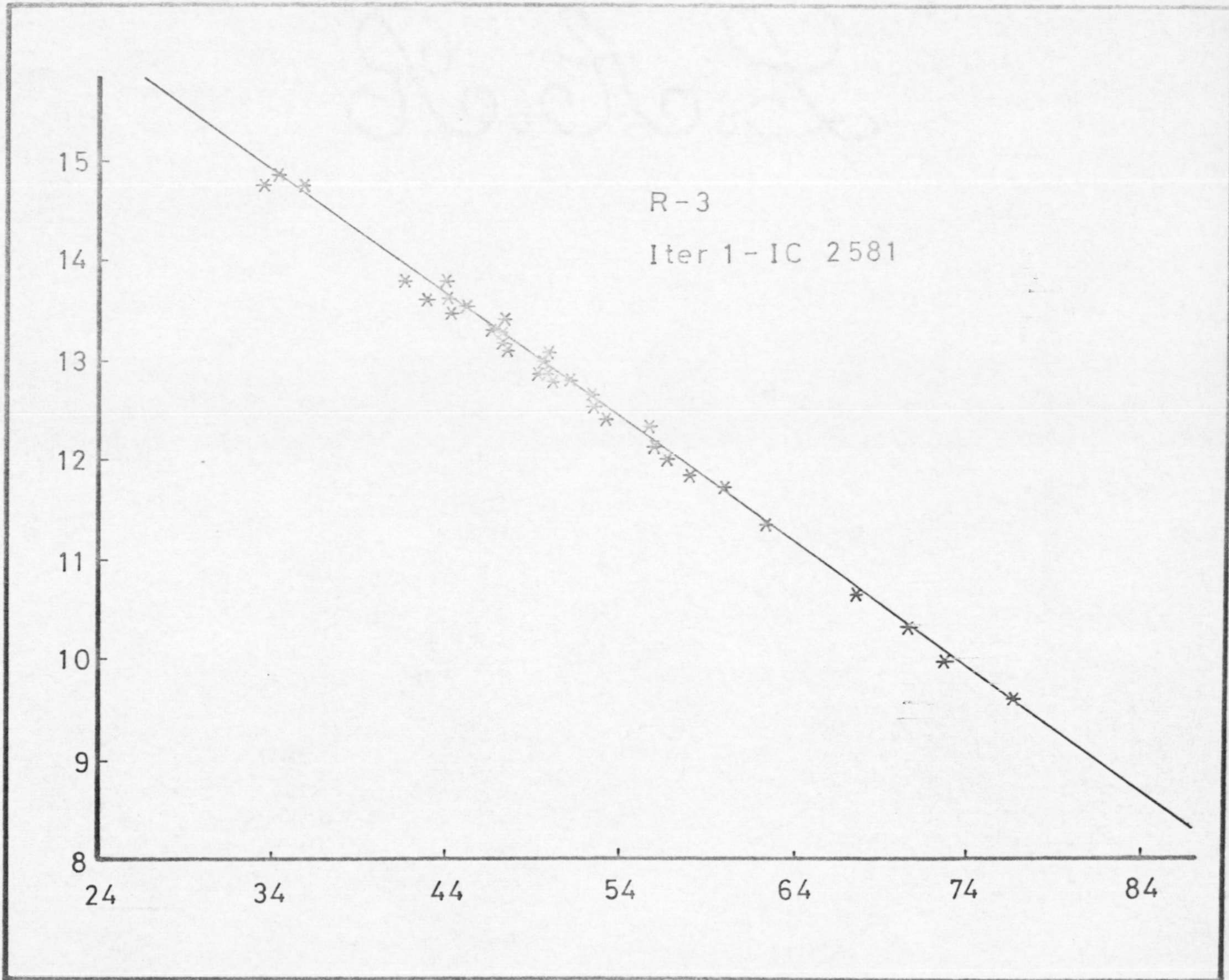


Fig. III-5

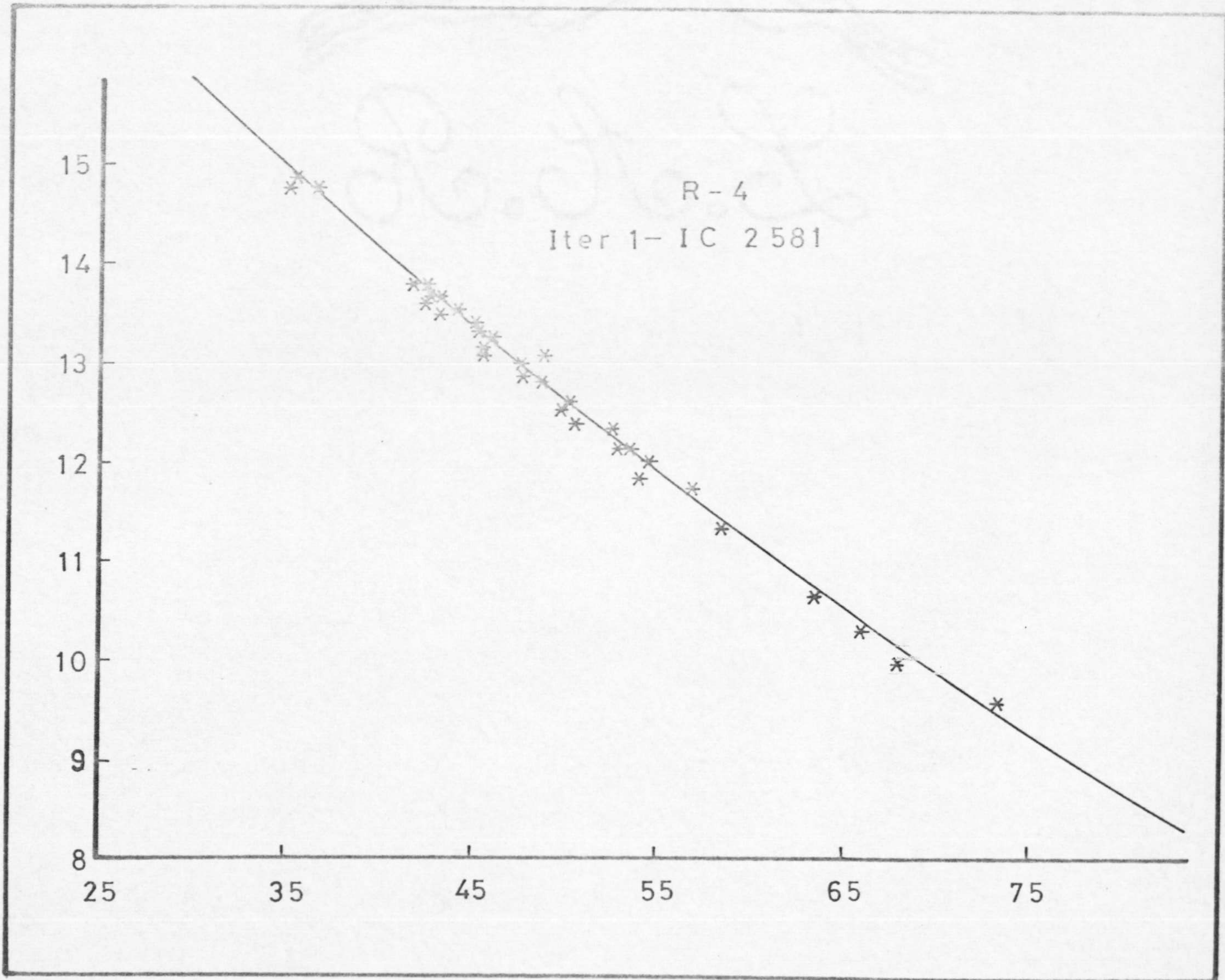


Fig. III-6

de las estrellas de campo para cada placa. La comparación de estos valores entre sí, ha mostrado que las placas R1 y R3, tenían un comportamiento similar. Se han corregido las placas R2 y R4, al valor medio de las otras dos, introduciéndose estas correcciones en el cálculo de magnitudes.

Se analizaron los errores sistemáticos de primera especie, no encontrándose necesaria una corrección, quedando las últimas magnitudes como definitivas en espera de una comprobación mediante los diagramas de dos colores. Estas magnitudes se presentan combinadas con el índice de color G-R del catálogo que figura en el apéndice.

En el filtro G, se ha necesitado iterar dos veces para obtener las curvas de calibrado libres de errores de magnitud y color. En la iteración cero, se encontró un efecto lineal de color común a todas las placas (Tabla III-8) y en la primera aparecieron efectos de magnitud y color de segundo y cuarto orden, respectivamente, (Tablas III-9 y III-10) no siendo necesaria una nueva corrección.

Para esta calibración, se ha eliminado la estrella n° 2 por las razones expuestas anteriormente.

Los coeficientes de las curvas de calibrado finales, están tabulados en (Tabla III-11), y sus representaciones gráficas, aparecen en las figuras (III-7), (III-8), (III-9) (III-10) y (III-11), respectivamente.

Las placas G1 y G4, se han corregido de deriva de fotómetro. La comparación de las placas entre sí, nos mostró que mientras G1, G2 y G3 mostraban valores muy similares

TABLA III-8.- Ecuación de color. G &lt;0&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0001	4	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.1901	1	0.1901
Pol. grado (2)	0.0289	1	0.0289
Pol. grado (3)	0.0159	1	0.0159
Pol. grado (4)	0.0879	1	0.0879
Otros efectos de fila	1.2269	31	0.0396
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0300	4	0.0075
Pol. grado (2)	0.0381	4	0.0095
Pol. grado (3)	0.0799	4	0.0200
Pol. grado (4)	0.0253	4	0.0063
Variabilidad residual	1.3039	110	0.0119
-----			
TOTAL	3.0270	165	



Tabla III-9.- Ecuación de magnitud. G &lt;1&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0001	4	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0244	1	0.0244
Pol. grado (2)	0.0772	1	0.0772
Pol. grado (3)	0.0118	1	0.0118
Pol. grado (4)	0.0174	1	0.0174
Otros efectos de fila	1.1446	31	0.0369
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0084	4	0.0021
Pol. grado (2)	0.1210	4	0.0302
Pol. grado (3)	0.0338	4	0.0085
Pol. grado (4)	0.0355	4	0.0089
Variabilidad residual	1.3939	124	0.0112
TOTAL	2.8682	179	

TABLA III-10.-Ecuación de color.- G &lt; 1 &gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0000	4	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0708	1	0.0708
Pol. grado (2)	0.0174	1	0.0174
Pol. grado (3)	0.0185	1	0.0185
Pol. grado (4)	0.1074	1	0.1074
Otros efectos de fila	0.9046	31	0.0292
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	-.0350	4	-.0087
Pol. grado (2)	0.0666	4	0.0166
Pol. grado (3)	0.0725	4	0.0181
Pol. grado (4)	-.0067	4	-.0017
Variabilidad residual	1.4211	124	0.0115
-----			
TOTAL	2.6371	179	

TABLA III-11.- Coeficientes de las curvas de calibrado del filtro G

Coeficiente Polinomio	P(0)	P(1)	P(2)
Número de placa			
G1	$2.44524E+01 \pm 3.4E-01$	$-3.09306E-01 \pm 1.4E-02$	$1.45732E-03 \pm 1.5E-04$
G2	$2.38623E+01 \pm 3.2E-01$	$-2.77807E-01 \pm 1.3E-02$	$1.18154E-03 \pm 1.3E-04$
G3	$2.46107E+01 \pm 2.7E-01$	$-3.18599E-01 \pm 1.1E-02$	$1.58044E-03 \pm 1.2E-04$
G4	$2.26954E+01 \pm 5.8E-01$	$-2.18017E-01 \pm 2.3E-02$	$6.72937E-04 \pm 2.1E-04$
G5	$2.11896E+01 \pm 1.7E-01$	$-1.51432E-01 \pm 3.3E-03$	

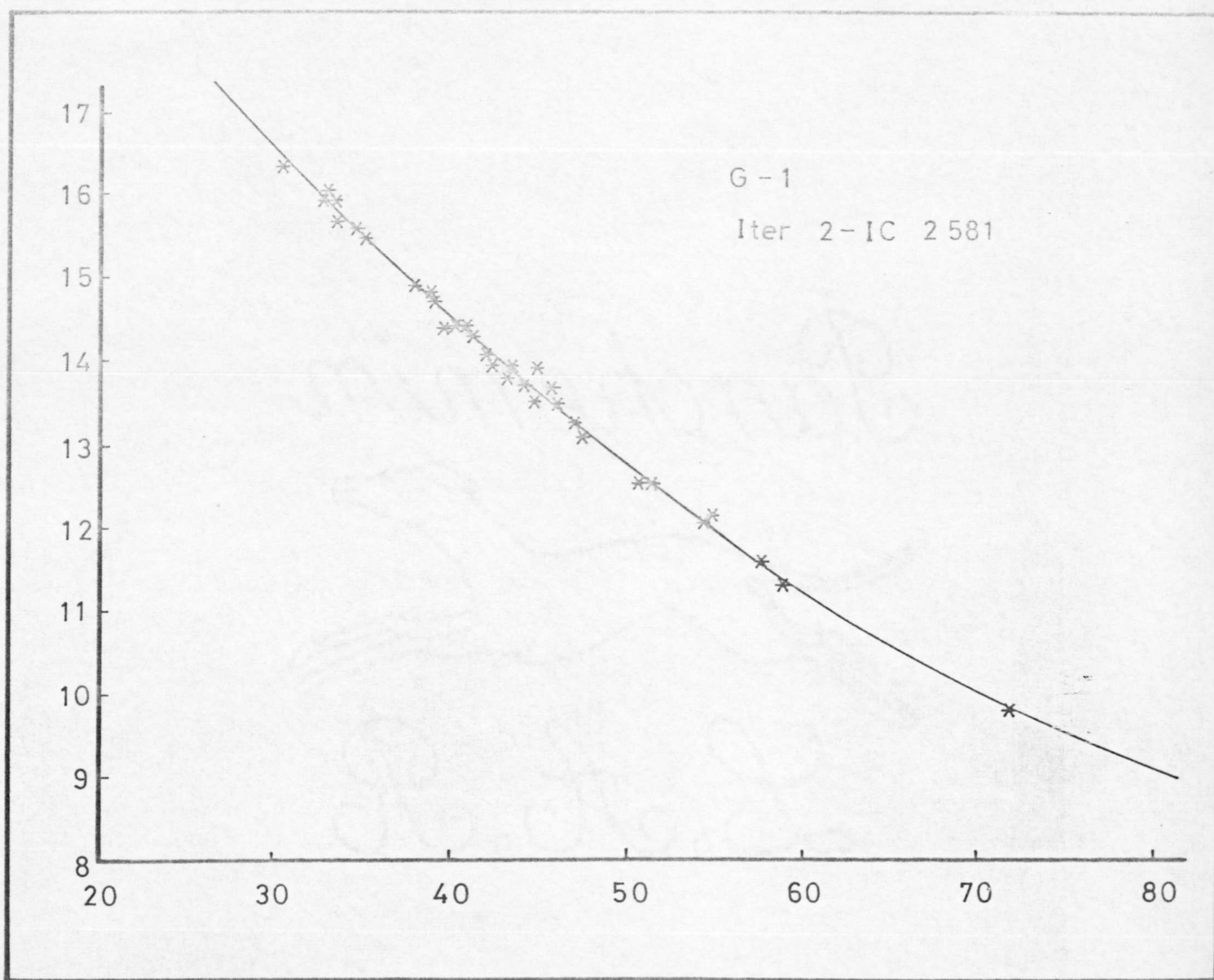


Fig. III-7

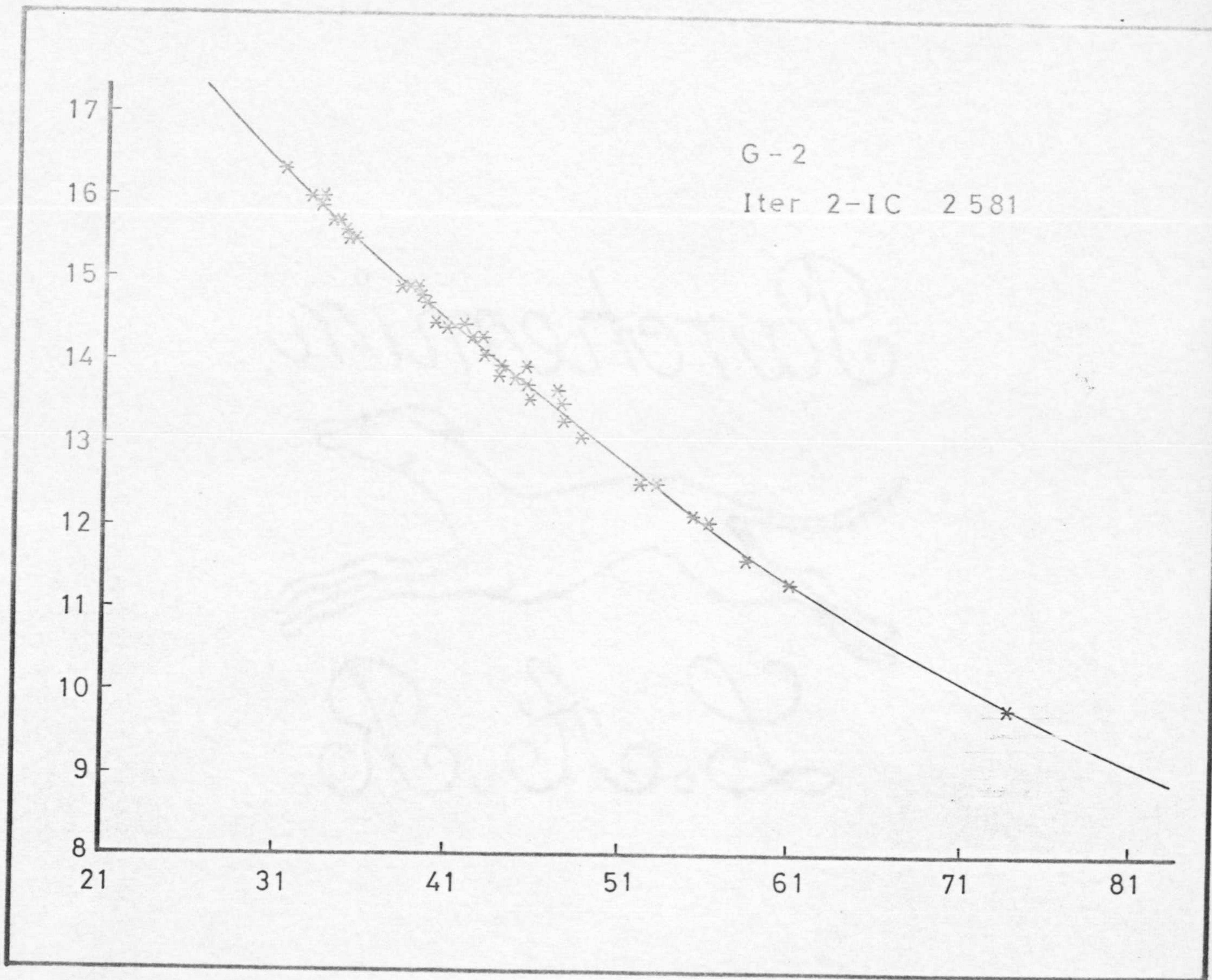


Fig. III-8

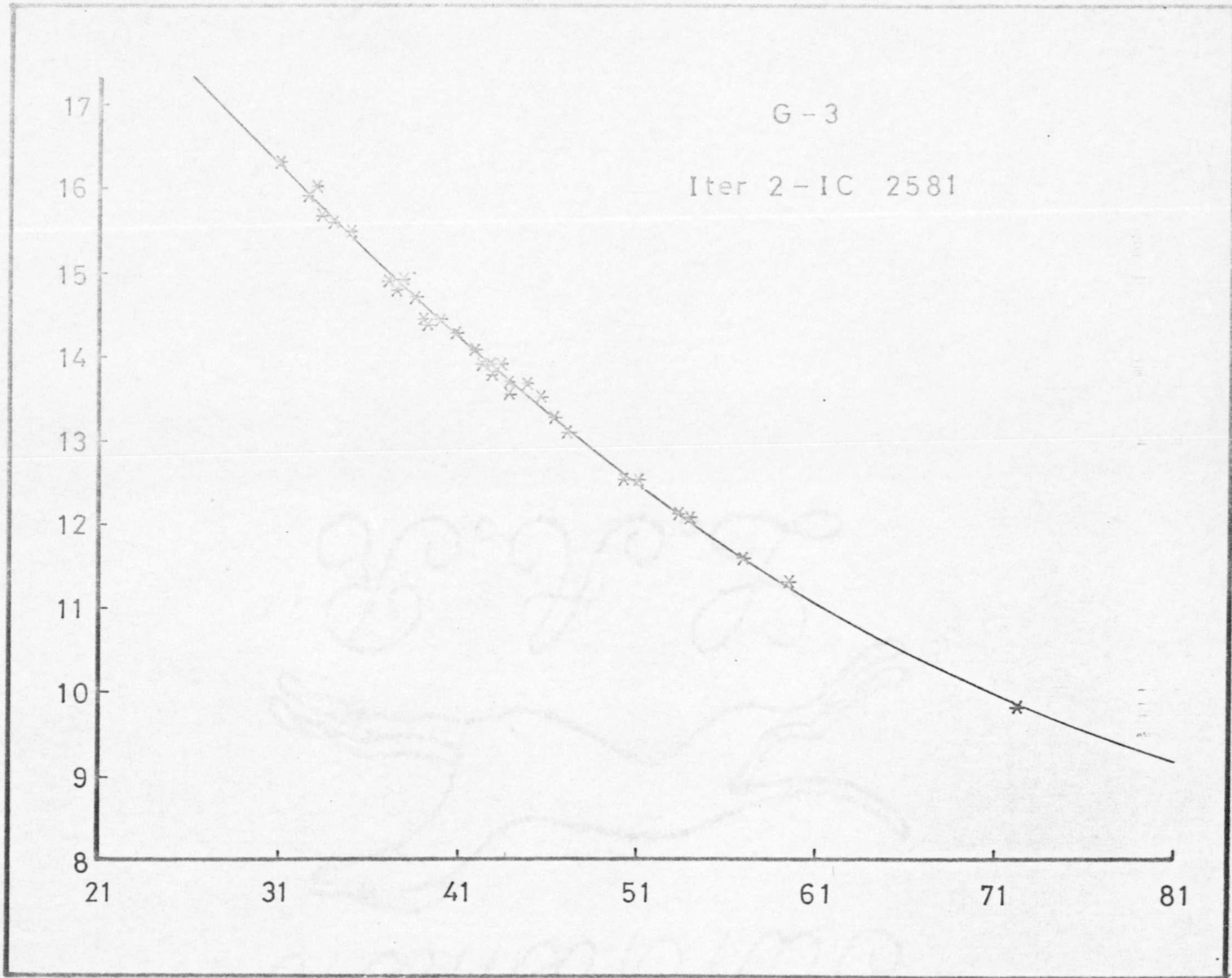


Fig. III-9

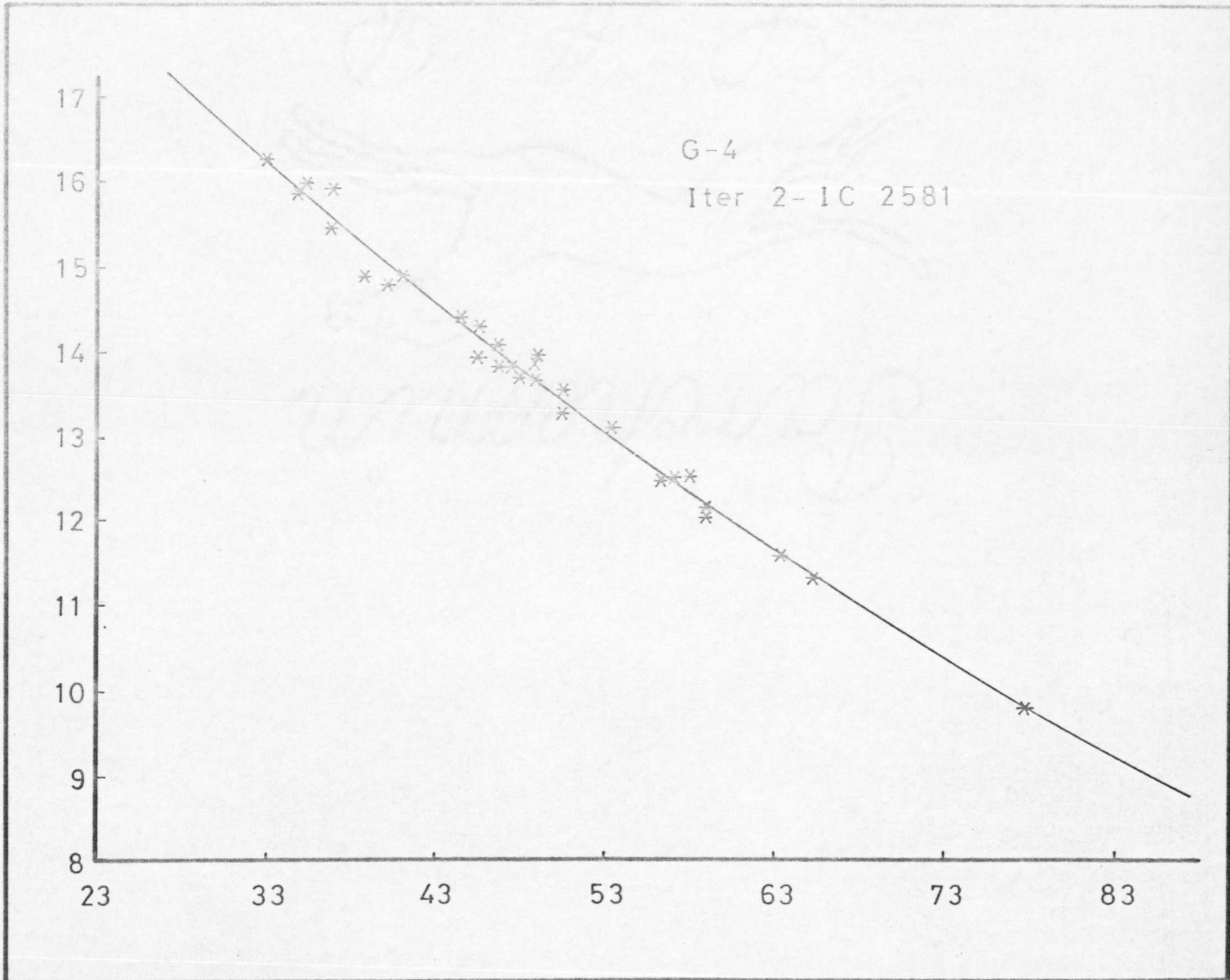


Fig.III-10

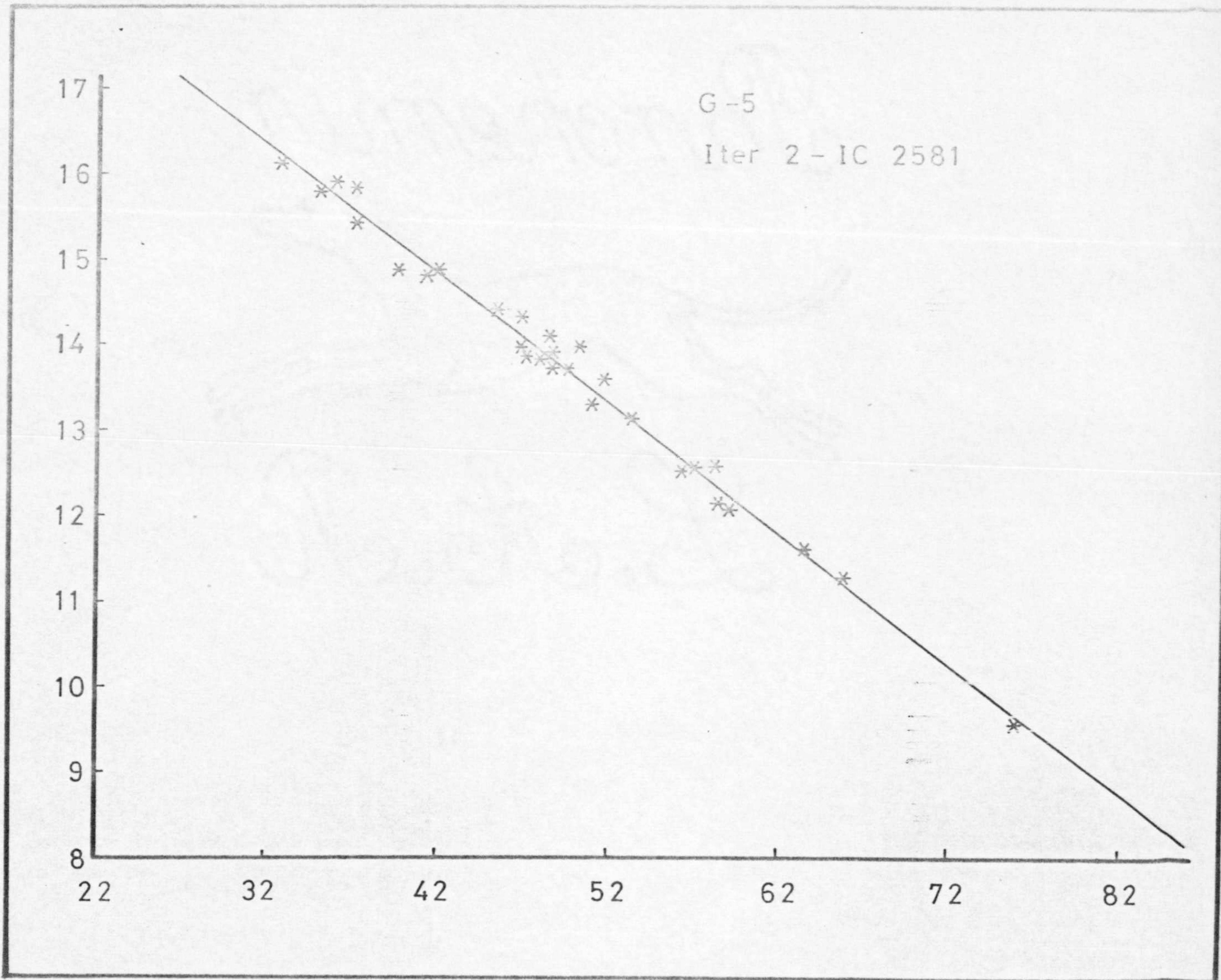


Fig. III-11



las placas G4 y G5, se desviaban sistemáticamente en algunas zonas del campo, corrigiéndose estos valores a la media de las otras tres placas.

En el análisis de los errores sistemáticos de primera especie, se encontró una ecuación de magnitud para el intervalo de magnitudes aparentes entre 9 y 12, consecuencia probablemente de la extrapolación de las curvas de calibrado y del escaso número de estrellas patrón en esa zona. Un diagrama que representa estas ecuaciones puede verse en la figura (III-12).

No son necesarias nuevas correcciones y como ya dijimos anteriormente, los valores definitivos están tabulados en el apéndice.

La calibración de las placas U, ha presentado algunos problemas que podemos resumir en: la presencia de una mayor dispersión y un alejamiento de la linealidad en las curvas de calibrado. Estas placas, se tomaron en el observatorio de Cerro Tololo y puede que las condiciones de observación hayan sido inferiores a las imperantes en El Cabo, por otra parte, al afectar la extinción atmosférica de una manera más apreciable a la radiación ultravioleta, las variaciones de esta extinción, pueden aumentar la dispersión de las medidas U.

No se encontraron efectos de magnitud y color. Es probable, que hayan quedado enmascarados por la dispersión intrínseca de las curvas. Cuatro estrellas se han eliminado en la primera placa y tres en las restantes, debido principalmente, a la fuerte desviación que presentaban respecto a las curvas de calibrado.

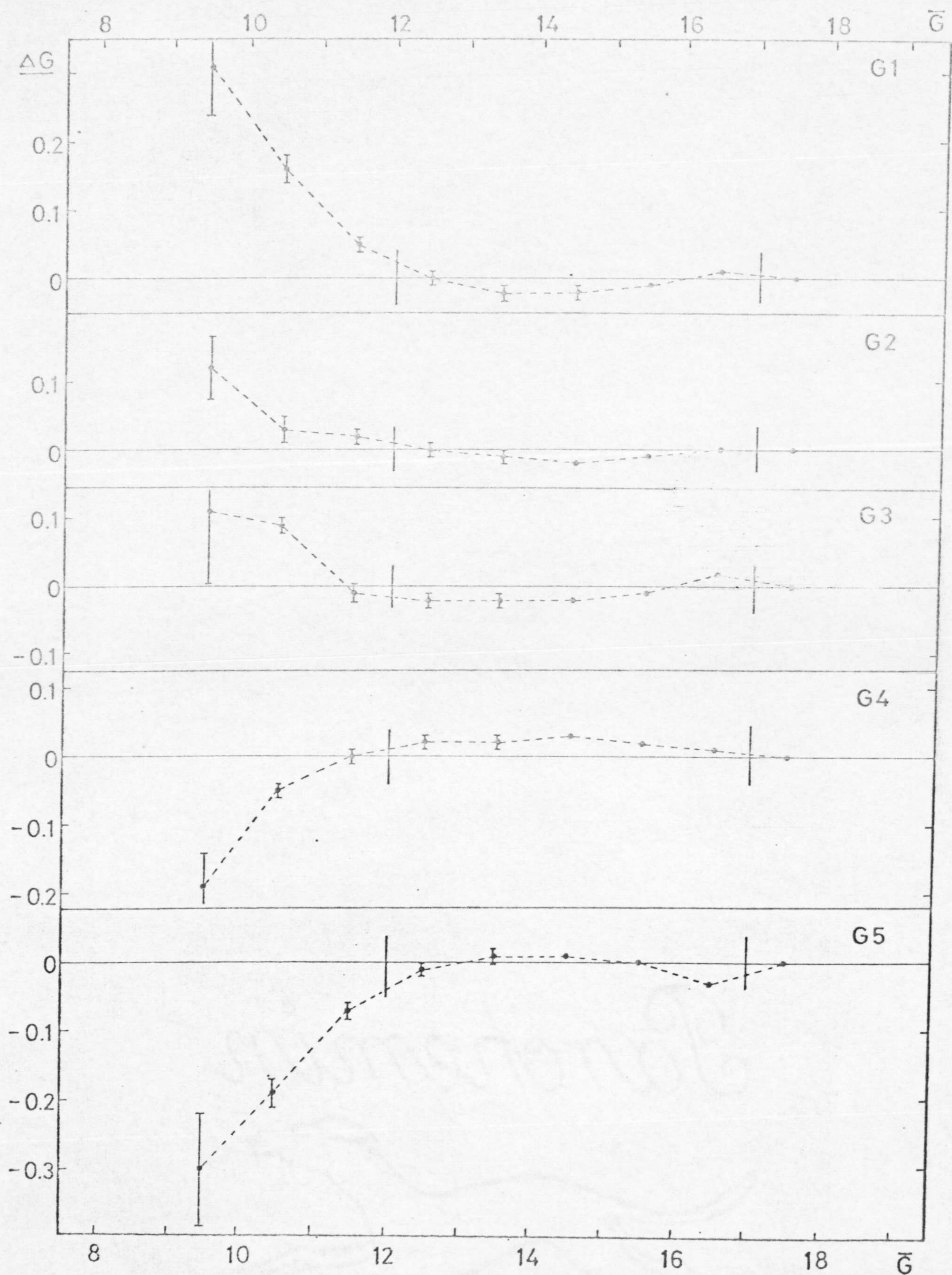


Fig. III-12.- Ecuación de magnitud del filtro G, 1° iteración.

El análisis de los efectos de magnitud y color, puede verse en las tablas (III-12) y (III-13). Las curvas de calibrado y sus gráficas, aparecen en la tabla (III-14) y en las figuras (III-13), (III-14), (III-15), (III-16) y (III-17).

Siguiendo el camino marcado, comparamos las placas entre sí, no observando, dentro del margen de error, una diferencia apreciable entre ellas. No sucedió lo mismo con las ecuaciones de campo y magnitud, ya que fueron necesarias dos iteraciones hasta que la ecuación de magnitud quedó reducida a la que puede observarse en la figura (III-18). En ésta, se aprecia, principalmente, cómo las desviaciones respecto a la línea de residuo cero son más fuertes para las magnitudes superiores a 19, debido a que las variaciones aleatorias intrínsecas de estas imágenes, son mayores por estar trabajando casi al límite de las posibilidades placa-fotómetro Iris.

Con las estrellas "blend", se ha seguido un proceso diferente. Se han calculado las relaciones existentes entre las medidas con electrónica y sin electrónica de las estrellas patrón. Con estos polinomios, se han transformado las lecturas de Iris de las estrellas -"blend"-programa y se han calculado las magnitudes con las curvas de calibrado obtenidas anteriormente para las estrellas no "blend".

Por último, y dado que existe un número de estrellas "blend" que han sido medidas con electrónica, se han comparado las magnitudes obtenidas a partir de las dos lecturas de Iris (con electrónica y sin electrónica transformadas), obteniéndose así una corrección global para las estrellas "blend".

TABLA III-12.- Ecuación de magnitud. U &lt;0&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0000	4	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0602	1	0.0602
Pol. grado (2)	0.0428	1	0.0428
Pol. grado (3)	0.0000	1	0.0000
Pol. grado (4)	0.0003	1	0.0003
Otros efectos de fila	1.7472	29	0.0602
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	-.0075	4	-.0019
Pol. grado (2)	0.0023	4	0.0006
Pol. grado (3)	0.0106	4	0.0027
Pol. grado (4)	0.0142	4	0.0035
Variabilidad residual	3.3645	114	0.0295
-----			
TOTAL	5.2347	167	

TABLA III-13.- Ecuación de color. U &lt;0&gt;

Variabilidad asignable	SS	DF	MS
Diferencia entre medias (columnas)	0.0000	4	0.0000
Regresiones medias			
Pol. grado (1)	0.0005	1	0.0005
Pol. grado (2)	0.0084	1	0.0084
Pol. grado (3)	0.0121	1	0.0121
Pol. grado (4)	0.0632	1	0.0632
Otros efectos de fila	1.7663	29	0.0609
Regresiones individuales			
Pol. grado (1)	0.0608	4	0.0152
Pol. grado (2)	0.0646	4	0.0161
Pol. grado (3)	0.0340	4	0.0085
Pol. grado (4)	0.1764	4	0.0441
Variabilidad residual	3.0483	114	0.0267
-----			
TOTAL	5.2347	167	

TABLA III-14.- Coeficientes de las curvas de calibrado del filtro U

Coeficiente polinomio	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)
Número placa				
U1	6.10003E+01+ <u>3.1E+00</u>	-2.59228E00+ <u>2.3E-01</u>	4.82971E-02+ <u>5.4E-03</u>	-3.17378E-04+ <u>4.1E-05</u>
U2	4.95445E+01+ <u>5.9E00</u>	-1.72290E00+ <u>4.1E-01</u>	2.77712E-02+ <u>9.5E-03</u>	-1.630841E-04+ <u>7.1E-05</u>
U3	6.15908E+01+ <u>4.0E00</u>	-2.61865E00+ <u>2.9E-01</u>	4.827635E-02+ <u>6.9E-03</u>	-3.12356E-04+ <u>5.2E-05</u>
U4	5.02169E+01+ <u>4.3E00</u>	-1.79431E00+ <u>31E-01</u>	2.99978E-02+ <u>7.3E-03</u>	-183594E-04+ <u>5.6E-05</u>
U5	5.99771E+01+ <u>5.7E00</u>	-2.41211E00+ <u>4.0E-01</u>	4.28123E-02+ <u>9.1E-03</u>	-2.70246E-04+ <u>6.8E-05</u>

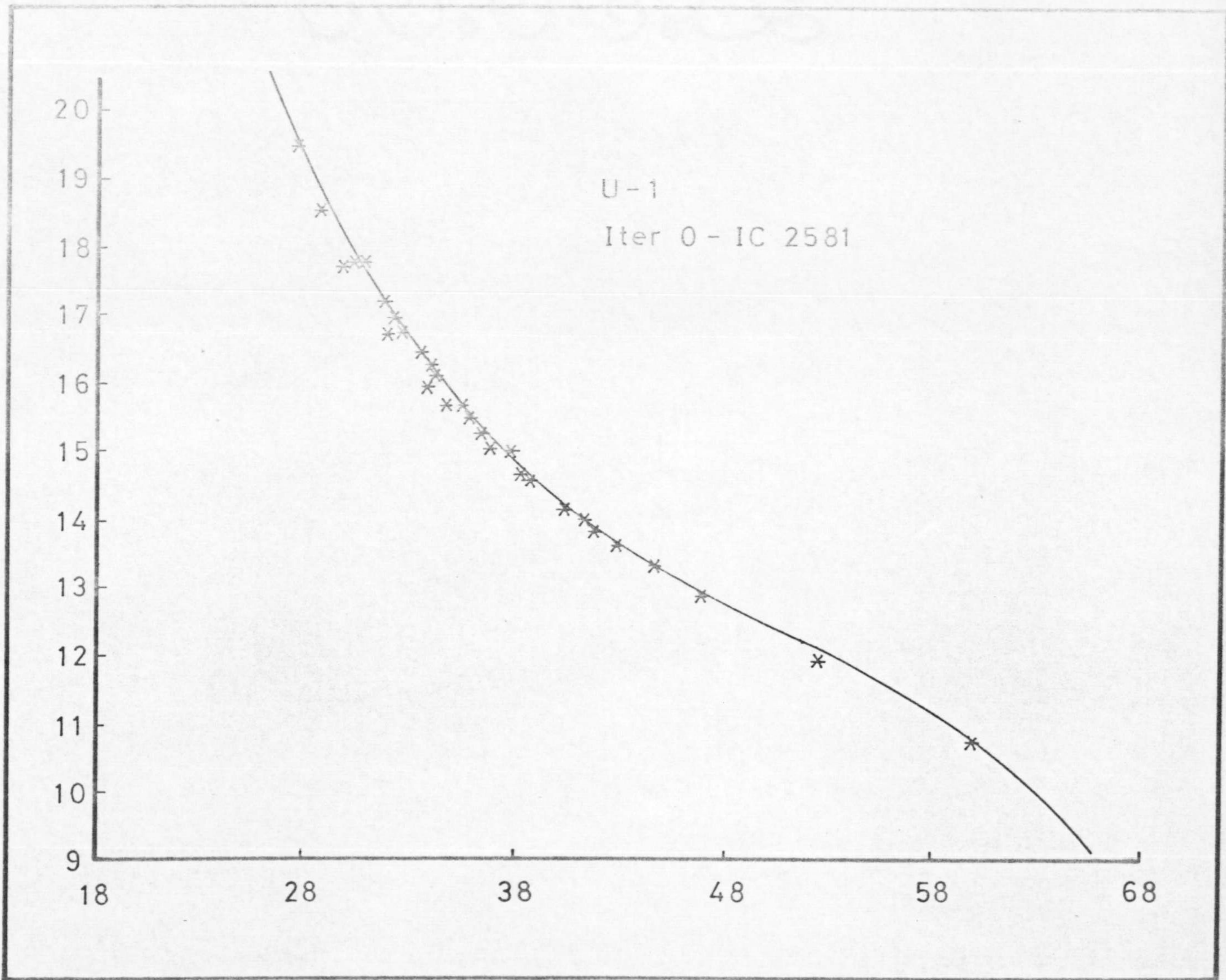


Fig. III-13

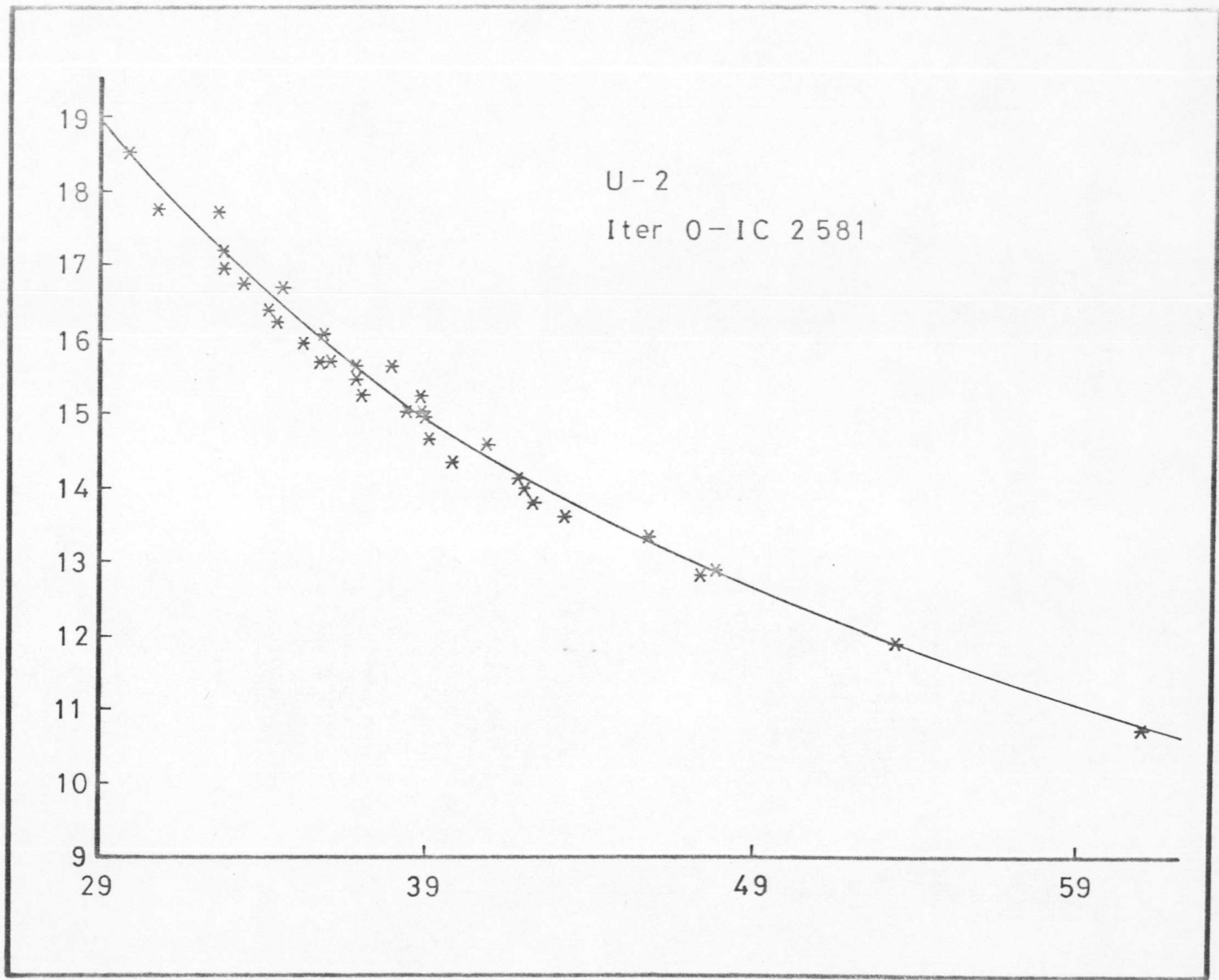


Fig. III-14



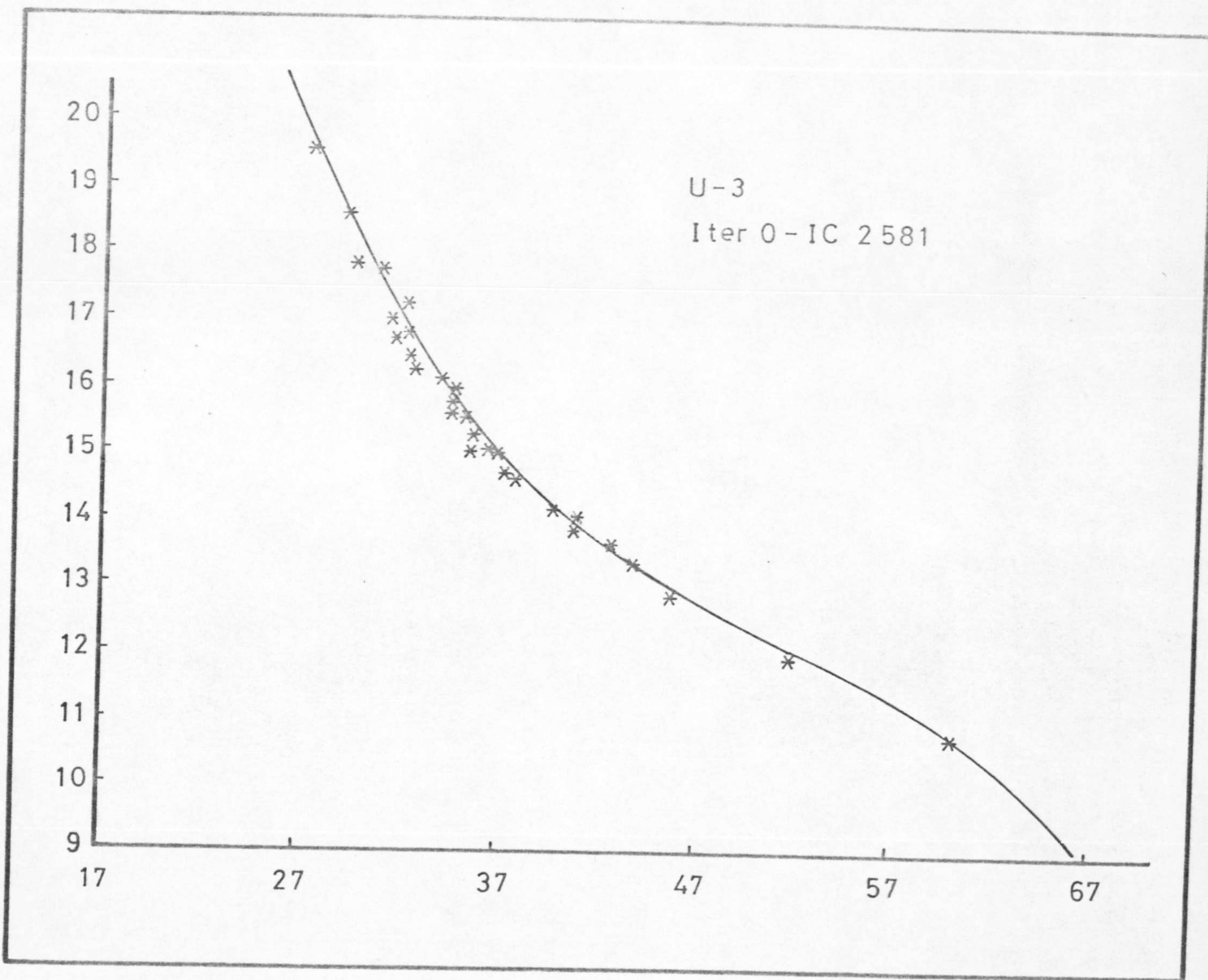


Fig. III-15

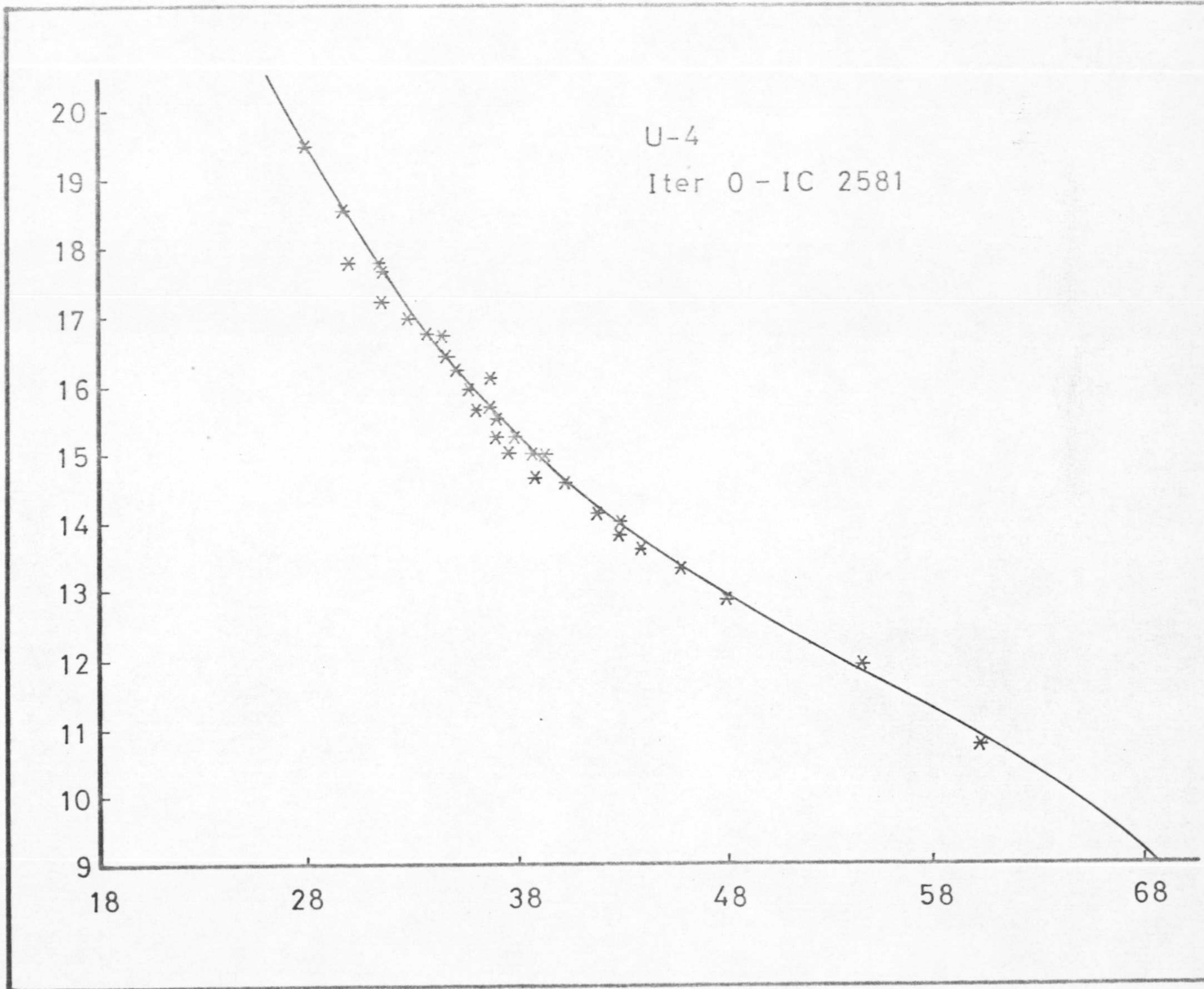


Fig. III-16

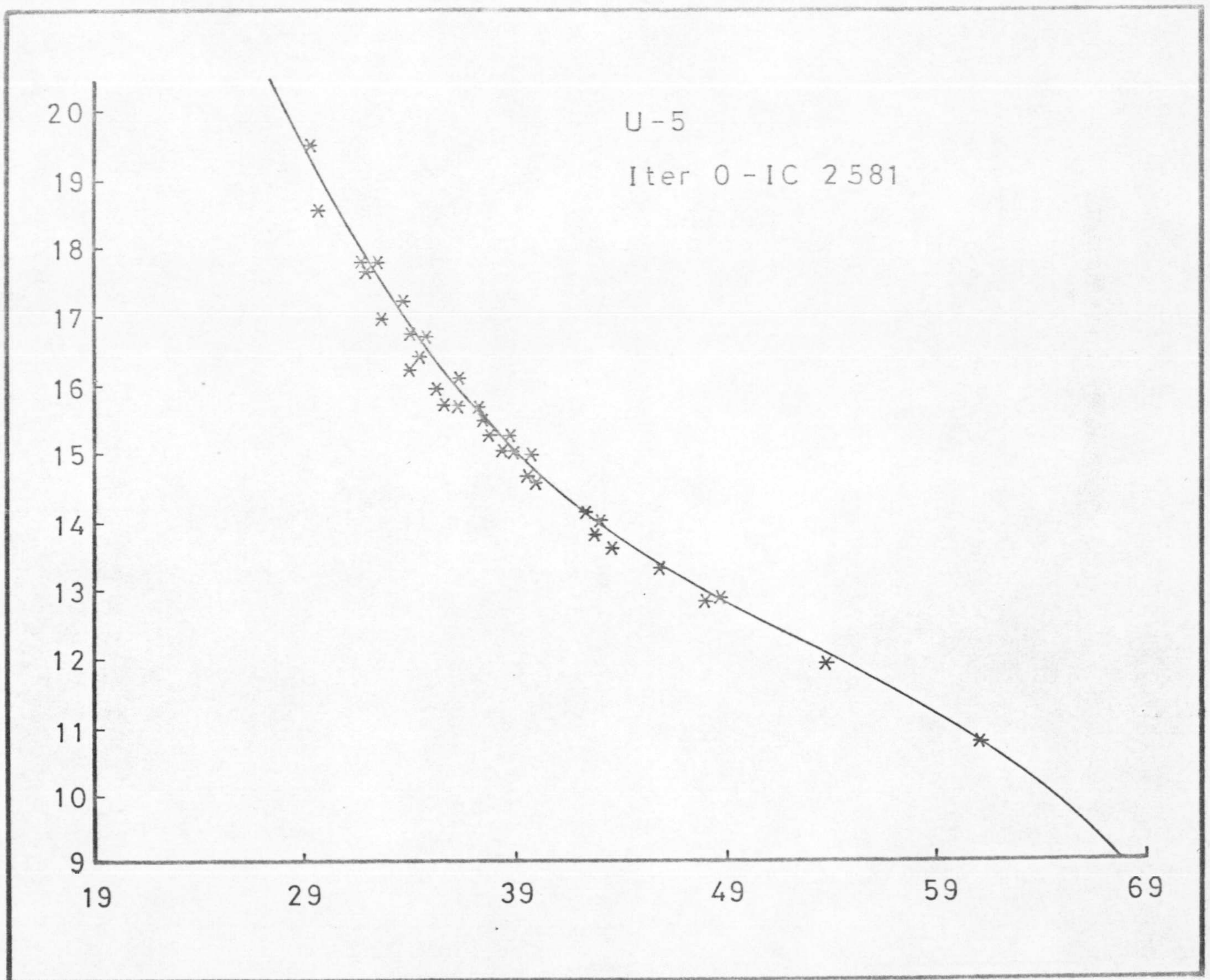


Fig. III-17

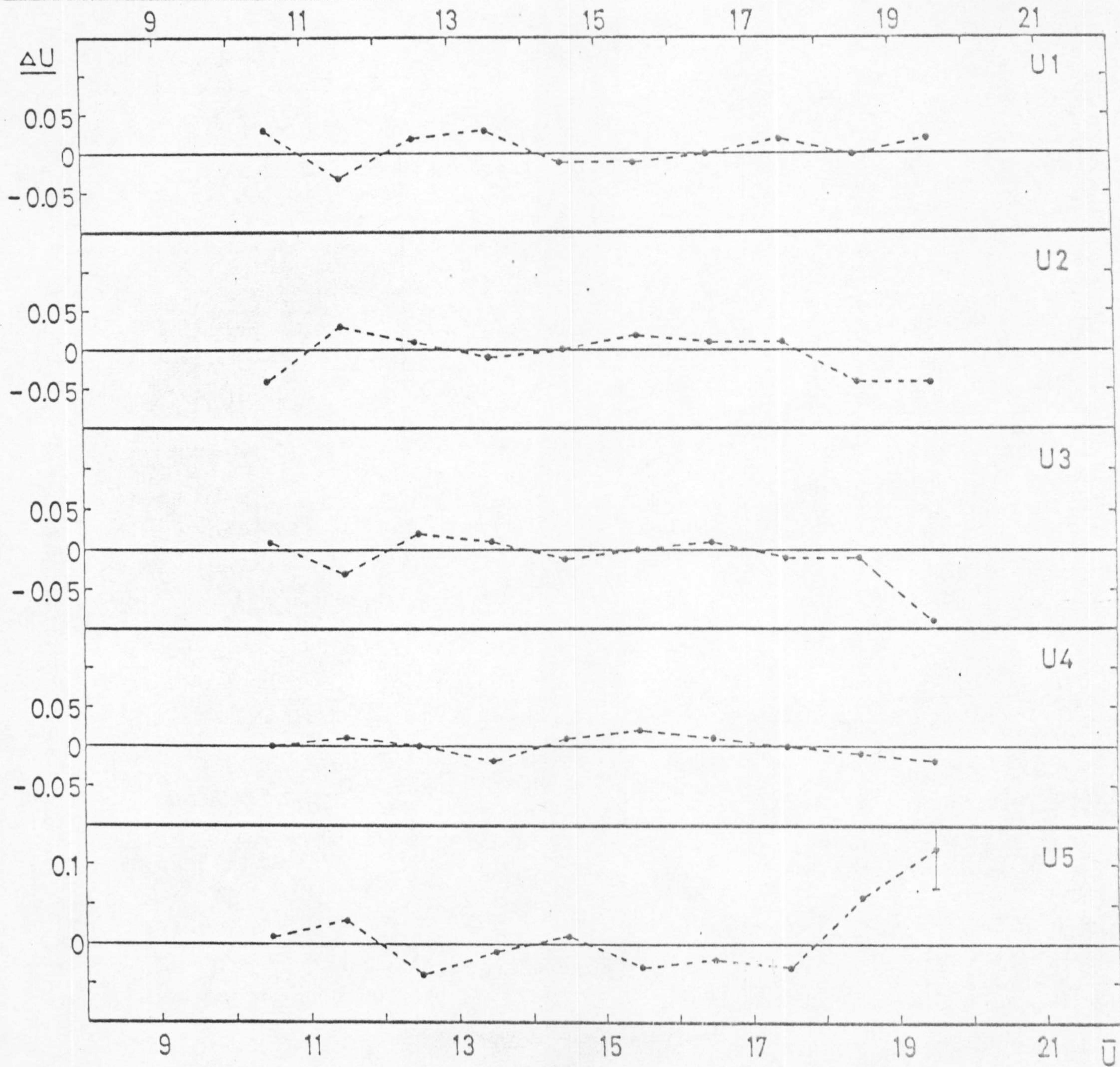


Fig. III-18

Las magnitudes e índices de color de las estrellas programa, se han agrupado por intervalos de magnitud aparente con vista a su representación en diagramas de dos colores. Estos valores vienen tabulados en el apéndice.

Los errores medios de las magnitudes de las estrellas, se calcularon de acuerdo a la expresión

$$\sigma = \sqrt{\frac{(m_i - \bar{m})^2}{n(n-1)}}$$

donde  $m_i$  representa la magnitud de la placa  $i$  y  $\bar{m}$  la magnitud media.

$\sigma_{G-R}$  y  $\sigma_{G-U}$ , se obtuvieron mediante  $\sigma_{G-R}^2 = \sigma_R^2 + \sigma_G^2$  y

$$\sigma_{U-G}^2 = \sigma_U^2 + \sigma_G^2.$$

En la tabla (III-15), están tabulados los errores medios  $\sigma_G$ ,  $\sigma_{G-R}$  y  $\sigma_{U-G}$  por intervalo de magnitud aparente. Los de las estrellas "blend", se estiman en el doble de estos.

Los límites de magnitud alcanzados por nuestra fotometría, son  $15.^m00$ ,  $16.^m61$ , y  $19.^m25$  para los filtros R, G y U, respectivamente.

Tabla III-15.- Errores medios de las magnitudes e índices de color.

$m_G$	$\sigma(G)$	$\sigma(G-R)$	$\sigma(U-G)$
< 11.0	0.034	0.042	0.040
11.0 - 12.0	0.022	0.034	0.042
12.0 - 13.0	0.023	0.035	0.048
13.0 - 14.0	0.026	0.036	0.059
14.0 - 14.5	0.026	0.040	0.071
14.5 - 15.0	0.026	0.041	0.078
15.0 - 15.5	0.028	0.040	0.079
15.5 - 16.0	0.028	0.042	0.088
16.0 - 16.25	0.027	0.041	0.088
16.25 - 16.5	0.032	0.046	0.091
16.5 - 16.75	0.030	0.046	0.094
16.75 - 17.0	0.030	0.047	0.095

#### CAPITULO IV.- METODOLOGIA

- IV-a) .- Clasificación espectral mediante el sistema fotométrico RGU.
- IV-b) .- Diagramas de dos colores.
- IV-c) .- Enrojecimiento interestelar.
- IV-d) .- Magnitudes absolutas.
- IV-e) .- Determinación de la distancia.

IV-a.- Clasificación espectral mediante el sistema fotométrico RGU.

La elección de los centros de gravedad energéticos y semianchuras de las bandas espectrales del sistema RGU, ya discutidos en el apartado II-b, determinan la capacidad de clasificación espectral de los diagramas color-color y color-magnitud obtenidos a partir de las magnitudes e índices de color G, G-R y U-G.

Estos diagramas constituyen la base operacional del estudio de campos estelares y cúmulos galácticos. Es, por lo tanto, imprescindible una buena calibración de éstos, con vista a determinar las características fundamentales de las estrellas (magnitud absoluta, enrojecimiento, edad, etc.), a partir de su posición en los diagramas.

El estudio de campos estelares en el disco y el halo, se basa principalmente en el análisis de los diagramas color-color, U-G frente a G-R. Es, pues, en la información que proporciona este diagrama donde centraremos esta discusión. En la figura (IV-1), se muestra la distribución sobre el mismo de los diferentes tipos estelares establecidos a partir de los resultados obtenidos en la primera década de aplicación de la fotometría RGU (Becker, 1962; Buser, 1979).

Recientemente, Buser (1978a,b) ha realizado una recalibración del sistema a partir de la determinación de colores sintéticos. Así pues, nos encontramos con dos calibraciones del sistema RGU obtenidas con una filosofía diferente. Ambas se discuten en este apartado, y nos referiremos a ellas, genéricamente, como la primera calibración y la calibración de Buser.



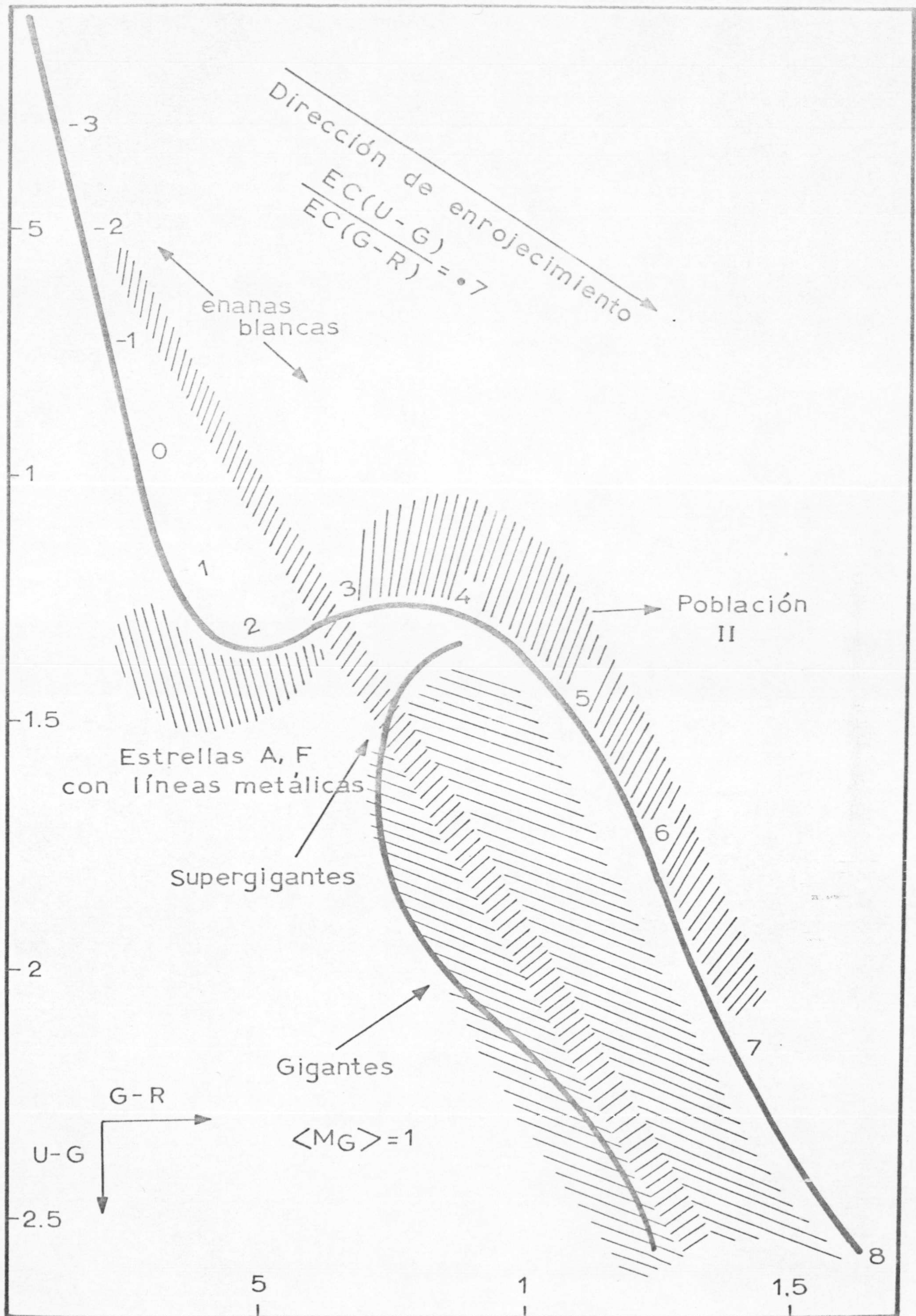


Fig. IV-1.- Diagrama de dos colores, calibrado, del sistema RGU.

Comenzamos discutiendo las características más sobresalientes de la figura (IV-1).

a).- Estrellas de la secuencia principal. Las estrellas enanas no enrojecidas se distribuyen en este diagrama definiendo lo que se denomina secuencia principal. La depresión de Balmer ocasiona la primera parte, casi recta, de la curva correspondiente a los primeros tipos espectrales. El salto de Balmer y el efecto "blanketing", y las estrellas de los últimos tipos espectrales ocupan la zona inferior derecha de la curva.

Las estrellas de la población I de los primeros e intermedios tipos espectrales, correspondientes a la secuencia principal, se calibraron a partir de cúmulos galácticos y estrellas con paralajes espectroscópicas y trigonométricas (Becker y Stock, 1954, 1958; Becker y Steinlin, 1956), mientras que la rama de la secuencia principal correspondiente a los últimos tipos espectrales está basada, esencialmente, en observaciones del cúmulo Praesepe (Tamman, 1963).

Las transformaciones del sistema UBV al RGU, involucrada en estas calibraciones, fueron revisadas por Steinlin (1968), que adoptó el concepto de secuencia principal media, sugerido por Arp (1958), para el análisis de campos estelares, en contraposición a la secuencia principal de edad cero aplicable al estudio de cúmulos galácticos. Esta distinción tiene en cuenta, en primera aproximación, el hecho de que las estrellas de campo de clase de luminosidad V, no son homogéneas en edad y composición química, y en general presentan una mezcla de diferentes estados evolutivos.

La calibración de la secuencia principal derivada de las transformaciones de Steinlin, se adoptó como la calibración patrón del sistema RGU aplicada en el programa de estructura galáctica.

Aunque, como ya hemos apuntado, existe una calibración más actualizada, se sigue utilizando la de Steinlin por las razones que aducimos al final de este apartado.

b).- Gigantes de los últimos tipos espectrales. La separación entre enanas y gigantes de los últimos tipos espectrales, es fundamental en un sistema fotométrico diseñado especialmente para trabajos de estadística estelar. En la figura (IV-1), las gigantes de la población I de tipos espectrales G y K, caen generalmente dentro de una extensa zona por debajo de la rama menos luminosa de la secuencia principal. Por otro lado, observaciones más recientes de campos galácticos, (Becker y Fang, 1973; Gschwind, 1975; Topaktas, 1976) y cálculos teóricos (Buser, 1978a), indican que estrellas gigantes con el mismo enrojecimiento pueden superponerse e incluso aparecer, al otro lado de la zona baja de la secuencia principal. Evidentemente, esto puede crear problemas a la hora de separar estas estrellas en clases de luminosidad diferentes. Becker (1962), propuso tres criterios para definir esta separación; son los denominados criterios de densidad, del hueco y del desplazamiento. Los dos primeros, son de carácter estadístico y se basan, respectivamente, en una comparación de la función de densidad obtenida, asignando las estrellas problema a una u otra clase de luminosidad, si la densidad así determinada es anormalmente alta para uno de estos grupos, consideraremos que la clasificación adoptada es errónea; por otro lado, el criterio del hueco se basa en la aparición

en el diagrama de dos colores, de una zona despoblada entre las estrellas de baja luminosidad de la secuencia principal y las estrellas gigantes.

Evidentemente, en un diagrama de dos colores correspondiente a un intervalo de magnitud aparente dado, la existencia de un hueco en la distribución de estrellas en la rama inferior de la secuencia principal, no debe entenderse como una falta de estrellas de un determinado tipo espectral sino más bien, como un efecto real debido a las diferentes distribuciones energéticas de las clases de luminosidad V y III.

El hecho de que las depresiones de energía de las estrellas gigantes, crezcan más rápidamente en las regiones de l.d.o. cortas que en las largas, nos induce a pensar que la posición de estas estrellas quedaría desplazada, en un diagrama de dos colores, a la izquierda y por debajo de la secuencia principal, sin embargo, como ya comentamos anteriormente, observaciones recientes han mostrado que este desplazamiento no es tan claro, y estas estrellas pueden quedar solapadas con los últimos tipos espectrales de la secuencia principal. Así pues, este criterio del desplazamiento debe utilizarse con ciertas precauciones.

Por otra parte, la función de enrojecimiento interestelar, determinada a partir de los diagramas color-color, puede usarse para comprobar la pertenencia de un grupo de estrellas a una u otra clase de luminosidad. Estos criterios son usados posteriormente, en la clasificación espectral de las estrellas en estudio.

Las magnitudes absolutas de las gigantes tipo G y K, se

han derivado transformando al sistema RGU las magnitudes  $M_V$  determinadas espectroscópicamente y a partir de observaciones RGU de cúmulos galácticos con miembros gigantes (Becker, 1962; Becker y Fang, 1973). Los valores de esas magnitudes están tabulados en las tablas (IV-1) y (IV-II). En contraste a las magnitudes  $M_V$ , los resultados para  $M_G$  de las gigantes tipo G y K, no muestran una correlación significativa con el tipo espectral. Se adoptó, por lo tanto, una magnitud absoluta media  $\langle M_G \rangle = 1^m.0$ , con una dispersión  $\sigma(M_G) = 0^m.5$  como el valor típico de las gigantes. Estos resultados han sido utilizados hasta la fecha en los estudios estadísticos de campos estelares y cúmulos.

c).- Estrellas de la población II. En la figura (IV-1), las estrellas que muestran un exceso ultravioleta en el diagrama de dos colores, se denominan población II. Estos excesos ultravioleta, se interpretan como debidos a deficiencias metálicas, respecto a las Hyades, de las estrellas del halo. El primer intento de determinar cuantitativamente las magnitudes y direcciones de los vectores "blanketing", en el diagrama de dos colores U-B, B-V, se debe a Wildey et al., (1962). Siguiendo el procedimiento propuesto por estos autores, Smith y Steinlin (1964), calcularon los vectores "blanketing" para el sistema RGU. Estos valores se han usado para identificar las estrellas del halo y determinar sus magnitudes absolutas.

d).- Otros tipos de estrellas. La figura (IV-1) muestra también, la localización en el diagrama de dos colores de las supergigantes y enanas blancas. Los colores intrínsecos de estas estrellas se conocen sólo aproximadamente, ya que las supergigantes no son demasiado abundantes y las enanas blancas muy débiles, para contribuir significativamente a la determinación estadística de las funciones de

TABLA IV-1.- Magnitud absoluta media para las gigantes de los últimos tipos espectrales. (Becker, 1962).

Tipo espectral	$M_V$	$M_B$	$M_G$
G 0 - G 4	0.6	1.2	1.0
G 5 - K 2	0.5	1.5	1.1
K 3 - M 0	0.1	1.5	1.0
M 1 - M 5	-0.4	1.2	0.6

TABLA IV-2.- Magnitud absoluta media para las gigantes de los últimos tipos en cúmulos galácticos. (Becker, 1962).

NGC	n	m-M	$M_V$	$M_G$
1817	26	12.25	0.3	0.8
2324	14	12.50	0.6	1.1
2360	21	11.60	-0.5	0.0*
2447	9	10.40	-0.2	0.3
6633	5	8.1	0.6	1.1
6705	13	12.30	-	0.4
6811	8	10.23	-	0.8
Praesepe	5	6.05	0.6	1.1

\* Valor incierto

densidad y luminosidad obtenidas en pequeños campos (del orden de un grado cuadrado o menos). En consecuencia, los datos observacionales del sistema RGU, son menos abundantes para estos tipos estelares que para los comentados anteriormente.

e).- Enrojecimiento interestelar. Los parámetros de enrojecimiento del sistema RGU, se determinaron semi-empíricamente a partir de las l.d.o. efectivas de las bandas RGU y de la ley de extinción interestelar determinada por Kruspan (1957).

Ya que las anchuras de las bandas RGU son más estrechas que las del sistema UBV, cabe esperar que los parámetros de enrojecimiento de los parámetros RGU fueran, esencialmente, independientes de las distribuciones espectrales de las estrellas y del exceso de color observado. Se adoptó un valor constante para la pendiente de enrojecimiento en el diagrama de dos colores,  $E_{U-G}/E_{G-R} = 0.70$ , y lo mismo para el cociente entre la absorción total y la selectiva,  $A_G/E_{G-R} = 2.69$ .

Buser(1978a,b, 1979) ha revisado la calibración del sistema RGU a la luz de los nuevos datos obtenidos en los últimos años. Su esquema de trabajo está basado en la obtención de colores sintéticos a partir de las distribuciones de energía de estrellas que cubren un amplio intervalo de tipos espectrales y clases de luminosidad. Sus resultados pueden concretarse en los siguientes puntos:

a).- Transformaciones del sistema UBV al RGU y calibración de la secuencia principal. Las transformaciones de Buser, en contraste con las de Steinlin (1968), son

independientes de cualquier relación entre las magnitudes observadas en ambos sistemas y, como ya hemos señalado, se calcularon a partir de colores sintéticos y de una ley de extinción interestelar patrón. Los parámetros de esta transformación dependen del tipo espectral y del enrojecimiento de la estrella.

Estas ecuaciones se usaron para calibrar la secuencia principal media en magnitudes absolutas  $M_G$  a partir de los colores intrínsecos UBV y de las magnitudes  $M_V$  de la clase de luminosidad V, dadas por Schmidt-Kaler (1965). De la misma forma se calibró la secuencia principal de edad cero. Todos estos resultados se discuten con detalle en (Buser, 1978b).

b).- Parámetros de enrojecimiento. Los parámetros de enrojecimiento, (cociente entre exceso de color y absorción total y selectiva), calculados por Buser, difieren en general de los utilizados actualmente. Los parámetros  $\alpha$  y  $R_0$  que aparecen en las ecuaciones (1-IVa) y (2-IVa)

$$E(U-G)/E(G-R) = \alpha + \beta E(G-R) \quad (1-IVa)$$

$$A_G / E(G-R) = R_0 + R_1 E(G-R) \quad (2-IVa)$$

no son independientes del tipo espectral, tal como se consideran en la primera calibración, y  $\beta$  y  $R_1$  tienen valores distintos de cero, aunque muy pequeños. Es necesario hacer



notar que  $\alpha$  y  $R_0$  toman valores apreciablemente más altos para las estrellas gigantes de los últimos tipos espectrales, que para las estrellas de la secuencia principal de la misma magnitud absoluta.

Para las estrellas de los primeros tipos espectrales, los resultados de Buser están en buen acuerdo con el valor de  $\alpha=0.70$  adoptado en la fotometría RGU aplicada. Sin embargo, el valor de  $R=2.69$  usado hasta el momento, parece ser demasiado pequeño.

En líneas generales, estos son los puntos principales de la última calibración del sistema RGU. La aplicación de esta recalibración al programa de estructura galáctica, no ha comenzado todavía en espera de los resultados de las investigaciones que se están llevando a cabo actualmente, en relación con las diferencias que puedan aparecer en los resultados obtenidos para los distintos campos de aplicación del sistema RGU.

Así pues, en este trabajo, razones de homogeneidad con los resultados obtenidos hasta el momento nos llevan a utilizar los parámetros y diagramas que han sido discutidos anteriormente bajo el nombre de primera calibración.

#### IV-b.- Diagrama de dos colores.

Los índices de color de las estrellas programa obtenidos mediante el proceso descrito en el capítulo anterior, nos permiten representar a éstas en un diagrama de dos colores.

Como ya hemos repetido en varias ocasiones, la bondad



de un sistema fotométrico, diseñado para el estudio de la estructura galáctica, se mide por su capacidad para efectuar una buena clasificación espectral.

La distribución de las estrellas programadas en los diagramas de dos colores nos permitirá determinar, el enrojecimiento que afecta a las estrellas del campo, clasificar a éstas en clases de luminosidad y población y, asignarles, por último, una magnitud absoluta.

La clasificación espectral realizada por este método, está basada en la calibración del diagrama de dos colores U-G, G-R, y de los parámetros de enrojecimiento del sistema RGU, discutidos en el apartado anterior. La metodología utilizada y los resultados obtenidos en cada una de las fases se discuten en los siguientes apartados.

Las estrellas programa se han representando en diagramas de dos colores, fraccionados por intervalos de magnitud aparente. Esto nos permite asignar una magnitud aparente media a cada diagrama color-color y, además, esta división facilita el estudio y tratamiento de la información.

Se han obtenido, de esta forma, once diagramas color-color, que aparecen en las figuras (IV-2) a (IV-12). La elección del intervalo de magnitud aparente, que se estudia en cada diagrama, viene determinada por el número de estrellas y el grado de complicación de las soluciones de enrojecimiento que aparecen.

Como puede observarse en las figuras (IV-2) a (IV-12), la dispersión de los puntos, alrededor de la solución encontrada, aumenta conforme crece la magnitud aparente, tal como

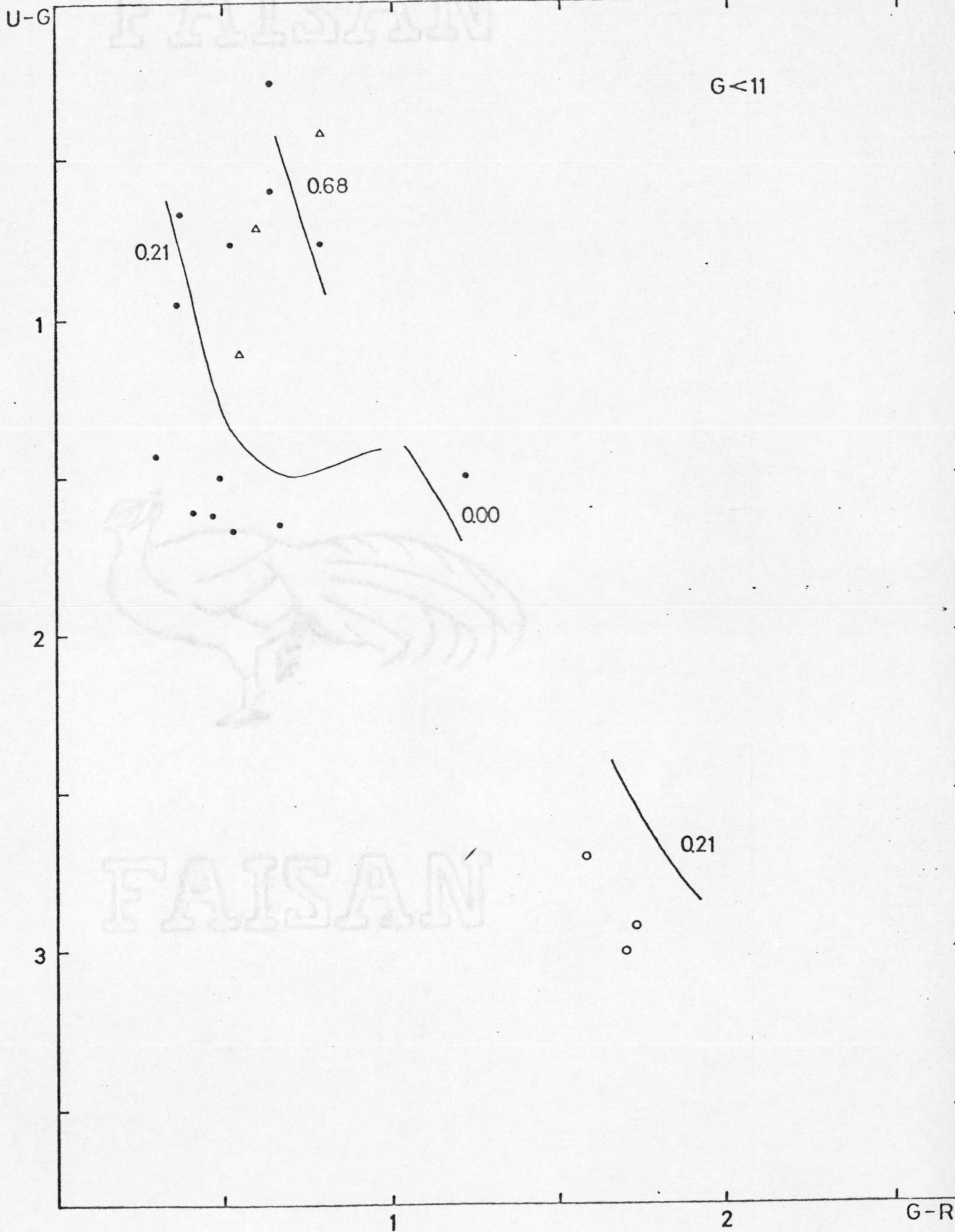


Fig. IV-2

FAISAN

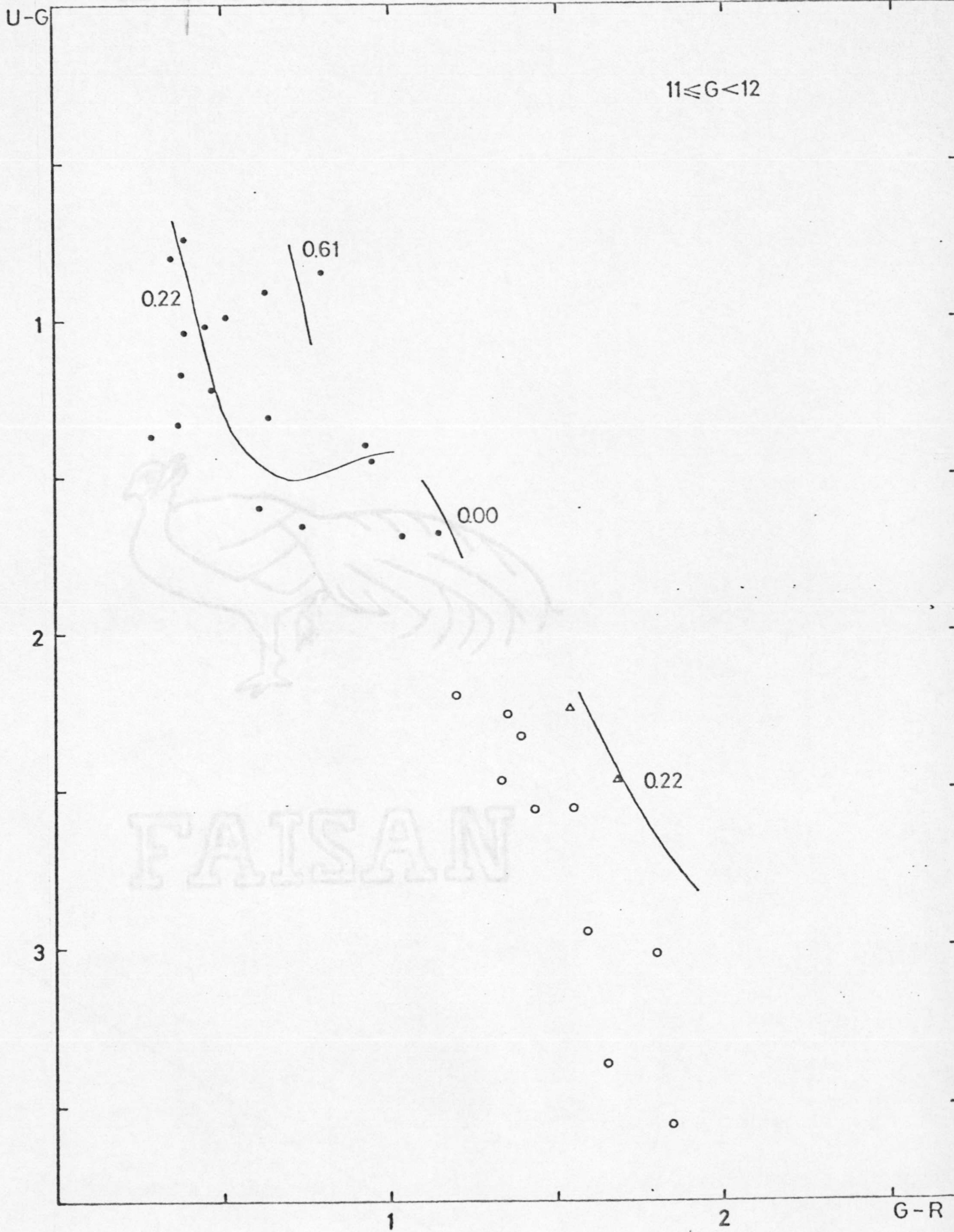


Fig. IV-3

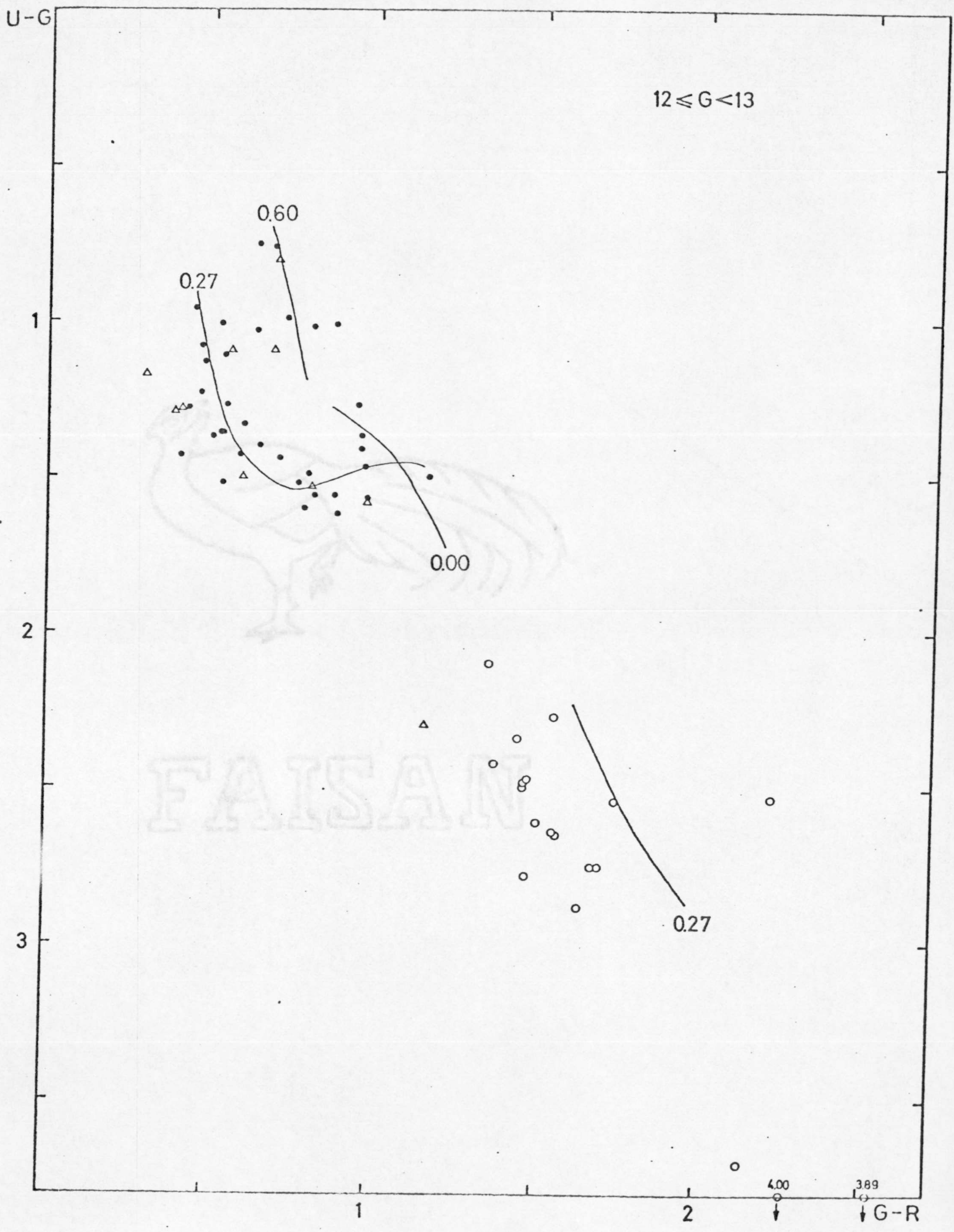


Fig. IV-4

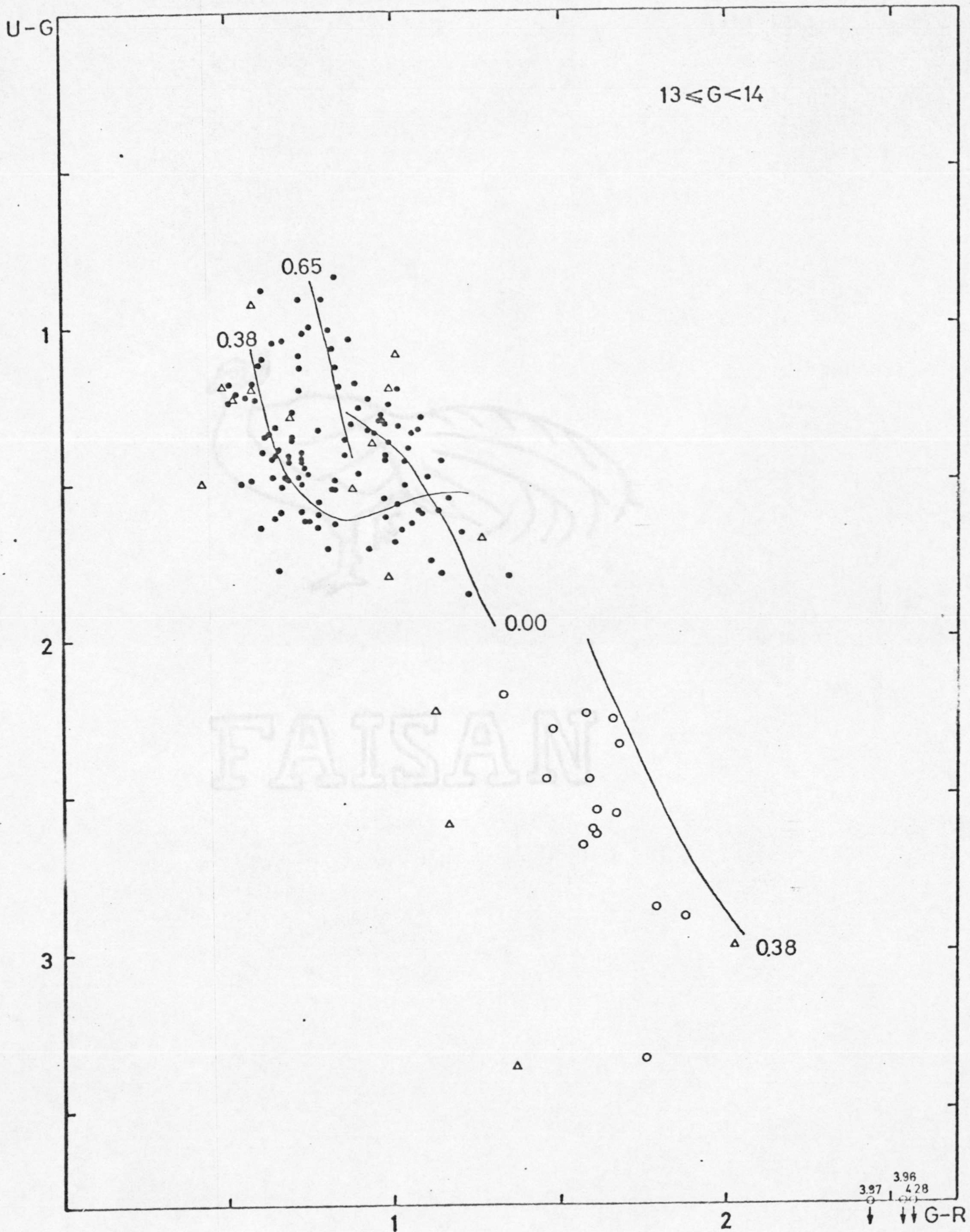


Fig. IV-5

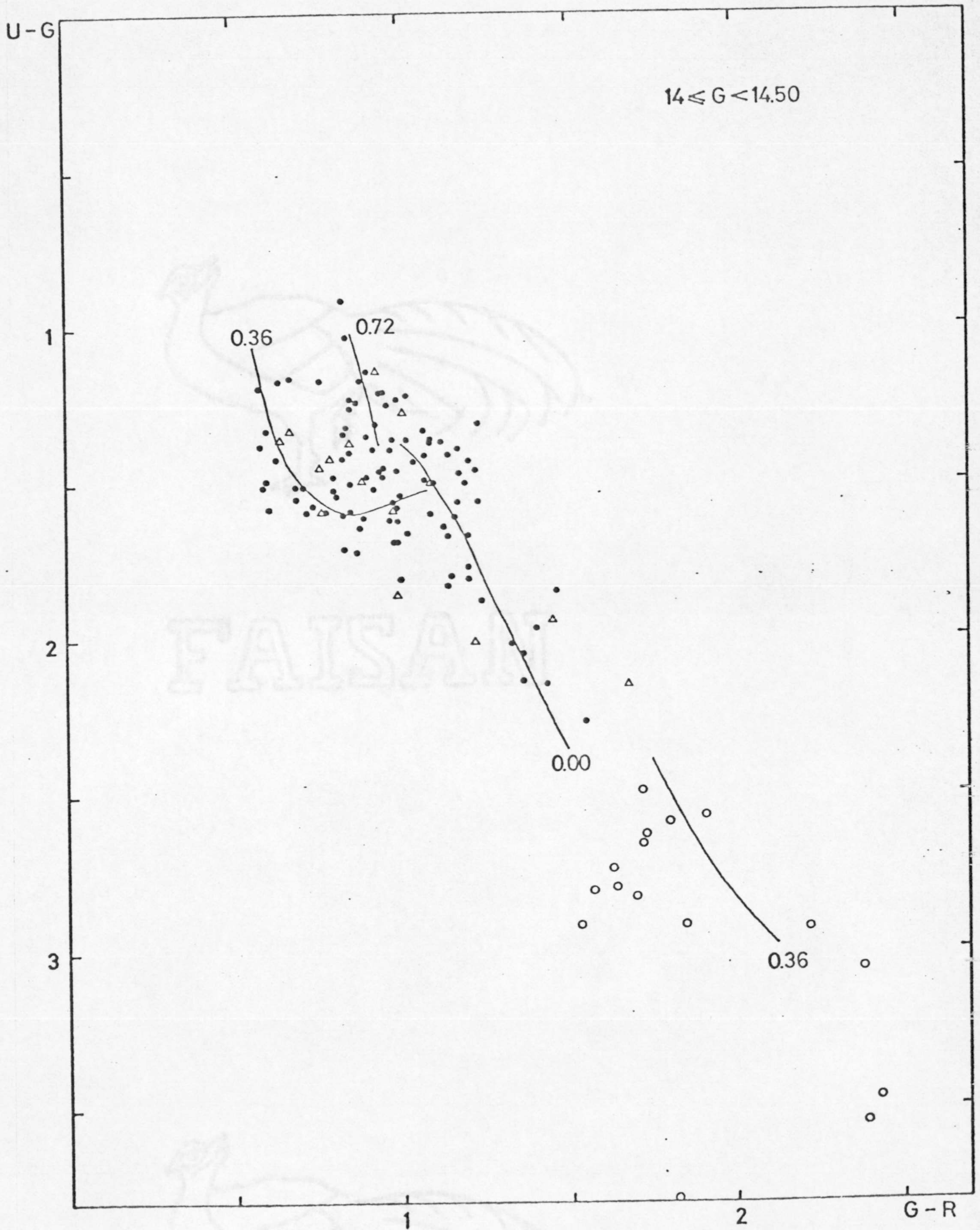


Fig. IV-6

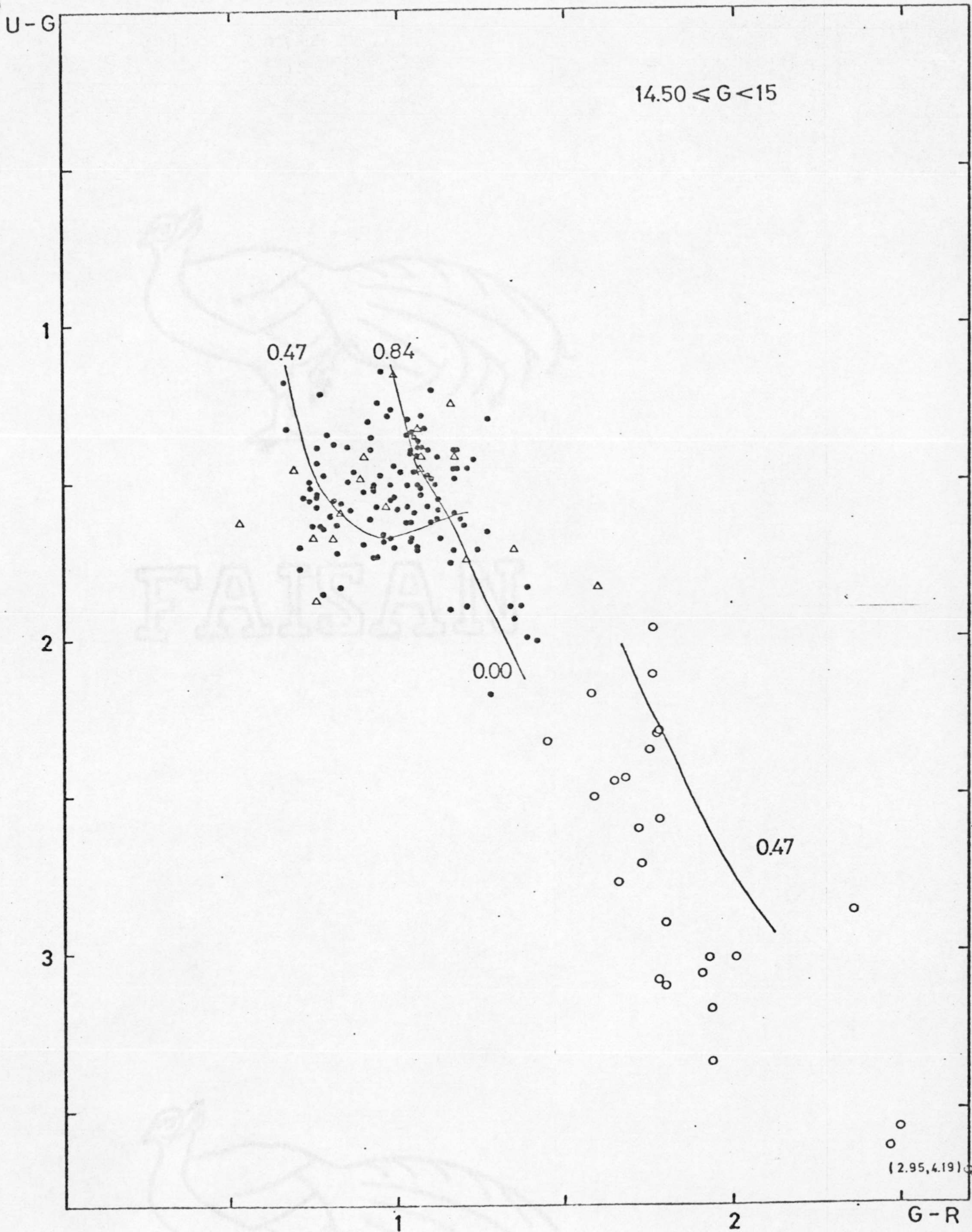


Fig. IV-7



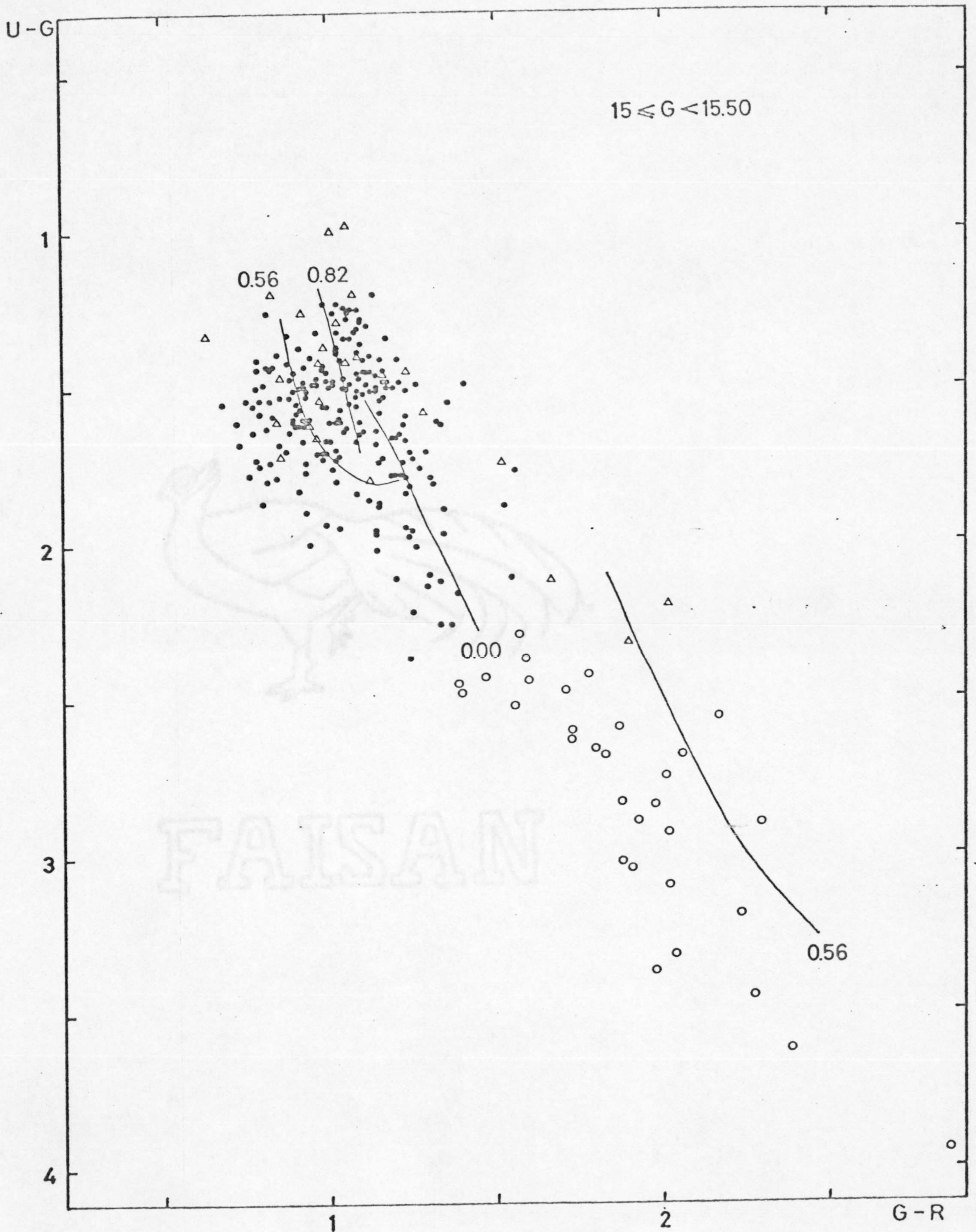


Fig. IV-3

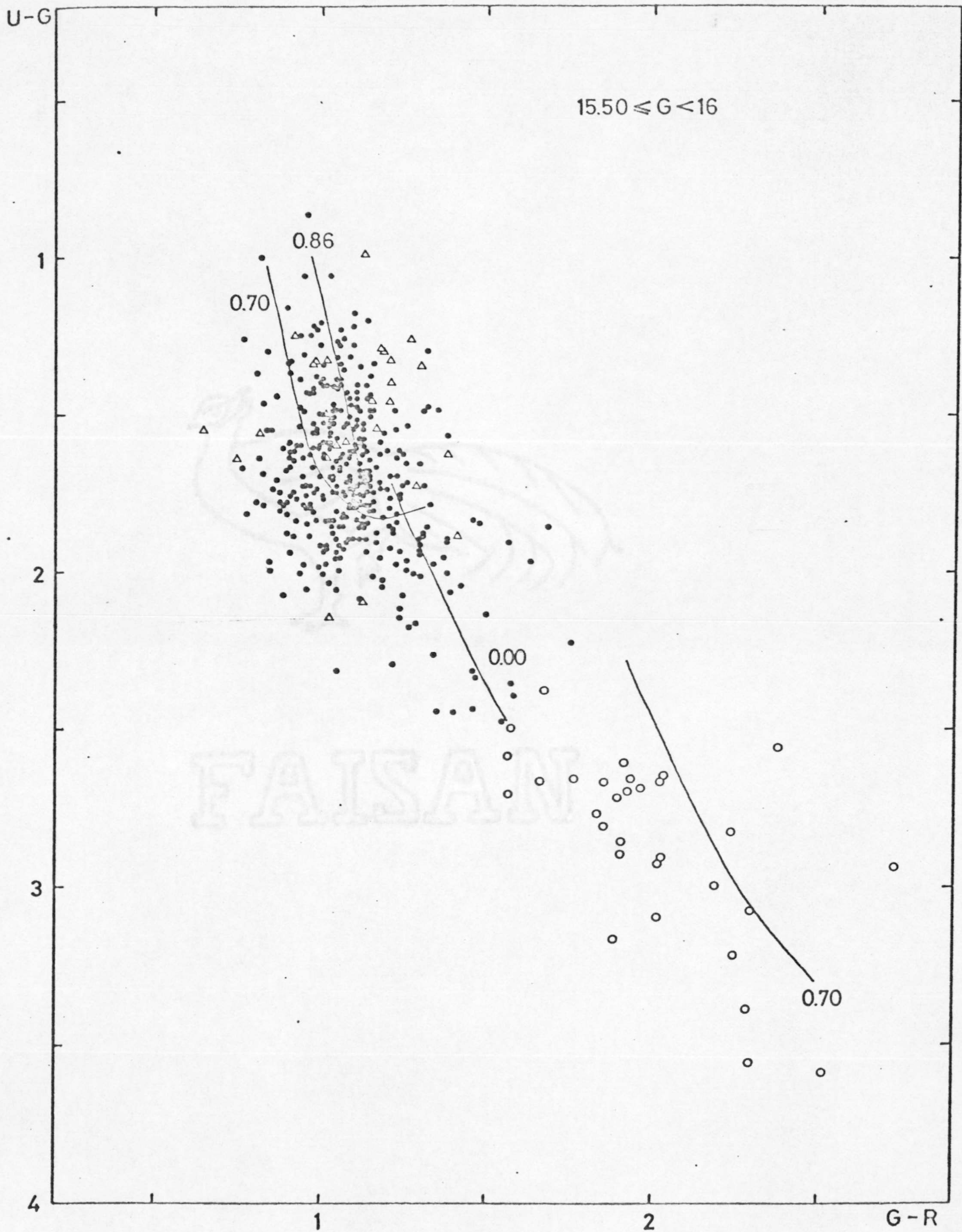


Fig. IV-9

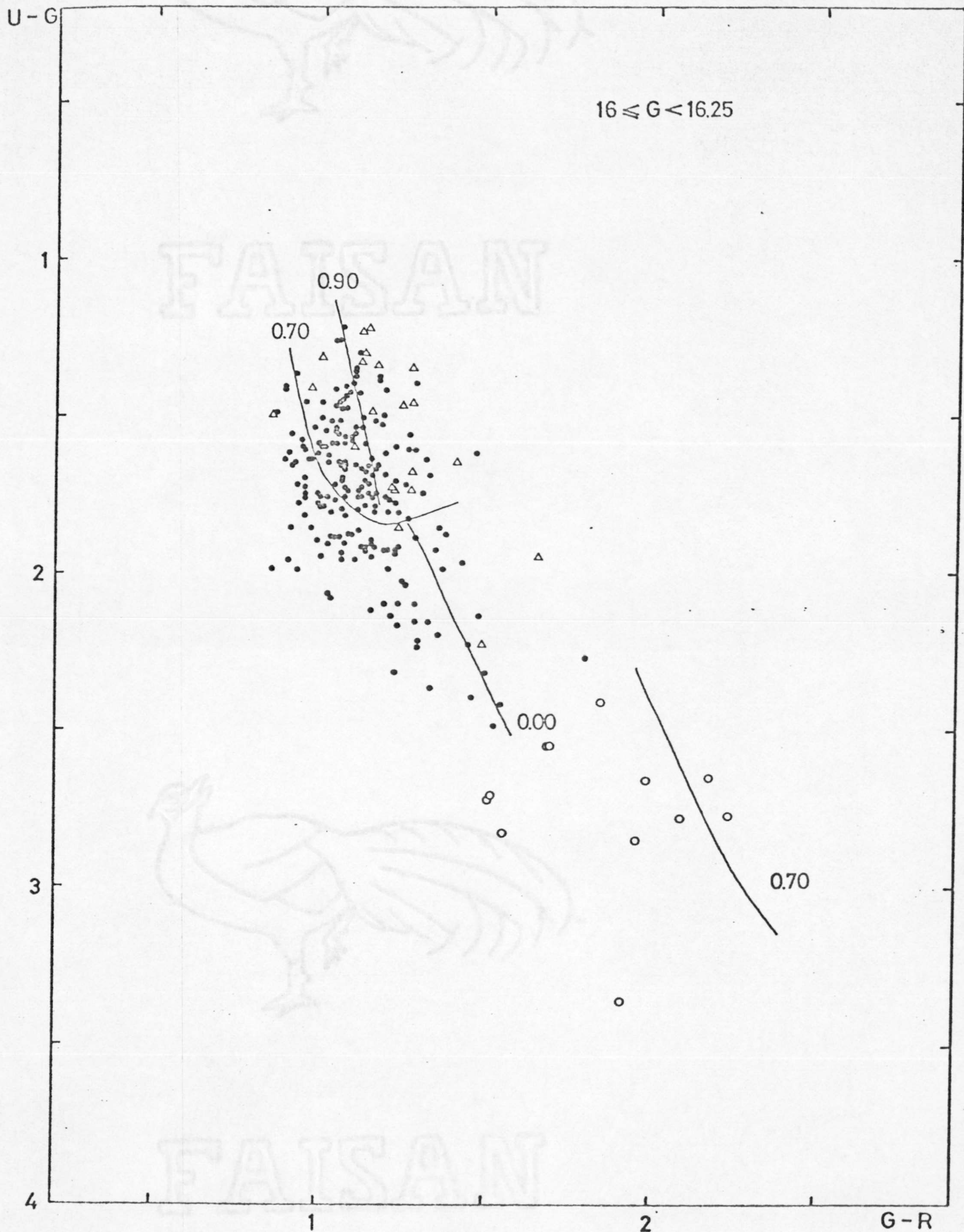


Fig. IV-10

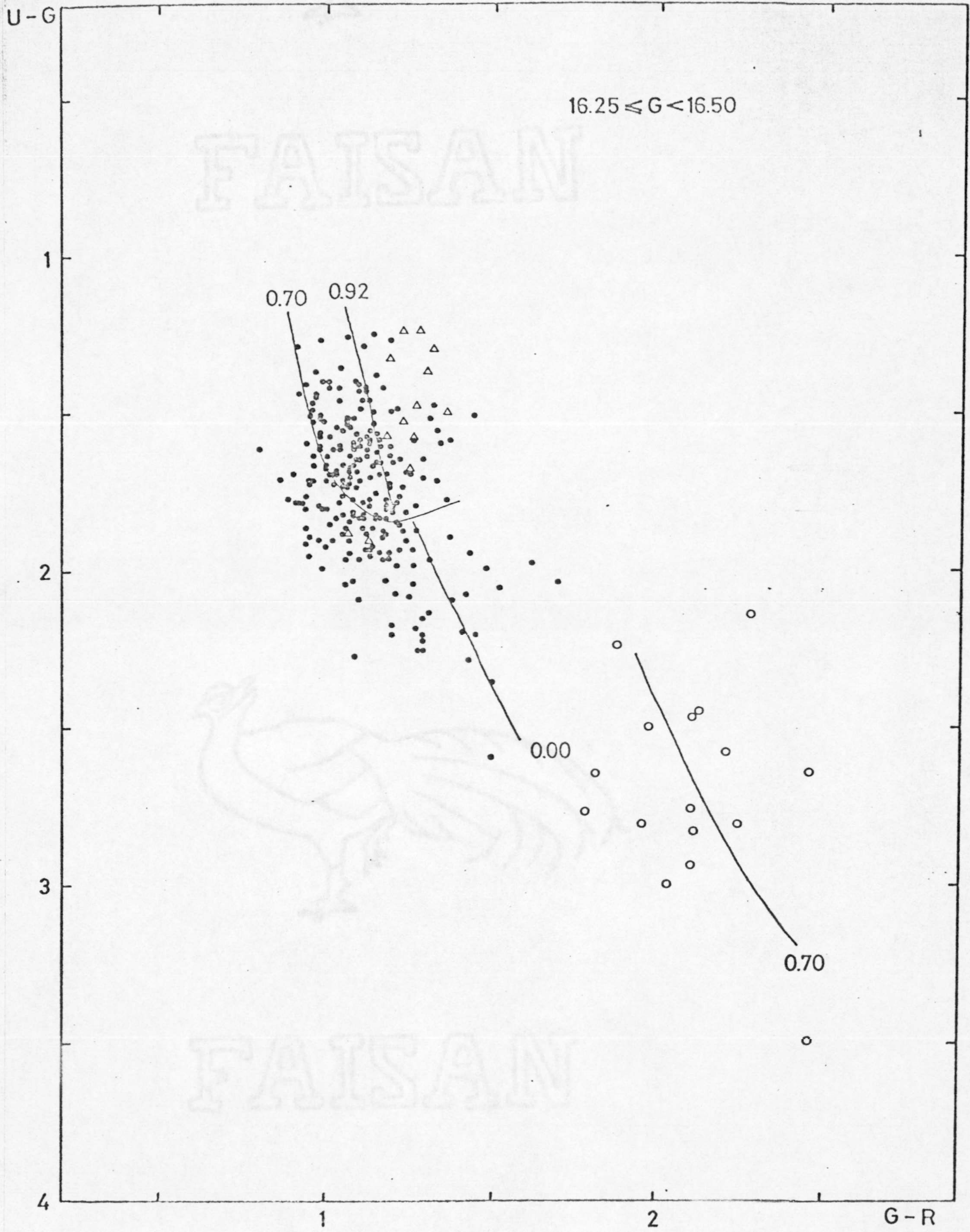


Fig. IV-11

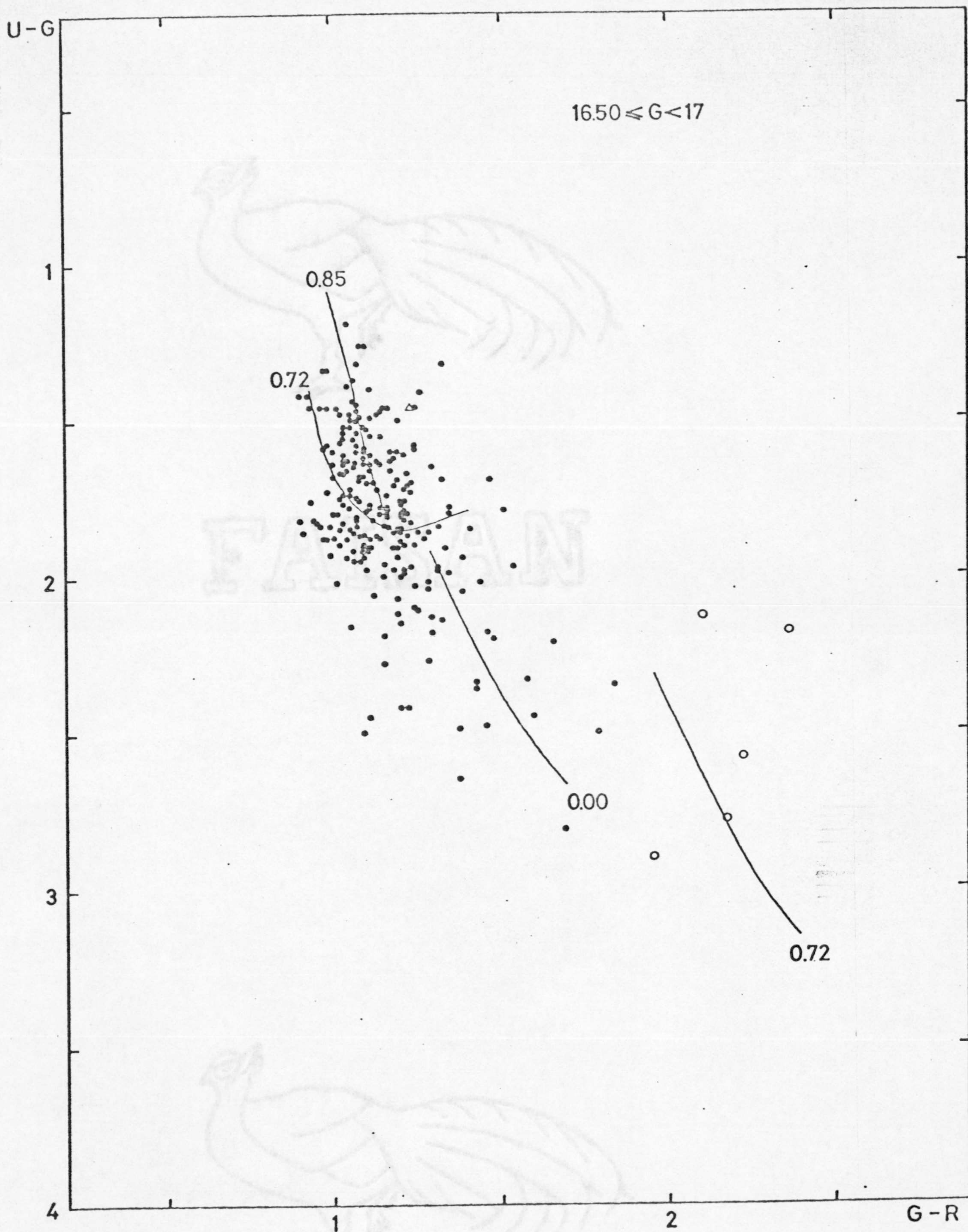


Fig. IV-12

mo se preveía a la vista de los resultados de la tabla (III-15), donde se representan los errores medios de las magnitudes e índices de color. Este efecto aparece más resaltado en las estrellas que presentan un índice de color U-G alto, que ocupan el cuadrante inferior derecho de los diagramas, ya que la magnitud U es la que presenta una mayor dispersión.

#### IVc.- Enrojecimiento interestelar.

La materia interestelar, polvo y gas, que intersecta nuestra línea de mira, debilita el flujo luminoso proveniente de las estrellas, al dispersar y absorber la luz procedente de las mismas. Esta absorción es selectiva, afectando en mayor cuantía a las l.d.o. corta, pudiendo representarse esta dependencia, por la relación  $\Delta m(\lambda) = 1/\lambda^a$ , donde  $a$  varía de 1.2 para el visible a 1.6 en el infrarrojo (Sharpless, 1965).

Esta absorción selectiva producirá, por lo tanto, un enrojecimiento de la radiación estelar. El efecto de este enrojecimiento sobre las estrellas situadas en un diagrama de dos colores G-R, U-G, será desplazarla a lo largo de la denominada línea de enrojecimiento; la cuantía del desplazamiento está íntimamente relacionada con la cantidad de materia interestelar interpuesta entre el emisor y el receptor.

Como ya vimos en el apartado anterior, la pendiente de la línea de enrojecimiento, calibrada por Steinlin, (1968) es constante y su valor es de 0.70.

El método, para determinar este enrojecimiento a partir de los diagramas de dos colores, consiste en desplazar la secuencia principal media a lo largo de la línea de enrojecimiento, hasta que las estrellas distribuidas en el diagrama, se agrupen en torno a esta curva media. La separación, en abscisas, entre la secuencia principal no enrojecida y las curvas que agrupan a las estrellas, determina el exceso de color  $E(G-R)$ .

En algunos casos puede suceder, que la distribución de polvo y gas de la zona en estudio sea tan complicada que, no sólo produzca un desplazamiento de la secuencia principal, sino también una distorsión de la misma (Becker y Fang, 1973). En estos casos, el procedimiento es más complicado y conduce a un gran margen de posibilidades, siendo, en determinadas zonas, casi imposible de calcular.

Para evitar problemas de este tipo, se eligen las direcciones a estudiar, teniendo en cuenta los resultados publicados en trabajos de exploración, tales como los de Neckel y Clare (1980) y Neckel (1967), que obtienen la función de enrojecimiento, en diferentes regiones de la Vía Láctea, a partir del exceso de color de las estrellas tipo OB y, nos dan una primera aproximación de la absorción del campo en estudio.

Hay que tener en cuenta, que el método aquí utilizado se aplica a grupos numerosos y no a estrellas aisladas. Este tratamiento presenta dos ventajas:

a) En primer lugar, hay una mayor fiabilidad en la determinación de las soluciones de enrojecimiento, ya que una estrella aislada puede venir afectada de errores en la

fotometría, o tener una distribución espectral peculiar que determine su posición desplazada en el diagrama de dos colores.

b) Por otro lado, mediante el método apuntado anteriormente, tenemos en cuenta una gran variedad de tipos espectrales y no nos circunscribimos a las estrellas de tipo OB, que pueden estar aún rodeadas de la materia interestelar de la que han nacido, determinando un exceso de color más alto, no representativo del valor del enrojecimiento en la zona.

La determinación de las soluciones de enrojecimiento, permite a la vez realizar la primera clasificación en tipos de Población y clases de luminosidad. En nuestro campo, la presencia de estrellas de la población II es altamente improbable ya que está situado en el plano galáctico y la distancia alcanzada no es lo suficientemente alta para que la frecuencia relativa de estas estrellas sea apreciable.

Igual sucede con las supergigantes y enanas blancas. La pequeña área del campo en estudio, hace que su número sea muy pequeño y que, por lo tanto, no afecte a la estadística posterior. La separación entre gigantes de los últimos tipos espectrales y clases de luminosidad V, se llevó a cabo mediante los criterios expuestos en el apartado IV-b.

En las figuras (IV-2) a (IV-12), se han representado las estrellas gigantes por círculos blancos, las pertenecientes a la secuencia principal por puntos negros y las "blend" mediante triángulos, así como las diferentes soluciones de enrojecimiento encontradas.



El paso siguiente ha consistido en calcular el módulo de distancia aparente correspondiente a los excesos de color determinados. Para cada solución de enrojecimiento se han obtenido tres módulos de distancia aparente, correspondientes a las estrellas más alejadas, más cercanas y a una posición intermedia donde las estrellas estaban más concentradas. Para el cálculo de los módulos de distancia aparente de las estrellas de la secuencia principal, se ha utilizado la magnitud aparente media, correspondiente a cada diagrama, y los valores de  $M_G$  determinados a partir de la secuencia principal calibrada en magnitudes absolutas.

Dado que las estrellas gigantes, tienen una magnitud absoluta media,  $\langle M_G \rangle = 1^m$ , con una dispersión  $\sigma(M_G) = 0.5$ , hemos optado también por calcular tres módulos de distancia, para esta clase de luminosidad, correspondientes a  $M_G = 1, 1.5, 0.5$ . Los valores así obtenidos vienen tabulados en la tabla (IV-3), donde además aparecen los excesos de color hallados en los diferentes intervalos de magnitud aparente.

La figura (IV-13), muestra el diagrama E(G-R) frente al módulo de distancia aparente,  $m_G - M_G$ . Los valores extremos del módulo de distancia correspondientes a una solución de enrojecimiento, para las estrellas de la secuencia principal, están representados por puntos negros, los triángulos corresponden a la zona de máxima concentración y los círculos blancos señalan la posición de las estrellas gigantes.

La dispersión que presenta este diagrama, se debe principalmente a las siguientes causas:

TABLA IV-3.- Módulos de distancia y excesos de color determinados a partir de los diagramas de dos colores fraccionados.

Diagrama	Clas. Lum.	E(G-R)	$\langle m_G \rangle$	$m_G - M_G$ min.	$m_G - M_G$ max.	$m_G - M_G$ med.
G<11.0	S.P.	0.21	10.46	8.46	12.46	10.46
	g	0.21				9.46
	S.P.	0.68		13.77	14.77	14.43
11.0 <G<12.0	S.P.	0.22	11.50	8.20	13.40	11.00
	g	0.22		10.00	11.00	10.50
	S.P.	0.61				13.80
	S.P.	0.00				5.70
12.0 <G<13.0	S.P.	0.27	12.50	9.50	13.40	11.50
	g	0.27		11.00	12.00	11.50
	S.P.	0.60		13.75	15.40	14.58
	S.P.	0.00		7.20	8.25	7.75
13.0 <G<14.0	S.P.	0.38	13.50	11.20	14.40	12.80
	g	0.38		12.00	13.00	12.50
	S.P.	0.65		14.50	16.10	15.30
	S.P.	0.00		7.20	9.40	8.30
14.0 <G<14.5	S.P.	0.36	14.25	11.75	14.35	13.05
	g	0.36		13.00	13.50	13.25
	S.P.	0.72		14.35	16.75	15.55
	S.P.	0.00		6.85	9.35	8.10
14.5 <G<15.0	S.P.	0.47	14.75	12.25	15.25	13.75
	g	0.47		13.50	14.00	13.75
	S.P.	0.84		15.25	16.75	16.00
	S.P.	0.00		6.95	9.75	8.35

TABLA IV-3.- (Continuación)

Diagrama	Clas. Lum.	E(G-R)	$\cdot \langle m_G \rangle$	$m_G^{-M} G \text{ min.}$	$m_G^{-M} G \text{ max.}$	$m_G^{-M} G \text{ med}$
15.0 <G<15.50	S.P.	0.56	15.25	12.75	15.75	14.25
	g	0.56		14.00	14.50	14.25
	S.P.	0.82		15.75	16.85	16.30
	S.P.	0.00		9.75	8.10	8.93
15.50<G<16.0	S.P.	0.70	15.75	13.75	15.75	14.75
	g	0.70		13.75	15.75	14.75
	S.P.	0.86		15.75	17.25	16.50
	S.P.	0.00		7.75	9.55	8.65
16.0 <G<16.25	S.P.	0.71	16.13	14.13	15.75	14.75
	g	0.71		14.13	15.75	14.75
	S.P.	0.90		15.63	17.25	16.50
	S.P.	0.00		8.23	9.55	8.65
16.25<G<16.50	S.P.	0.70	16.38	14.38	16.38	15.38
	g	0.70		14.38	16.38	15.38
	S.P.	0.92		15.88	18.38	17.13
	S.P.	0.00		8.38	10.38	9.38
16.50<G<17.0	S.P.	0.72	16.75	14.75	15.75	15.25
	g	0.72		14.75	16.75	15.75
	S.P.	0.85		15.75	17.75	16.75
	S.P.	0.00		8.45	9.85	9.15

- a) Errores observacionales en los índices de color y magnitudes.
- b) Dispersión cósmica de los diagramas.
- c) Errores en la asignación de la magnitud absoluta a las estrellas programa.
- d) Distribución inhomogénea del polvo y gas absorbentes.

Teniendo en cuenta estos puntos, hemos estimado que el error cometido en la determinación de estos valores, es inferior a  $0^m.10$  para el exceso de color y, a  $0^m.8$  para el módulo de distancia aparente.

El punto d) de los reseñados anteriormente, es de gran interés, ya que cuestiona la validez de las técnicas de investigación utilizadas actualmente en la determinación de la distribución del enrojecimiento interestelar, y su aplicación a los trabajos de estadística estelar.

Lodén y Sundman (1980), Sundman (1979) y Lodén (1972), han realizado un interesante trabajo a este respecto. Sus conclusiones pueden resumirse en las siguientes:

1º).- Existen variaciones del exceso de color con las coordenadas galácticas, incluso en áreas del orden de unos pocos grados cuadrados.

2º).- Estas variaciones están lejos de ser regulares.

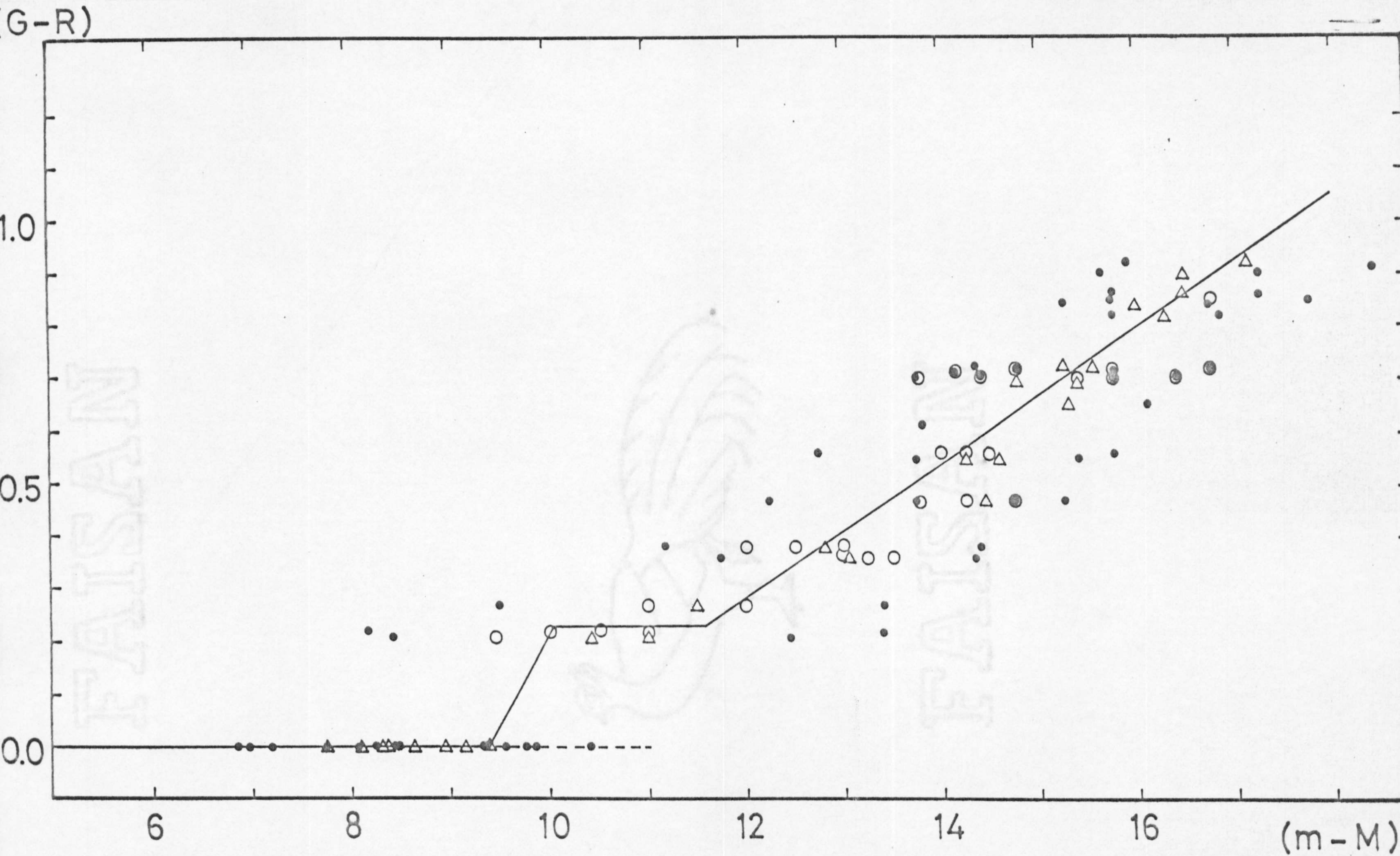


Fig. IV-13.-  $E(G-R)$  frente al módulo de distancia aparente.

Los primeros resultados (Lodén, 1972) llevaron al mismo, a plantearse un nuevo modelo para la distribución de polvo y gas en la galaxia, donde el tamaño de las nubes absorbentes fuera más pequeño, (incluso del orden de U.A.), y su distribución muy irregular. Un modelo como este, debe tener en cuenta la existencia de mecanismos de formación de nubes gaseosas de pequeño tamaño (Lodén, 1973).

A pesar de la pequeña área angular de nuestro campo, que nos permite determinar una distribución del enrojecimiento no demasiado complicada, aparecen pequeños solapamientos (figura IV-13), que podrían ser explicados por un modelo de distribución de polvo y gas como el apuntado anteriormente.

En la figura (IV-13), hemos señalado también, una línea que representa el valor medio de la función de enrojecimiento. Esta curva media se obtuvo del ajuste de los puntos correspondientes a las zonas de máxima concentración, (en los diagramas), y a las gigantes cuyo módulo de distancia aparente se calculó, adoptando  $M_G = 1^m$ .

Una primera ojeada a este diagrama, nos indica la presencia de una nube absorbente de pequeño espesor, correspondiente a un exceso de color  $E(G-R) = 0.23^m$ , localizada a  $m_G - M_G = 10.05^m$ ; una zona libre de absorción, hasta  $m_G - M_G = 11.62^m$ , y por último una concentración de polvo y gas que determina un enrojecimiento creciente con el módulo de distancia, aunque de pequeño gradiente.

Con el objeto de poder comparar estos resultados con los obtenidos por otros autores en esta región, a partir de estudios fotométrico UBV, hemos realizado la transforma

ción de este diagrama (figura IV-13), a otro (figura IV-14), donde los parámetros que aparecen son, el exceso de color  $E(B-V)$  y el módulo de distancia verdadero  $(m_G - M_G)_0$ . Esta transformación se llevó a cabo mediante las ecuaciones

$$E(B-V) = 0.72 E(G-R) - 0.006 E^2(G-R) \quad (1-IVc)$$

$$(m_G - M_G)_0 = m_G - M_G - 2.69 E(G-R) \quad (2-IVc)$$

y solamente para los valores que determinaron el ajuste medio de la función de enrojecimiento.

Se han representado también en este diagrama, catorce cúmulos galácticos de la región de Carina, próximos a la dirección en estudio. Las coordenadas, excesos de color  $E(B-V)$ , y módulo de distancia verdadero, de estos objetos, así como las fuentes de donde se han tomado los datos, aparecen en la tabla (IV-4).

La distribución del exceso de color, determinada a partir de estos cúmulos, presenta la misma tendencia, en líneas generales, que la obtenida a partir de nuestras observaciones. No obstante, como puede verse en la figura (IV-14), los puntos correspondientes a los cúmulos galácticos, presentan una mayor dispersión, que puede ser debida al hecho de que estos objetos están repartidos sobre un cuadrado de  $10^\circ$  de lado, donde la distribución del enrojecimiento con la distancia puede adoptar diversas formas. Cabe señalar que los valores de extinción interestelar y módulo de distancia verdadero, del cúmulo más cercano al campo en estudio (IC 2581), se ajustan muy bien a la curva media de enrojecimiento determinada a partir de nuestras observaciones.

Tabla IV-4.- Cúmulos galácticos próximos al campo en estudio

Nombre	$l^{II}$	$b^{II}$	$E(B-V)$	$(m-M)_0$	Referencia
NGC 3228	280°3	4°6	0.00	8.1	(1)
NGC 3330	284°2	3°8	0.18	10.71	(1)
IC 2581	284°6	0°0	0.40	12.64	(3)
Tr 15	287°4	-0°4	0.53	11.14	(1)
Tr 17	288°7	0°4	0.46	11.68	(2)
Ru 92	289°5	-2°0	0.44	12.46	(2)
IC 2602	289°6	-4°9	0.04	5.82	(1)
NGC 3496	289°6	-0°4	0.51	10.05	(1)
NGC 3532	289°6	1°5	0.00	8.10	(1)
Ba 17	290°2	1°4	0.16	11.09	(2)
Ru 93	290°5	-0°1	0.27	10.98	(2)
Stock 13	290°5	1°6	0.28	12.12	(2)
NGC 3572	290°7	0°2	0.36	12.15	(2)
Tr 18	291°0	-0°1	0.17	10.20	(2)
NGC 3590	291°2	-0°1	0.44	11.86	(2)

Nota:

- (1) Becker y Fenkart, 1971
- (2) Steppe, 1977
- (3) Tejedor, 1976



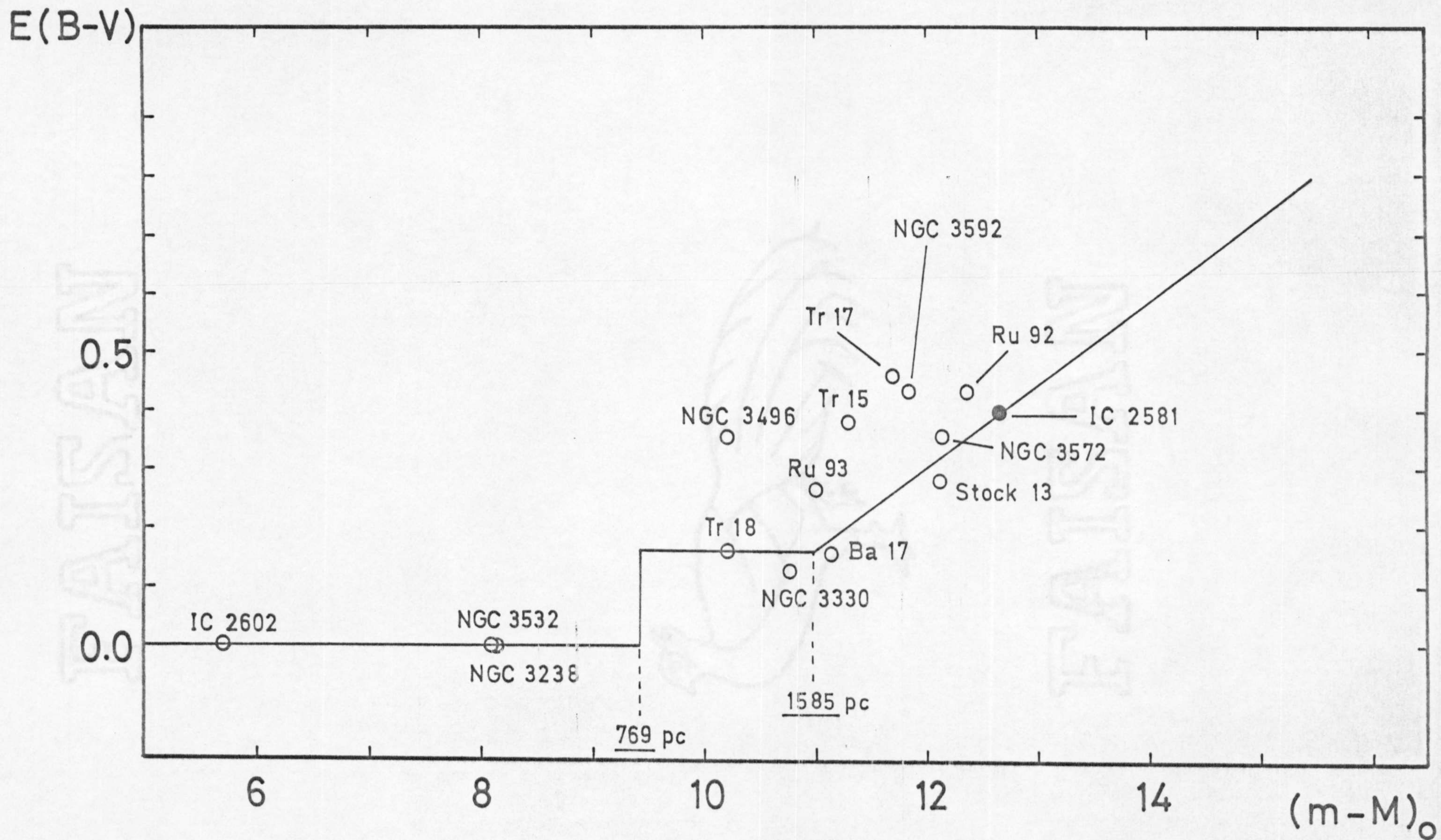


Fig. IV-14.-  $E(B-V)$  frente al módulo de distancia verdadero.

Lodén y Sundman, (1972), realizaron estudios de la extinción interestelar en esta zona, determinando una distribución media del enrojecimiento interestelar para la región de Carina, así como la variación de esta distribución para cada subregión de la misma.

Sus resultados, para un cuadrado centrado en  $l^{\text{II}} = 284^\circ$ ,  $b^{\text{II}} = 0^\circ$  y de  $8^\circ$  de lado, muestran un enrojecimiento creciente con el módulo de distancia, siendo este gradiente más pronunciado que el obtenido de nuestras medidas. Lo mismo puede desprenderse de la comparación de nuestro trabajo con el publicado por Sundman (1979), relativo a la distribución de la absorción interestelar en once direcciones distintas de la región Carina-Centaurus, y que muestran que, incluso en zonas muy próximas, el enrojecimiento interestelar presenta una diferente distribución.

Estas diferencias existentes apoyan la hipótesis de Lodén (1973), de una distribución inhomogénea de pequeñas nubes de materia interestelar.

Evidentemente, tomando como válida esta hipótesis, resulta no sólo adecuada, sino necesaria, la utilización de pequeñas áreas angulares para la determinación de funciones de densidad, ya que, de esta forma, la corrección de absorción tiene grandes garantías de validez. No obstante, y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, hemos resuelto realizar la corrección de absorción, a partir de las soluciones de enrojecimiento discretas, encontradas en los diagramas de dos colores, y no mediante la curva de absorción media calculada.

La diferencia entre estos dos métodos no es demasiado

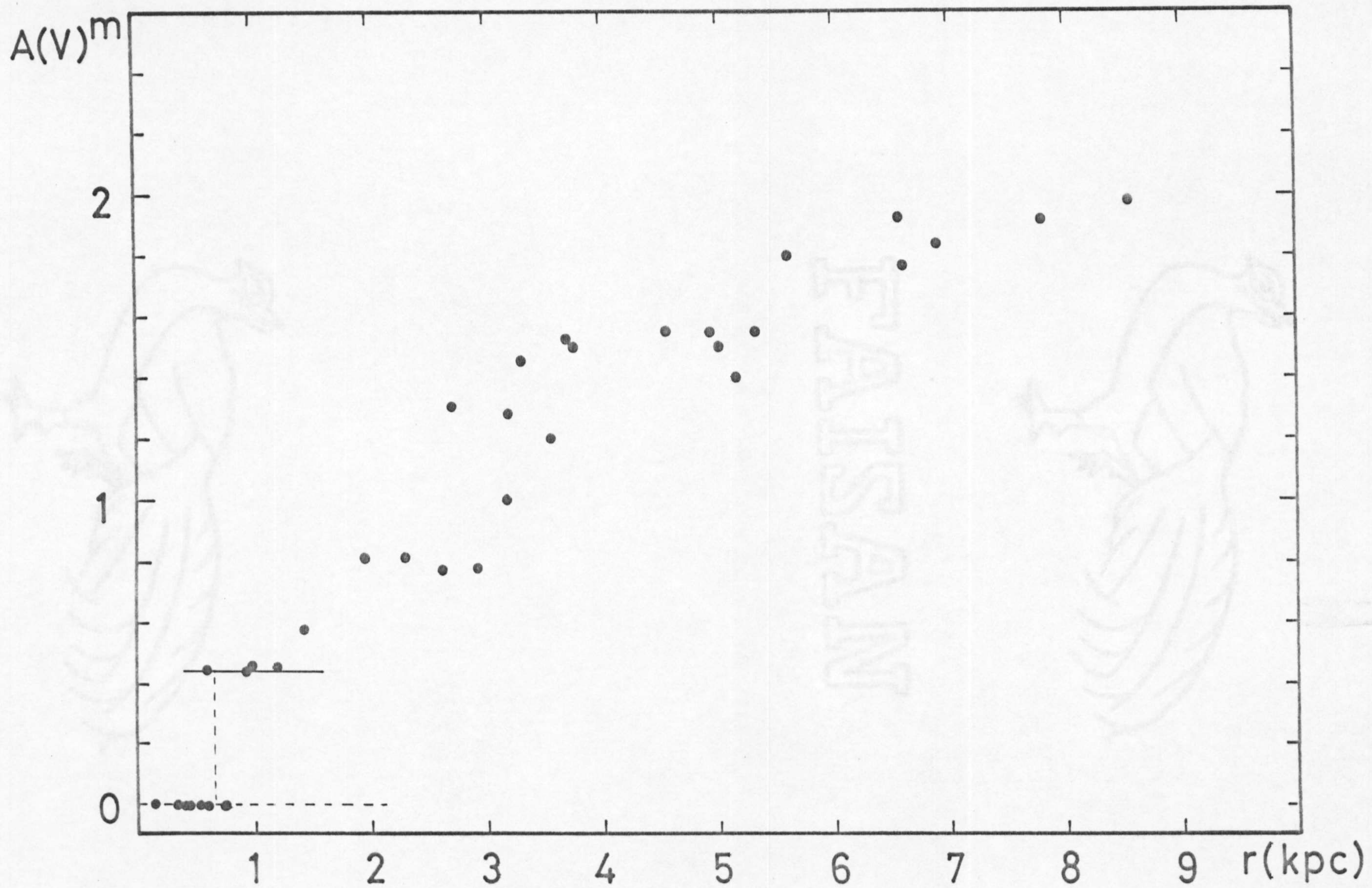


Fig. IV-15.- Absorción en magnitudes V frente a distancia.

grande y puede alcanzar hasta  $0^m.10$  en  $E(G-R)$ , ó  $0^m.30$  en el módulo de distancia, para el peor de los casos, pero generalmente está limitada a unas centésimas de magnitud en  $E(G-R)$  (Herspeger, 1973). Este método además de tener en cuenta posibles irregularidades locales, resulta ser más rápido.

Por último, hemos representado la absorción  $A(V)$ , en magnitudes, frente a la distancia en Kpc. Se ha utilizado el valor  $R=3$ , para obtener esta absorción, a partir de la relación  $A(V) = R.E(B-V)$ .

La figura (IV-15), nos muestra una absorción creciente con la distancia, con un ritmo de crecimiento variable, que disminuye conforme nos alejamos del sol. A distancias superiores a 9 Kpc, la absorción tiende a estabilizarse; las estrellas que aparecen a partir de este valor son más escasas en número, generalmente estrellas OB, y la absorción determinada a partir de sus datos puede presentar una mayor dispersión.

#### IV-d.- Magnitudes absolutas.

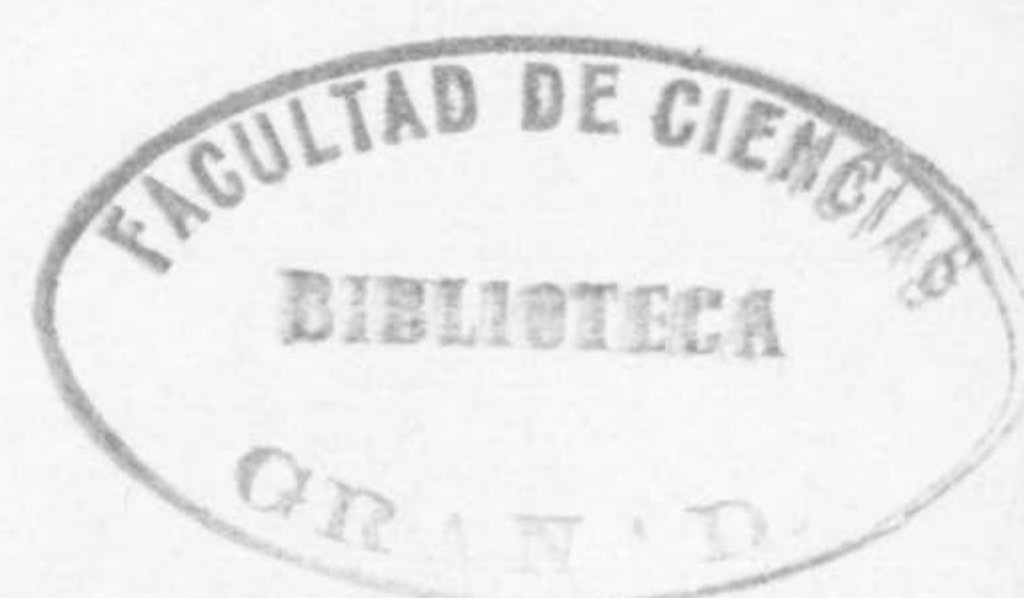
La determinación de las magnitudes absolutas de las estrellas programa nos permite, por un lado, clasificarlas en tipos espectrales y, por otro, nos proporciona un parámetro imprescindible para la determinación de la distancia.

De nuevo, la herramienta utilizada es el diagrama de dos colores  $G-R$ ,  $U-G$ , (figura IV-1). Insistimos de nuevo, en que las estrellas del campo se han considerado gigantes

o pertenecientes a la clase de luminosidad V. Esta hipótesis de trabajo está apoyada en los resultados de la aplicación de la fotometría RGU a este tipo de estudios, que indican que las frecuencias relativas de otras clases de luminosidad hace despreciables, desde un punto de vista estadístico, el número de estrellas pertenecientes a éstas, que puedan aparecer en un área como la del campo bajo investigación (Buser, 1979).

Una vez las estrellas se han separado en clases de luminosidad, se les asigna la magnitud absoluta correspondiente al punto más cercano de la secuencia principal, caso de ser clase de luminosidad V, ó  $M_G = 1^m$ , si se consideran gigantes. En realidad, el procedimiento no resulta a veces tan fácil, ya que, por ejemplo, para las estrellas situadas en las zonas curvas de la secuencia principal, puede existir ambigüedad a la hora de asignarles una magnitud absoluta (figura IV-16). Sin embargo, y dado que este problema no se presenta, en general, para una estrella aislada, sino más bien para grupos numerosos de ellas, puede ser en parte solventado, distribuyendo uniformemente, entre las estrellas problema, el intervalo de magnitudes absolutas (Becker, 1972, a, b).

Otro problema puede aparecer debido al hecho de que en algunas zonas del diagrama color-color, el desplazamiento causado por el enrojecimiento, resulta a veces compatible con tres soluciones diferentes del mismo (figura (IV-16)). La solución de esta ambigüedad, suele venir sugerida por el comportamiento de este grupo de estrellas, tanto en éste, como en los restantes diagramas de dos colores fraccionados, y su comprobación con la función de absorción in



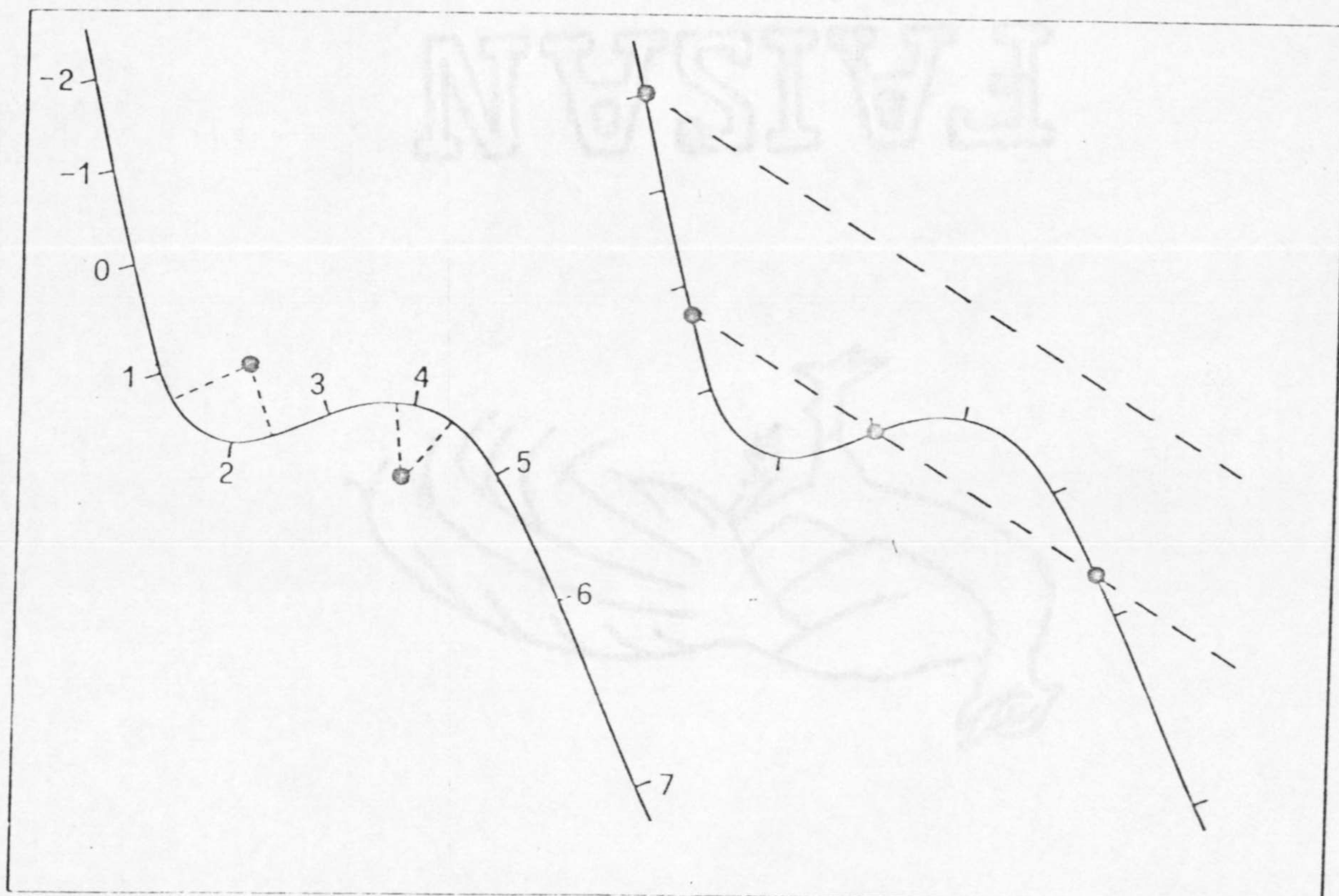


Fig. IV-16

terestelar determinada en la zona.

En las figuras (IV-2) a (IV-12), puede observarse también, como en algunas zonas de los diagramas de dos colores la posición de algunas estrellas es compatible con dos o incluso tres soluciones de enrojecimiento. En estos casos, la asignación de una magnitud absoluta ha sido más problemática y se ha necesitado acudir a otros criterios que pudieran darnos una información adicional. Uno de estos criterios consiste en calcular la magnitud absoluta correspondiente a las distintas soluciones de enrojecimiento y representar estos valores, en un diagrama E(G-R) frente al módulo de distancia aparente, determinando que solución presenta el menor desplazamiento respecto a la curva media. Aquella que verifique esta condición se tomará como válida.

Si este criterio no aporta ninguna luz sobre el problema, se distribuyen las estrellas entre las posibles soluciones de enrojecimiento, de acuerdo a la frecuencia relativa con que éstas se presenten en los diagramas de dos colores (Becker y Fang, (1973)).

La precisión de las magnitudes absolutas, determinadas a partir del diagrama de dos colores, puede solamente estimarse. Los errores observacionales de los índices de color pueden causar un error medio, en la magnitud absoluta de una estrella, entre  $\pm 0.2^m$  y  $\pm 0.5^m$ , dependiendo de su posición en la secuencia principal. La dispersión intrínseca de las magnitudes absolutas en el diagrama de dos colores, no se conoce. Una de las causas que contribuyen a esta dispersión es la incapacidad de la fotometría en tres colores para indentificar binarias ópticas o físicas, que deben por lo tanto considerarse como estrellas simples. Podemos conside-

rar como una estimación aproximada del error medio de una magnitud absoluta, los valores comprendidos entre  $\pm 0.5^m$  y  $\pm 0.7^m$  (Becker y Fang, 1973; Becker, 1972; García-Pelayo, 1977).

La asignación de la magnitud absoluta a cada estrella programa, se ha efectuado a partir de los diagramas de dos colores fraccionados y teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente. Este valor aparece tabulado en el apéndice junto a la fotometría, el enrojecimiento, y la distancia determinada para cada estrella.

#### IV-e.- Determinación de la distancia.

La determinación de la distancia para cada estrella programa, se efectúa mediante la relación

$$m_G - M_G - A(G) = 5 \log r - 5 \quad (1-IVe)$$

donde tanto  $m_G$ ,  $M_G$  y  $A(G)$ , se expresan en magnitudes y  $r$  en parsecs.

En los anteriores apartados hemos descrito la obtención de cada uno de los parámetros que intervienen en el cálculo de la distancia y hemos dado una estimación de sus errores.

Como ya señalamos en el apartado (IV-c), la corrección de absorción se ha llevado a cabo, para cada estrella, transformando el enrojecimiento correspondiente a la solución encontrada en el diagrama de dos colores y no a partir del  $E(G-R)$  calculado mediante la función de enrojecimiento media.



El error relativo de la distancia, se ha estimado teniendo en cuenta la dispersión de los parámetros que aparecen en la ecuación (1-IVe) y considerando una propagación cuadrática de los mismos. Este error puede determinarse mediante la expresión

$$\frac{\sigma_r^2}{r^2} = 0.21 \sigma^2(m_G) + 0.21 \sigma^2(M_G) + 1.11 \sigma^2(E(G-R))_{2-IVe}$$

y considerando los valores sobre-estimados de

$$\sigma(m_G) = 0^m.05, \quad \sigma(M_G) = 0^m.6, \quad \sigma(E(G-R)) = 0^m.10$$

calculamos que su cuantía es inferior, en el peor de los casos, al 30%.

Dada la distribución de la absorción interestelar en el campo, existe una distancia límite, para cada magnitud absoluta, a partir de la cual las estrellas de esa magnitud absoluta o más débiles no son visibles.

Estas distancias determinan el límite a partir del cual las funciones de densidad, para una magnitud absoluta dada, están incompletas.

Su cálculo se realiza a partir de la ecuación (1-IVe), donde,  $\underline{m}$ , se sustituye por el valor de la magnitud aparente límite de nuestra fotometría,  $m_G = 16^m.61$ .

Los valores de estas distancias, para los diferentes valores de magnitud absoluta, aparecen en la tabla (IV-5). Las distancias calculadas, al igual que los otros paráme-

tros, mencionados anteriormente, están tabulados en el apéndice.

TABLA IV-5.- Distancia límite alcanzable, para cada  $M_G$

$M_G$	r (pc)	$M_G$	r (pc)
-1	9758	4	2196
0	7144	5	1579
1	5295	6	996
2	3925	7	703
3	2909	8	527

CAPITULO V.- RESULTADOS Y DISCUSION.

- V-a) .- Introducción.
- V-b) .- Gradientes de densidad.
- V-c) .- Función de Luminosidad.
- V-d) .- Discusión.
- V-e) .- Conclusiones.

V-a.- Introducción.

Los datos obtenidos en los capítulos anteriores, magnitud absoluta, distancia y clase de luminosidad, referentes a las estrellas del campo en estudio, nos han permitido determinar las funciones de densidad y luminosidad en esta dirección del plano galáctico.

Las funciones de densidad,  $D(r)$ , representan el número de estrellas por unidad de volumen de una clase de luminosidad determinada a la distancia  $r$ . Por otro lado la función de luminosidad,  $\phi(M)$ , para una zona de la Galaxia se define como el número de estrellas por unidad de volumen y por intervalo de magnitud absoluta en esa región.

La existencia de ambigüedades, en la asignación de magnitudes absolutas, en determinadas zonas del diagrama de dos colores, nos lleva a definir tres posibles funciones de densidad, ya sea que las estrellas problema hayan sido omitidas, que se hayan asignado en su totalidad a cada una de las posibles soluciones, o que hayan sido distribuidas estadísticamente entre estas. Esta última posibilidad determina las denominadas funciones de densidad "probables". Gschwind (1975) comparó los resultados obtenidos mediante las funciones "probables" y las funciones de densidad "mínimas", (aquellas determinadas omitiendo las estrellas que presenten una ambigüedad en la magnitud absoluta), concluyendo que el comportamiento de ambas funciones no difiere esencialmente. Dado que en nuestro caso las estrellas que presentan esta ambigüedad aparecen en número suficiente, hemos optado, como ya señalamos en el apartado IV-d, por asignar estadísticamente la magnitud absoluta a estas estrellas problema, por lo que las funciones de densidad determinadas son las denominadas "probables".

Si definimos  $\rho^{P, K, (M, M')}(d_j)$  como la densidad espacial de estrellas de población P, clase de luminosidad K y magnitudes absolutas comprendidas entre M y M', a la distancia  $d_j$  del sol, se verifica la relación

$$\rho^{P, K, (M, M')}(d_j) = \frac{N^{P, K, (M, M')}}{|T_j|}$$

siendo  $N^{P, K, (M, M')}$  el número de estrellas del campo de población P, clase de luminosidad K e intervalo de magnitudes absolutas M-M', comprendidas en el volumen piramidal parcial  $T_j$ , a la distancia media  $d_j$  del sol, y

$|T_j|$  el volumen de  $T_j$  en  $\text{pc}^3$ .

Una vez separadas las estrellas en clases de luminosidad y habiéndoles asignado un valor estadístico de la magnitud absoluta  $M_G$ , puede conocerse su módulo de distancia verdadero

$$\mu_0 = m_G - M_G - A(G)$$

con lo que se tiene el valor de la distancia real.

$$d = 10^{1 + \mu_0/5}$$

Se han distribuido entonces las estrellas, enanas y gigantes por separado, en intervalos sucesivos de magnitud absoluta ( $M_i(G), M_{i+1}(G)$ ) y de módulo de distancia ( $\mu_{0,i}, \mu_{0,i+1}$ ). En el campo en estudio todas las estrellas se consideran de población I, existiendo dos clases de luminosidad representativas: enanas, E, y gigantes, G. Entonces

$$N_j^{(P.I), E, (M_i(G), M_{i+1}(G))}$$

$$N_j^{(P.I), G, (M_i(G), M_{i+1}(G))}$$

representan el número de enanas o gigantes de la población I cuyas magnitudes absolutas están comprendidas dentro del intervalo  $(M_i(G), M_{i+1}(G))$  y cuyos módulos de distancia verdaderos caen dentro de  $(\mu_{0,j}, \mu_{0,j+1})$ , siendo

$$d_j = \frac{1}{2} \left( 10^{1 + \mu_{0,j}/5} + 10^{1 + \mu_{0,j+1}/5} \right)$$

y

$$T_j = \frac{1}{3} \left( \frac{\pi}{180} \right)^2 |F| 10^3 \left( 10^{\mu_{0,j+1}/5} - 10^{\mu_{0,j}/5} \right)$$

el volumen del correspondiente tronco de pirámide visual, donde  $|F|$  representa el área del campo en grados cuadrado. Las densidades espaciales de enanas y gigantes se han calculado pues, mediante las relaciones

$$\rho_{(P.I), E, (M_i(G), M_{i+1}(G))}^{(P.I), E, (M_i(G), M_{i+1}(G))} N_j = \frac{N_j^{(P.I), E, (M_i(G), M_{i+1}(G))}}{|T_j|} (1-Va)$$

$$\rho_{(P.I), G, (M_i(G), M_{i+1}(G))}^{(P.I), G, (M_i(G), M_{i+1}(G))} N_j = \frac{N_j^{(P.I), G, (M_i(G), M_{i+1}(G))}}{|T_j|} (2-Vb)$$

En el cálculo de las funciones de densidad no se ha tenido en cuenta las dispersiones de las magnitudes absolutas. Esta decisión viene avalada por los resultados del trabajo de Gschwind (1975) en el que calcula la función de densidad para un intervalo de magnitud absoluta, considerando

que las estrellas se distribuyen normalmente alrededor de una magnitud absoluta media y con una dispersión dada. La función de densidad determinada mediante el método de Monte Carlo a partir de la distribución normal difiere solamente de la determinada empíricamente, en que los máximos, caso de existir, se ensanchan un poco más. Además, el hecho de que las estrellas estén distribuidas normalmente alrededor de la magnitud absoluta media del intervalo es cuestionable. Por estas razones renunciamos a una corrección general de la densidad empírica.

Hay que señalar que la elección de un área pequeña, que presenta grandes ventajas a la hora de determinar la corrección de absorción interestelar limita el grado de completitud de las funciones de densidad a pequeñas distancias, donde el volumen encerrado es muy pequeño y la muestra resulta ser incompleta, sobre todo en lo referente a las estrellas de los primeros tipos espectrales.

De las 2101 estrellas medidas se han eliminado 82 (4% del total) por razones tales como falta de medidas en un color, estrellas "blend" que presentan un fuerte solapamiento y estrellas cuya posición en el diagrama de dos colores no permite su clasificación.

Las estrellas eliminadas quedan repartidas regularmente entre los intervalos de magnitud aparente estudiados y su omisión no afecta, considerablemente, a las funciones de densidad calculadas.

En este capítulo describimos primeramente las funciones de densidad y luminosidad determinadas, discutiendo posteriormente los resultados, a la luz de las teorías vigentes sobre la estructura espiral de la Galaxia.

V-b.- Funciones de densidad.

Con la excepción del grupo de luminosidad  $0 \leq M_G < 2$ , las funciones de densidad se han calculado por intervalos de una magnitud en  $M_G$ , yendo desde  $M_G = -3$  hasta  $M_G = 8$ . Se han encontrado tres estrellas con magnitud absoluta mayor que ocho y cuatro más brillantes que  $M_G = -3$ ; no se han determinado las densidades correspondientes a estos intervalos al ser estos números insuficientes, desde un punto de vista estadístico.

Las figuras (V-1), (V-2) y (V-3) y las tablas (V-1) y (V-2) muestran las funciones de densidad de las estrellas con magnitud absoluta menor que cero (tipos espectrales anteriores a B9).

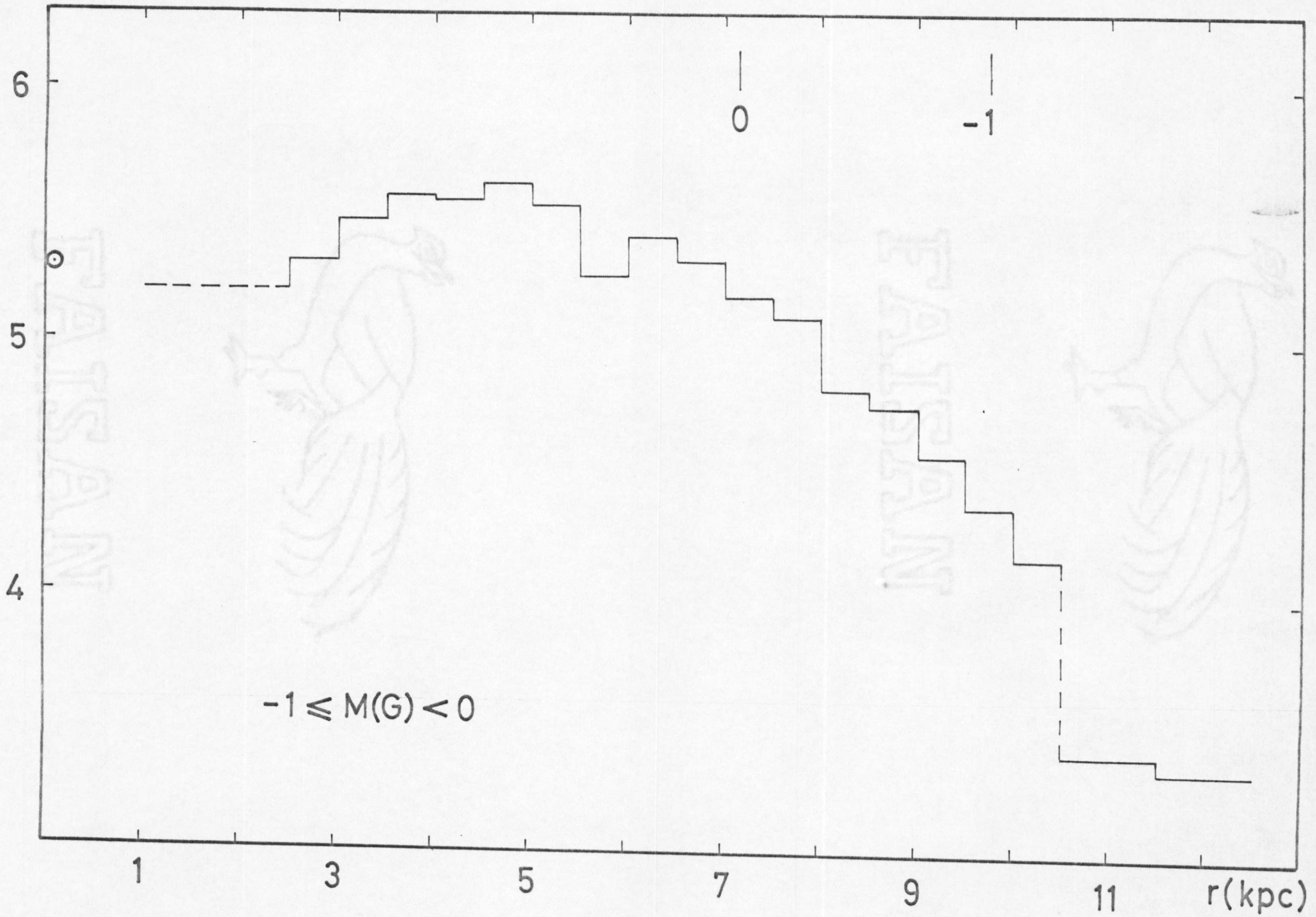
Como ya comentamos anteriormente, a distancias cercanas (del orden de 1 Kpc.) el número de estrellas con magnitud absoluta menor que cero encerrado en este volumen es muy pequeño y su densidad puede venir afectada por una falta de información. Las funciones de densidad para estas estrellas se han calculado por intervalos de distancias de 500 pc, con el fin de que el número de estrellas por intervalo fuera suficiente.

El grupo de luminosidad,  $-1 \leq M_G < 0$  es el más abundante. La función de densidad para el mismo muestra un gradiente creciente con la distancia hasta 4.5 Kpc, donde alcanza un máximo, decayendo lentamente hasta aproximadamente 12 Kpc. Hay que señalar que esta caída de densidad es real hasta 7 Kpc, a partir de esta distancia la función de densidad no está completa.

La densidad máxima alcanzada no es muy alta, siendo aproximadamente igual a la determinada para la vecindad del sol, (van Rhijn, 1936).



log D + 10



$-1 \leq M(G) < 0$

Fig. V-1

log D + 10

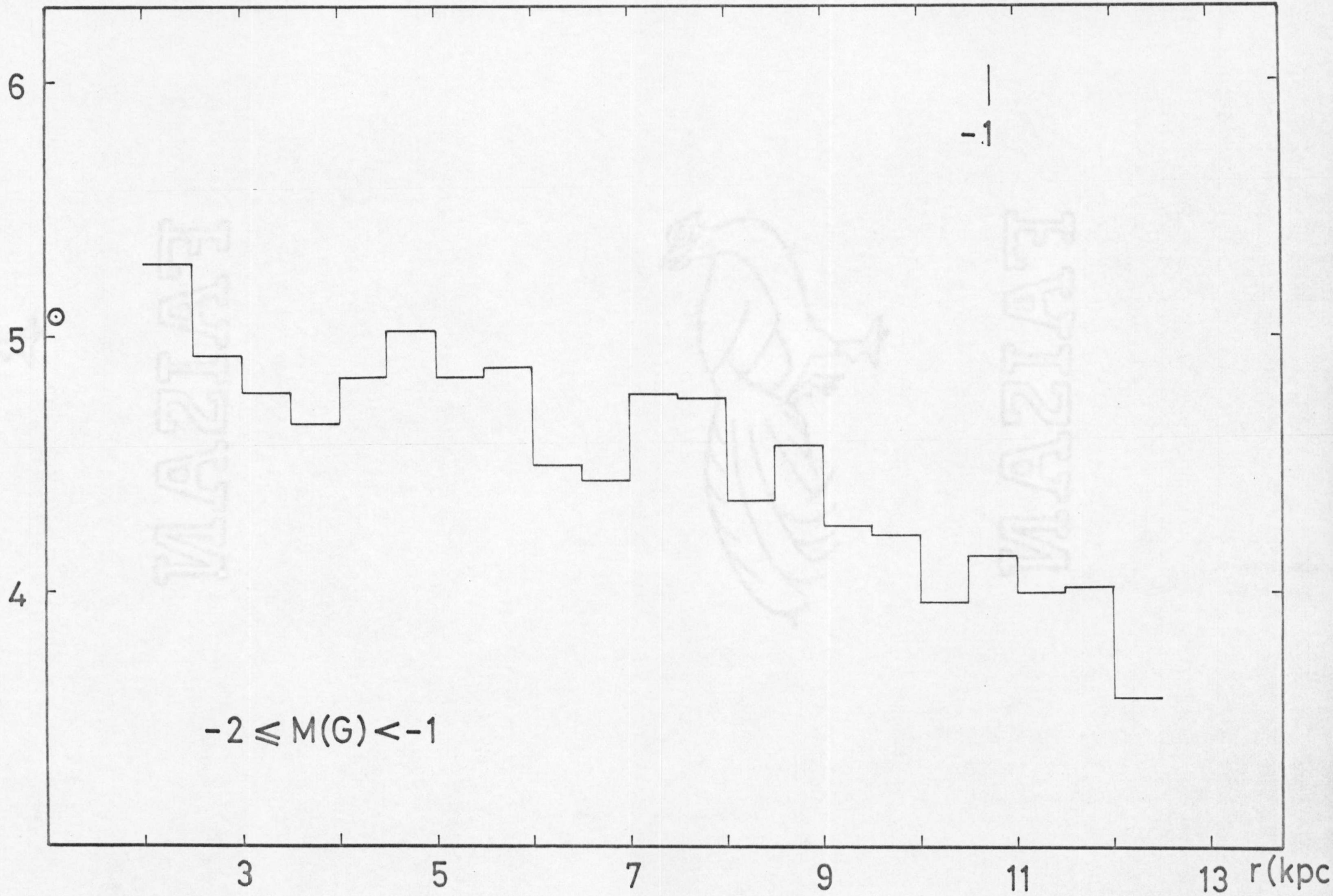


Fig. V-2

og D + 10

Estrellas OB

6

5

4

3

1

3

5

7

9

11

r(kpc)

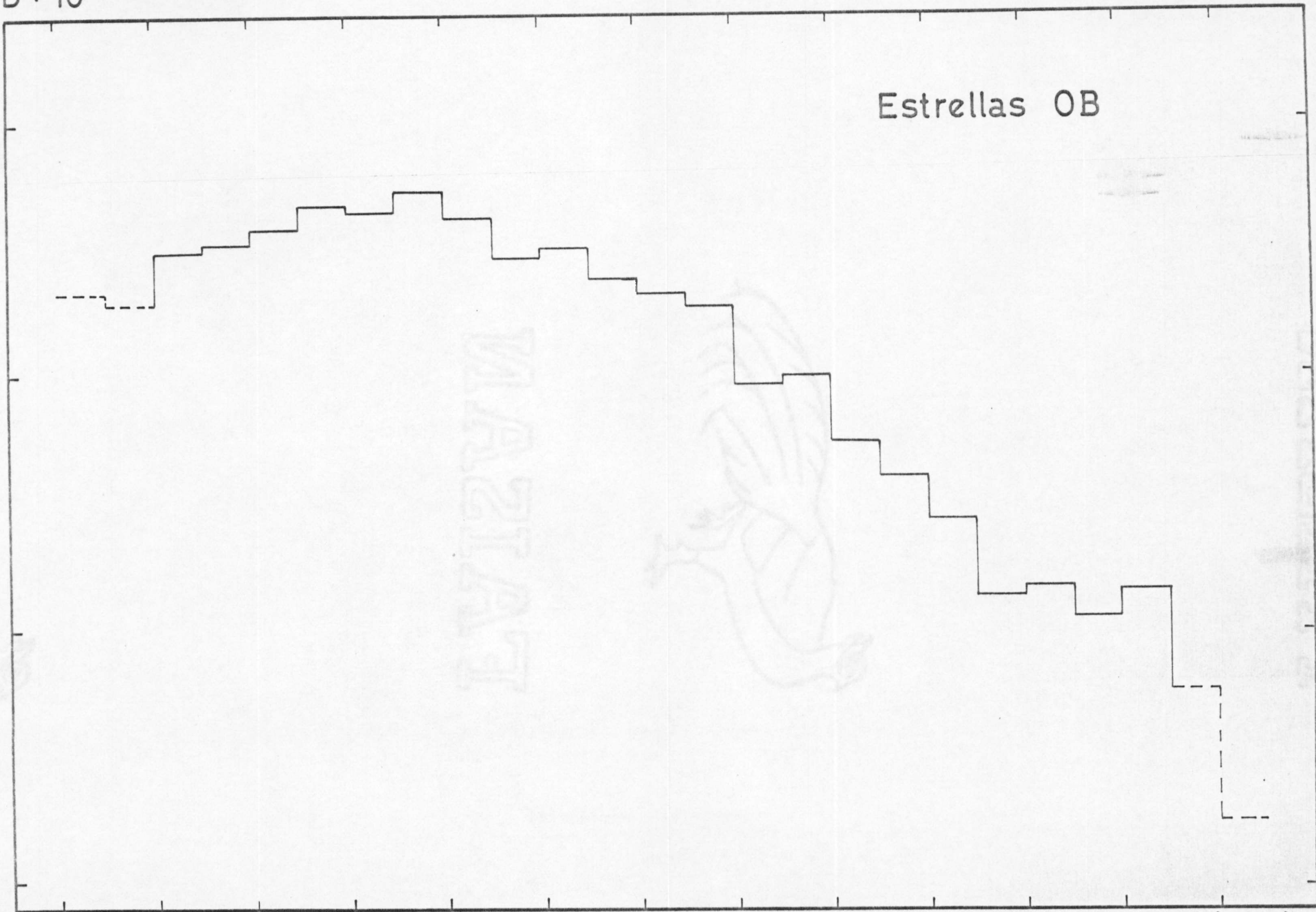


Fig. V-3

Tabla V-1 .- Funciones de densidad de las estrellas de la secuencia principal con  $M_G < 0$ .

r (Kpc)	$0 > M_G > -1$		$-1 > M_G > -2$		$-2 > M_G > -3$		$-3 > M_G > -4$		$-4 > M_G > -5$	
	N	D*	N	D*	N	D*	N	D*	N	D*
0.0-0.5										
0.5-1.0										
1.0-1.5	1									
1.5-2.0	2	5.20								
2.0-2.5	1		3		1					
2.5-3.0	5	5.31	2	4.92	-	4.39	1	4.62		
3.0-3.5	10	5.47	2	4.77	1					
3.5-4.0	17	5.58	2	4.65	-	4.10	1	4.35	1	4.35
4.0-4.5	21	5.56	4	4.84	1	3.89				
4.5-5.0	30	5.62	8	5.04	-		-		1	4.14
5.0-5.5	30	5.53	6	4.83	1	4.05				
5.5-6.0	19	5.25	8	4.88	2	4.28				
6.0-6.5	33	5.42	4	4.50	3	4.38				
6.5-7.0	30	5.31	4	4.44	1	3.89				
7.0-7.5	25	5.17	10	4.77	-					
7.5-8.0	24	5.10	11	4.76	1	3.72				
8.0-8.5	14	4.81	5	4.36	1	3.66				
8.5-9.0	14	4.76	9	4.57	1	3.61				
9.0-9.5	10	4.56	5	4.26						
9.5-10.0	7	4.36	5	4.22						
10.0-10.5	6	4.25	3	3.95						
10.5-11.0	-		5	4.13						
11.0-11.5	2	3.39	4	3.99						
11.5-12.0	1		4	3.96						
12.0-12.5	1	3.34	5	4.02	1					
12.5-13.0	-		2	3.58	1					
13.0-13.5	-		-		1					
>13.5	-		3		7					

$D^* = \log D(r) + 10$

Tabla V-2.- Función de densidad de las estrellas OB

r (Kpc)	N	log (D)+10
0.0-0.5		
0.5-1.0		
1.0-1.5	1	5.33
1.5-2.0	2	5.29
2.0-2.5	5	5.49
2.5-3.0	8	5.52
3.0-3.5	13	5.58
3.5-4.0	21	5.67
4.0-4.5	26	5.65
4.5-5.0	39	5.73
5.0-5.5	37	5.62
5.5-6.0	29	5.44
6.0-6.5	40	5.50
6.5-7.0	35	5.38
7.0-7.5	35	5.32
7.5-8.0	36	5.27
8.0-8.5	20	4.96
8.5-9.0	24	4.99
9.0-9.5	15	4.74
9.5-10.0	12	4.60
10.0-10.5	9	4.43
10.5-11.0	5	4.13
11.0-11.5	6	4.17
11.5-12.0	5	4.05
12.0-12.5	7	4.16
12.5-13.0	3	3.76
13.0-13.5	1	3.25
13.5	10	

Las estrellas con magnitud absoluta comprendida entre  $M_G = -1$  y  $M_G = -2$  muestran un lento descenso con la distancia, cabiendo señalar la presencia de dos máximos relativos, centrados en 4.5 y 7.5 Kpc respectivamente. El valor de la densidad para estos máximos es ligeramente inferior al determinado para las cercanías del sol. Se ha puesto también de manifiesto la presencia de tres estrellas, pertenecientes a este grupo de luminosidad, a distancias superiores a 13,5 Kpc.

Para el grupo,  $-2 > M_G \geq -3$ , el comportamiento es muy similar al comentado anteriormente, mostrando un decrecimiento de la densidad con la distancia. El pequeño número de estrellas en cada intervalo de distancias nos hace dudar de la validez del máximo relativo que aparece a 6 Kpc. Diez estrellas, pertenecientes a este grupo de luminosidad, alcanzan distancias superiores a 12 Kpc.

Solamente cuatro estrellas presentan una magnitud absoluta más brillante que  $M_G = -3$ . En la tabla (V-1) se muestran los intervalos de distancia a los que pertenecen.

La tabla (V-2) y la figura (V-3) muestran las funciones de densidad de todas las estrellas con  $M_G < 0$ . Esta distribución presenta un comportamiento similar al de las estrellas con magnitudes absolutas entre  $M_G = 0$  y  $M_G = -1$ , con la aparición de un máximo entre 4.5 y 5 Kpc y gradiente creciente, aunque no muy marcado, entre 2 y 5 Kpc. El número total de estrellas OB es de 444 lo que supone una alta densidad superficial de estos objetos.

Se han representado en la figura (V-4) las funciones de densidad correspondientes al intervalo de magnitudes absolutas,  $0 \leq M_G < 2$ , y a las gigantes de los últimos tipos espectrales; los valores de estas funciones aparecen tabulados en

Tabla V-3 .- Funciones de densidad de las estrellas gigantes y pertenecientes a la secuencia principal de magnitud absoluta  $0 \leq M_G < 2$

r (Kpc)	$0 < M_G < 2$		GIGANTES	
	N	$\log(D)+10$	N	$\log(D)+10$
0.0-0.2				
0.2-0.4				
0.4-0.6	2	6.79	1	6.49
0.6-0.8	2	6.50	2	6.50
0.8-1.0	3	6.46	4	6.59
1.0-1.2	4	6.41	12	6.89
1.2-1.4	9	6.62	4	6.27
1.4-1.6	10	6.54	7	6.39
1.6-1.8	6	6.21	6	6.21
1.8-2.0	14	6.48	9	6.29
2.0-2.2	15	6.42	5	5.95
2.2-2.4	28	6.62	5	5.87
2.4-2.6	29	6.56	4	5.70
2.6-2.8	46	6.69	3	5.51
2.8-3.0	45	6.62	6	5.75
3.0-3.2	36	6.47	16	6.11
3.2-3.4	47	6.53	23	6.22
3.4-3.6	47	6.56	19	6.08
3.6-3.8	52	6.47	17	5.99
3.8-4.0	53	6.43	17	5.94
4.0-4.2	38	6.25	8	5.57
4.2-4.4	48	6.31	6	5.40
4.4-4.6	49	6.28	3	5.06
4.6-4.8	34	6.08	4	5.15
4.8-5.0	30	5.99	8	5.42
5.0-5.2	41	6.09	4	5.08
5.2-5.4	25	5.84	3	4.92
5.4-5.6	16	5.62	-	-
5.6-5.8	14	5.53	2	4.68
5.8-6.0	17	5.58		
6.0-6.2	12	5.40		
6.2-6.4	13	5.41		
6.4-6.6	13	5.38		
6.6-6.8	9	5.19		
6.8-7.0	5	4.91		
7.0-7.2	8	5.09		
7.2-7.4	2	4.47		
7.4-7.6	2	4.44		
7.6-7.8	2	4.42		
7.8-8.0	2	2.40		
8.0-8.2	2	4.38		

log D+10

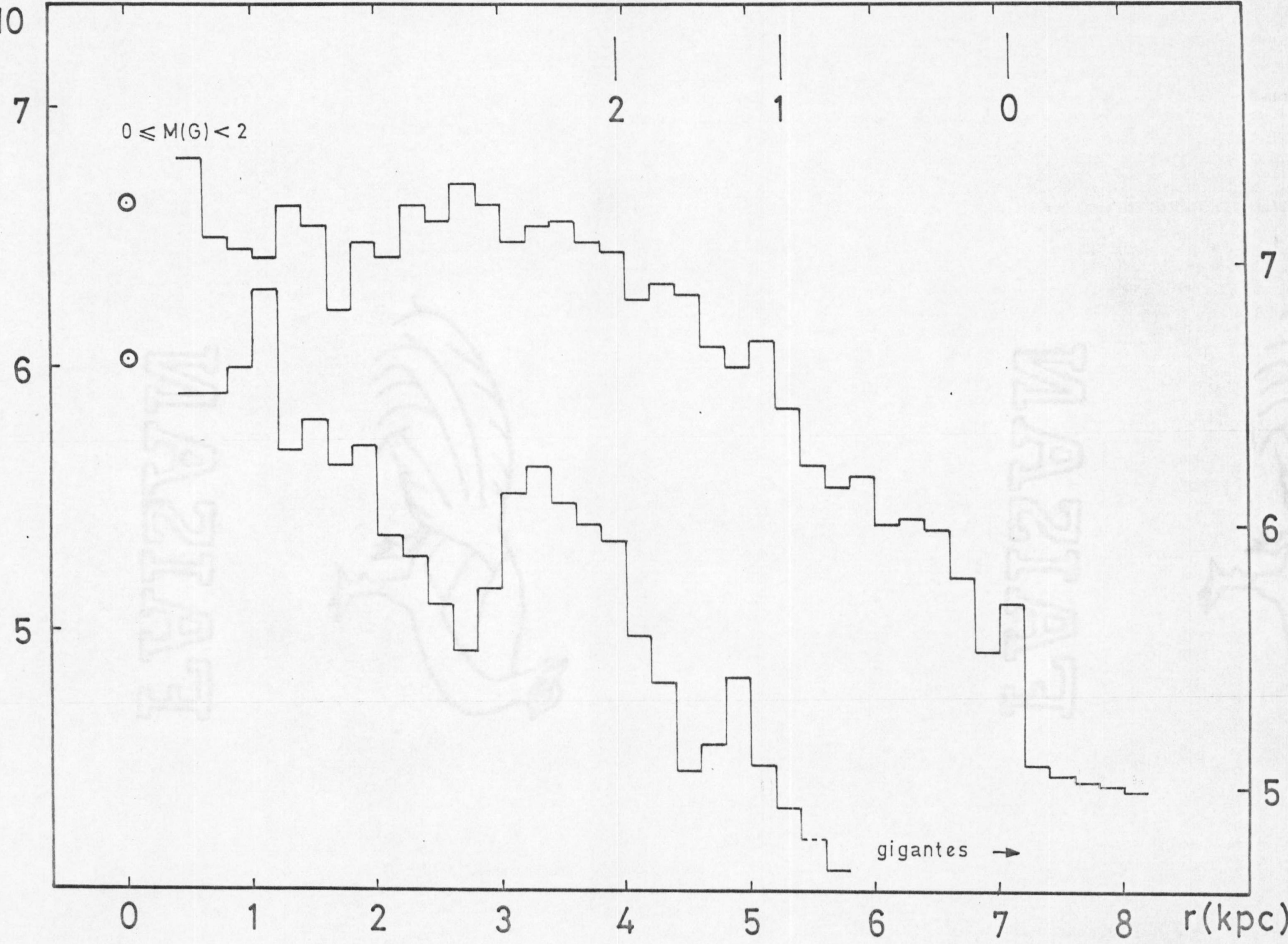


Fig. V-4





la tabla (V-3). Estos dos grupos de estrellas tienen la misma magnitud absoluta media,  $M_G = 1^m$ , y las funciones de densidad están calculados para intervalos de distancia de 0.2 Kpc.

La distribución de las estrellas gigantes muestra, en líneas generales, una fuerte disminución de la densidad con la distancia, salvo la presencia de tres máximos relativos localizados a 1.1, 3.3 y 4.9 Kpc, respectivamente.

El valor de la densidad en estos máximos no es el mismo, siendo el localizado a 1.1 Kpc el que presenta un valor más alto, correspondiente a 1.7 veces la densidad de objetos en la vecindad solar. El número de estrellas gigantes encontradas en el campo de 198, (10% de las estrellas estudiadas).

Las estrellas, con  $0 \leq M_G < 2$ , forman el grupo más numeroso de las estudiadas, (840). Este intervalo de luminosidad corresponde a los tipos espectrales B9-A3. La función de densidad determinada para este grupo de estrellas muestra un valor constante hasta, aproximadamente, el límite de completitud de esta función, salvo la presencia de un mínimo a 1.7 Kpc que corresponde a una densidad de 0.38 la de la vecindad solar y un pequeño máximo entre 2.6 y 2.8 Kpc. A partir de 4 Kpc la función decae monótonamente hasta 8 Kpc.

Hay que señalar, que a diferencia de otras direcciones del plano galáctico, (Topaktas, 1976; Spaenhauer, 1977; Gschwind, 1975), las funciones de densidad correspondientes a las estrellas gigantes de los últimos tipos espectrales y las estrellas de la secuencia principal con magnitudes absolutas comprendidas entre,  $0 \leq M_G < 2$ , nos muestran el mismo comportamiento siendo además, estas últimas, cuatro veces más numerosas que las gigantes.

Para las estrellas de la secuencia principal con  $M_G \geq 2$ , las funciones de densidad se muestran en la tabla (V-4) y en las figuras (V-5) y (V-6).

El grupo de luminosidad correspondiente a  $2 \leq M_G < 3$  presenta una distribución decreciente con la distancia, entre 0.7 y 3.7 Kpc. Cabe señalar la presencia de un máximo relativo a 3.2 Kpc; 39 estrellas pertenecientes a este intervalo de luminosidad están localizadas entre 3 y 3.4 Kpc, unido esto a que para estas distancias la muestra de estrellas ya está incompleta, no nos parece arriesgado suponer que este máximo relativo es real.

Las estrellas con  $3 \leq M_G < 4$  y  $4 \leq M_G < 5$  presentan un comportamiento muy especial. El primer grupo muestra una brusca caída de densidad, resultando ser a 0.7 Kpc 0.2 veces la obtenida a 300 pc. La densidad de estas estrellas parece seguir decreciendo con el mismo ritmo, ya que para el intervalo de distancias entre 0.8 y 2.2 Kpc (límite de completitud de esta función) sólo aparece una estrella a la distancia de 2.1 Kpc, donde el volumen encerrado en el tronco piramidal es considerable.

Para el segundo grupo la distribución presenta un máximo a 0.7 Kpc cayendo después bruscamente. Esta disminución rápida de la densidad parece ser real, por las mismas razones expuestas anteriormente.

Las estrellas con  $M_G \geq 5$  muestran unas funciones de densidad decrecientes, en líneas generales con la distancia con la única notoriedad de que los valores de esta densidad, para distancias inferiores a 800 pc, son muy superiores a los encontrados en la vecindad del sol, (del orden de 3 a 5 veces).

TABLA V-4 .- Funciones de densidad de las estrellas pertenecientes a la secuencia principal con  $M_G > 2$ .

r Kpc	2 < $M_G$ < 3		3 < $M_G$ < 4		4 < $M_G$ < 5		5 < $M_G$ < 6		6 < $M_G$ < 7		7 < $M_G$	
	N	D*	N	D*	N	D*	N	D*	N	D*	N	D*
0.0-0.2							3	8.25				
0.2-0.4	1	6.35	2	7.22	1	6.92	8	7.83	17	8.15	5	7.62
0.4-0.6	-		2	6.79	5	7.19	20	7.79	26	7.90	26	7.90
0.6-0.8	4	6.80	2	6.50	26	7.61	43	7.83	86	8.13	32	7.70
0.8-1.0	4	6.59	-		10	6.98	18	7.24	57	7.74	2	6.28
1.0-1.2	3	6.29	-		-		1	5.81	11	6.85	-	
1.2-1.4	3	6.14	-									
1.4-1.6	5	6.24	-									
1.6-1.8	9	6.39	-									
1.8-2.0	8	6.24	-									
2.0-2.2	4	5.85	1	5.25								
2.2-2.4	6	5.95										
2.4-2.6	14	6.24										
2.6-2.8	11	6.07										
2.8-3.0	12	6.05										
3.0-3.2	20	6.21										
3.2-3.4	19	6.13										
3.4-3.6	9	5.76										
3.6-3.8	1	4.76										

D\* = log D(r)+10

log D + 10

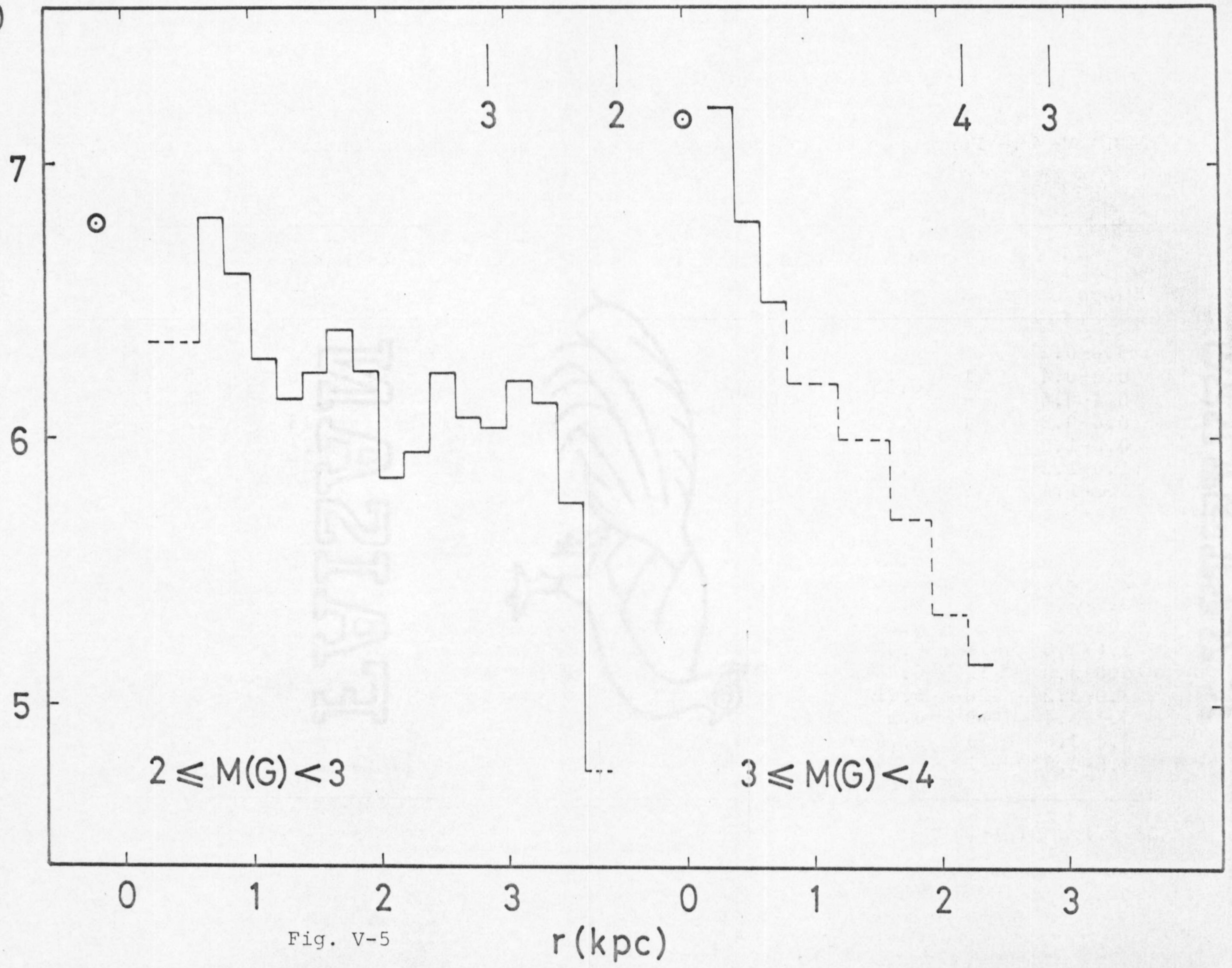


Fig. V-5

r (kpc)

log D + 10

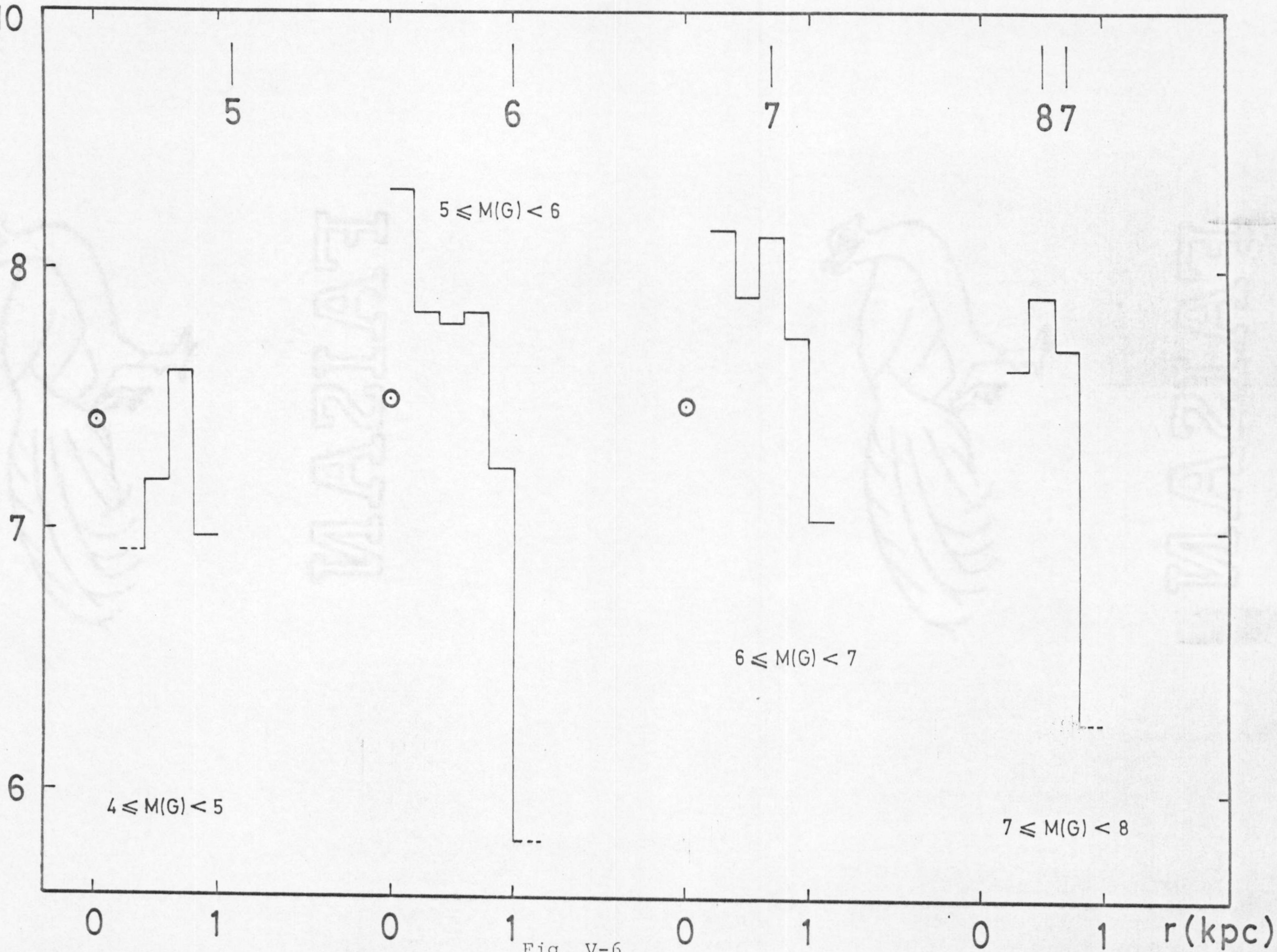


Fig. V-6

V-c.- Funciones de Luminosidad.

Las funciones de luminosidad solamente pueden derivarse para ciertos intervalos de magnitudes absolutas, en aquellos volúmenes donde la muestra de estas estrellas esté completa. Esto ocurre por varias razones:

1°).- A distancias cercanas al sol la muestra de estrellas jóvenes está incompleta debido al pequeño volumen encerrado por el área del campo.

2°).- A distancias superiores, ocurrirá la contrario, las estrellas intrinsecamente más débiles alcanzan su límite de completitud.

3°).- Evidentemente la existencia de una estructura espiral en el plano galáctico mostrará una mayor abundancia de estrellas jóvenes en aquellos volúmenes que encierren un brazo espiral, que en aquellas otras regiones interbrazo.

Se han calculado cuatro funciones de luminosidad correspondientes a los intervalos de distancia, (0.2-0.8 Kpc), (0.4-1.0 Kpc), (1.0-2.0 Kpc) y (4.0-5.0 Kpc). Los tres primeros corresponden a regiones interbrazo, mientras que el cuarto corresponde a una región de brazo espiral, donde la densidad de objetos azules se espera sea más alta.

Estas funciones están tabuladas en la tabla (V-5) y se han representado en las figuras (V-7) y (V-8) junto a la función general de luminosidad (van Rhijn, 1936; Mc Cuskey, 1956) y la utilizada por Bachall y Soneira (1980) para la construcción de su modelo de la Galaxia.

Tabla V-5.- Funciones de luminosidad para diferentes intervalos de distancia.

(0.2-0.8) Kpc		(0.4-1.0) Kpc	
$M_G$	$\log (M_G)+10.$	$M_G$	$\log (M_G)+10$
0-2	6.27	0-2	6.25
2-3	6.67	2-3	6.60
3-4	6.75	3-4	6.30
4-5	7.47	4-5	7.31
5-6	7.82	5-6	7.61
6-7	8.08	6-7	7.93
7-8	7.77:		

(4.0-5.0) Kpc		(1.0-2.0) Kpc	
$M_G$	$\log (M_G)+10$	$M_G$	$\log (M_G)+10$
-3--2	3.89	-3--2	
-2--1	4.97	-2--1	
-1-0	5.59	-1-0	5.30
0-2	5.88:	0-2	6.16
		2-3	6.27

$\log \Psi(M) + 10$

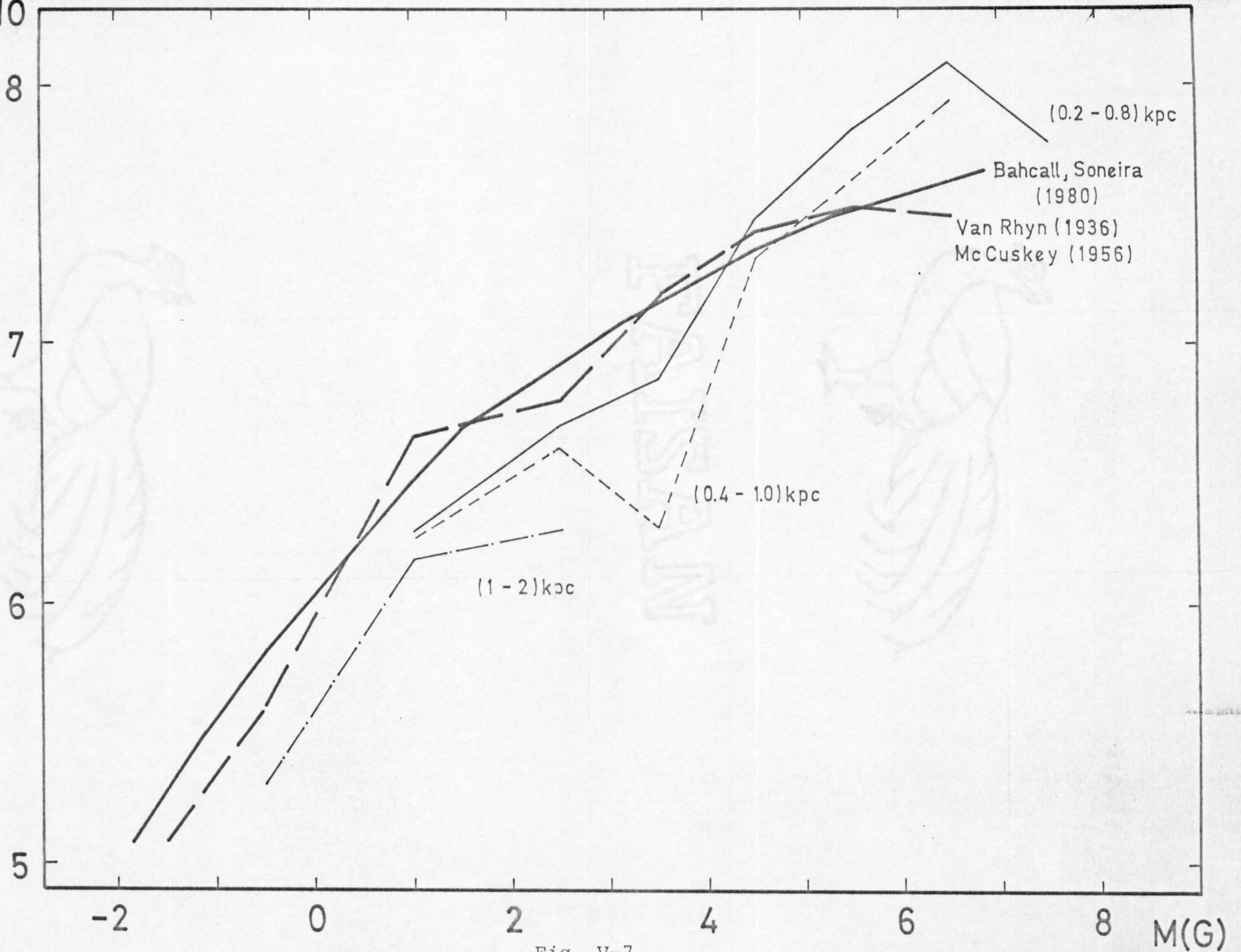


Fig. V-7



La elección de tres volúmenes diferentes en una región interbrazo intenta paliar los problemas expuestos anteriormente referentes a los límites de completitud de los grupos de luminosidad estudiados y dar una visión más completa de la función de luminosidad para el intervalo de magnitudes absolutas  $-1 \leq M_G < 8$ .

Los rasgos más característicos de las figura (V-7) pueden resumirse en los siguientes:

1°),- La función de luminosidad para el intervalo de magnitudes absolutas  $-1 \leq M_G < 3$  presenta el mismo gradiente que la función general de luminosidad, pero está situada por debajo de ésta, indicando que el número de estrellas perteneciente a este intervalo de luminosidad es inferior.

2°).- Las estrellas con magnitudes absolutas entre 2 y 5 muestran un decrecimiento en número conforme nos alejamos del sol.

3°).- El grupo de luminosidad correspondiente a estrellas más débiles intrínsecamente, ( $5 \leq M_G < 8$ ), indican que su número es muy superior, para esta región interbrazo, al determinado por la función general de luminosidad.

La figura (V-8) nos muestra la función de luminosidad, para una región perteneciente a un brazo espiral. El hecho que resalta con más fuerza es que esta función tiene valores inferiores a los de la función general de luminosidad y sobre todo, para el intervalo de magnitudes absolutas  $-2 \leq M_G < -1$ , su valor es muy inferior al determinado por Kandemir (1981), para una intersección con el brazo espiral de Sagitario, -- ( $l^{II} = 327^\circ.8$ ,  $b^{II} = -0^\circ.8$ ).

$\log \Upsilon(M) + 10$

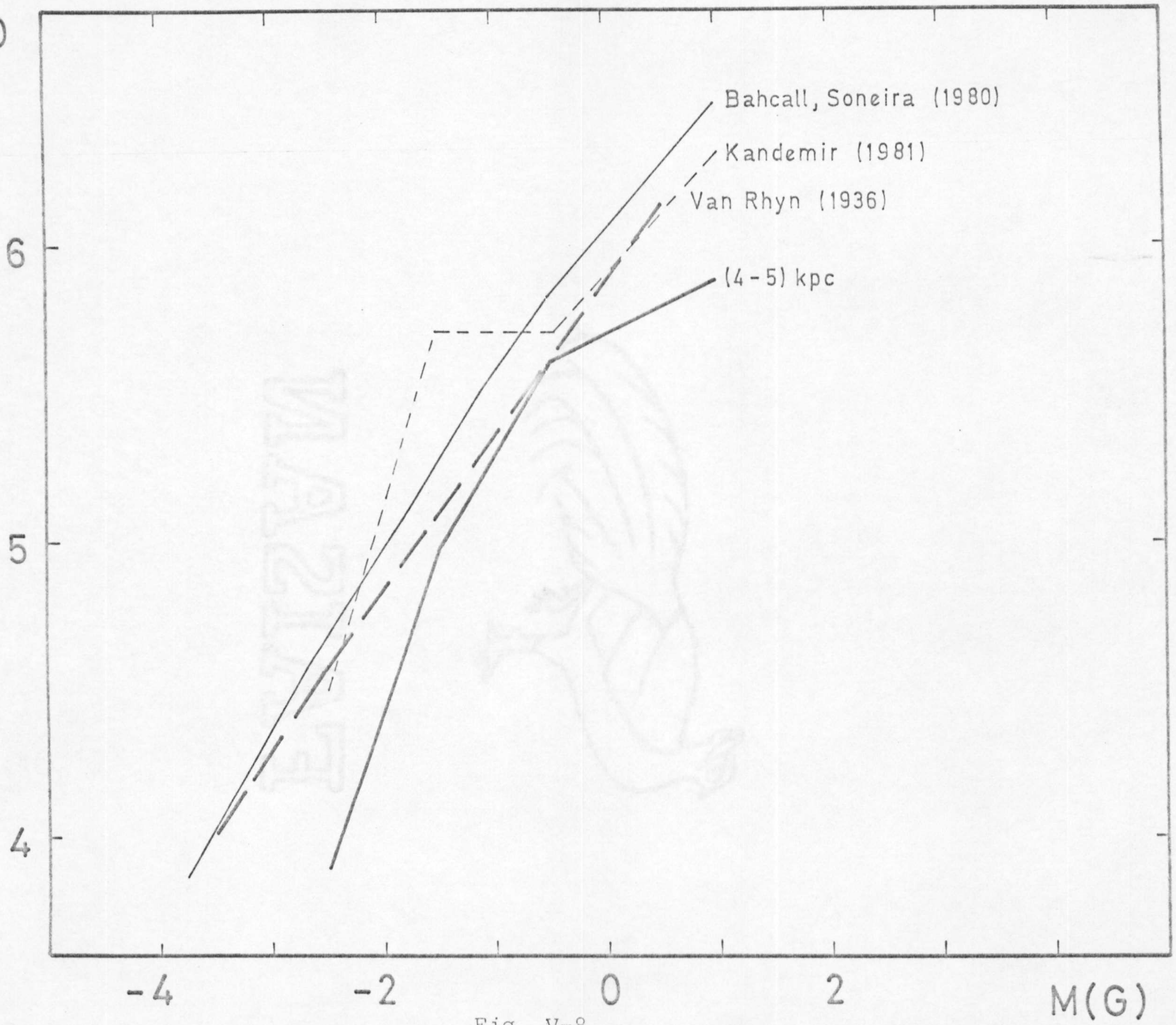


Fig. V-8

MAZTA

V-d .- Discusión.

Los resultados de nuestra fotometría indican la presencia de un gran número de estrellas OB, (444), en el área en estudio este valor está de acuerdo con los obtenidos por otros autores en diferentes direcciones de la región de Carina, (Graham, 1970 Graham y Lybga, 1965; Wrandemark, 1976; Bok et al, 1970), que resaltan la gran densidad superficial de estos objetos jóvenes. La mayor parte de estas estrellas (68%) tienen tipos espectrales posteriores a B5.

La distribución de estrellas OB en función de la distancia muestra un máximo entre 4.5 y 5 Kpc, figura (V-3), este resultado está de acuerdo con el obtenido por Graham (1970) a partir del estudio de la distribución de 436 estrellas OB en la región de Carina, que delimita el borde exterior de este brazo, en la dirección  $l^{II} = 285^\circ$ , a 5 Kpc. Por otro lado Georgelin y George-  
lin (1976) estudiaron la distribución de regiones H II en la Galaxia, determinando la existencia de un brazo espiral Carina-Sagitario, con un punto de tangencia a  $l^{II} = 282^\circ$  y  $d = 5$  Kpc, fig. (V-9). La fuente de radio asociada a la región H II, RCW 49, está situada a 4.7 Kpc en la dirección  $l^{II} = 284^\circ 3'$ ,  $b^{II} = -0^\circ 3'$  muy próxima a la dirección de nuestro estudio y coincidente con el máximo de densidad de las estrellas OB.

Antes de continuar con la discusión de nuestros resultados, pero intimamente relacionado con estos, querríamos señalar el efecto de la teoría de ondas de densidad sobre la distribución espacial de las estrellas con la edad. Las estrellas han nacido esencialmente en el máximo de la onda de densidad. Ya que la onda de densidad se mueve en general con una velocidad relativamente notable, respecto al material, se espera una separación espacial sistemática de las estrellas jóvenes de acuerdo a su edad. El brazo espiral determinado por las estrellas más jóvenes estará desplazado respecto a la localización de las estre-

llas ligeramente más viejas, (Wielen, 1974).

Las desviaciones del movimiento medio de las estrellas y del gas respecto a la rotación diferencial clásica, a causa de una onda de densidad, han sido puestas de manifiesto por diversos autores. A este respecto Humphrey (1972) investigó la región de Carina encontrando evidencias de la existencia de una onda de densidad. Sus conclusiones están basadas en las diferentes velocidades residuales, (respecto al modelo de rotación de la Galaxia de Schmidt-Kaler, (1965)), entre el borde exterior e interior del brazo de Carina.

Para una muestra de 42 estrellas, situadas en el intervalo de longitudes galácticas  $l^{\text{II}} = 282^\circ$  y  $l^{\text{II}} = 289^\circ$ ; correspondientes al borde exterior del brazo de Carina, la velocidad residual media es de  $-7.0$  km/s, indicando el signo menos que la dirección de este movimiento es hacia el sol.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y considerando que esta velocidad media se ha mantenido constante, las estrellas que se formaron hace  $3 \times 10^8$  años en el brazo espiral de Carina, a 4.7 Kpc del sol, deben mostrar un máximo en su densidad espacial a 2.6 Kpc.

Las estrellas con magnitudes  $0 \leq M_G < 2$  corresponden a tipos espectrales entre B9 y A3. La edad media correspondiente a este intervalo de magnitudes absolutas, puede estimarse en  $3 \times 10^8$  años (Unsold, 1979), así pues de acuerdo con la estimación efectuada anteriormente, se prevee la existencia de un máximo de densidad de estas estrellas a 2.6 Kpc. La figura (V-4) pone de manifiesto la existencia de este máximo entre 2.6 y 2.8 Kpc corroborando las predicciones obtenidas a partir de la teoría de ondas de densidad. Hay que señalar que este cálculo es sólo estimativo y que no se han tenido en cuenta efectos tales como

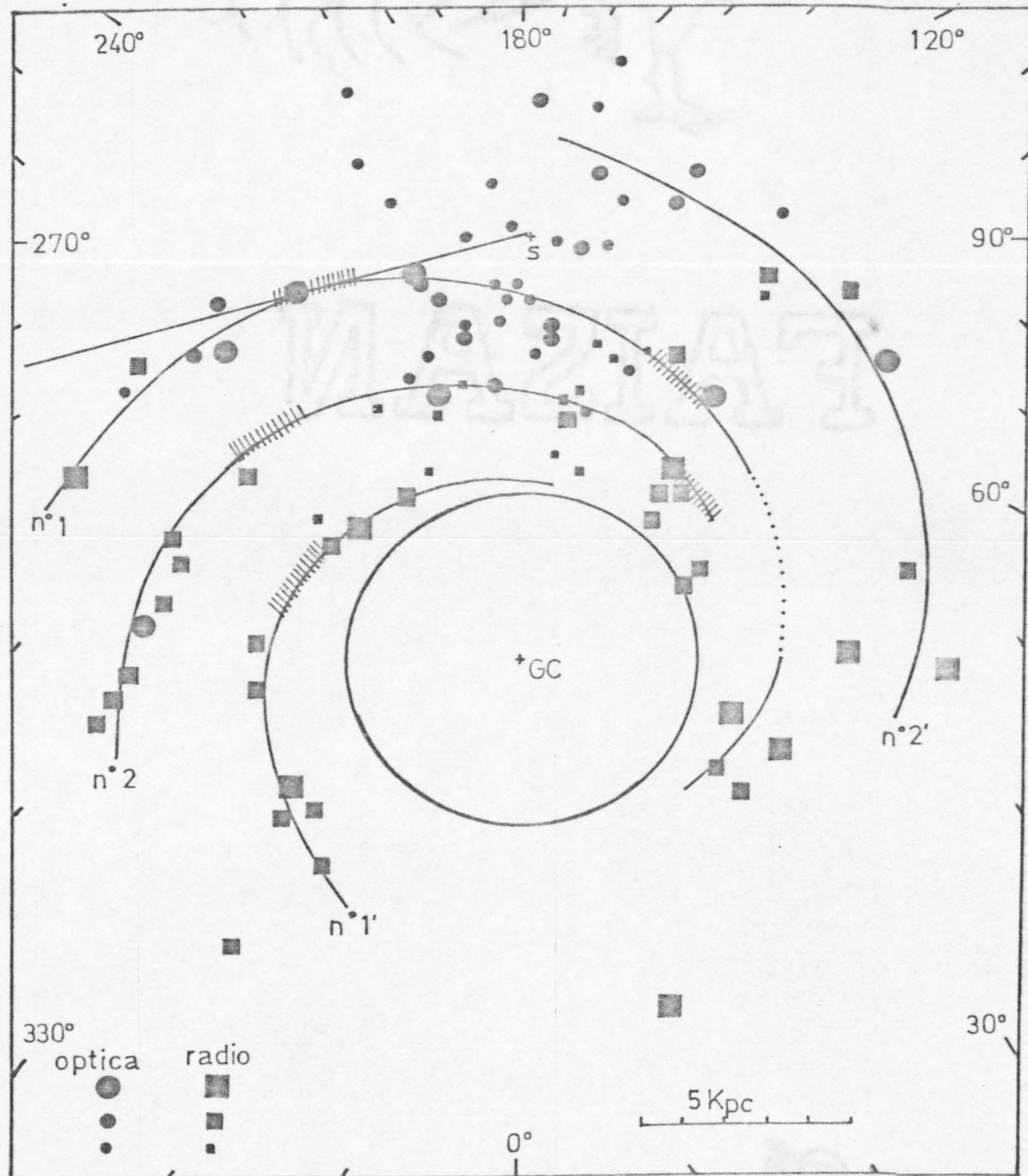


Fig. V-9

una evolución temporal de la velocidad residual ni tampoco las perturbaciones debidas a movimientos propios.

Otro hecho que parece resaltar de nuestros resultados es que en esta dirección no estamos observando el máximo de la onda de densidad sino que estamos más cerca del borde exterior del brazo de Carina. Así parece indicarlo el hecho de que la densidad de estrellas con tipos espectrales anteriores a B5 es más baja que la encontrada al atravesar otros brazos espirales e incluso menor que la determinada en la vecindad del sol, (figuras (V-2) y (V-8)).

Por otro lado, no parece existir una unión clara entre el brazo espiral de Orión, donde se supone está el sol, y la dirección en estudio al no encontrarse estrellas de alta luminosidad a distancias inferiores a 1.5 Kpc. Sin embargo, este resultado puede estar sesgado al ser la muestra, de este tipo de estrellas, incompleta en pequeños volúmenes. No obstante, una alta concentración de estrellas con  $M_G > 4$  tiene lugar en un intervalo de 400 pc centrados a 700 pc del sol. Estos resultados son similares a los obtenidos por Kandemir (1981), Spaenahuer, (1977) y Gschwind (1975) en direcciones próximas al centro galáctico y parecen indicar la presencia de una región interbrazo entre las longitudes galácticas  $284^\circ$  y  $40^\circ$ , donde la abundancia de estos objetos es muy probable, apoyando así la hipótesis de que no existe una unión, al menos óptica, entre el brazo espiral local y el brazo de Carina.

La aparición de estrellas OB a distancias superiores a 11 Kpc ya había sido puesta de manifiesto por Wrandemark (1976) para la dirección  $l^{II} = 290^\circ$ ,  $b^{II} = 0^\circ$ . El error relativo en la determinación de la distancia hace que sea muy difícil dar una localización precisa para estrellas tan alejadas. Lo que si parece cierto es la existencia de brazos espúreos y

características espirales exteriores al brazo de Carina. Indicaciones de estas características pueden encontrarse en los trabajos de Verschuur (1973) y Garzoli y Mirabel (1973) que determinaron una distancia, para este espúreo, de 13 y 14 Kpc respectivamente a partir de observaciones de la emisión de radio de 21 cm.

Wrandemark (1976), localiza una concentración de estrellas OB, (límite de magnitud de su fotometría  $V=15^m$ ) a, aproximadamente, 12 Kpc. Nuestros datos indican la presencia de una pequeña concentración de estas estrellas entre 12 y 12.5 Kpc, aunque estrellas con alta luminosidad siguen apareciendo a distancias superiores a 13.5 Kpc, corroborando la existencia de características espirales exteriores al brazo de Carina, aunque no podemos dar una estimación de su distancia.

La distribución de las estrellas gigantes no muestra una correlación definida con la estructura espiral, al menos con los datos de que disponemos. Cabe señalar que el número de estas estrellas es muy pequeño comparado con otras zonas de la Galaxia, (principalmente en el anticentro) y que la función densidad determinada para esta clase de luminosidad no presenta el mismo comportamiento que la calculada para las estrellas de la secuencia principal con la misma magnitud absoluta media.

Se ha comprobado, si esta distribución pudiera venir afectada por errores en la calibración espectral. Solamente unas 20 estrellas presentaban problemas de ambigüedad a la hora de asignarles una clase de luminosidad. Este número representa el 10% de las estrellas gigantes y resulta insuficiente para alterar las funciones de densidad determinadas.

Los tipos espectrales F0-F5 muestran un comportamiento muy peculiar, como puede observarse en la figura (V-5).

Mc Cuskey y Rubin (1966) y Mc Cuskey (1970), han apuntado que las estrellas F0-F5 forman una concentración local alrededor del sol, cayendo bruscamente la densidad, en un 65%, a 600 pc. Los resultados de nuestro estudio inciden en este hecho; la densidad de estrellas a 700 pc es sólo el 20% de la determinada a 300 pc. Rydgreen (1969) indicó que los datos obtenidos por Mc Cuskey y Rubin no se debían a fluctuaciones aleatorias en la distribución de estas estrellas, sino que daban fe de un hecho real, señalando a continuación que esta concentración no es debida a un efecto evolutivo sino que puede venir explicada por la acción de una resonancia epicíclica, siendo por lo tanto un fenómeno transitorio.

Por último, las funciones de luminosidad determinadas en las zonas interbrazo muestran un comportamiento muy diferente al observado en la vecindad del sol siendo la densidad correspondiente a las estrellas intrínsecamente más débiles muy superiores (hasta 5 veces más alta) a la determinada a partir del catálogo de estrellas cercanas (Gliese, 1969).

#### V-e.- Conclusiones.

La realización de este trabajo de tesis nos ha permitido, por un lado, obtener nueva información acerca de la región de Carina y por otro, estudiar detenidamente las técnicas y metodología utilizadas en este tipo de estudios. Resumimos aquí los resultados obtenidos y las conclusiones a que ellos nos llevan:

1°).- Se ha mejorado y organizado un método de reducción de medidas, en placas fotográficas, obtenidas mediante fotómetro iris. Este método ha sido programada en nuestro Insti-



tuto y utilizado en la reducción de las medidas de este y otros trabajos, (García-Pelayo, Alfaro, 1980), con buenos resultados.

2°).- Se ha confeccionado un catálogo de las estrellas estudiadas en el campo hasta un límite de magnitud  $G=16^m.61$ . Este catálogo contiene la fotometría RGU, la magnitud absoluta, el enrojecimiento y la distancia determinadas en este trabajo para cada una de las estrellas-programa.

3°).- Se ha determinado la distribución del enrojecimiento interestelar con la distancia en esta zona de la región de Carina. Su estudio comparativo con las determinadas por otros autores para diferentes zonas de esta región, nos llevan a las siguientes conclusiones:

a).- La absorción interestelar en esta dirección es muy baja, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 15 Kpc con el límite de magnitud de nuestra fotometría (figura (V-13)).

b).- La función de enrojecimiento interestelar varía para regiones muy próximas, apoyando la hipótesis de Lodén (1973) de que la distribución de polvo y gas, al menos en esta zona, está formada por pequeñas nubes (incluso del orden de U.A.).

4°).- Se han calculado asimismo las funciones de densidad y luminosidad para el conjunto de estrellas medidas. La discusión de las mismas nos lleva a los siguientes resultados:

a).- En la dirección  $l^{II} = 284^{\circ}9$ , parece que estamos observando una zona próxima al borde exterior del brazo de Carina a la distancia de 4.7 Kpc. Este hecho viene apoyado en la baja densidad relativa de las estrellas jóvenes respecto

a otras direcciones que cruzan un brazo espiral.

b).- Existen indicios de que el brazo espiral local y el brazo de Carina no están unidos, al menos en la dirección en estudio.

c).- La existencia de una concentración de estrellas luminosas a distancias superiores a 12 Kpc, apoya la hipótesis de la existencia de características espirales exteriores al brazo de Carina, como ya había sido sugerido por otros autores.

d).- Las estrellas gigantes de los últimos tipos espectrales no muestran una clara correlación con la estructura espiral determinada en la zona. Siendo además la densidad de estas estrellas inferior a la determinada en otras direcciones del anticentro galáctico.

e).- Se pone de manifiesto la existencia de una concentración de estrellas F0-F5 en las cercanías del sol, disminuyendo su densidad rápidamente en un pequeño intervalo de distancia. Este hecho fue ya apuntado por otros autores en diferentes direcciones de la Galaxia.

f).- La distribución espacial de estrellas con magnitudes absolutas,  $0 \leq M_G < 2$  y la concentración de estrellas F0-F5, en las cercanías del sol, parecen corroborar previsiones de la teoría de ondas de densidad aplicadas a la estructura espiral de la Galaxia.

5°).- Por último, nos gustaría señalar brevemente algunos caminos que pueden ser seguidos en el futuro. Bachall y Soneira (1980) han señalado recientemente la importancia del conteo de estrellas para la elaboración de modelos de la

Galaxia, indicando la necesidad de nuevos catálogos de estrellas en diferentes regiones de la misma que alcancen un límite de magnitud superior. En este sentido los proyectos HIPPARCOS y TELESCOPIO ESPACIAL unidos a la fotometría desde tierra con grandes telescopios y las nuevas emulsiones y cámaras fotográficas nos hacen estar esperanzados en el próximo futuro.

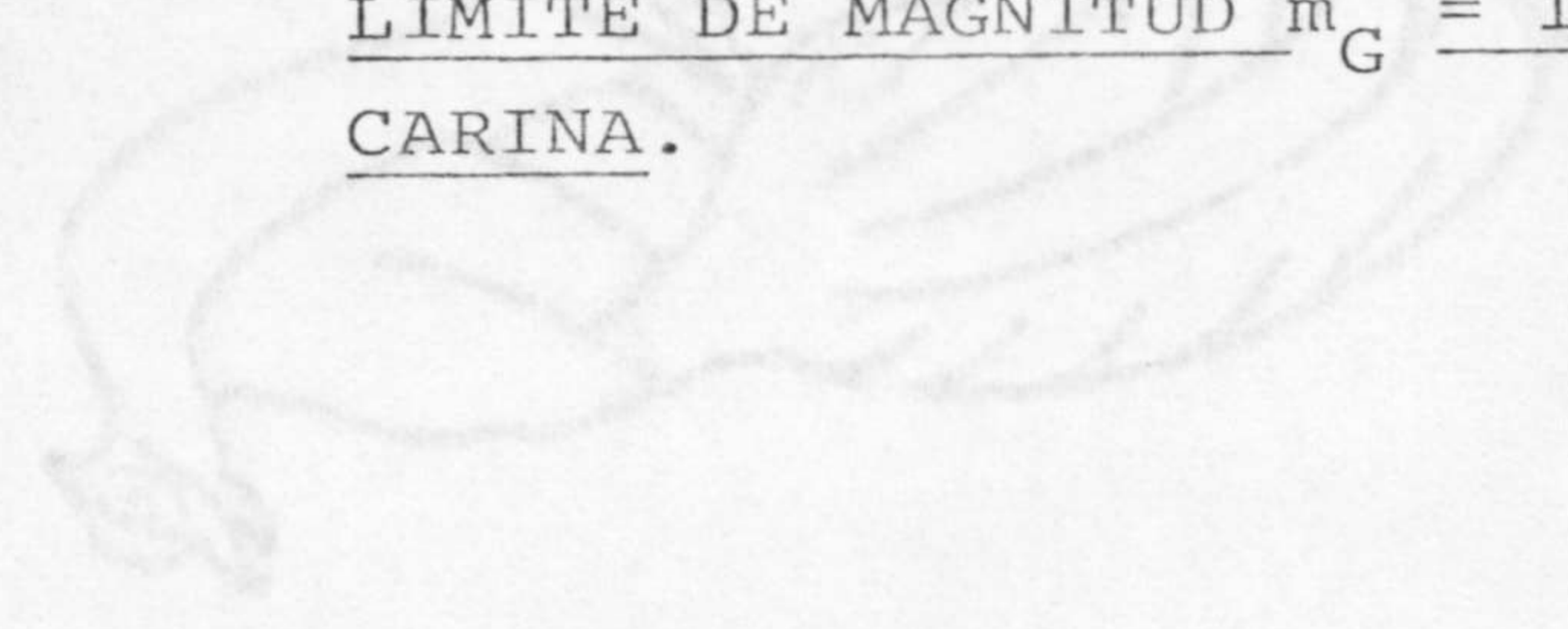
Los datos obtenidos en estos programas pueden abrir una nueva luz en problemas tales como la validez de la función general de luminosidad, usada actualmente, la distribución de enrojecimiento interestelar en diversas direcciones de la Galaxia, etc..

Por otro lado, la colaboración entre el Instituto de Astronomía de la Universidad de Basilea y el Instituto de Astrofísica de Andalucía, tiene proyectos comunes referentes a la nueva calibración del sistema RGU y su aplicación a los estudios de estructura galáctica siendo además muy interesante la instalación en nuestros telescopios de un fotómetro fotoeléctrico RGU que permita la medida de estrellas patrón, en este sistema, evitando de esta forma las problemáticas transformaciones entre sistemas fotométricos.



EVIZVA

APENDICE- CATALOGO DE LAS ESTRELLAS ESTUDIADAS, HASTA EL  
LIMITE DE MAGNITUD  $m_G = 16^m.61$ , EN LA REGION DE  
CARINA.



MAZIA



Las estrellas contenidas en este catálogo se han agrupado por intervalos de magnitud aparente  $m_G$ , de esta forma se han obtenido 11 grupos que cubren el intervalo total de magnitudes aparentes observadas, ( $8 m_G 17$ ).

El número de estrellas por intervalo de magnitud aparente se representa en la figura (A-1), donde la ordenada expresa el logaritmo del número de estrellas por unidad de magnitud aparente y por grado cuadrado.

Cada una de las ocho columnas que aparecen en este catálogo tiene el siguiente significado:

Nr.- Indica el número de identificación en la carta del campo.

G, G-R, U-G.- Representan la magnitud y los índices de color obtenidos en nuestra fotometría. Estos valores vienen expresados en magnitudes.

E(G-R).- Muestra el exceso de color, también expresado en magnitudes, asignado a cada estrella del campo.

M(G) y d.- Indican la magnitud absoluta y la distancia determinada en nuestra calibración. La distancia está expresada en Kpc.

Observaciones.- En esta columna vienen apuntadas las particularidades de las estrellas estudiadas; bb indica que la estrella es "blend", g su pertenencia a la clase de luminosidad III y por último ":" acompañando a cualquier valor indica que su determinación es incierta

Las estrellas se han numerado siguiendo el orden que se observa en la figura (A-2). En la misma se han esquematizado las ocho subregiones en que se ha dividido el campo para su mejor representacion, (figuras A-3 a A-10).

Este catalogo contiene once estrellas estudiadas por Lodén et al (1976) a partir de placas de espectros tomadas con el ADH Baker-Schmidt. El rango de tipos espectrales, estudiados por estos autores, comprende estrellas jóvenes anteriores a B9 y estrellas M.

A continuacion se detallan estas estrellas, dando los siguientes datos; el número de identificación en nuestro catálogo, la identificación en el artículo de Lodén et al (1976), número de HD y tipos espectrales determinados por estos autores.

Nr.	Nr. (L.L.N.S.)	HD	Sp
26	1389		B4-B7
61	1388	302839	B0-B1
79	1387	302838	OB (Emision)
150	1387	90987	B0-B2
601	1464	91143	B7-B8
852	1529	302847	B2
1012	1321		OB (Emision)
1368	1462		B4-B6
1402	1461	302851	M0-M2 (lin. de Carbon)
1465	1528	302954	B2-B4
1499	1527	302850	B3-B4

Graham (1970) elaboró un catálogo de 436 estrellas OB en una región de 75 grados cuadrados centrada en la estrella Carinae. Las distancias de estas estrellas las determinó usando medidas en H y clasificación espectral. Las estrellas con número de HD 90987, 302839 y 302838 están contenidas en nuestro catálogo. A continuación se detallan los resultados de Graham para las mismas.

HD	$A_V$	$M_V$	d
90987	1.3	-2.5	2.3
302838	1.6	-3.6	2.5
302839	1.2	-4.0	3.1

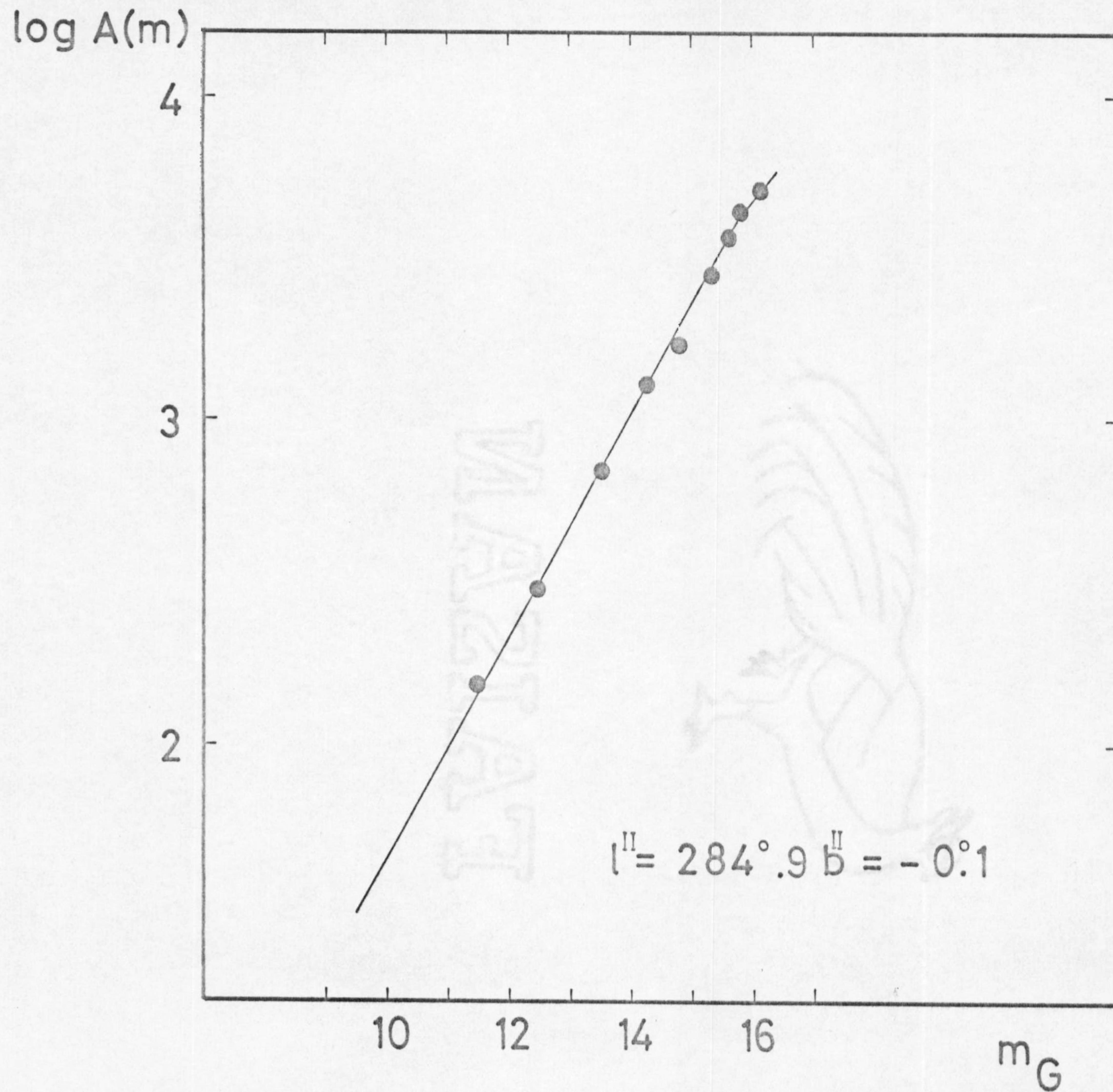


Fig. A-1



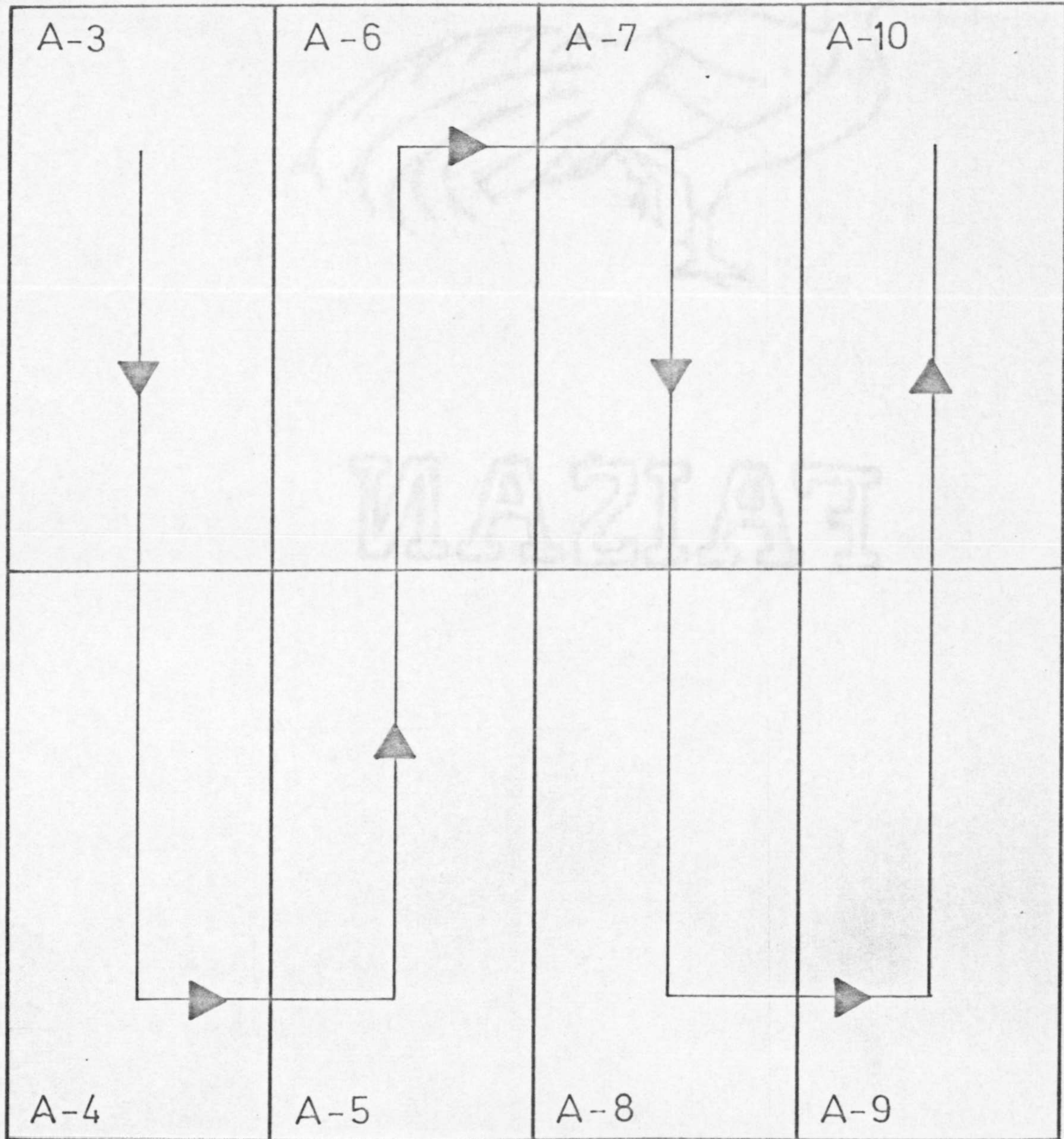


Fig. A-2



Fig. A-3

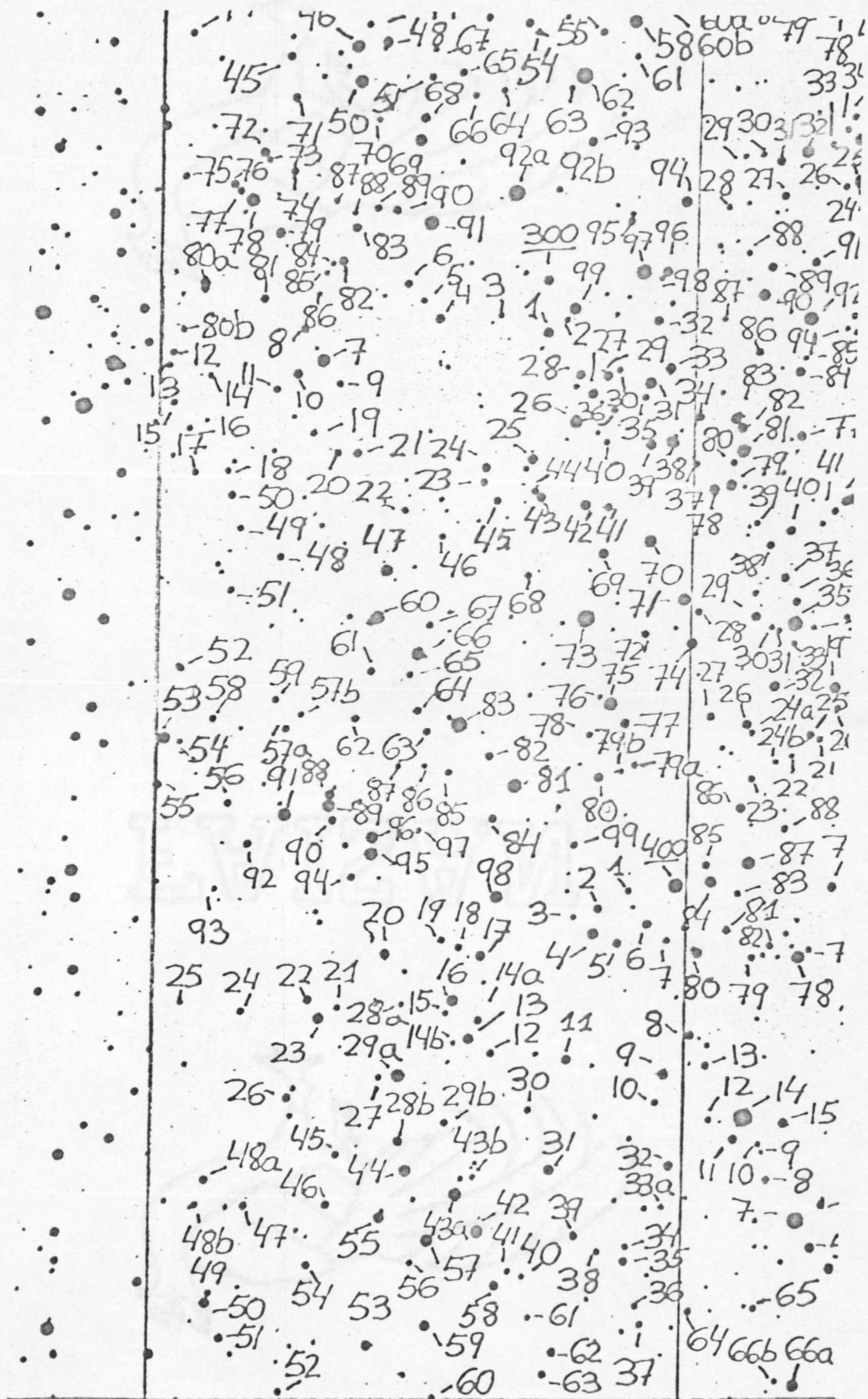


Fig. A-4

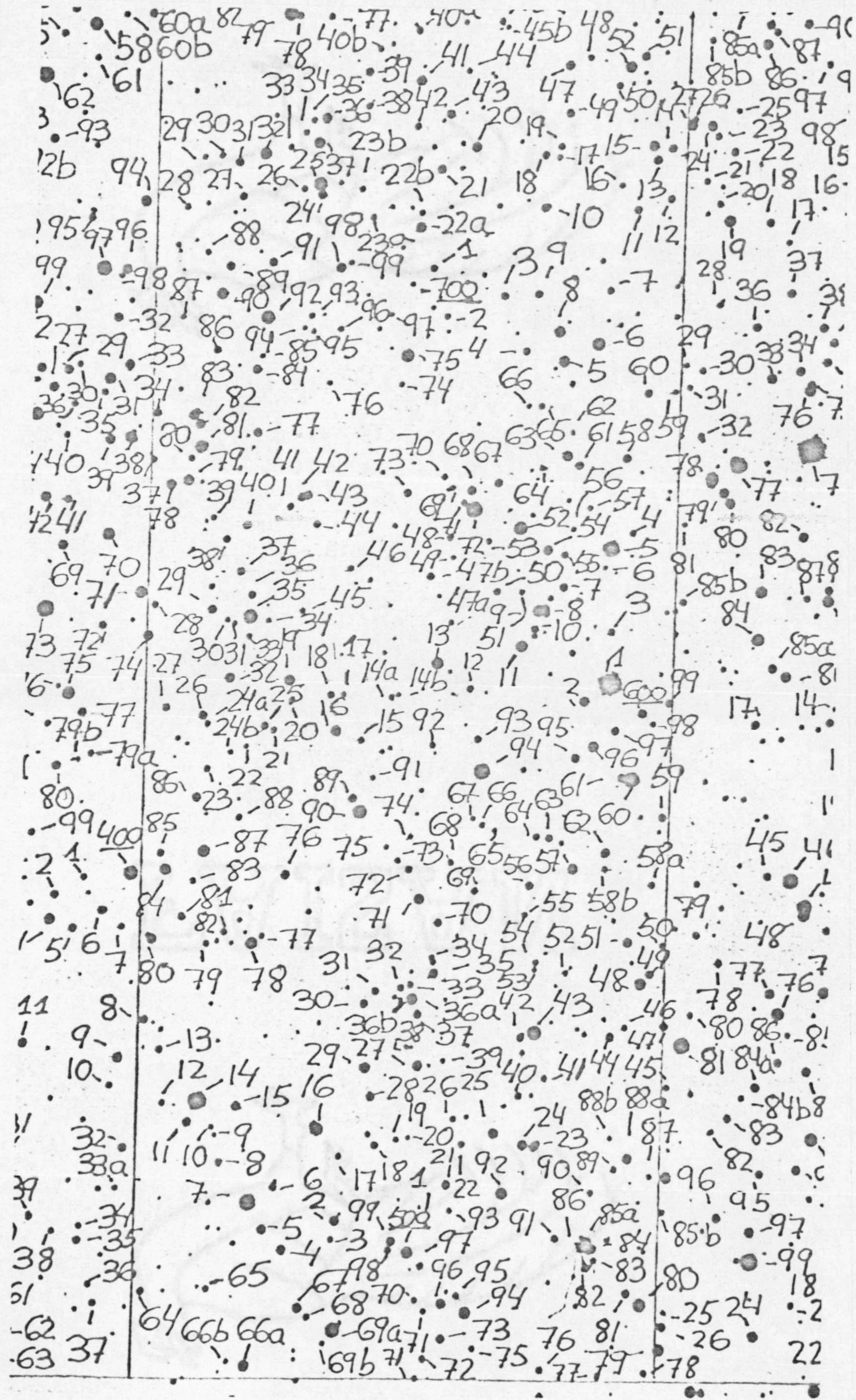


Fig. A-5

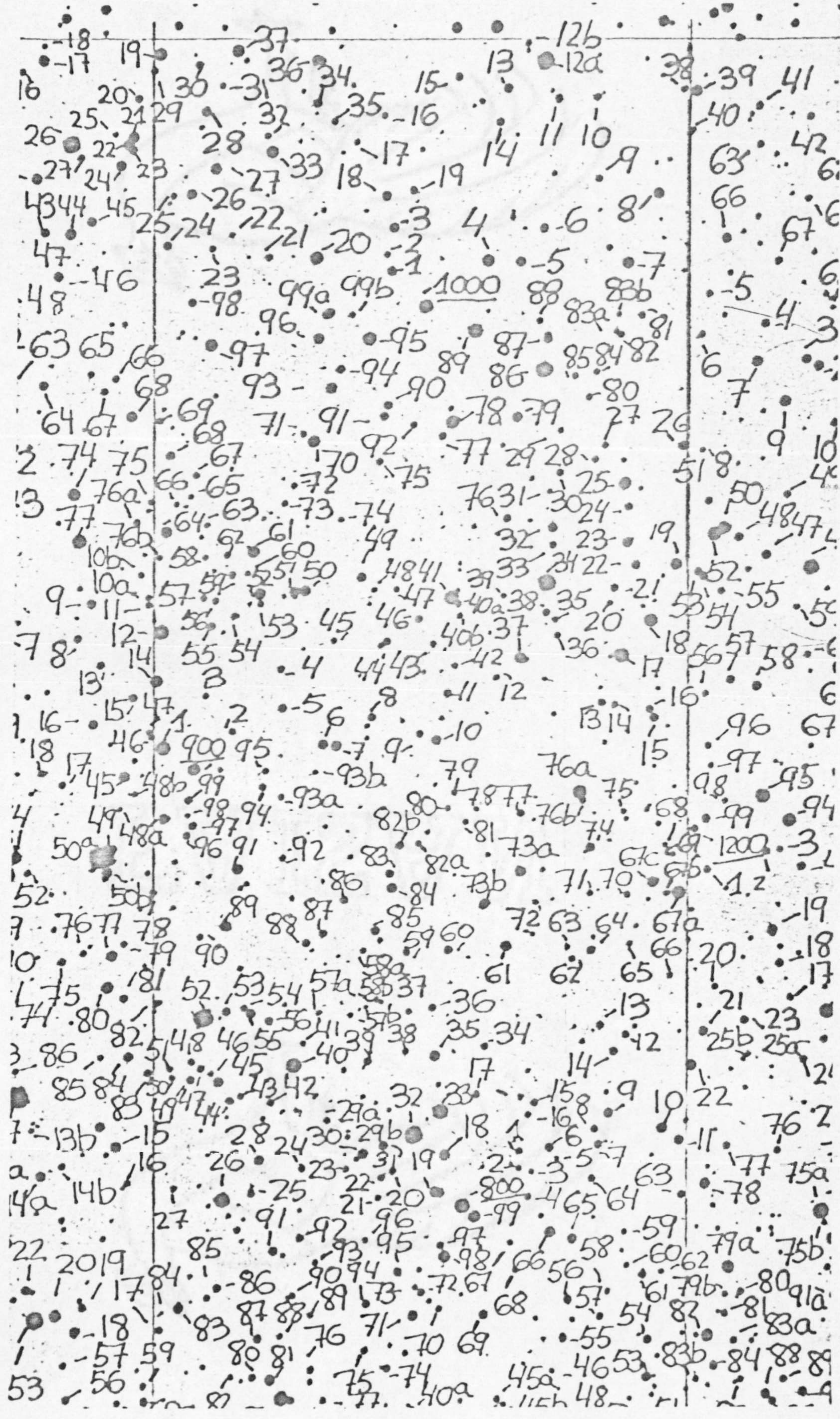


Fig. A-6

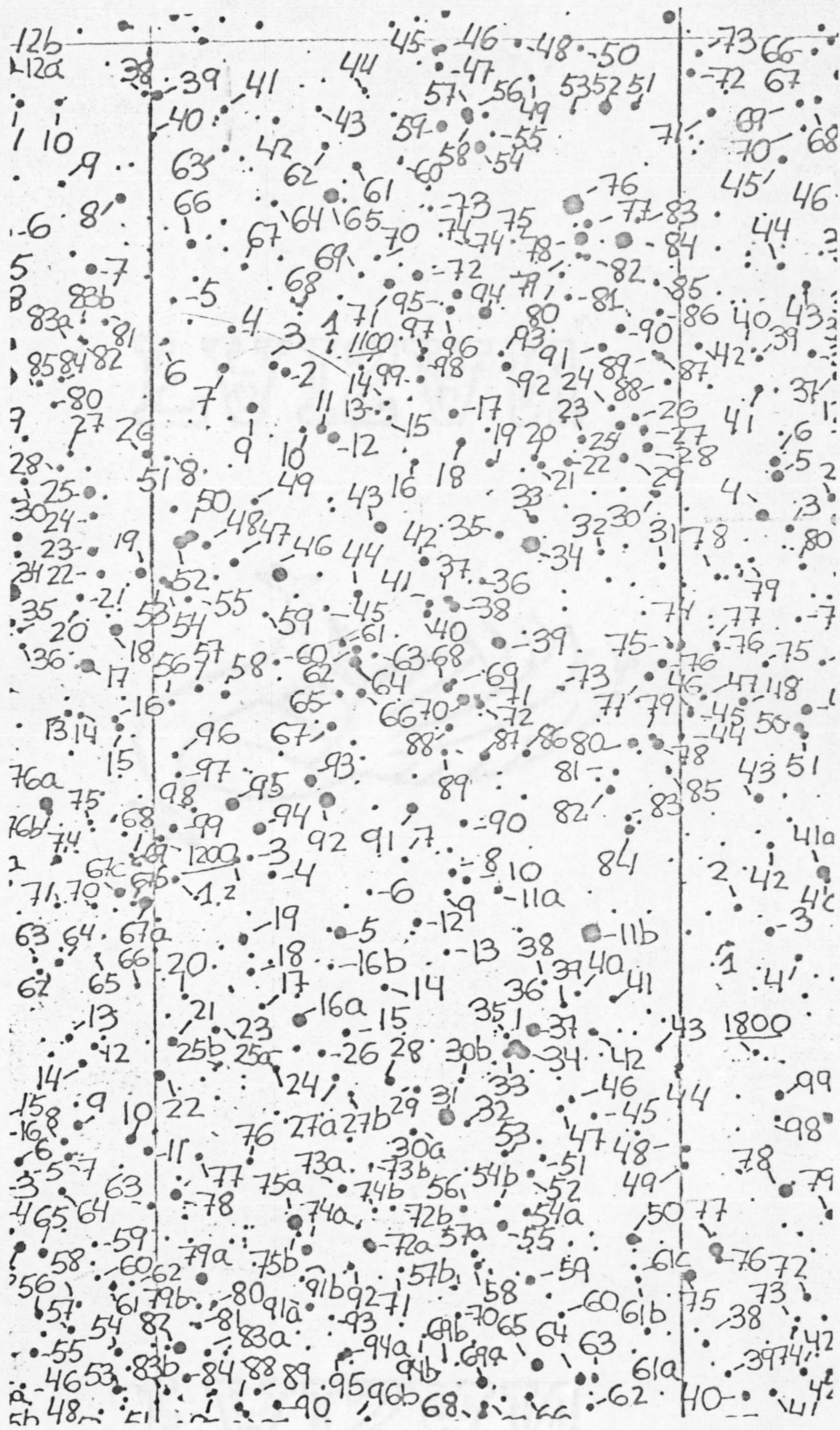


Fig. A-7

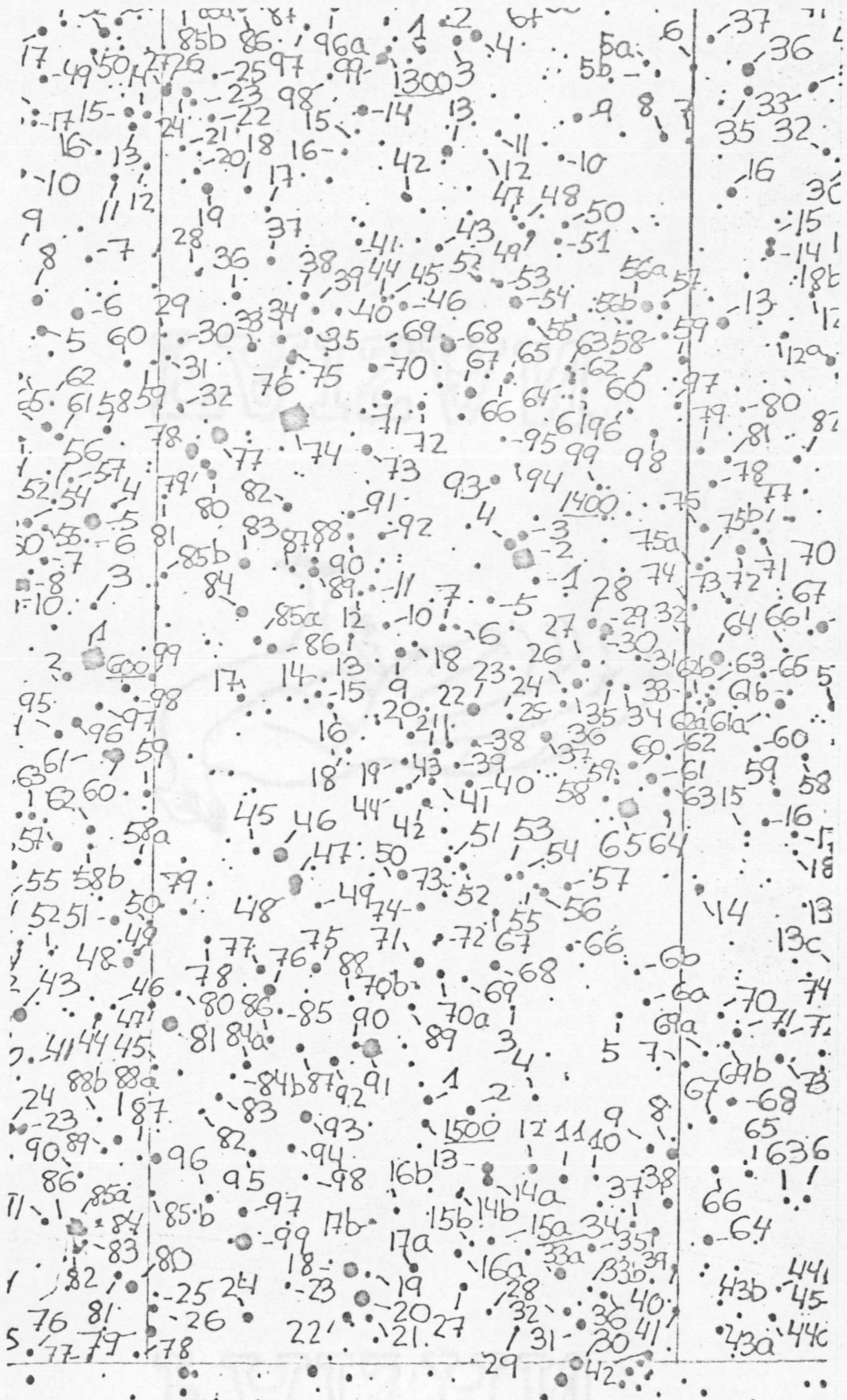


Fig. A-8



Fig. A-9



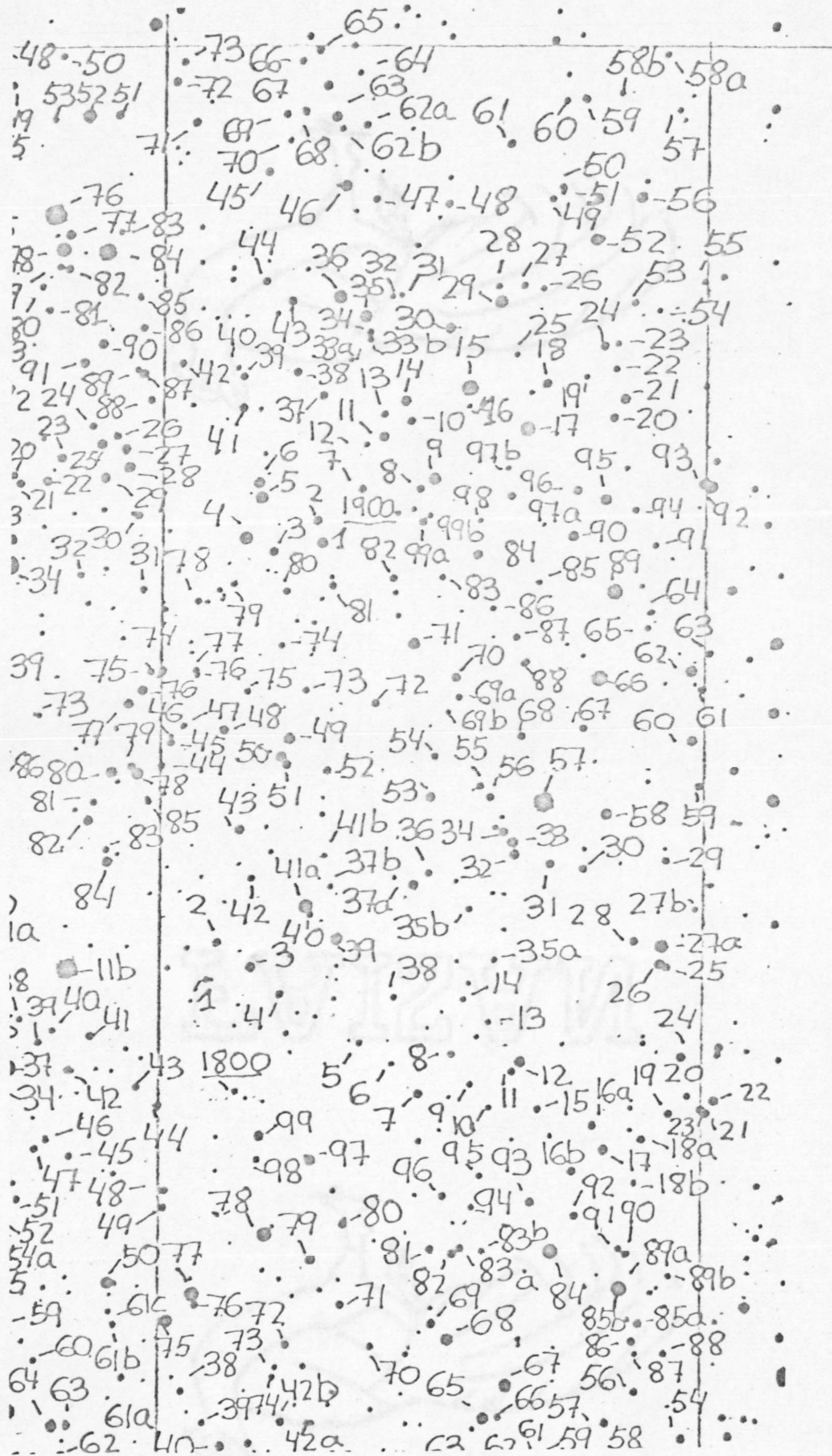


Fig. A-10

Estrellas comprendidas entre  $G = 8$  y  $G = 11$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
61	9.77	0.64	0.25	0.68	-5.0	3.9	
79	10.24	1.41	0.47	-	-	-	bb
150	10.04	1.12	0.55	-	-	-	bb
174	10.22	0.60	0.71	0.68	-3.4	3.6	bb
187	10.28	0.36	0.95	0.21	-0.8	1.2	
514	10.90	0.53	1.67	0.21	1.8	0.5	
601	9.68	0.30	1.43	0.21	0.9	0.4	
852	10.77	0.52	0.76	0.21	-1.4	2.1	
1076	10.56	0.67	1.65	0.21	2.0	0.4	
1211b	10.70	1.58	2.71	0.21	1.0	0.7	g
1402	10.04	1.73	2.93	0.21	1.0	0.5	g
1465	10.55	0.37	0.66	0.21	-2.0	2.5	
1491	10.58	0.41	1.61	0.21	1.6	0.5	
1593	10.53	0.79	0.41	0.68	-4.4	4.6	bb
1622	9.65	0.55	1.11	0.21	0.1	0.8	bb
1654	10.95	0.49	1.50	0.21	1.4	0.6	
1724	8.78	1.22	1.50	0.00	5.4	0.0	(49 pc)
1744	10.77	1.70	3.01	0.21	1.0	0.7	g
1857	10.77	0.79	0.76	0.68	-3.1	2.6	

Estrellas comprendidas entre  $G = 11$  y  $G = 12$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
26	11.45	0.45	1.02	0.22	-0.4	1.8	
160	11.20	0.38	1.17	0.22	0.1	1.3	
198	11.82	0.74	1.66	0.22	2.0	0.7	
221	11.32	0.95	1.45	0.22	3.3	0.3	
235	11.84	0.80	0.85	0.61	-2.4	3.2	
373	11.49	1.33	2.47	0.22	1.0	1.2	g
383	11.92	1.65	3.37	0.22	1.0	0.9	g
507	11.52	1.35	2.26	0.22	1.0	1.0	g
560	11.89	1.68	2.47	0.22	1.0	1.1	g,bb
594	11.73	1.39	2.33	0.22	1.0	1.1	g
605	11.42	0.61	1.60	0.22	1.9	0.6	
672	11.72	1.54	2.24	0.22	1.0	1.1	g,bb
832	11.11	0.47	1.22	0.22	0.4	1.1	
934	11.41	0.29	1.37	0.22	0.7	1.1	
986	11.74	1.80	3.02	0.22	1.0	1.1	g
1012	11.44	0.39	0.74	0.22	-1.7	3.2	
1084	11.50	0.51	0.99	0.22	-0.5	1.9	
1134	11.19	1.85	3.56	0.22	1.0	0.8	g
1192	11.77	1.04	1.69	0.00	5.7	0.2	
1231	11.51	0.93	1.40	0.22	3.3	0.3	
1368	11.67	0.35	0.70	0.22	-1.9	3.9	
1377	11.38	-	0.81	-	-	-	bb
1481	11.79	1.20	2.20	0.22	1.0	1.1	g
1499	11.20	0.63	0.91	0.61	-2.2	2.2	
1518	11.69	0.37	1.33	0.22	0.7	1.2	
1520	11.53	1.59	2.95	0.22	1.0	1.0	g
1549	11.98	0.64	1.31	0.22	1.0	1.9	
1592	11.85	0.39	1.04	0.22	1.6	0.9	
1597	11.45	1.15	1.68	0.00	5.9	0.1	
1866	11.91	1.55	2.56	0.22	1.0	1.2	g
1915	11.94	1.43	2.56	0.22	1.0	1.2	g

Estrellas comprendidas entre  $G = 12$  y  $G = 13$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
31	12.71	0.73	0.99	0.60	-1.8	3.7	
41	12.02	0.69	0.76	0.60	-2.8	4.4	
60	12.17	0.56	1.09	0.27	-0.8	2.7	bb
77	12.84	0.48	1.13	0.27	-0.1	2.8	
80	12.47	0.41	1.28	0.27	0.4	1.9	bb
84	12.52	0.77	1.52	0.27	2.1	0.9	
112	12.46	0.64	0.75	0.60	-2.9	5.5	
153	12.95	0.55	1.27	0.27	0.5	2.2	
193	12.24	0.71	1.44	0.27	1.6	1.0	
262	12.04	2.27	4.00	0.27	1.0	1.2	g
291	12.51	0.88	1.56	0.27	2.7	0.7	
292	12.03	2.22	2.53	0.27	1.0	1.2	g:
297	12.23	0.64	1.03	0.60	-1.6	2.8	
360	12.77	0.81	1.53	0.27	2.3	0.9	bb
381	12.76	0.45	0.96	0.27	-0.9	3.8	
400	12.53	0.54	1.52	0.27	1.3	1.3	
469	12.11	0.80	1.49	0.27	2.3	0.7	
543	12.68	1.46	2.48	0.27	1.0	1.6	g
590	12.60	1.47	2.78	0.27	1.0	1.5	g
635	12.38	0.41	1.43	0.27	0.8	1.5	
652	12.88	1.67	2.75	0.27	1.0	1.7	g
692	12.94	1.56	2.65	0.27	1.0	1.7	g
725	12.72	0.79	1.60	0.27	2.2	0.9	
779	12.74	0.75	-	-	-	-	
800	12.16	0.98	1.57	0.27	3.0	0.5	
826	12.43	0.43	1.28	0.27	0.4	1.8	
833	12.12	1.74	2.54	0.27	1.0	1.2	g
840	12.29	1.55	2.64	0.27	1.0	1.3	g
901	12.59	0.47	1.08	0.27	-0.4	2.8	
917	12.54	1.69	2.75	0.27	1.0	1.5	g
941	12.54	1.16	2.30	0.27	1.0	1.5	g
989	12.56	1.50	2.61	0.27	1.0	1.5	g
1000	12.92	0.88	1.01	0.60	-1.4	3.5	
1065	12.17	0.98	1.57	0.00	5.2	0.2	
1078	12.74	0.89	1.62	0.27	2.5	0.8	
1146	12.41	1.46	2.50	0.27	1.0	1.4	g
1170	12.87	1.63	2.88	0.27	1.0	1.7	g
1195	12.86	1.55	2.27	0.27	1.0	1.7	g
1216	12.63	0.65	1.40	0.27	1.2	1.4	
1234	12.64	0.44	1.10	0.27	-0.3	2.7	bb
1236	12.19	0.39	1.29	0.27	0.4	1.6	bb
1237	12.47	0.54	1.36	0.27	0.8	1.5	
1275	12.11	0.53	1.36	0.27	0.9	1.3	
1378	12.63	0.69	1.09	0.60	-1.3	2.9	bb
1423	12.99	0.97	1.47	0.27	3.2	0.7	
1446	12.05	1.37	2.42	0.27	1.0	1.2	g
1447	12.46	0.24	1.25	-	-	-	bb
1530	12.51	0.95	1.27	0.00	4.2	0.5	
1583	12.65	0.96	1.41	0.27	3.3	0.5	
1586	12.51	2.14	3.70	0.27	1.0	1.4	g
1631	12.50	0.54	1.11	0.27	-0.1	2.4	
1664	12.18	1.44	2.34	0.27	1.0	1.2	g
1700	12.97	0.60	1.33	0.27	0.9	1.9	
1707	12.09	0.81	1.07	0.60	-1.3	2.2	
1722	12.00	1.35	2.10	0.27	1.0	1.1	g

Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
1745	12.55	0.96	1.37	0.00	4.5	0.3	
1777	12.60	0.47	1.23	0.27	0.3	2.1	
1778	12.60	0.82	1.56	0.27	2.4	0.8	
1784	12.51	2.53	3.89	0.27	1.0	1.4	g
1789	12.42	0.59	1.43	0.27	1.1	1.3	
1841	12.74	0.70	0.80	0.60	-2.7	5.8	bb
1889	12.28	1.47	2.47	0.27	1.0	1.4	g
1917	12.36	0.51	1.37	0.27	0.9	1.4	
1936	12.99	1.16	1.50	0.00	5.3	0.3	



MAZIAE



Estrellas comprendidas entre  $G = 13$  y  $G = 14$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1	13.68	0.75	1.00	0.65	-1.9	5.8	
12	13.64	0.83	1.13	0.65	-1.3	4.3	
15	13.19	0.89	1.18	0.65	-1.0	3.1	
19	13.70	0.70	1.27	0.38	0.2	3.1	
29	13.74	0.60	1.12	0.38	-0.5	4.4	
51	13.98	0.83	1.49	0.38	1.5	2.0	
54	13.86	0.67	1.59	0.38	1.4	2.0	
69	13.82	1.01	1.09	0.65	-1.2	4.5	bb
71	13.48	0.62	1.35	0.38	0.9	2.0	
74	13.60	2.57	4.28	0.38	1.0	2.1	g
83	13.57	1.02	1.20	0.00	4.2	0.8	
93	13.86	0.99	1.25	0.00	4.2	0.9	
114	13.92	0.70	1.36	0.38	0.5	3.0	
157b	13.19	0.79	0.91	0.65	-2.4	5.9	
180	13.91	1.14	1.59	0.00	5.5	0.5	
190	13.89	1.02	1.32	0.00	4.5	0.8	
196	13.47	0.57	1.04	0.38	-0.9	4.6	
201	13.74	0.83	0.84	0.65	-2.6	8.3	
220	13.65	0.78	1.56	0.38	1.7	1.5	
246	13.67	0.61	1.10	0.38	-0.5	4.3	
250	13.48	1.59	2.45	0.38	1.0	2.0	g
258	13.36	0.81	1.71	0.38	2.0	1.2	
278	13.18	0.98	1.61	0.00	5.3	0.4	
299	13.98	0.86	1.41	0.38	1.1	2.4	
307	13.20	1.04	1.51	0.00	4.9	0.5	
326	13.23	0.38	1.64	0.38	1.4	1.5	
347	13.79	0.58	1.49	0.38	0.8	2.5	
353	13.69	0.74	1.42	0.38	0.7	2.5	
366	13.13	0.66	0.88	0.65	-2.6	6.3	
370	13.79	0.93	1.33	0.00	4.3	0.8	
371	13.63	0.72	1.48	0.38	1.0	2.1	
375	13.21	0.73	1.02	0.65	-1.8	4.5	
389	13.17	1.46	2.45	0.38	1.0	1.7	g
391	13.16	0.83	1.52	0.38	1.5	1.3	
395	13.13	0.74	1.45	0.38	0.9	1.7	
396	13.68	0.74	1.62	0.38	1.6	1.7	
398	13.61	0.65	1.61	0.38	1.3	1.8	
428	13.39	0.94	1.36	0.00	4.5	0.6	
442	13.05	0.88	1.31	0.00	4.1	0.6	
443	13.37	0.55	1.50	0.38	1.3	1.7	
444	13.79	0.66	1.78	0.38	1.8	1.6	
457	13.54	1.09	1.60	0.00	5.5	0.4	
466	13.86	0.75	1.47	0.38	1.0	2.3	
479	13.97	1.43	1.47	0.00	5.5:	0.5	
480	13.13	0.73	1.59	0.38	1.4	1.4	
492	13.70	0.78	1.64	0.38	1.8	1.5	
494	13.36	1.76	3.34	0.38	1.0	1.9	g
500	13.45	0.81	1.01	0.65	-1.9	5.3	
516	13.37	1.44	1.38	-	-	-	bb
536	13.75	0.90	1.47	0.00	4.6	0.7	
548	13.90	0.59	1.23	0.38	0.0	3.8	
578	13.43	0.87	1.04	0.65	-1.6	4.5	
587	13.46	0.72	1.09	0.65	-1.6	4.6	
609	13.65	1.37	3.36	0.38	1.0	2.1	g, bb
611	13.79	0.64	1.05	0.38	-0.8	5.1	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
613	13.50	1.02	1.57	0.00	5.3	0.4	
619	13.99	0.72	1.20	0.65	-1.1	4.6	
675	13.12	1.57	2.66	0.38	1.0	1.7	g
681	13.11	0.99	1.37	0.00	4.6	0.5	
690	13.83	1.04	1.43	0.00	4.9	0.6	
705	13.97	1.17	1.55	0.00	5.5	0.5	
706	13.19	1.03	1.65	0.00	5.5	0.3	
732	13.77	0.82	1.07	0.65	-1.6	5.3	
798	13.41	0.75	1.62	0.38	1.6	1.4	
799	13.76	1.48	2.29	0.38	1.0	1.9	g
867	13.32	0.67	1.51	0.38	1.0	1.8	
900	13.40	0.72	1.13	0.65	-1.4	4.1	
918	13.28	0.86	1.36	0.00	4.3	0.6	
925	13.52	0.68	1.48	0.38	1.1	1.9	
952	13.92	1.09	1.29	0.00	4.6	0.7	
961	13.73	0.56	1.22	0.38	-0.1	3.6	
978	13.08	0.78	1.60	0.38	1.7	1.2	
995	13.05	1.05	1.39	0.00	4.8	0.4	
997	13.60	0.95	1.34	0.00	4.4	0.7	
1004	13.83	0.90	1.26	0.65	-0.7	3.6	
1020	13.51	0.98	1.55	0.00	8.4	0.5	
1033	13.91	0.98	1.31	0.00	4.4	0.8	
1037	13.65	0.65	1.41	0.38	0.8	2.3	
1052	13.28	1.35	1.80	0.00	6.3	0.2	
1054	13.59	0.93	1.71	0.38	2.2	1.2	
1057	13.39	0.43	1.50	0.38	0.8	2.1	bb
1094	13.06	0.61	1.40	0.38	0.6	1.9	
1112	13.57	0.51	1.24	0.38	-0.1	3.3	
1138	13.93	0.94	1.37	0.00	4.5	0.8	bb
1139	13.48	0.88	1.52	0.38	1.8	1.4	bb
1143	13.64	1.08	1.59	0.00	5.4	0.4	
1150	13.35	1.27	1.68	0.00	6.0	0.3	bb
1152	13.03	0.58	1.20	0.38	-0.9	3.8	bb
1164	13.36	1.21	1.66	0.00	5.8	0.3	
1178	13.69	0.49	1.19	0.38	-0.2	3.7	bb
1194	13.18	0.97	1.30	0.00	4.4	0.6	
1193	13.65	0.58	1.18	0.38	-0.3	3.9	
1205	13.20	0.84	1.19	0.65	-1.0	3.1	
1265	13.52	0.69	1.41	0.38	0.7	2.3	
1279	13.83	0.72	0.91	0.65	-2.4	7.9	
1282	13.37	0.73	1.43	0.38	0.8	2.0	
1299	13.61	1.79	2.86	0.38	1.0	2.1	g
1304	13.72	0.82	1.52	0.38	1.5	1.7	
1313	13.65	2.03	2.98	0.38	1.0	2.1	g,bb
1314	13.94	1.11	1.48	0.00	5.2	0.6	
1319	13.88	2.44	3.97	0.38	1.0	2.4	g
1354	13.25	0.78	1.33	0.38	0.6	2.1	
1356	13.36	0.53	1.21	0.38	-0.1	3.1	
1367	13.70	0.93	1.23	0.00	4.1	0.9	
1376	13.83	1.13	2.23	0.38	1.0	2.3	g,bb
1383	13.75	1.15	1.79	0.00	6.1	0.4	
1384	13.44	1.00	1.63	0.00	5.5	0.4	
1389	13.81	1.01	1.69	0.00	5.6	0.4	
1404	13.26	0.83	1.63	0.38	2.0	1.1	
1429	13.47	0.58	0.93	0.65	-2.3	6.4	bb
1437	13.67	0.97	1.28	0.00	4.3	0.7	
1448	13.91	0.99	1.80	0.38	2.4	1.3	bb
1461	13.72	0.73	1.42	0.38	0.8	2.4	
1476	13.41	1.67	2.56	0.38	1.0	1.9	g
1493	13.20	0.96	1.30	0.00	4.3	0.6	
1508	13.83	1.88	2.89	0.38	1.0	2.3	g

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1513	13.31	0.69	1.43	0.38	0.8	2.0	
1514	13.85	0.98	1.41	0.00	4.7	0.7	
1533	13.42	0.66	1.39	0.38	0.6	2.3	
1558	13.64	0.65	1.32	0.38	0.3	2.9	
1575	13.89	1.08	1.33	0.00	4.7	0.7	
1613	13.94	0.83	0.95	0.65	-2.0	6.0	bb
1623	13.64	0.98	1.43	0.00	4.7	0.6	
1625	13.80	1.66	2.26	0.38	1.0	2.3	g
1650	13.71	0.69	1.49	0.38	1.0	2.2	
1668	13.50	1.68	2.34	0.38	1.0	2.0	g
1686	13.76	2.54	3.96	0.38	1.0	2.2	g
1713	13.62	0.63	1.34	0.38	0.4	2.8	
1736	13.12	0.51	1.18	0.38	-0.1	2.7	
1764	13.71	1.06	1.34	0.00	4.6	0.7	
1765	13.97	1.61	2.55	0.38	1.0	2.5	g
1767	13.41	1.33	2.17	0.38	1.0	1.9	g
1768	13.70	1.15	1.43	0.00	5.1	0.5	
1775	13.58	0.73	1.40	0.38	0.7	2.4	
1827	13.43	0.64	1.48	0.38	0.9	2.0	
1833	13.98	1.02	1.32	0.00	4.5	0.8	
1839	13.65	1.61	2.63	0.38	1.0	2.1	g
1858	13.99	1.60	2.61	0.38	1.0	2.5	g
1892	13.42	0.99	1.20	0.00	4.2	0.7	bb
1904	13.43	0.73	1.50	0.38	1.1	1.8	
1905	13.55	1.12	1.75	0.00	5.9	0.3	
1909	13.73	1.58	2.24	0.38	1.0	2.2	g
1928	13.40	0.70	1.35	0.38	0.6	2.3	
1935	13.63	1.23	1.86	0.00	6.3	0.3	
1952	13.33	1.17	2.59	0.38	1.0	1.8	g,bb



Estrellas comprendidas entre  $G = 14$  y  $G = 14.50$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
6	14.45	0.99	1.23	0.72	-1.0	4.9	
8	14.24	1.36	2.05	0.00	6.7	0.3	
13	14.48	0.96	1.25	0.72	-0.9	4.9	
17	14.36	0.80	1.48	0.36	1.4	2.5	
21	14.38	0.76	1.45	0.36	1.1	2.9	bb
22	14.06	0.98	1.59	0.00	5.3	0.6	bb
28	14.43	1.40	1.97	0.00	6.6	0.4	
37	14.32	0.93	1.14	0.72	-1.4	5.7	bb
44	14.36	0.76	1.17	0.72	-1.6	6.2	
62	14.07	0.95	1.21	0.72	-1.1	4.3	
68	14.45	1.72	2.66	0.36	1.0	3.1	g
122	14.21	0.60	1.33	0.36	0.4	3.7	
145	14.27	0.99	1.58	0.36	2.8	1.3	
148	14.42	1.09	1.37	0.00	4.9	0.8	
151	14.12	0.58	1.38	0.36	0.5	3.4	
162	14.10	0.85	1.59	0.36	2.0	1.7	
167	14.21	0.89	1.61	0.36	2.2	1.7	
169	14.35	0.87	1.72	0.36	2.1	1.8	
177	14.49	0.92	1.52	0.36	2.6	1.5	
188	14.36	1.23	1.31	0.00	5.0	0.8	
199	14.42	1.07	1.33	0.72	-0.3	3.6	
202	14.48	1.20	1.43	0.00	5.2	0.7	
215	14.44	1.10	1.50	0.00	5.3	0.7	
269	14.04	0.85	1.50	0.36	1.8	1.8	
296	14.41	0.67	1.33	0.36	0.4	4.1	bb
331	14.05	1.64	2.80	0.36	1.0	2.6	g
338	14.10	1.22	2.01	0.00	6.6	0.3	
404	14.25	0.61	1.58	0.36	1.1	2.7	
416	14.06	0.88	1.64	0.36	2.2	1.5	
423	14.09	0.80	1.52	0.36	1.5	2.1	
450	14.40	0.63	1.42	0.36	0.8	3.4	
455	14.37	0.69	1.55	0.36	1.3	2.7	
496	14.36	2.43	3.47	0.36	1.0	1.9	g
524	14.49	1.09	1.36	0.72	-0.1	3.4	
527	14.37	0.78	1.59	0.36	1.8	2.1	
529	14.33	1.80	2.59	0.36	1.0	3.0	g
557	14.33	0.85	1.40	0.36	1.2	2.7	
571	14.31	1.00	1.54	0.36	3.0	1.2	
584	14.04	1.20	1.81	0.00	6.2	0.4	
596	14.17	1.16	1.61	0.00	5.7	0.5	
616	14.30	1.23	1.56	0.00	5.6	0.6	
632	14.47	1.04	1.43	0.00	5.0	0.8	
663	14.45	0.98	1.56	0.00	5.3	0.7	
679	14.10	0.97	1.62	0.00	5.4	0.6	
708	14.21	0.60	1.49	0.36	1.0	2.9	
715	14.44	0.83	1.60	0.36	2.0	2.0	
722	14.35	0.98	1.36	0.72	-0.3	3.5	
737	14.28	0.85	1.23	0.72	-1.1	4.6	
752	14.14	0.67	1.16	0.72	-1.6	5.8	
766	14.14	0.98	1.69	0.36	2.4	1.4	
818	14.36	0.81	1.54	0.36	1.7	2.2	
819	14.40	1.09	1.50	0.00	5.2	0.7	bb
830	14.48	0.90	1.14	0.72	-1.5	6.3	
867 <sup>c</sup>	14.44	0.69	1.51	0.36	1.1	3.0	
889	14.36	0.79	1.42	0.36	1.0	3.0	bb

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
907	14.27	1.09	1.60	0.00	5.5	0.6	
919	14.12	1.20	1.77	0.00	6.1	0.4	
937	14.05	0.99	1.86	0.00	6.1	0.4	bb
950	14.36	0.89	1.49	0.36	2.0	1.9	bb
964	14.15	0.64	1.17	0.72	-1.7	6.1	
970	14.02	1.72	2.49	0.36	1.0	2.6	g
993	14.44	1.63	2.74	0.36	1.0	3.1	g
1007	14.29	1.33	2.02	0.00	6.7	0.3	
1039	14.27	1.02	1.36	0.72	-0.3	3.3	
1059	14.04	1.15	1.80	0.00	6.1	0.4	
1071	14.48	1.19	1.50	0.00	5.4	0.7	
1072	14.22	0.92	1.39	0.72	-0.2	3.1	
1095	14.44	1.82	3.29	0.36	1.0	3.1	g
1109	14.39	1.53	2.92	0.36	1.0	3.1	g
1111	14.34	1.12	1.37	0.00	4.9	0.8	
1180	14.24	1.85	2.92	0.36	1.0	2.8	g
1187	14.37	1.02	1.66	0.00	5.5	0.6	
1191	14.13	0.84	1.03	0.72	-2.0	6.9	
1222	14.45	0.94	1.46	0.72	0.1	3.1	
1255	14.10	0.90	1.35	0.72	-0.4	3.3	
1264	14.14	0.74	1.57	0.36	1.5	2.2	
1269	14.09	1.55	2.27	0.00	7.4	0.2	
1274	14.37	1.00	1.81	0.00	6.0	0.5	
1278	14.12	0.97	1.39	0.00	4.7	0.8	
1286	14.33	1.20	1.67	0.00	5.9	0.5	
1327	14.40	0.85	1.37	0.72	-0.5	3.9	bb
1333	14.47	1.01	1.27	0.72	-0.6	4.2	bb
1373	14.17	1.91	2.57	0.36	1.0	2.8	g
1380	14.49	0.99	1.46	0.00	5.0	0.8	
1386	14.40	1.13	1.64	0.00	5.7	0.6	
1403	14.37	0.93	2.23	-	-	-	
1409	14.32	0.71	1.51	0.36	1.2	2.7	
1428	14.36	0.74	1.36	0.36	0.9	3.2	bb
1436	14.24	1.24	1.88	0.00	6.4	0.4	
1450	14.03	1.70	2.83	0.36	1.0	2.6	g
1468	14.48	1.07	1.41	0.00	5.0	0.8	
1471	14.30	0.83	1.34	0.72	-0.6	3.9	
1475	14.28	0.84	1.32	0.72	-0.8	4.2	
1522	14.12	0.84	0.54	-	-	-	
1524	14.40	0.72	1.59	0.36	1.5	2.4	
1531	14.36	0.95	1.45	0.00	4.9	0.8	
1538	14.29	0.83	1.71	0.36	2.1	1.8	
1556b	14.40	1.22	1.46	0.00	5.3	0.7	
1564	14.31	0.92	1.39	0.72	-0.2	3.3	
1580	14.46	2.22	2.93	0.36	1.0	3.2	g
1582	14.19	0.58	1.19	0.36	-0.1	4.6	
1588	14.42	0.93	1.31	0.72	-0.6	4.1	
1599	14.34	1.17	1.56	0.00	5.6	0.6	
1613	14.12	0.83	0.91	0.72	-2.5	8.6	
1619	14.11	1.07	1.41	0.00	5.0	0.7	
1621	14.44	2.39	3.55	0.36	1.0	3.1	g
1624	14.37	0.88	1.17	0.72	-1.4	5.7	
1651	14.08	1.57	2.81	0.36	1.0	2.6	g
1652	14.39	1.14	1.67	0.00	5.6	0.5	
1661	14.32	1.07	1.49	0.00	5.2	0.7	
1685	14.36	0.99	1.62	0.00	5.3	0.6	
1705	14.03	1.17	1.39	0.00	5.0	0.6	
1717	14.21	0.95	1.48	0.00	5.0	0.7	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1731	14.15	0.59	1.51	0.36	1.0	2.7	
1743	14.42	2.38	3.06	0.36	1.0	3.1	g
1752	14.37	1.73	2.63	0.36	1.0	3.0	g
1797	14.22	0.85	1.26	0.72	-1.0	4.4	
1812	14.45	1.36	2.14	0.00	6.9	0.3	
1826	14.49	0.77	1.59	0.36	1.8	2.3	bb
1849	14.02	0.99	1.69	0.36	2.4	1.4	
1850	14.33	1.45	1.94	0.00	6.7	0.3	bb
1862	14.28	1.14	1.41	0.00	5.0	0.7	
1871	14.05	1.14	1.83	0.00	6.2	0.4	
1893	14.24	1.68	2.15	0.00	7.4	0.2	bb
1895	14.32	1.43	2.15	0.00	7.0	0.3	
1901	14.27	1.17	1.47	0.00	5.2	0.7	
1906	14.17	0.90	1.48	0.00	4.8	0.7	
1946	14.17	0.87	1.24	0.72	-1.0	4.4	
1956	14.20	0.94	1.21	0.72	-1.1	4.6	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
2	14.64	0.77	1.22	0.47	-0.3	5.3	
11	14.71	2.47	3.62	0.47	1.0	3.1	g
24	14.69	0.85	1.50	0.47	1.0	3.1	
42	14.97	0.77	1.64	0.47	1.3	3.1	
48	14.75	1.06	1.37	0.84	-0.8	4.4	
55	14.87	1.28	2.18	0.47	1.0	3.3	g
91	14.50	0.66	1.18	0.47	-0.6	5.7	
109	14.82	1.04	1.34	0.84	-0.9	4.9	
121	14.84	0.74	1.56	0.47	1.0	3.3	
123	14.91	1.18	1.46	0.00	5.3	0.9	
137	14.68	1.11	1.51	0.00	5.3	0.8	
148	14.75	1.21	1.21	-	-	-	bb
150b	14.97	1.35	1.72	0.00	6.1	0.6	bb
194	14.72	1.09	1.40	0.84	-0.6	4.0	
214	14.93	1.08	1.33	0.84	-1.0	5.3	
218	14.55	0.91	1.31	0.84	-1.2	4.9	
248	14.80	0.99	1.16	0.84	-1.8	7.2	bb
272	14.88	1.21	1.75	0.00	6.0	0.6	bb
279	14.59	0.92	1.36	0.84	-1.0	4.6	
280	14.95	1.26	1.15	-	-	-	bb
294	14.51	0.94	1.25	0.84	-1.5	5.6	
301	14.84	1.78	3.09	0.47	1.0	3.3	g
325	14.90	1.09	1.48	0.00	5.2	0.9	
327	14.83	0.79	1.35	0.47	0.4	4.3	
328	14.96	1.73	2.72	0.47	1.0	3.5	g
329	14.97	1.27	1.66	0.00	5.9	0.7	
333	14.90	1.66	2.78	0.47	1.0	3.4	g
339	14.65	1.03	1.51	0.00	5.2	0.8	
342	14.55	0.98	1.27	0.84	-1.3	5.2	
369	14.78	1.16	1.91	0.00	6.3	0.5	
374	14.67	1.05	1.60	0.00	5.4	0.7	
388	14.80	0.82	1.73	0.47	1.6	2.4	
409	14.60	1.27	1.30	0.84	-0.9:	4.3	
411	14.95	0.95	1.48	0.84	-0.5	4.3	
413	14.58	1.12	1.59	0.00	5.5	0.7	
417	14.90	1.05	1.47	0.84	-0.3	3.9	
420	14.90	1.01	1.47	0.84	-0.3	3.9	
431	14.72	1.04	1.69	0.47	2.4	1.6	
453	14.83	1.04	1.34	0.84	-1.0	5.1	
459	14.73	0.71	1.71	0.47	1.4	2.6	
467	14.54	0.99	1.45	0.00	4.9	0.9	
488	14.77	0.75	1.64	0.47	1.3	2.8	
502	14.59	0.93	1.51	0.47	1.3	2.6	
504	14.74	1.27	1.88	0.00	6.4	0.5	
505	14.72	1.06	1.51	0.00	5.3	0.8	
515	14.78	1.03	1.69	0.47	2.4	1.7	
523	14.77	1.06	1.33	0.84	1.0	4.9	bb
525	14.60	0.74	1.50	0.47	0.8	3.2	
535	14.69	0.94	1.58	0.47	1.6	2.3	
551	14.70	0.96	1.27	0.84	-1.4	5.7	
562	14.92	1.72	2.61	0.47	1.0	3.4	g
580	14.54	0.53	1.63	0.47	1.0	2.9	bb
586	14.94	0.98	1.56	0.47	1.9	2.3	
602	14.63	0.83	1.57	0.47	1.2	2.7	
654	14.51	0.82	1.64	0.47	1.4	2.3	
668	14.85	1.39	1.84	0.00	6.4	1.5	
678	14.53	0.83	1.84	0.47	1.9	1.9	
682	14.51	1.04	1.41	0.00	4.9	1.9	
698	14.80	1.80	3.1	0.47	1.0	1.2	g

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
720	14.73	0.76	1.39	0.47	0.4	4.1	
736	14.62	0.90	1.53	0.47	1.2	2.7	
741	14.77	1.39	2.00	0.00	6.7	0.4	
765	14.87	1.12	1.56	0.00	5.5	0.7	
771	14.77	1.07	1.54	0.00	5.3	0.8	
781	14.75	1.68	2.45	0.47	1.0	3.1	g
783	14.77	0.92	1.62	0.47	1.8	2.2	
809	14.84	0.76	1.54	0.47	1.1	3.2	
810	14.71	1.80	2.91	0.47	1.0	3.1	g
830	14.61	1.07	1.46	0.00	5.0	0.8	bb
831	14.82	1.77	2.31	0.47	1.0	3.2	g
835	14.58	1.04	1.68	0.47	2.4	1.5	
845	14.71	1.04	1.40	0.84	-0.6	4.1	
855	14.92	1.17	1.42	0.84	-0.6	4.5	bb
861	14.57	1.03	1.58	0.00	5.3	0.7	
873	14.60	1.06	1.39	0.84	-0.6	3.9	
884	14.64	0.71	1.78	0.47	1.5	2.4	
891	14.57	1.16	1.76	0.00	6.0	0.5	
906	14.75	1.93	3.02	0.47	1.0	3.1	g
910	14.87	1.18	1.40	0.84	-0.3	3.8	
923	14.79	0.98	1.51	0.47	1.5	2.5	
951	14.68	1.24	1.25	-	-	-	bb
979	14.71	0.93	1.53	0.47	1.4	2.6	
996	14.58	0.76	1.58	0.47	1.1	2.8	
999	14.61	1.60	1.84	0.00	6.6	0.4	bb
1001	14.93	1.17	1.72	0.00	6.0	0.6	
1003	14.90	0.78	1.65	0.47	1.3	2.9	
1005	14.95	2.36	2.87	0.47	1.0	3.4	g
1008	14.54	1.37	1.90	0.00	6.5	0.4	
1026	14.82	0.97	1.29	0.84	-1.2	5.7	
1027	14.52	1.91	3.07	0.47	1.0	2.8	g
1036	14.72	0.90	1.42	0.47	0.7	3.6	bb
1058	14.89	0.76	1.88	0.47	1.8	2.4	bb
1066	14.95	0.80	1.61	0.47	1.3	3.1	
1077	14.98	1.06	1.22	0.84	-1.5	6.8	
1090	14.90	1.17	1.60	0.00	5.6	0.7	
1092	14.95	2.01	3.02	0.47	1.0	3.4	g
1102	14.60	0.78	1.86	0.47	1.2	2.7	
1107	14.66	1.10	1.63	0.00	5.6	0.7	
1117	14.69	1.00	1.59	0.47	2.2	1.8	
1125	14.85	2.95	4.19	0.47	1.0	3.3	g
1128	14.51	0.78	1.48	0.47	1.3	2.5	
1129	14.99	1.75	2.36	0.47	1.0	3.5	g
1137	14.77	0.81	1.68	0.47	1.5	2.5	bb
1142	14.65	0.99	1.71	0.47	2.1	1.8	
1162	14.54	1.94	3.35	0.47	1.0	2.9	g
1166	14.90	1.09	1.58	0.00	5.4	0.8	
1167	14.81	0.96	1.69	0.47	2.0	2.0	
1168	14.54	0.89	1.49	0.47	1.0	2.9	bb
1172	14.73	0.92	1.40	0.47	0.7	3.8	bb
1176	14.87	1.05	1.36	0.84	-0.9	4.9	
1177	14.95	1.78	2.58	0.47	1.0	3.4	g
1184	14.85	1.07	1.39	0.84	-0.7	4.4	
1219	14.63	1.07	1.32	0.84	-1.0	4.7	bb
1221	14.76	0.76	1.55	0.47	1.0	3.2	
1233	14.70	0.97	1.58	0.47	1.9	2.1	bb
1228	14.98	0.72	1.55	0.47	1.0	3.6	
1259	14.87	1.24	1.72	0.00	6.0	0.6	
1303	14.75	1.10	1.49	0.00	5.2	0.8	
1324	14.56	1.58	2.18	0.47	1.0	2.9	g

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1346	14.83	1.03	1.30	0.84	-1.1	5.3	
1371	14.85	1.07	1.52	0.00	5.2	0.9	
1379	14.55	0.96	1.67	0.47	2.0	1.8	
1382	14.92	0.94	1.74	0.47	2.0	2.1	
1393	14.50	0.76	1.44	0.47	0.6	3.4	
1456	14.76	0.85	1.39	0.47	0.5	4.0	
1477	14.82	0.99	1.55	0.47	1.8	2.2	
1492	14.81	0.74	1.52	0.47	0.8	3.5	
1497	14.74	0.87	1.47	0.47	0.8	3.4	
1501	14.67	1.07	1.29	0.84	-1.1	4.9	
1502	14.96	1.17	1.49	0.00	5.3	0.9	
1512	14.79	1.12	1.56	0.00	5.4	0.8	
1517	14.68	2.50	3.56	0.47	1.0	3.0	g
1547	14.81	0.75	1.68	0.47	1.3	2.9	bb
1551	14.69	1.76	1.97	0.47	1.0	3.1	g
1555	14.56	1.65	2.46	0.47	1.0	2.9	g
1557	14.52	1.10	1.21	0.84	-1.5	5.7	
1561	14.53	0.67	1.33	0.47	0.1	4.4	
1581	14.90	1.03	1.30	0.84	-1.1	5.5	
1589	14.85	1.78	2.30	0.47	1.0	3.3	g
1590	14.92	1.12	1.42	0.84	-0.3	3.8	
1607	14.67	0.81	1.38	0.47	0.4	4.0	
1614	14.90	1.17	1.40	0.84	-0.3	3.8	
1635	14.46	0.83	1.60	0.47	1.3	2.7	bb
1655	14.95	1.76	2.12	0.47	1.0	3.4	g
1657	14.53	1.35	1.94	0.00	6.6	0.4	
1672	14.60	0.81	1.56	0.47	1.1	2.9	
1687	14.85	1.45	2.33	0.47	1.0	3.3	g
1693	14.89	1.13	1.68	0.00	5.8	0.7	
1699	14.50	1.03	1.35	0.84	-0.9	4.2	
1709	14.57	1.52	1.36	-	-	-	
1711	14.80	0.92	1.40	0.84	-0.8	4.7	
1714	14.78	0.95	1.15	0.84	-1.9	7.7	
1716	14.62	0.98	1.68	0.47	2.1	1.8	
1727	14.75	1.79	1.68	-	-	-	
1735	14.90	1.19	1.62	0.00	5.7	0.7	
1758	14.74	1.34	1.90	0.00	6.4	0.5	
1762	14.78	0.69	1.46	0.47	0.6	3.8	bb
1779	14.81	1.42	2.01	0.00	6.7	0.4	
1799	14.82	1.06	1.42	0.84	-0.4	3.9	
1803	14.94	0.93	1.52	0.47	1.3	3.0	
1817	14.71	0.86	1.59	0.47	1.3	2.7	
1822	14.88	1.21	1.90	0.00	6.3	0.5	
1832	14.64	1.23	1.43	0.00	5.2	0.8	
1834	14.75	1.23	1.17	-	-	-	
1853	14.97	1.06	1.71	0.00	5.7	0.7	
1860	14.87	1.59	2.51	0.47	1.0	3.3	g
1884	14.98	0.90	1.70	0.47	1.9	2.4	
1890	14.60	0.93	1.74	0.47	2.0	1.9	
1911	14.92	1.04	1.63	0.47	2.5	1.7	
1914	14.92	1.21	1.46	0.00	5.3	0.8	
1921	14.76	1.12	1.62	0.00	5.6	0.7	
1930	14.53	1.94	3.18	0.47	1.0	2.8	g
1963	14.75	1.17	1.46	0.00	5.3	0.8	

Estrellas comprendidas entre  $G = 15$  y  $G = 15.25$ 

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
4	15.10	1.22	1.65	0.00	5.8	0.7	
34	15.08	0.99	1.53	0.56	1.1	3.2	
45	15.11	0.84	1.43	0.56	0.3	4.6	
46	15.19	1.98	2.84	0.56	1.0	3.4	g:
49	15.02	1.47	2.43	0.56	1.0	3.2	g
63	15.06	0.82	1.80	0.56	1.5	2.6	
82	15.17	1.27	1.49	0.82	-0.2	4.3	
116	15.11	0.83	1.74	0.56	1.3	2.9	
124	15.14	0.88	1.33	0.56	0.0	5.3	
131	15.17	1.25	1.71	0.00	6.1	0.7	
140	15.04	0.83	1.20	0.56	-0.6	6.7	bb
155	15.24	1.17	1.73	0.00	5.9	0.7	
166	15.08	1.24	1.51	0.00	5.4	0.9	
184	15.06	2.01	2.75	0.56	1.0	3.2	g
204	15.16	1.06	0.98	0.82:	-2.7	13.2	bb
211	15.04	1.41	1.49	0.00	5.5	0.8	
213	15.19	1.36	1.55	0.00	5.6	0.8	
227	15.21	1.15	1.51	0.82	-0.3	4.5	
228	15.10	1.06	1.50	0.82	-0.3	4.4	
237	15.01	1.01	1.50	0.56	0.8	3.4	
239	15.13	1.04	1.60	0.56	1.5	2.7	
282	15.02	1.24	1.67	0.00	5.8	0.7	
293	15.23	0.92	1.61	0.56	1.1	3.3	
300	15.09	0.69	1.55	0.56	0.6	4.0	
308	15.21	0.91	1.58	0.56	1.0	3.5	
310	15.17	1.15	1.51	0.82	-0.3	4.4	
332	15.10	2.04	3.32	0.56	1.0	3.3	g
343	15.00	0.79	1.41	0.56	0.2	4.6	
377	15.12	0.79	1.50	0.56	0.5	4.2	
380	15.10	1.01	1.61	0.56	1.5	2.7	
428b	15.20	1.13	1.86	0.00	6.2	0.6	
432	15.16	0.84	1.59	0.56	0.9	3.6	
458	15.00	0.77	1.78	0.56	1.4	2.7	
462	15.20	1.21	1.78	0.00	6.1	0.7	
473	15.05	1.10	1.47	0.82	-0.5	4.7	
499	15.06	1.55	2.11	0.00	7.0:	0.4	
511	15.22	1.09	1.45	0.82	-0.6	5.3	
528	15.12	1.80	2.66	0.56	1.0	3.3	g
561	15.15	1.29	1.58	0.00	5.6	0.8	bb
576	15.23	1.25	2.37	0.00	7.3	0.4	
600	15.04	1.03	1.61	0.56	1.5	2.6	
608	15.06	1.41	0.42	-	-	-	bb
626	15.02	0.92	1.57	0.56	0.9	3.3	
642	15.08	0.97	1.66	0.56	1.5	2.6	bb
643	15.06	0.85	1.61	0.56	1.0	3.2	bb
677	15.01	0.88	1.42	0.56	0.3	4.4	
684	15.07	0.83	1.44	0.56	0.3	4.5	
710	15.17	1.16	1.58	0.00	5.4	0.9	
713	15.19	0.79	1.44	0.56	0.2	5.0	
721	15.16	2.02	3.10	0.56	1.0	3.4	g
724	15.15	1.10	1.29	0.82	-1.2	6.6	
743	15.21	0.78	1.56	0.56	0.7	4.0	
747	15.09	0.93	1.62	0.56	1.1	3.2	
753	15.18	1.11	1.41	0.82	-0.7	5.3	
755	15.17	1.04	1.72	0.00	5.8	0.8	
756	15.18	0.89	1.53	0.56	0.8	3.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
769	15.14	0.76	1.54	0.56	0.6	4.1	
811	15.01	1.03	1.39	0.82	-1.0	5.6	
828	15.03	1.73	2.63	0.56	1.0	3.2	g
853	15.24	0.93	1.48	0.56	0.6	4.2	
873b	15.22	2.63	1.46	-	-	-	bb
874	15.18	1.20	1.66	0.00	5.8	0.8	
926	15.17	1.25	1.98	0.00	6.5	0.5	
932	15.10	0.99	1.71	0.56	1.8	2.3	
949	15.16	0.82	1.63	0.56	1.0	3.4	
968	15.21	2.28	3.45	0.56	1.0	3.5	g
1028	15.06	1.73	2.60	0.56	1.0	3.2	g
1045	15.14	0.95	1.62	0.56	1.1	3.2	bb
1091	15.12	1.03	1.73	0.00	5.8	0.7	
1103	15.12	1.40	2.48	0.56	1.0	3.3	g
1118	15.09	1.06	1.63	0.00	5.5	0.8	
1119	15.23	1.32	1.81	0.00	6.2	0.6	
1122	15.05	1.30	1.71	0.00	6.1	0.6	
1123	15.24	1.98	3.37	0.56	1.0	3.5	g
1127	15.08	1.17	1.45	0.82	-0.5	4.7	
1133	15.13	0.85	1.79	0.56	1.6	2.5	
1182	15.24	1.12	1.49	0.82	-0.3	4.6	
1212	15.21	1.78	2.42	0.56	1.0	3.5	g
1242	15.23	0.64	1.33	0.56	-0.2	6.1	bb
1254	15.18	0.91	1.55	0.56	0.8	3.8	
1273	15.11	1.53	1.88	0.00	6.6	0.5	
1284	15.13	0.89	1.64	0.56	0.7	3.8	
1295	15.20	1.06	1.42	0.82	-0.8	5.6	bb
1309	15.15	1.11	1.52	0.82	-0.3	4.4	
1334	15.10	0.83	1.54	0.56	0.7	3.8	
1338	15.20	1.00	1.45	0.82	-0.7	5.5	
1342	15.09	1.13	1.80	0.00	6.0	0.7	bb
1349	15.07	1.15	1.64	0.00	5.7	0.7	
1353	15.11	0.92	1.26	0.82	-1.6	8.0	bb
1357	15.18	0.97	1.40	0.56	0.7	3.9	
1360	15.11	1.13	1.51	0.82	-0.3	4.4	
1370	15.00	1.09	1.25	0.82	-1.4	6.9	
1385	15.17	1.05	1.64	0.56	1.8	2.4	
1427	15.21	0.94	1.74	0.56	1.7	2.6	
1442	15.05	0.90	1.45	0.56	0.5	4.2	
1460	15.16	1.11	1.45	0.82	-0.6	5.1	
1463	15.21	1.33	1.61	0.00	5.8	0.8	
1470	15.10	0.90	1.61	0.56	1.0	3.3	
1474	15.13	1.00	1.56	0.56	1.1	3.2	
1487	15.21	0.84	1.59	0.56	0.9	3.6	
1490	15.24	1.05	1.24	0.82	-0.6	5.2	
1494	15.16	0.99	1.44	0.82	-0.8	5.5	
1496	15.18	1.24	1.84	0.00	6.3	0.6	
1509	15.13	1.09	1.53	0.82	-0.3	4.3	
1511	15.05	1.60	2.44	0.56	1.0	3.2	g
1535	15.09	1.23	1.62	0.00	5.8	0.7	
1539	15.00	1.31	1.79	0.00	6.2	0.6	
1546	15.18	0.99	1.43	0.82	-0.7	5.4	
1571	15.10	1.16	1.54	0.00	5.3	0.9	
1573	15.02	0.96	1.49	0.56	0.7	3.7	
1576	15.18	1.21	1.66	0.00	5.8	0.8	
1577	15.17	0.82	1.43	0.56	0.3	4.7	
1584	15.20	1.00	1.26	0.82	-1.5	7.9	
1608	15.12	0.79	1.73	0.56	1.3	3.0	
1642	15.12	0.97	1.36	0.82	-1.0	6.1	bb



Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1648	15.18	1.17	1.48	0.82	-0.3	4.5	
1670	15.12	1.04	1.61	0.56	1.6	2.6	
1676	15.15	0.94	1.51	0.56	0.8	3.8	
1689	15.14	0.93	1.43	0.56	0.4	4.4	
1715	15.08	1.08	1.32	0.82	-1.1	6.2	
1750	15.15	0.85	1.72	0.56	1.4	2.8	
1782	15.15	2.87	3.93	0.56	1.0	3.4	g
1785	15.19	1.71	2.47	0.56	1.0	3.4	g
1821	15.16	1.51	1.51	-	-	-	bb
1824	15.21	2.24	3.19	0.56	1.0	3.5	g
1825	15.18	0.86	1.72	0.56	1.3	3.0	bb
1837	15.04	0.94	1.53	0.56	1.0	3.2	
1843	15.06	1.22	1.78	0.00	6.2	0.6	
1848	15.09	1.88	2.83	0.56	1.0	3.3	g
1851	15.20	0.99	1.37	0.82	-1.0	6.3	bb
1870	15.09	1.05	1.50	0.82	-0.4	4.5	
1918	15.10	1.24	1.59	0.00	5.7	0.8	
1972	15.23	1.45	1.41	-	-	-	

Estrellas comprendidas entre  $G = 15.25$  y  $G = 15.50$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
43	15.43	1.91	3.04	0.56	1.0	3.8	g
52	15.25	0.93	1.60	0.56	1.1	3.5	
53	15.37	1.14	1.20	0.82	-1.5	8.6	
64	15.34	0.80	1.54	0.56	0.7	4.2	
87	15.41	1.34	2.12	0.00	6.9	0.5	
103	15.47	1.16	1.54	0.82	-0.1	4.3	
106	15.29	1.67	2.12	0.56	1.0	3.6	g,bb
115	15.31	0.86	1.63	0.56	1.0	3.6	
128	15.32	1.04	1.95	0.00	6.4	0.6	
154	15.45	1.03	1.70	0.56	2.0	2.5	
161	15.33	1.59	2.37	0.56	1.0	3.7	g
170	15.44	0.99	1.73	0.56	1.8	2.7	
172	15.32	1.07	1.34	0.82	-1.0	6.7	
210	15.39	1.39	2.16	0.00	7.0	0.5	
222	15.27	1.08	1.20	0.82	-1.7	9.0	bb
223	15.29	1.34	1.62	0.00	5.9	0.8	
231	15.46	1.35	1.89	0.00	6.6	0.6	
234	15.26	1.09	1.39	0.82	-0.8	5.8	
260	15.39	1.07	1.55	0.82	-0.2	4.8	
268	15.25	1.10	1.61	0.00	5.6	0.9	
276	15.41	1.35	1.97	0.00	6.6	0.6	
304	15.29	1.11	1.64	0.56	2.6	1.7	
321	15.43	0.94	1.77	0.56	1.7	2.8	
324	15.46	1.15	2.02	0.00	6.5	0.6	
355	15.47	1.26	1.73	0.00	6.1	0.8	
390	15.42	1.16	1.88	0.00	6.3	0.7	
405	15.44	1.09	1.57	0.56	2.3	2.1	
406	15.28	1.13	1.45	0.82	-0.6	5.4	
408	15.36	0.97	1.47	0.56	0.6	4.5	
422	15.35	1.24	1.79	0.00	6.2	0.7	
426	15.49	1.09	1.84	0.00	6.1	0.8	
435	15.31	1.18	1.50	0.82	-0.3	4.7	
451	15.29	1.26	2.22	0.00	6.6	0.5	
481	15.30	0.81	1.49	0.56	0.5	4.6	
506	15.33	1.03	1.38	0.82	-0.9	6.4	
521	15.26	1.21	2.11	0.00	6.7	0.5	
530	15.42	1.87	2.59	0.56	1.0	3.8	g
537	15.41	1.37	2.26	0.00	7.2	0.4	
542	15.47	1.03	1.32	0.82	-1.2	7.8	
544	15.44	1.15	1.97	0.00	6.4	0.6	
549	15.41	1.07	1.25	0.82	-1.5	8.7	
589	15.28	1.04	1.41	0.82	-0.9	6.2	
595	15.29	1.34	2.26	0.00	7.2	0.4	
599	15.49	0.97	1.71	0.56	1.7	2.9	
607	15.41	1.03	1.80	0.56	2.0	2.4	
610	15.48	0.82	1.26	0.56	-0.4	7.5	
625	15.44	1.06	1.26	0.82	-1.5	8.8	
629	15.27	1.04	1.57	0.56	1.3	3.1	
658	15.28	1.05	1.47	0.82	-0.5	5.2	
661	15.36	1.15	1.46	0.82	-0.5	5.4	
667	15.47	0.81	1.87	0.56	1.7	2.8	
689	15.41	0.92	1.37	0.82	-1.1	7.1	
714	15.41	1.09	1.31	0.82	-1.1	7.3	
731	15.42	0.93	1.50	0.82	-0.6	5.8	
749	15.46	0.76	1.54	0.56	0.6	4.5	
751	15.36	1.83	2.68	0.56	1.0	3.8	g

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
772	15.41	0.99	1.23	0.82	-1.7	9.7	
795	15.43	1.01	1.67	0.56	1.7	2.6	
806	15.28	1.02	1.76	0.56	2.0	2.4	
807	15.43	1.18	1.48	0.82	-0.2	4.7	
856	15.39	0.95	2.00	0.00	6.3	0.7	
885	15.30	1.31	2.10	0.00	6.8	0.5	
897	15.40	1.16	1.87	0.00	6.2	0.7	
899	15.47	0.73	1.61	0.56	0.8	4.4	
905	15.32	0.94	1.90	0.56	2.0	2.4	
915	15.42	1.93	2.89	0.56	1.0	3.8	g
955	15.25	0.80	1.58	0.56	0.8	3.9	
987	15.45	0.98	1.54	0.56	1.0	3.9	bb
994	15.47	1.15	1.96	0.00	6.4	0.7	
1006	15.39	0.90	1.51	0.65	0.7	4.3	
1018	15.37	1.25	1.82	0.00	6.2	0.7	
1046	15.34	1.17	1.46	0.82	-0.5	5.3	bb
1047	15.43	1.05	1.34	0.82	-1.0	7.0	
1061	15.34	1.15	1.50	0.82	-0.3	4.9	
1082	15.49	2.17	2.56	0.56	1.0	4.0	g
1087	15.33	1.52	1.74	0.00	6.3	0.7	bb
1096	15.26	1.10	1.65	0.56	2.5	1.8	
1104	15.45	1.30	2.14	0.00	6.9	0.5	
1135	15.31	1.27	2.01	0.00	6.6	0.6	
1144	15.28	1.56	2.52	0.56	1.0	3.6	g
1147	15.27	1.03	1.23	0.82	-1.6	8.6	
1148	15.30	1.00	1.67	0.56	1.6	2.8	
1153	15.44	2.02	2.20	0.56	1.0	3.9	g,bb
1154	15.27	0.86	1.47	0.56	0.5	4.5	bb
1158	15.28	1.20	1.50	0.82	-0.2	4.5	
1174	15.40	2.06	2.68	0.56	1.0	3.8	g
1199	15.40	1.12	1.30	0.82	-1.1	7.2	
1210	15.41	1.00	1.71	0.56	2.0	2.4	
1211	15.36	0.98	1.42	0.82	-0.9	6.3	bb
1252	15.47	1.21	1.67	0.56	3.0	1.6	
1268	15.33	1.01	1.00	0.82	-2.6:	14.0	bb
1288	15.28	1.10	1.28	0.82	-1.3	7.5	
1290	15.27	0.94	1.61	0.56	1.1	3.4	
1294	15.28	1.03	1.29	0.82	-1.3	7.5	bb
1301	15.32	0.80	1.75	0.56	1.4	3.1	
1308	15.28	0.85	1.39	0.82	-1.0	6.5	
1335	15.25	1.22	1.48	0.82	-0.3	4.7	
1336	15.43	1.06	1.28	0.82	-1.3	7.8	
1337	15.39	1.16	1.41	0.82	-0.7	6.0	
1339	15.35	0.89	1.47	0.56	0.5	4.7	
1359	15.26	1.26	1.96	0.00	6.5	0.6	
1365	15.49	1.09	1.40	0.82	-0.8	6.4	bb
1372	15.32	0.88	1.70	0.56	1.4	3.0	
1388	15.47	0.90	1.60	0.56	1.0	3.9	
1391	15.38	1.09	1.51	0.82	-0.4	5.2	
1398	15.35	1.12	1.45	0.82	-0.6	5.6	
1417	15.47	1.15	1.68	0.00	5.8	0.9	
1457	15.27	1.00	1.47	0.82	-0.6	5.4	
1472	15.34	1.90	2.32	0.56	1.0	3.7	g,bb
1484	15.37	0.78	1.64	0.56	0.9	3.9	
1486	15.41	1.88	3.02	0.56	1.0	3.8	g
1500	15.28	1.02	1.49	0.82	-0.5	5.2	
1516	15.30	0.89	1.47	0.56	0.5	4.6	
1526	15.29	1.00	1.94	0.56	2.0	2.3	
1527	15.30	1.02	1.48	0.82	-0.5	5.2	
1532	15.29	1.23	1.74	0.00	6.0	0.7	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1536	15.28	1.02	1.26	0.82	-1.4	7.8	
1542	15.49	2.62	0.37	-	-	-	
1543	15.41	1.13	1.40	0.82	-0.8	6.5	
1572	15.49	1.20	1.78	0.56	2.7	1.8	
1578	15.38	0.92	1.50	0.56	0.7	4.3	
1591	15.37	1.21	1.41	0.82	-0.5	5.4	
1596b	15.33	0.86	1.47	0.56	0.5	4.6	bb
1598	15.40	1.00	1.71	0.56	1.9	2.6	
1600	15.45	1.28	1.76	0.00	6.1	0.7	
1605	15.41	0.74	1.68	0.56	1.0	3.8	
1609	15.39	1.09	1.56	0.82	-0.1	4.5	
1633	15.42	1.03	1.70	0.56	2.0	2.5	
1662	15.42	1.70	1.49	-	-	-	
1688	15.40	0.92	1.83	0.56	1.8	2.6	
1695	15.35	2.30	2.90	0.56	1.0	3.7	g
1719	15.30	0.95	1.60	0.56	1.1	3.5	
1720	15.43	1.16	1.74	0.56	2.6	1.8	
1721	15.39	1.61	2.80	0.56	1.0	3.8	g
1740	15.36	2.02	2.93	0.56	1.0	3.7	g
1769	15.39	1.57	2.29	0.56	1.0	3.8	g
1790	15.34	0.95	1.40	0.82	-1.1	7.0	
1793	15.38	1.07	1.49	0.82	-0.4	5.2	
1807	15.41	1.56	1.77	0.00	6.4	0.6	
1818b	15.36	1.17	1.53	0.82	-0.2	4.6	
1831	15.35	2.14	1.58	-	-	-	
1896	15.34	0.97	1.32	0.82	-1.2	7.4	
1902	15.35	1.18	1.34	0.82	-1.0	6.6	
1903	15.46	1.24	1.95	0.00	6.4	0.6	
1920	15.40	0.93	1.67	0.56	1.3	3.3	
1924	15.28	1.06	1.50	0.82	-0.4	5.0	
1938	15.46	1.39	2.45	0.56	1.0	3.9	g
1941	15.39	1.10	1.36	0.82	-1.0	6.7	
1967	15.37	0.86	1.68	0.56	1.3	3.3	

Estrellas comprendidas entre  $G = 15.50$  y  $G = 15.75$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
20	15.61	1.11	1.84	0.70	1.8	2.4	
23	15.68	1.29	1.73	0.00	6.1	0.8	bb
27	15.73	1.15	1.44	0.86	-0.5	5.9	
30	15.61	1.24	2.15	0.00	6.9	0.6	
36	15.53	1.14	1.75	0.70	1.6	2.6	
39	15.54	2.02	2.93	0.70	1.0	3.4	g
56	15.65	1.42	1.25	-	-	-	bb
97	15.50	1.16	1.46	0.86	-0.3	4.9	bb
98	15.74	1.07	1.83	0.70	1.7	2.8	
99	15.51	0.95	1.31	0.86	-1.1	7.2	
107	15.72	1.55	2.48	0.00	7.8	0.4	
108	15.66	0.91	1.64	0.70	0.6	4.4	
119	15.71	1.08	1.49	0.70	0.4	5.0	
129	15.69	1.15	1.65	0.70	1.2	3.4	
134	15.71	1.42	2.05	0.00	6.8	0.6	
142	15.73	1.15	1.49	0.86	-0.1	5.1	
143	15.54	1.01	1.94	0.70	1.7	2.5	
149	15.60	1.26	1.14	-	-	-	bb
164	15.50	0.91	1.37	0.86	-1.0	6.9	
183	15.74	0.81	1.78	0.70	0.9	3.9	
197	15.71	1.10	1.22	0.86	-1.4	9.1	
200	15.54	0.82	1.56	0.70	0.3	4.8	bb
219	15.69	1.01	1.50	0.70	0.3	5.0	
247	15.50	1.68	2.30	0.70	1.0	3.3	g
253	15.72	1.15	1.79	0.70	1.8	2.6	
281	15.71	1.17	1.67	0.70	1.5	2.9	
283	15.51	1.12	1.86	0.00	6.2	0.7	
290	15.61	1.01	1.41	0.86	-0.6	6.0	
341	15.63	0.95	1.64	0.70	0.7	4.1	
350	15.66	1.04	1.67	0.70	1.0	3.7	
357	15.74	1.22	1.87	0.00	6.3	0.8	
362	15.73	0.91	1.76	0.70	1.0	3.7	
364	15.62	0.90	1.82	0.70	1.1	3.5	
382	15.58	0.91	1.62	0.70	0.6	4.2	
384	15.52	0.98	1.81	0.70	1.3	2.9	
392	15.55	1.16	1.81	0.00	6.1	0.8	
402	15.64	1.00	1.51	0.70	0.3	4.9	
414	15.60	1.10	1.76	0.70	1.5	2.8	
439	15.64	0.90	1.34	0.86	-1.1	7.5	
446	15.55	1.14	1.71	0.70	1.5	2.7	
448	15.56	1.14	1.68	0.70	1.4	2.9	
464	15.74	0.99	1.37	0.86	-0.9	7.3	
472	15.66	1.12	1.78	0.70	1.6	2.7	
491	15.64	0.87	1.74	0.70	-0.1	5.9	
495	15.64	1.09	1.32	0.86	-1.0	7.2	
497	15.74	1.12	1.66	0.70	1.1	3.6	
508	15.66	1.15	1.71	0.70	1.5	2.9	
513	15.69	1.26	1.72	0.00	6.1	0.8	
547	15.69	0.84	1.55	0.70	0.3	5.0	
556	15.59	1.04	1.53	0.70	0.5	4.5	
563	15.59	1.89	3.17	0.70	1.0	3.5	g
570	15.59	1.04	1.84	0.70	1.6	2.6	
581	15.68	1.03	2.04	0.70	1.9	2.4	
597	15.57	1.09	1.62	0.70	0.9	3.6	
610	15.63	1.02	1.64	0.70	0.9	3.8	bb
636	15.74	0.94	2.01	0.70	1.6	2.8	
637	15.59	1.16	1.78	0.70	1.9	2.4	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
640	15.59	0.77	1.67	0.70	0.9	3.6	
647b	15.70	0.98	1.53	0.70	0.3	5.1	
691	15.51	1.24	1.94	0.00	6.4	0.7	
718	15.68	0.96	1.43	0.86	-0.7	6.4	
739	15.53	1.08	1.59	0.70	0.7	3.9	
761	15.69	1.10	1.28	0.86	-1.1	7.9	
774	15.60	1.08	1.59	0.70	0.7	4.0	bb
778	15.53	1.02	-	-	-	-	
786	15.58	1.06	1.34	0.86	-1.0	7.0	
787	15.55	1.03	1.52	0.70	0.3	4.7	
791	15.58	1.22	1.88	0.00	6.3	0.7	
794	15.66	1.06	1.67	0.70	1.0	3.6	
814	15.64	1.26	2.00	0.00	6.0	0.8	
817	15.69	0.86	1.74	0.70	1.0	3.7	
844	15.57	1.18	1.59	0.70	1.0	3.5	
849	15.52	1.01	1.34	0.86	-1.0	6.8	
860	15.53	1.10	1.74	0.70	1.4	2.8	
864	15.53	1.00	1.92	0.70	1.7	2.5	
883	15.73	1.91	2.86	0.70	1.0	3.7	g
887	15.72	0.90	1.88	0.70	1.3	3.3	
908	15.64	1.07	1.93	0.70	1.9	2.4	
911	15.56	1.03	1.57	0.70	0.6	4.1	
922	15.54	1.14	1.90	0.00	6.3	0.3	
924	15.73	1.09	1.63	0.70	1.0	3.8	
938	15.68	1.06	1.86	0.70	1.7	2.7	
940	15.71	0.65	1.55	0.70:	0.1	5.6	bb
959	15.66	1.12	1.58	0.86	0.1	4.5	
990	15.62	0.83	1.79	0.70	1.0	3.5	
991	15.67	1.13	1.85	0.70	1.9	2.4	
998	15.68	1.93	2.80	0.70	1.0	3.6	g
1011	15.66	1.05	1.73	0.70	1.2	3.4	
1013	15.51	0.87	1.71	0.70	0.9	3.5	
1024	15.56	1.06	1.39	0.86	-0.7	6.2	
1034	15.57	1.05	1.96	0.70	1.9	2.3	
1051	15.57	2.30	3.56	0.70	1.0	3.4	g
1099	15.58	1.38	1.90	0.00	6.4	0.7	
1121	15.50	1.15	1.73	0.70	1.7	2.5	
1126	15.68	1.35	2.45	0.00	7.5	0.4	
1130	15.53	1.32	1.52	-	-	-	bb
1140	15.50	1.16	1.49	0.86	-0.1	4.5	
1141	15.55	0.97	1.43	0.86	-0.7	6.1	
1157	15.63	1.10	1.58	0.70	0.7	4.1	
1161	15.55	1.07	1.54	0.70	0.5	4.3	
1169	15.72	1.13	2.10	0.00	6.8	0.6	bb
1171	15.68	1.41	1.89	0.00	6.5	0.7	bb
1179	15.69	0.75	1.64	0.70	0.5	4.6	bb
1186	15.58	0.98	1.75	0.70	1.1	3.3	
1188	15.53	1.20	1.74	0.70	1.9	2.2	
1190	15.66	1.09	1.71	0.70	1.3	3.2	
1204	15.62	0.90	1.78	0.70	1.2	3.4	
1208	15.52	1.55	1.54	-	-	-	
1215	15.65	1.11	1.48	0.86	-0.2	5.1	
1218	15.66	1.12	1.49	0.86	-0.2	5.1	
1223	15.51	1.19	1.56	0.70	0.9	3.5	
1226	15.70	0.88	1.81	0.70	1.1	3.4	
1258	15.63	2.73	2.94	0.70	1.0	3.5	g
1263	15.54	0.94	1.25	0.86	-1.4	8.4	
1267	15.52	0.98	1.22	0.86	-1.5	8.7	
1280	15.71	1.03	1.06	0.86	-2.1	12.6	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1291	15.53	1.13	1.86	0.70	1.9	2.2	
1296	15.65	0.99	1.56	0.70	0.5	4.6	
1302	15.65	0.84	1.30	0.86	-1.4	8.9	
1322	15.62	2.03	2.91	0.70	1.0	3.5	g
1323	15.73	1.14	1.20	0.86	-1.4	9.2	
1332	15.74	1.18	1.29	0.86	-1.0	7.8	bb
1343	15.66	1.05	1.58	0.70	0.6	4.3	
1351	15.66	1.13	1.58	0.86	0.1	4.5	
1352	15.52	1.15	1.68	0.70	1.9	2.3	
1355	15.62	1.08	1.43	0.86	-0.5	5.8	
1375	15.58	1.35	1.14	-	-	-	bb
1392	15.62	1.07	1.82	0.70	1.6	2.7	
1397	15.60	1.11	1.52	0.86	-0.1	4.8	
1405	15.69	1.86	2.81	0.70	1.0	3.6	g
1407	15.65	2.19	3.00	0.70	1.0	3.6	g
1415	15.62	0.95	1.49	0.70	0.1	5.3	
1419	15.68	1.31	1.87	0.00	6.4	0.7	
1420	15.60	1.04	1.51	0.70	0.3	4.8	
1422	15.73	1.91	2.90	0.70	1.0	3.7	g
1433	15.62	1.11	1.45	0.86	-0.4	5.5	
1440	15.51	0.95	1.79	0.70	1.1	3.2	
1441	15.73	0.97	1.79	0.70	1.1	3.5	
1445	15.71	1.08	1.53	0.86	-0.1	4.9	
1451	15.73	1.09	1.47	0.86	-0.3	5.5	
1452	15.60	0.81	1.37	0.86	-1.0	7.2	
1453	15.67	0.99	1.74	0.70	1.1	3.4	
1454	15.56	1.31	1.49	0.86	0.1	4.4	
1466	15.60	1.40	1.55	-	-	-	
1467	15.71	0.77	1.36	0.86	-1.1	7.9	
1483	15.68	0.78	1.75	0.70	0.9	3.8	
1506	15.69	1.04	1.47	0.70	0.1	5.5	
1515	15.54	1.11	1.60	0.70	0.9	3.9	
1521	15.56	1.26	1.54	0.70	0.9	3.6	
1559	15.62	1.07	1.26	0.86	-1.1	7.6	
1560	15.56	0.95	1.06	0.86	-2.2	12.3	
1562	15.69	1.13	1.55	0.86	0.0	5.8	
1565	15.67	1.16	1.34	0.86	-0.8	6.6	
1566	15.58	1.12	1.35	0.86	-0.8	6.4	
1567	15.58	1.00	1.21	0.86	-1.5	9.0	
1568	15.51	1.33	0.71	-	-	-	bb
1579	15.74	1.06	1.28	0.86	-1.1	8.0	
1585	15.68	0.85	1.55	0.70	0.3	5.0	
1594	15.67	1.06	1.23	0.86	-1.1	7.8	
1595	15.63	0.82	1.64	0.70	0.5	4.5	
1596	15.51	0.95	1.73	0.70	1.0	3.4	
1610	15.52	0.91	1.59	0.70	0.5	4.2	
1616	15.55	0.94	1.60	0.70	0.5	4.3	
1634	15.66	1.13	1.63	0.70	0.9	3.8	
1653	15.68	0.88	1.78	0.70	1.1	3.5	
1656b	15.50	1.18	1.63	0.70	0.4	3.7	
1659	15.50	1.30	1.66	0.00	6.0	0.8	
1675	15.74	0.89	1.79	0.70	1.1	3.6	
1678	15.53	1.11	1.61	0.70	0.9	3.5	
1683	15.68	1.11	1.43	0.86	-0.4	5.7	
1710	15.68	1.38	1.57	0.86	0.0	4.7	
1723	15.62	1.69	1.86	0.00	6.7	0.6	
1729	15.62	1.00	1.40	0.86	-0.8	6.6	
1732	15.74	1.01	1.53	0.86	-0.1	5.1	
1734	15.57	0.99	1.33	0.86	-1.1	7.3	bb
1747	15.68	1.21	1.33	0.86	-0.7	6.5	bb

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1754	15.53	1.04	1.84	0.70	1.9	2.2	
1757	15.62	0.99	1.55	0.70	0.5	4.4	
1771	15.71	1.08	1.59	0.70	0.6	4.4	
1776	15.51	1.32	1.30	0.86	-0.7	6.0	
1781	15.73	1.57	2.59	0.70	1.0	3.7	g
1783	15.68	1.30	1.03	-	-	-	bb
1786	15.69	0.91	1.94	0.70	1.4	3.0	
1792	15.51	1.09	1.74	0.70	1.4	2.9	
1802	15.69	1.84	2.77	0.70	1.0	3.6	g
1816	15.73	0.98	1.42	0.86	-0.7	6.7	
1818	15.64	1.26	1.66	0.00	5.9	0.9	
1823	15.64	1.47	1.45	-	-	-	bb
1830	15.66	1.03	1.70	0.70	1.0	3.6	
1852	15.62	1.90	2.72	0.70	1.0	3.5	g
1856	15.74	1.09	1.51	0.86	-0.1	5.1	
1859	15.68	1.25	1.63	0.70	1.0	3.6	
1897	15.69	1.01	1.59	0.70	0.6	4.4	
1899	15.60	1.06	1.49	0.70	0.4	4.6	
1910	15.63	1.15	1.51	0.86	-0.1	4.7	
1937	15.65	1.23	1.55	0.70	0.9	3.7	
1943	15.59	1.16	1.75	0.70	1.8	2.5	
1945	15.61	1.23	1.55	0.70	0.9	3.7	
1948	15.59	1.09	1.64	0.70	0.9	3.6	
1959	15.72	1.27	1.26	0.86	-1.0	7.6	
1961	15.54	1.15	1.38	0.86	-0.6	5.8	
1965	15.57	1.10	1.55	0.70	0.5	4.3	
1971	15.54	1.11	1.41	0.86	-0.5	5.6	



Estrellas comprendidas entre  $G = 15.75$  y  $G = 16$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
5	15.98	0.93	1.84	0.70	1.2	3.8	
10	15.94	1.09	1.90	0.70	1.8	2.8	
35	15.91	1.10	1.90	0.70	1.8	2.8	
40	15.87	0.89	2.08	0.70	1.8	2.7	
47	15.86	1.06	1.64	0.70	0.9	4.2	
76	15.91	1.86	2.67	0.70	1.0	4.0	g
96	15.97	1.04	1.88	0.70	1.6	3.1	
113	15.81	1.14	1.72	0.70	1.5	3.1	
118	15.90	1.03	1.70	0.70	1.0	4.0	
120	15.79	1.19	1.30	0.86	-1.0	7.7	bb
136	15.77	1.09	1.79	0.70	1.6	2.9	
139	15.83	1.21	1.93	0.00	6.4	0.8	
158	15.93	1.32	1.86	0.00	6.4	0.6	
159	15.89	1.16	1.49	0.86	-0.1	5.4	
175	15.81	1.58	2.50	0.70	1.0	3.8	g
181	15.76	1.12	1.70	0.70	1.4	3.1	
208	15.87	1.05	1.39	0.86	-0.8	7.3	
225	15.96	1.04	1.70	0.70	1.0	4.1	
226	15.98	2.25	3.12	0.70	1.0	4.2	g
232	15.93	1.38	1.63	0.00	6.0	1.0	
233	15.97	1.31	1.89	0.00	6.4	0.8	
241	15.92	0.90	1.68	0.70	0.8	4.4	
242	15.82	1.10	1.18	0.86	-1.6	10.5	
245	15.86	1.14	1.69	0.70	1.4	3.3	
256	15.90	1.64	1.97	0.00	6.9	0.6	
265	15.99	1.14	1.62	0.70	1.0	4.2	
271	15.81	1.06	1.92	0.70	1.8	2.7	
273	15.93	0.99	1.23	0.86	-1.5	10.6	
274	15.82	1.22	2.30	0.00	7.1	0.6	
277	15.88	1.18	1.74	0.70	1.9	2.6	
289	15.98	0.97	1.89	0.70	1.4	2.8	
295	15.87	1.48	1.85	0.00	6.4	0.8	
306	15.86	2.03	2.65	0.70	1.0	3.9	g
311	15.96	1.21	1.77	0.70	2.2	2.4	
312	15.88	0.95	1.98	0.70	1.8	2.8	
320	15.80	1.11	1.73	0.70	1.4	3.2	
323	15.96	1.29	2.17	0.00	6.9	0.6	
334	15.84	0.85	1.97	0.70	1.4	3.2	
336	15.97	1.01	2.01	0.70	1.9	2.7	
345	15.92	0.91	1.94	0.70	1.6	3.1	
352	15.88	1.21	1.46	0.86	-0.1	5.3	bb
356	15.95	1.46	2.44	0.00	7.6	0.5	
361	15.85	1.09	1.70	0.70	1.3	3.5	
363	15.78	1.97	2.59	0.70	1.0	3.8	g
372	15.84	1.34	2.27	0.00	7.1	0.6	
379	15.95	1.18	1.96	0.00	6.4	0.8	
394	15.93	1.01	1.76	0.70	1.3	3.6	
445	15.84	1.27	2.18	0.00	6.9	0.6	
447	15.77	1.03	1.59	0.70	0.6	4.5	
448b	15.99	1.21	1.40	0.86	-0.5	6.8	bb
454	15.79	1.07	1.36	0.86	-0.9	7.3	
463	15.91	1.09	1.80	0.70	1.6	3.1	
468	15.91	1.12	1.90	0.70	2.0	2.5	
476	15.81	0.96	1.76	0.70	1.1	3.7	
498	15.88	1.30	1.94	0.00	6.5	0.8	
518	15.80	1.02	1.59	0.70	0.3	5.4	
522	15.93	1.30	1.95	0.00	6.5	0.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
531	15.82	2.02	3.10	0.70	1.0	3.9	g
532	15.77	0.98	1.56	0.70	0.5	4.8	
533	15.89	1.13	1.83	0.70	1.9	2.6	
559	15.76	0.97	1.63	0.70	0.7	4.3	
572	15.86	1.23	1.85	0.70	2.3	2.2	
585	15.85	0.96	1.70	0.70	1.0	4.0	
593	15.99	1.60	2.80	0.70	1.0	4.2	g
603	15.93	0.98	1.67	0.70	0.9	4.3	
618	15.84	1.16	2.02	0.00	6.6	0.7	
621	15.90	1.05	2.32	0.00	7.0	0.6	
627	15.76	1.94	2.66	0.70	1.0	3.8	g
638	15.90	1.12	1.72	0.70	1.5	3.2	
644	15.89	0.92	1.65	0.70	0.7	4.7	
648	15.84	1.08	1.66	0.70	1.0	3.9	
650	15.96	0.92	1.89	0.70	1.3	3.6	
655	15.85	2.38	2.56	0.70	1.0	3.9	g
660	15.75	1.05	1.81	0.70	1.6	2.9	
673	15.77	0.91	1.67	0.70	0.7	4.4	
686	15.89	0.99	1.84	0.70	1.5	3.2	
703	15.81	1.19	2.05	0.00	6.6	0.7	
704	15.93	1.12	1.68	0.70	1.2	3.7	
709	15.78	1.05	2.06	0.00	6.6	0.7	
711	15.75	1.03	1.57	0.70	0.6	4.5	
712	15.89	1.04	1.71	0.70	1.1	3.9	
727	15.68	2.18	1.79	-	-	-	
757	15.78	0.97	1.80	0.70	1.3	3.3	
764	15.96	1.24	1.76	0.00	6.1	0.9	
779	15.83	1.17	1.55	0.86	-0.2	5.5	bb
780	15.97	1.57	1.91	0.00	6.7	0.7	
792	15.92	1.02	1.93	0.70	1.8	2.9	
797	15.84	1.10	1.62	0.70	0.8	4.3	
804	15.83	1.03	1.61	0.70	0.8	4.4	
808	15.88	1.00	1.99	0.70	1.9	2.6	
812	15.80	0.93	1.60	0.70	0.5	4.8	
815	15.82	1.14	1.29	0.86	-1.1	8.2	
822	15.96	1.04	1.41	0.86	-0.7	7.2	
825	15.75	1.50	2.14	0.00	7.0	0.6	
836	15.85	1.24	1.77	0.70	2.3	2.2	
839	15.94	1.09	1.47	0.86	-0.3	6.1	
847	15.79	1.00	1.70	0.70	1.0	3.8	
876b	15.95	0.98	1.34	0.86	-1.0	8.5	bb
877	15.78	0.85	2.00	0.70	1.5	3.0	
886	15.87	1.08	1.83	0.70	1.7	2.9	
888	15.86	1.23	1.82	0.70	2.3	2.2	
896	15.77	1.02	1.93	0.70	1.8	2.6	
904	15.87	0.93	1.77	0.70	1.1	3.9	
913	15.89	1.14	1.94	0.70	2.0	2.5	
916	15.79	1.04	1.86	0.70	1.7	2.8	
921	15.95	1.12	2.09	0.00	6.8	0.7	
930	15.84	1.17	1.88	0.70	2.0	2.5	
944	15.84	1.39	1.44	-	-	-	bb
946	15.80	2.04	2.65	0.70	1.0	3.8	g
954	15.97	1.04	1.75	0.70	1.3	3.6	
976	15.77	1.19	2.03	0.00	6.6	0.7	
977	15.84	0.95	1.70	0.70	1.0	4.0	
1010	15.97	0.96	1.73	0.70	1.0	4.1	
1014	15.89	1.40	2.45	0.00	7.5	0.5	
1015	15.95	1.24	2.12	0.00	6.9	0.7	
1019	15.84	1.14	1.85	0.70	1.9	2.6	
1041	15.95	1.04	1.49	0.70	0.7	4.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1048	15.93	1.39	2.07	0.00	6.8	0.7	
1062	15.82	0.96	2.06	0.00	6.4	0.8	
1081	15.93	1.06	1.75	0.70	1.3	3.5	
1086	15.93	2.29	3.39	0.70	1.0	4.1	g
1088	15.98	1.46	2.32	0.00	7.3	0.5	
1097	15.87	1.30	1.90	0.00	6.4	0.8	
1098	15.76	2.24	2.83	0.70	1.0	3.8	g
1120	15.99	1.17	1.91	0.70	2.1	2.6	
1136	15.89	1.25	2.08	0.00	6.7	0.7	
1151	15.87	2.30	3.08	0.70	1.0	4.0	g
1165	15.79	1.13	1.53	0.70	0.8	4.2	
1175	15.92	1.08	1.53	0.70	0.5	5.1	
1200	15.81	1.19	1.83	0.70	2.0	2.4	
1201	15.77	1.03	1.54	0.70	0.4	5.0	
1202	15.77	1.30	1.92	0.00	6.5	0.7	
1214	15.89	1.03	1.92	0.70	1.8	2.8	
1227	15.82	1.67	2.67	0.70	1.0	3.9	g
1229	15.83	1.30	2.02	0.00	6.7	0.7	
1230	15.95	1.03	1.56	0.70	0.5	5.2	
1232	15.88	0.95	1.70	0.70	1.0	4.1	
1241	15.79	1.11	1.80	0.70	1.8	2.7	
1243	15.96	1.13	1.76	0.70	1.7	3.1	
1244	15.78	1.28	2.01	0.00	6.5	0.7	
1247	15.90	1.13	1.60	0.70	0.9	4.0	
1248	15.75	1.23	1.98	0.00	6.5	0.8	
1249	15.78	1.00	1.61	0.70	0.6	4.5	
1253	15.88	1.02	1.41	0.86	-0.7	7.0	
1256	15.87	1.47	2.34	0.00	7.3	0.5	
1257	15.95	1.77	2.66	0.70	1.0	4.1	g
1262	15.90	0.82	1.80	0.70	1.2	3.7	
1266	15.79	1.12	1.79	0.86	-0.1	5.2	
1270	15.97	1.00	1.51	0.70	0.3	5.9	
1277	15.87	0.92	1.75	0.70	1.0	4.0	
1281	15.83	1.06	1.68	0.70	1.0	4.0	
1287	15.90	1.86	1.65	-	-	-	
1300	15.97	1.08	1.91	0.70	1.9	2.7	
1306	15.96	1.38	1.91	0.00	6.4	0.8	
1318	15.77	1.05	1.27	0.86	-1.1	8.2	
1326	15.93	1.03	2.15	0.00	6.7	0.9	bb
1340	15.80	1.76	2.23	0.00	7.5	0.5	
1341	15.95	1.05	1.32	0.86	-1.0	8.5	
1350	15.97	1.01	1.63	0.70	0.7	4.8	
1358	15.95	1.31	1.73	0.00	6.1	0.9	
1363	15.87	1.05	1.60	0.86	0.1	4.9	bb
1385b	15.98	0.89	1.61	0.70	0.5	5.2	
1387	15.99	1.09	1.45	0.86	-0.4	6.5	
1390	15.98	2.07	1.83	-	-	-	
1401	15.84	1.02	1.64	0.70	0.9	4.1	
1410	15.84	1.11	1.54	0.70	0.5	4.9	
1411	15.88	1.07	1.82	0.70	1.7	2.9	
1421	15.83	1.59	2.40	0.00	7.6	0.4	
1425	15.84	1.07	1.36	0.86	-1.0	7.9	
1430	15.75	1.12	1.59	0.86	0.1	4.6	bb
1438	15.75	1.09	1.72	0.70	1.3	3.3	
1443	15.96	0.96	1.30	0.86	-1.5	10.5	
1444	15.87	1.01	1.39	0.86	-0.8	7.3	
1464	15.98	0.92	1.62	0.70	0.5	5.2	
1478	15.89	1.57	2.71	0.70	1.0	4.0	g
1479	15.97	0.94	1.54	0.70	0.3	5.7	
1489	15.89	1.92	2.61	0.70	1.0	4.0	g

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observacione
1495	15.83	0.83	1.69	0.70	0.8	4.4	
1507	15.84	1.02	1.84	0.70	1.6	3.0	
1514b	15.81	0.92	1.25	0.86	-1.5	10.0	bb
1540	15.96	1.03	1.05	0.86:	-2.2	14.8	
1544	15.89	1.58	2.36	0.00	7.6	0.5	
1545	15.80	0.90	1.16	0.86	-1.8	11.4	
1548	15.93	1.14	1.45	0.70	0.3	5.7	
1550	15.77	0.91	1.33	0.86	-1.1	8.2	
1569b	15.88	1.38	2.01	0.00	6.7	0.7	
1587	15.75	1.32	1.47	0.86	0.0	4.9	
1602	15.93	1.10	1.77	0.70	1.5	3.2	
1603	15.87	1.10	1.80	0.70	1.9	2.6	
1606	15.83	1.07	1.75	0.70	1.3	3.4	
1617	15.85	1.00	1.40	0.86	-0.7	7.0	
1627	15.80	1.00	1.28	0.86	-1.2	8.7	
1636	15.89	1.02	1.50	0.86	-0.3	5.6	bb
1649	15.77	0.97	1.73	0.70	1.1	3.7	
1658	15.85	1.03	1.84	0.70	1.6	3.0	
1669	15.89	1.05	1.49	0.70	0.3	5.5	
1671	15.97	1.21	1.86	0.70	2.2	2.4	
1679	15.75	0.94	1.48	0.70	0.1	5.7	
1681	15.84	1.06	1.86	0.70	1.7	2.9	
1682	15.95	0.96	1.85	0.70	1.4	3.5	
1684	15.97	0.98	1.61	0.70	0.6	5.0	
1690	15.85	1.18	1.72	0.70	1.9	2.6	
1694	15.86	1.33	1.79	0.00	6.2	0.9	
1703	15.88	1.12	1.76	0.70	1.7	2.9	
1706	15.93	1.21	1.70	0.70	1.8	2.8	
1712	15.78	1.07	1.63	0.70	0.9	4.0	
1728	15.87	1.57	1.39	-	-	-	
1730	15.91	1.23	1.70	0.70	2.0	2.5	
1733	15.90	1.30	1.35	0.86	-0.5	6.6	bb
1737	15.78	1.08	1.72	0.70	1.3	3.4	
1741	15.95	1.14	1.41	0.86	-0.5	6.7	
1742b	15.85	1.00	1.60	0.70	0.7	4.6	
1766	15.98	1.02	1.77	0.70	1.3	3.7	
1772	15.75	0.98	1.42	0.86	-0.7	6.7	
1791	15.89	1.35	1.49	0.86	0.1	4.5	
1796	15.91	1.05	1.65	0.70	0.9	4.2	
1804	15.89	1.25	1.73	0.00	6.0	1.0	
1811	15.90	1.05	1.90	0.70	1.9	2.7	
1819	15.83	1.06	1.41	0.86	-0.7	6.8	
1828	15.77	1.46	1.84	0.00	6.4	0.8	
1829	15.81	1.03	1.60	0.70	0.7	4.4	
1845	15.84	1.23	1.20	-	-	-	bb
1854	15.99	1.34	1.98	0.00	6.6	0.8	
1855	15.94	1.20	1.62	0.70	1.5	3.2	
1867	15.94	1.06	1.96	0.70	2.0	2.6	
1868	15.79	1.14	1.72	0.70	1.5	3.0	
1872	15.76	1.21	1.80	0.70	2.1	2.3	
1881	15.98	1.06	2.00	0.00	6.4	0.8	
1882	15.95	1.15	1.70	0.70	1.4	3.4	
1888	15.75	1.13	0.99	0.86:	-2.4	14.4	
1907	15.78	1.05	1.94	0.00	6.4	0.8	
1908	15.84	1.37	1.96	0.00	6.6	0.7	
1934	15.97	1.08	1.76	0.70	1.4	3.5	
1939	15.91	1.05	1.42	0.86	-0.7	7.2	
1942	15.96	1.22	1.49	0.86	0.0	5.4	
1944	15.89	1.23	1.64	0.70	1.9	2.6	
1947	15.88	1.26	1.97	0.00	6.5	0.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1950	15.99	1.02	1.33	0.86	-1.0	8.6	bb
1962	15.95	2.52	3.50	0.70	1.0	4.1	g
1968	15.78	1.24	1.62	0.70	1.9	2.5	
1969	15.95	1.15	1.81	0.70	1.9	2.7	



MAZIAE



Estrellas comprendidas entre  $G = 16$  y  $G = 16.25$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
50	16.06	0.93	1.99	0.71	1.5	3.4	
57	16.23	1.08	1.74	0.71	1.3	4.1	
59	16.06	1.10	1.35	0.90	-1.3	9.5	
66	16.17	1.02	1.65	0.71	0.8	5.0	
67	16.08	0.93	1.78	0.71	1.1	4.1	
70	16.05	1.03	1.81	0.71	1.3	3.7	
72	16.13	1.13	1.79	0.71	1.8	3.1	
73	16.08	1.10	1.96	0.71	1.9	2.8	
85	16.01	0.85	1.99	0.71	1.4	3.5	
89	16.03	1.24	2.03	0.00	6.6	0.8	
90	16.15	1.13	1.93	0.71	2.0	2.9	
104	16.21	1.09	1.88	0.71	1.8	3.2	
111	16.20	1.16	1.67	0.71	1.0	4.6	
117	16.04	0.98	1.54	0.71	0.3	5.8	
130	16.20	1.22	2.32	0.00	7.2	0.6	
132	16.02	1.15	1.64	0.71	1.0	4.3	
133	16.17	0.97	1.64	0.71	0.7	5.2	
138	16.08	1.23	1.92	0.00	6.4	0.9	
148b	16.17	1.18	1.53	0.90	-0.2	6.2	
157	16.08	1.07	1.44	0.90	-0.7	7.4	
178	16.01	1.05	1.65	0.71	0.9	4.4	
179	16.16	1.02	1.76	0.71	1.2	4.2	
189	16.23	1.01	1.79	0.71	1.2	4.3	
191	16.09	1.28	2.16	0.00	6.9	0.7	
182	16.02	1.65	1.13	-	-	-	bb
203	16.16	1.42	1.97	0.00	6.7	0.8	
205	16.16	1.38	1.24	-	-	-	bb
207	16.20	1.98	1.93	-	-	-	
212	16.04	1.11	1.43	0.90	-0.7	7.3	
214b	16.17	1.14	1.75	0.71	1.5	3.6	
216	16.23	1.17	1.39	0.90	-0.8	8.4	
217	16.00	1.05	1.46	0.90	-0.7	7.2	
224	16.12	1.10	1.38	0.90	-0.9	8.3	
229	16.11	0.99	1.75	0.71	1.0	4.4	
238	16.19	1.07	1.48	0.71	0.3	6.4	
251	16.05	1.12	1.92	0.71	1.9	2.8	
252	16.21	1.14	1.72	0.71	1.3	4.0	
255	16.17	1.32	2.16	0.00	7.0	0.7	
275	16.17	1.20	1.99	0.71	2.1	2.8	
309	16.18	0.90	1.96	0.71	1.2	4.1	
313	16.19	1.22	1.94	0.00	6.4	0.9	
322	16.10	1.03	1.89	0.71	1.5	3.5	
335	16.00	1.03	1.59	0.71	0.5	5.2	
337	16.14	1.10	1.54	0.90	-0.2	6.1	
344	16.05	0.86	1.49	0.71	0.0	6.7	
348	16.00	0.94	1.58	0.71	0.4	5.5	
351	16.16	1.06	1.80	0.71	1.4	3.7	
358	16.23	1.04	1.89	0.71	1.6	3.6	
359	16.14	1.05	1.89	0.71	1.6	3.4	
365	16.22	1.08	1.88	0.71	1.7	3.3	
367	16.03	1.20	1.77	0.71	1.9	2.8	
399	16.04	1.50	2.72	0.71	1.0	4.2	g
410	16.19	1.07	1.57	0.71	0.5	5.7	
412	16.02	1.04	1.55	0.71	0.5	5.3	
418	16.04	1.09	1.58	0.90	-0.1	5.5	
419	16.20	1.07	1.76	0.71	1.3	4.0	
424	16.06	1.04	1.77	0.71	1.3	3.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
429	16.03	1.30	1.75	0.00	6.2	0.9	
434	16.15	1.22	1.78	0.71	2.1	2.7	
436	16.06	1.16	1.79	0.71	1.8	3.0	
437	16.04	1.19	1.93	0.71	2.1	2.5	
449	16.16	0.99	1.62	0.71	0.6	5.4	
452	16.04	1.07	1.73	0.71	1.2	3.9	
465	16.12	1.54	2.42	0.00	7.4	0.6	
470	16.08	0.89	1.64	0.71	0.7	5.1	
477	16.00	2.23	2.77	0.71	1.0	4.2	g
478	16.06	1.07	1.41	0.90	-0.9	7.9	
503	16.17	1.04	1.42	0.90	-0.9	8.3	
534	16.19	1.17	1.34	0.90	-1.0	9.0	bb
540	16.11	0.94	1.60	0.71	0.5	5.5	
541	16.19	0.90	1.62	0.71	0.5	5.7	
550	16.23	1.00	1.46	0.90	-0.8	8.1	
558	16.09	0.91	1.86	0.71	1.2	3.9	
564	16.01	0.91	1.66	0.71	0.6	5.0	
568	16.15	1.06	1.80	0.71	1.4	3.7	
569	16.12	1.55	2.83	0.71	1.0	4.4	g
577	16.17	1.00	1.60	0.71	0.5	5.7	
579	16.20	0.95	1.70	0.71	0.9	4.8	
582	16.02	1.00	1.95	0.71	1.6	3.2	
588	16.08	1.16	1.81	0.71	1.9	2.8	
604	16.19	1.19	1.69	0.71	1.6	3.5	
612	16.04	1.04	1.72	0.71	1.0	4.2	
623	16.20	1.60	1.64	-	-	-	
624	16.21	1.17	1.38	0.90	-0.8	8.2	
628	16.12	1.07	1.65	0.71	0.9	4.6	
641	16.17	2.09	-	-	-	-	
665	16.19	1.91	3.36	0.71	1.0	4.5	g
671	16.17	1.27	1.46	0.90	-0.3	6.5	bb
701	16.02	0.97	1.86	0.71	1.3	3.6	
707	16.16	1.15	1.76	0.71	1.6	3.4	
717	16.21	1.00	1.67	0.71	0.9	4.9	
719	16.12	1.28	1.89	0.00	6.4	0.9	
723	16.21	1.22	1.71	0.71	2.0	2.9	
726	16.14	1.25	1.72	0.71	2.0	2.8	
738	16.02	1.05	1.26	0.90	-1.6	11.0	
740	16.10	1.01	1.60	0.71	0.6	5.3	
745	16.24	1.22	1.74	0.71	2.0	2.9	bb
750	16.13	1.44	2.23	0.00	7.2	0.6	
763	16.01	1.07	1.59	0.71	0.6	5.0	
775	16.17	1.46	1.62	0.90	0.4	4.7	
776	16.11	1.07	1.67	0.71	0.9	4.7	
790	16.23	1.24	1.47	0.90	-0.4	6.9	bb
813	16.01	1.09	1.57	0.71	0.6	5.1	
820	16.01	1.52	2.49	0.00	7.7	0.6	
823	16.03	0.95	1.82	0.71	1.2	3.8	
824	16.16	1.04	1.54	0.90	-0.3	6.4	
829	16.18	1.01	1.55	0.71	0.4	5.9	
834	16.16	1.06	1.71	0.71	1.0	4.5	
842	16.06	0.95	1.73	0.71	1.0	4.4	
843	16.14	1.00	1.76	0.71	1.1	4.2	
848	16.24	1.79	2.27	0.00	7.7	0.5	
854	16.08	1.13	1.30	0.90	-1.2	9.2	bb
859	16.05	1.20	1.85	0.00	6.3	0.9	
862	16.19	1.16	1.52	0.90	-0.7	7.8	
879	16.15	1.12	1.76	0.71	1.5	3.5	
894	16.08	1.13	1.71	0.71	1.3	3.8	
902	16.10	0.96	1.56	0.71	0.4	5.9	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
909	16.01	1.28	2.10	0.00	6.8	0.7	
914	16.13	1.06	1.70	0.71	1.0	4.4	
928	16.18	1.15	1.90	0.71	2.0	2.9	
933	16.08	1.98	2.66	0.71	1.0	4.3	g
956	16.21	1.06	1.66	0.71	1.0	4.6	
957	16.07	1.13	1.79	0.71	1.6	4.3	
962	16.18	0.95	1.46	0.71	0.0	7.1	
969	16.07	0.99	1.90	0.71	1.5	3.5	
975	16.20	1.06	1.94	0.71	1.8	3.2	
980	16.19	1.47	2.14	0.00	7.1	0.7	
981	16.06	1.00	1.79	0.71	1.3	3.8	
982	16.18	1.48	2.23	0.00	7.2	0.6	bb
985	16.13	1.51	2.21	0.00	7.2	0.6	
1009	16.18	1.15	2.12	0.00	6.8	0.8	
1021	16.13	0.99	1.78	0.71	1.2	4.0	
1030	16.05	1.02	1.91	0.71	1.6	3.2	
1038	16.23	1.22	1.93	0.71	2.2	2.7	
1040	16.19	1.40	1.65	0.90:	0.7	4.1	bb
1042	16.14	1.13	1.92	0.71	2.0	2.9	
1050	16.22	1.03	2.08	0.71	1.9	3.0	
1056	16.19	1.23	2.17	0.00	6.9	0.7	
1063	16.18	2.16	1.68	-	-	-	
1067	16.07	2.08	2.78	0.71	1.0	4.3	g
1079	16.09	1.42	1.97	0.00	6.7	0.8	
1083	16.24	1.06	1.22	0.90	-1.7	12.7	
1085	16.18	1.06	1.96	0.71	1.8	3.1	
1105	16.13	1.02	2.07	0.00	6.6	0.8	
1106	16.23	1.13	1.59	0.90	0.0	5.8	
1110	16.11	1.07	1.66	0.71	0.9	4.6	
1116	16.02	1.45	2.40	0.00	7.5	0.5	
1124	16.09	1.19	2.10	0.00	6.7	0.8	
1149	16.16	1.06	1.70	0.71	1.0	4.5	
1155	16.23	1.15	1.95	0.71	2.0	2.9	
1160	16.22	1.08	1.43	0.90	-0.8	8.1	
1183	16.12	1.31	1.64	0.90	0.4	4.6	
1189	16.05	1.11	1.87	0.71	1.8	2.9	
1203	16.21	0.95	1.74	0.71	1.0	4.6	
1209	16.20	1.13	1.68	0.90	0.3	5.0	
1224	16.06	1.36	1.99	0.00	6.7	0.7	
1225	16.19	1.26	1.61	0.90	0.2	5.2	
1225b	16.16	1.12	1.33	0.90	-1.1	9.3	bb
1239	16.20	1.06	1.71	0.71	1.0	4.6	
1245	16.17	1.20	1.81	0.71	2.0	2.8	
1246	16.18	1.11	1.74	0.71	1.3	3.9	
1251	16.13	1.12	1.54	0.90	-0.2	6.1	
1261	16.20	1.18	1.50	0.90	-0.4	6.9	
1276	16.20	0.95	1.26	0.90	-1.7	12.5	
1283	16.06	1.16	1.75	0.71	1.6	3.3	
1285	16.09	1.44	1.66	-	-	-	bb
1289	16.19	1.16	1.75	0.71	1.6	3.5	
1292	16.12	1.14	1.66	0.90	0.2	5.0	
1320	16.07	1.69	2.55	0.71	1.0	4.3	g
1328	16.09	1.21	1.73	0.71	2.0	2.8	bb
1330	16.12	1.07	1.91	0.71	1.4	3.6	
1344	16.06	1.27	1.35	0.90	-0.9	8.1	bb
1348	16.02	0.92	1.65	0.71	0.7	4.9	
1361	16.17	1.04	1.47	0.90	-0.6	7.4	
1362	16.09	1.10	1.60	0.90	0.0	5.4	bb
1364	16.03	0.85	1.50	0.71	0.1	6.4	bb
1366	16.05	1.27	1.68	0.71	2.0	2.7	bb



Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1406	16.13	1.45	1.25	-	-	-	bb
1408	16.14	1.15	1.91	0.71	2.0	2.8	
1416	16.23	1.11	1.76	0.71	1.4	3.8	
1431	16.16	1.84	2.51	0.71	1.0	4.5	g
1432	16.18	0.89	1.41	0.71	-0.2	7.8	
1434	16.23	1.34	1.93	0.00	6.5	0.9	
1435	16.14	1.35	2.20	0.00	7.0	0.7	
1439	16.05	1.10	1.66	0.90	0.2	5.0	
1449	16.04	1.19	1.62	0.90	0.2	4.9	
1455	16.16	1.09	1.40	0.90	-0.8	8.1	
1458	16.14	0.70	1.10	0.90:	-2.7	19.2	
1459	16.24	0.99	1.59	0.71	0.5	5.8	
1469	16.08	1.49	2.32	0.00	7.4	0.6	
1504	16.21	1.32	1.69	0.71	0.5	5.6	
1505	16.17	0.93	1.17	0.90	-2.0	14.1	
1517b	16.10	1.12	1.23	0.90	-1.6	11.4	bb
1519	16.17	1.37	1.88	0.00	6.4	0.9	
1528	16.20	0.89	1.42	0.71	-0.2	7.9	
1534	16.20	1.61	1.78	-	-	-	
1537	16.07	1.07	1.41	0.90	-0.9	7.9	
1552	16.05	1.04	1.26	0.90	-1.5	10.6	
1553	16.08	1.03	1.52	0.90	-0.4	6.5	
1554	16.09	0.95	1.61	0.71	0.5	5.4	
1556	16.17	1.15	1.49	0.90	-0.4	6.8	bb
1570	16.14	1.05	1.52	0.90	-0.4	6.7	
1574	16.03	0.91	1.56	0.71	0.3	5.8	
1576b	16.10	1.32	1.37	-	-	-	bb
1586b	16.07	0.95	1.75	0.71	1.0	4.3	
1586c	16.17	1.10	1.36	0.90	-1.0	8.9	
1586d	16.13	1.14	1.22	0.90	-1.6	11.5	bb
1628	16.11	1.06	1.66	0.90	0.3	4.9	
1629	16.13	1.06	1.48	0.90	-0.6	7.3	
1632	16.03	1.17	1.66	0.71	1.0	4.3	
1637	16.01	1.23	2.10	0.00	6.9	0.7	
1638	16.08	1.54	1.62	-	-	-	
1640	16.08	1.12	1.73	0.71	1.3	3.8	
1644	16.07	0.97	1.41	0.71	-0.1	7.2	bb
1647	16.20	0.96	1.64	0.71	0.7	5.3	
1660	16.14	1.12	1.51	0.90	-0.4	6.5	
1665	16.01	0.93	1.72	0.71	0.9	4.4	
1674	16.02	1.12	1.67	0.71	1.1	4.0	
1677b	16.19	1.11	1.30	0.90	-1.2	9.9	
1691	16.19	1.04	1.59	0.71	0.6	5.4	
1692	16.09	1.22	1.60	0.90	0.1	5.3	
1699b	16.18	0.92	1.37	0.71	-0.4	8.6	
1701	16.14	1.26	1.83	0.71	2.3	2.4	
1702	16.00	1.33	2.37	0.00	7.3	0.6	
1704	16.11	1.07	1.82	0.71	1.5	3.5	
1742	16.18	1.26	1.07	-	-	-	bb
1751	16.10	1.68	2.55	0.71	1.0	4.3	g
1753	16.14	1.05	1.56	0.71	0.5	5.6	
1756	16.09	1.23	1.81	0.71	2.2	2.5	
1763	16.10	1.26	1.56	0.90	0.0	5.4	
1798	16.20	1.06	1.45	0.90	-0.7	7.9	
1808	16.01	1.20	1.93	0.71	2.1	2.5	
1815	16.04	1.21	2.14	0.00	6.8	0.7	
1836	16.02	1.02	1.63	0.71	0.7	4.8	
1842	16.09	1.35	1.86	0.00	6.4	0.9	
1844	16.13	1.10	1.54	0.90	-0.3	6.2	
1846	16.13	1.00	1.32	0.90	-1.3	9.8	bb

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1861	16.00	1.19	1.76	0.71	1.8	2.9	
1863	16.15	1.29	2.24	0.00	7.1	0.7	
1864	16.15	1.11	1.80	0.71	1.6	3.4	
1869	16.15	1.16	1.92	0.71	2.0	2.8	
1876	16.16	1.65	1.95	0.00	6.8	0.7	bb
1877	16.00	1.27	1.74	0.00	6.1	1.0	bb
1878	16.15	1.45	1.47	-	-	-	
1880	16.05	1.25	2.04	0.00	6.7	0.7	
1887	16.00	1.95	2.85	0.71	1.0	4.2	g
1913	16.13	1.29	2.22	0.00	7.1	0.7	
1922	16.20	1.12	1.54	0.90	-0.3	6.4	
1927	16.05	1.15	1.69	0.71	1.3	3.7	
1929	16.22	2.17	2.65	0.71	1.0	4.6	g
1933b	16.13	1.28	1.40	0.90	-0.8	7.8	
1949	16.18	1.00	1.51	0.71	0.3	6.4	
1953	16.14	1.10	1.56	0.90	-0.1	5.8	
1966	16.19	1.28	1.61	0.90	0.2	5.2	
1973	16.12	1.19	1.42	0.90	-0.7	7.6	



MAZTA

Estrellas comprendidas entre  $G = 16.25$  y  $G = 16.50$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
7	16.25	1.18	1.81	0.70	2.0	3.0	
14	16.29	1.07	1.68	0.70	1.1	4.7	
16	16.37	1.20	2.21	0.00	6.9	0.8	
37	16.31	0.99	1.53	0.70	0.4	6.7	
58	16.33	1.10	1.61	0.92	0.0	6.1	
65	16.40	1.16	1.61	0.92	0.0	6.1	
75	16.45	1.22	1.77	0.70	2.3	2.8	
76b	16.33	1.12	1.94	0.70	2.0	3.1	
81	16.46	0.99	1.40	0.70	-0.1	8.6	
85b	16.38	1.08	1.82	0.70	1.7	3.6	
86	16.42	1.17	1.90	0.70	2.1	3.1	
92	16.49	1.15	1.76	0.70	1.9	3.6	
94	16.26	1.01	1.70	0.70	1.0	4.7	
95	16.28	1.27	1.88	0.00	6.3	1.0	
100	16.44	1.00	1.93	0.70	1.6	3.9	
101	16.38	1.13	1.56	0.70	1.6	3.9	
102	16.36	1.07	1.64	0.70	0.9	5.2	
110	16.25	1.15	1.76	0.70	1.8	3.3	
110b	16.33	1.23	1.74	0.70	2.5	2.5	
135	16.31	2.47	3.49	0.70	1.0	4.8	g
141	16.41	1.05	1.89	0.70	1.8	3.6	
144	16.28	1.09	1.57	0.92	-0.2	6.3	
146	16.44	1.26	1.58	0.92	0.0	6.2	bb
147	16.27	1.30	1.37	0.92	-1.0	8.9	bb
152	16.25	1.16	1.56	0.92	-0.2	6.2	
163	16.41	0.95	1.72	0.70	1.0	5.1	
165	16.35	1.24	1.69	0.92	0.5	4.8	
168	16.30	1.19	1.97	0.00	6.4	1.0	
171	16.46	1.19	1.64	0.92	0.1	6.0	
173	16.26	1.06	1.26	0.92	-1.6	11.9	
176	16.34	1.19	1.61	0.92	0.0	5.9	
186	16.49	1.38	1.76	-	-	-	
192	16.44	1.22	1.94	0.70	2.1	3.1	
206	16.32	1.43	2.29	0.00	7.3	0.7	
230	16.25	1.07	1.71	0.70	1.2	4.3	
236	16.32	1.25	2.09	0.00	6.8	0.8	
240	16.40	1.21	2.08	0.00	6.7	0.8	
244	16.43	1.18	1.84	0.70	2.1	3.1	
249	16.40	1.10	1.41	0.92	-0.9	9.2	
257	16.35	1.09	1.69	0.70	1.1	4.7	
259	16.39	1.48	2.00	0.00	6.8	0.8	
264	16.49	1.50	2.36	0.00	7.5	0.6	
280b	16.48	1.24	1.62	0.92	0.1	6.0	
292b	16.46	1.16	1.70	0.70	1.6	3.9	
315	16.26	1.88	2.24	0.70	1.0	4.7	g
316	16.38	0.98	1.80	0.70	1.4	4.3	
317	16.48	1.04	2.36	0.00	7.1	0.8	
318	16.42	1.10	1.84	0.70	1.8	3.5	
319	16.33	1.13	1.96	0.70	2.0	3.1	
330	16.28	1.05	1.77	0.70	1.4	4.0	
349	16.44	0.98	1.61	0.70	0.7	5.1	
368	16.38	1.15	1.83	0.70	2.0	3.2	
378	16.32	1.09	1.65	0.92	0.1	5.6	
379b	16.37	1.33	1.30	-	-	-	bb
385	16.26	1.06	1.97	0.70	1.9	3.1	
397	16.38	1.17	1.97	0.70	2.1	3.1	
401	16.29	0.96	1.72	0.70	1.0	4.8	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
407	16.27	0.99	1.81	0.70	1.5	3.9	
415	16.42	1.05	1.74	0.70	1.3	4.4	
421	16.33	1.50	2.60	0.00	7.9	0.5	
427	16.36	1.05	1.83	0.70	1.7	3.7	
429	16.46	1.20	2.18	0.00	6.9	0.8	
430	16.28	1.07	1.69	0.92	0.3	5.1	
433	16.35	1.23	1.88	0.70	2.2	2.8	
438	16.26	1.20	1.81	0.70	2.1	2.9	
441	16.48	1.07	1.73	0.70	1.3	4.7	
460	16.36	1.01	1.40	0.70	0.1	7.5	
461	16.43	1.03	1.69	0.70	1.0	5.1	
471	16.29	1.08	1.78	0.70	1.5	3.8	
474	16.38	0.91	1.29	0.92	-1.6	12.3	
475	16.48	1.12	1.89	0.70	1.0	3.4	
481 <sup>b</sup>	16.44	0.80	1.52	0.70	0.5	6.5	
489	16.27	1.14	1.87	0.70	2.0	3.0	
490	16.29	1.13	1.78	0.70	1.8	3.4	
493	16.48	0.89	1.78	0.70	1.1	5.0	
512	16.26	1.15	1.57	0.92	-0.2	6.3	
519	16.37	1.10	1.59	0.92	-0.1	6.3	
526	16.33	1.08	1.60	0.70	0.8	5.4	
545	16.41	1.16	1.59	0.92	-0.1	6.3	
546	16.46	1.29	2.16	0.00	6.9	0.8	
552	16.49	1.19	1.61	0.92	0.0	6.4	
554	16.43	1.03	1.70	0.70	1.0	5.1	
555	16.38	1.29	2.23	0.00	7.0	0.8	
566	16.45	1.09	1.65	0.70	1.0	5.2	
583	16.31	0.94	1.77	0.70	1.1	4.6	
592	16.35	0.99	2.00	0.70	1.8	3.4	
598	16.40	1.22	1.86	0.70	2.2	2.9	
614	16.41	1.33	1.56	0.92	-0.1	6.3	
615	16.37	1.09	1.65	0.92	0.1	5.9	
620	16.34	1.50	1.12	-	-	-	bb
631	16.47	0.99	1.25	0.92	-1.8	14.1	
633	16.46	1.00	1.72	0.70	1.0	5.2	
645	16.49	1.18	1.89	0.70	2.1	3.2	
646	16.37	1.07	1.85	0.70	1.8	3.5	
653	16.26	1.05	1.72	0.70	1.2	4.3	
656	16.43	1.12	1.62	0.92	0.0	6.2	
657	16.43	1.08	1.83	0.70	1.7	3.7	
659	16.42	1.19	1.33	0.92	-1.2	10.4	bb
664	16.28	1.27	1.80	0.70	2.5	3.0	
669	16.41	1.25	1.68	0.92	0.3	5.5	bb
680	16.31	1.28	2.26	0.00	7.1	0.7	
693	16.41	1.03	1.55	0.92	-0.5	7.7	
699	16.34	1.11	1.87	0.70	1.8	3.4	
702	16.35	1.26	1.94	0.00	6.5	0.9	
716	16.36	1.08	1.62	0.70	0.9	5.2	
730	16.34	1.18	1.70	0.92	0.3	5.3	
733	16.46	1.04	1.46	0.70	0.2	7.7	
734	16.34	1.09	1.74	0.70	1.4	4.1	
735	16.29	0.95	1.51	0.70	0.2	6.9	
742	16.37	1.31	1.52	0.92	-0.3	6.7	
748	16.48	0.97	1.23	0.92	-1.9	14.8	
758	16.29	1.20	1.66	0.92	0.2	5.3	
768	16.30	1.21	1.49	0.92	-0.5	7.3	
770	16.36	1.18	1.77	0.70	2.0	3.1	
773	16.35	0.97	1.37	0.92	-0.8	8.6	
777	16.29	0.93	1.79	0.70	1.2	4.5	
785	16.31	0.86	1.72	0.70	1.0	5.0	
789	16.32	1.87	1.82	-	-	-	

Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
793	16.41	1.52	2.06	0.00	6.9	0.8	
796	16.35	0.97	1.45	0.70	0.1	7.6	
801	16.43	1.17	1.88	0.70	2.0	3.2	
816	16.43	1.13	1.59	0.92	-0.1	6.4	
821	16.34	0.96	1.67	0.70	1.0	5.0	
837	16.41	0.94	1.81	0.70	1.2	4.6	
846	16.48	1.19	1.50	0.92	-0.4	7.6	
850	16.34	1.06	1.54	0.70	0.5	6.2	
851	16.43	0.96	1.47	0.70	0.1	7.9	
857	16.49	1.34	1.60	0.92	0.1	6.1	
858	16.44	1.26	1.99	0.00	6.5	1.0	
858b	16.36	1.23	0.94	-	-	-	bb
867b	16.38	1.36	1.60	0.92	-0.1	6.3	bb
869	16.44	1.12	1.58	0.92	-0.8	9.0	
870	16.31	1.27	2.19	0.00	6.9	0.8	
880	16.43	1.00	1.64	0.70	0.9	5.5	
881	16.48	1.16	1.95	0.70	2.1	3.2	
882	16.34	1.19	1.27	0.92	-1.4	11.0	
890	16.37	1.21	1.79	0.70	2.3	2.7	
892	16.30	1.04	1.79	0.70	1.4	4.0	
893	16.26	1.03	1.84	0.70	1.5	3.8	
895	16.43	0.91	1.79	0.70	1.2	4.8	
912	16.44	0.95	1.96	0.70	1.5	4.1	
927	16.45	1.31	2.14	0.00	6.9	0.8	
931	16.46	0.94	1.87	0.70	1.4	4.3	
935	16.38	1.98	2.50	0.70	1.0	5.0	g
936	16.39	1.05	1.56	0.70	0.5	6.3	
939	16.48	1.16	1.84	0.70	2.0	3.3	
942	16.27	0.95	1.90	0.70	1.5	3.8	
943	16.35	1.21	1.85	0.70	2.2	2.8	
947	16.48	1.10	1.97	0.70	2.0	3.3	
953	16.34	1.01	1.58	0.92	-0.3	6.7	
960	16.45	0.92	1.79	0.70	1.2	4.8	
967	16.29	1.11	1.84	0.70	1.9	3.2	
971	16.41	1.19	1.95	0.70	2.1	3.1	
972	16.38	1.26	2.05	0.00	6.7	0.9	
973	16.36	1.07	1.95	0.70	2.0	3.2	
983	16.29	1.07	1.89	0.70	1.8	3.3	bb
984	16.33	1.18	1.80	0.70	2.0	3.1	
988	16.39	1.18	2.04	0.00	6.6	0.9	
992	16.30	1.10	2.10	0.00	6.6	0.9	
999b	16.45	1.02	1.90	0.70	1.6	3.9	
1002	16.42	1.12	1.64	0.70	1.0	5.1	
1016	16.35	1.07	1.91	0.70	1.9	3.3	
1023	16.43	1.96	2.81	0.70	1.0	5.1	g
1025	16.34	1.13	1.60	0.70	0.9	5.1	
1029	16.34	1.13	1.94	0.70	2.0	3.1	
1049	16.35	1.29	1.71	0.92	0.5	6.0	
1060	16.38	1.43	1.54	-	-	-	bb
1064	16.31	1.89	2.77	0.70	1.0	4.8	g
1074	16.45	1.00	1.78	0.70	1.0	5.2	
1080	16.39	1.29	2.26	0.00	6.9	0.8	
1089	16.33	1.13	1.91	0.70	2.0	3.1	bb
1131	16.26	1.09	2.28	0.00	7.0	0.7	
1132	16.29	2.12	2.83	0.70	1.0	4.8	g
1145	16.32	2.25	2.81	0.70	1.0	4.9	g
1156	16.38	1.06	2.05	0.70	2.0	3.2	
1163	16.30	1.37	1.59	0.92	0.0	5.8	
1173	16.28	1.23	1.24	0.92	-1.5	11.5	bb
1181	16.29	1.43	1.95	0.00	6.6	0.9	

Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
1185	16.31	1.28	1.24	0.92	-1.4	11.1	bb
1196	16.40	1.37	1.90	0.00	6.5	1.0	
1213	16.43	2.11	2.76	0.70	1.0	5.1	g
1217	16.38	1.14	1.67	0.70	1.2	4.6	
1227b	16.46	1.10	1.43	0.92	-0.9	9.5	
1235	16.28	1.17	1.42	0.92	-0.9	8.5	
1238	16.47	1.01	1.42	0.92	-1.0	10.0	
1240	16.44	1.62	1.98	0.00	6.9	0.8	
1254b	16.35	1.22	1.65	0.92	0.1	5.7	
1257b	16.43	1.14	1.06	0.92:	-2.3	17.8	bb
1260	16.40	1.05	1.72	0.70	1.1	4.8	
1261b	16.47	1.19	1.73	0.70	2.0	3.3	
1261c	16.41	1.18	1.58	0.92	-0.1	6.4	bb
1271	16.47	1.21	1.99	0.00	6.4	1.0	
1273b	16.47	1.41	1.11	-	-	-	bb
1279b	16.32	0.96	1.49	0.70	0.2	7.0	
1283b	16.40	1.14	1.50	0.92	-0.5	7.7	
1285b	16.26	1.10	1.49	0.92	-0.6	7.5	
1297	16.35	1.08	1.67	0.70	1.0	4.9	
1305	16.34	1.70	2.04	0.00	7.0	0.7	
1305b	16.34	1.14	1.93	0.70	2.0	3.1	
1307	16.41	1.14	1.25	0.92	-1.5	12.2	
1310	16.27	1.42	2.08	0.00	6.9	0.7	
1311	16.43	1.19	1.74	0.70	2.0	3.2	
1315	16.36	1.15	1.66	0.70	1.5	3.9	
1316	16.25	1.08	1.78	0.70	1.6	3.7	
1321	16.40	0.98	1.62	0.70	0.8	5.7	
1331	16.48	1.20	1.80	0.70	2.1	3.2	
1345	16.44	1.04	1.12	0.92	-2.2	17.1	
1369	16.41	1.33	1.72	0.70	3.0	2.0	
1395	16.44	0.90	1.70	0.70	1.0	5.3	
1399	16.37	1.29	1.65	0.92	0.3	5.4	
1400	16.25	1.11	1.79	0.70	1.7	3.5	
1412	16.30	0.94	1.92	0.70	1.5	3.8	
1413	16.41	1.15	1.63	0.92	0.1	6.0	
1418	16.35	2.04	3.00	0.70	1.0	4.9	g
1424	16.35	1.00	1.67	0.70	1.0	5.0	
1462	16.44	1.04	1.42	0.92	-1.0	9.6	
1473	16.31	1.03	1.70	0.70	1.0	4.8	
1480	16.42	1.06	1.54	0.92	-0.4	7.4	
1482	16.29	1.02	1.70	0.70	1.0	4.8	
1485	16.32	0.98	1.91	0.70	1.6	3.7	
1488	16.46	0.98	1.52	0.70	0.4	7.0	
1498	16.41	1.12	1.42	0.92	-0.9	9.3	
1506b	16.47	1.45	2.21	0.00	7.1	0.7	
1510	16.34	0.98	1.51	0.70	0.4	6.6	
1515b	16.36	0.92	1.44	0.70	0.0	7.9	
1516b	16.32	0.98	1.58	0.70	0.6	6.0	
1523	16.31	1.15	1.38	0.92	-1.0	9.3	
1529	16.28	1.11	1.29	0.92	-1.3	10.5	
1533b	16.48	0.96	1.53	0.70	0.4	7.1	
1563	16.33	1.82	2.55	0.70	1.0	4.9	g
1574b	16.35	0.97	1.44	0.92	-0.9	9.0	
1594b	16.35	1.04	1.61	0.70	0.8	5.5	
1601	16.32	2.11	2.47	0.70	1.0	4.9	g
1604	16.42	0.94	1.60	0.70	0.6	6.3	
1611	16.36	1.02	1.62	0.92	-0.1	6.3	
1612	16.38	1.01	1.86	0.70	1.5	4.0	
1615	16.45	1.06	1.52	0.70	0.6	6.4	
1630	16.25	0.95	1.73	0.70	1.0	4.7	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1639	16.33	1.38	2.10	0.00	6.9	0.8	
1643	16.29	1.02	1.73	0.70	1.1	4.6	
1645	16.40	1.38	1.41	-	-	-	bb
1646	16.29	1.05	1.67	0.92	0.1	5.5	
1656	16.37	1.09	1.40	0.92	-1.0	9.3	
1661b	16.37	0.94	1.41	0.92	-1.0	9.5	
1663	16.31	1.24	1.91	0.70	2.2	2.8	
1673	16.32	0.98	1.57	0.70	0.6	6.0	
1677	16.40	1.36	1.78	0.00	6.3	1.0	
1680	16.30	2.46	2.64	0.70	1.0	4.8	g
1688b	16.32	0.98	1.27	0.92	-1.6	12.3	
1690b	16.47	1.06	1.87	0.70	1.8	3.7	
1691b	16.49	1.15	1.84	0.70	2.0	3.3	
1692b	16.46	1.06	1.74	0.70	1.3	4.5	
1696	16.35	1.05	1.72	0.70	1.3	4.4	
1697	16.28	2.11	2.94	0.70	1.0	4.8	g
1712b	16.37	1.14	1.55	0.92	-0.3	6.7	
1725	16.40	1.32	1.48	0.92	-0.5	7.5	
1738	16.29	1.12	1.89	0.70	2.0	3.1	
1739	16.48	1.00	1.26	0.92	-1.2	11.0	
1746	16.30	0.96	1.64	0.70	0.8	5.3	
1759	16.38	1.07	1.55	0.92	-0.4	7.3	
1760	16.29	1.00	1.72	0.70	1.1	4.7	
1770	16.26	2.21	2.58	0.70	1.0	4.7	g
1774	16.47	1.16	1.61	0.92	0.0	6.3	
1783b	16.33	1.06	1.53	0.92	-0.5	7.4	
1788	16.35	1.26	1.59	0.92	0.0	6.0	
1794	16.25	2.13	2.45	0.70	1.0	4.7	g
1800	16.34	1.00	1.81	0.70	1.4	4.2	
1801	16.26	1.32	1.30	0.92	-1.1	9.5	bb
1810	16.43	2.28	2.14	0.70	1.0	5.1	g
1818b	16.33	1.25	1.70	0.92	0.5	4.7	
1820	16.25	1.13	1.80	0.70	1.8	3.3	
1827b	16.38	1.04	1.62	0.92	-0.1	6.3	
1835b	16.28	1.08	1.61	0.70	0.8	5.2	
1840	16.41	1.27	1.48	0.92	-0.5	7.7	bb
1847	16.37	1.44	1.61	0.92	0.4	5.0	
1865	16.37	1.13	1.71	0.92	0.3	5.2	
1873	16.25	1.08	1.52	0.92	-0.5	7.2	
1874	16.44	1.29	2.22	0.00	7.0	0.8	
1875	16.26	1.31	1.97	0.00	6.5	0.9	
1886	16.42	1.14	1.61	0.92	0.0	6.2	
1891	16.44	1.11	1.83	0.70	1.9	3.5	
1894	16.30	1.08	2.04	0.00	6.5	0.9	
1923	16.26	1.20	1.82	0.70	2.1	2.9	
1926	16.42	1.41	2.20	0.00	7.1	0.7	
1951	16.29	1.23	1.53	0.92	-0.3	6.5	bb
1958	16.28	1.13	1.46	0.92	-0.7	7.8	
1960	16.30	1.12	1.43	0.92	-0.8	8.4	

Estrellas comprendidas entre  $G = 16.50$  y  $G = 16.75$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
3	16.65	1.19	1.98	0.72	2.0	3.6	
9	16.50	0.99	1.73	0.72	1.0	5.2	
18	16.68	1.10	1.92	0.72	1.8	4.0	
25	16.67	1.07	1.92	0.72	1.6	4.2	
32	16.52	1.05	1.94	0.72	1.6	4.0	
33	16.70	1.12	1.77	0.72	1.4	4.7	
53b	16.51	1.03	1.90	0.72	1.5	4.1	
57b	16.54	1.21	1.89	0.72	2.0	3.3	
78	16.62	1.20	1.91	0.72	2.0	3.4	
84b	16.60	1.06	1.48	0.85	-0.3	8.4	
88	16.60	0.99	1.88	0.72	1.4	4.6	
105	16.57	1.05	1.66	0.85	0.3	6.3	
125	16.69	1.12	2.45	0.00	7.3	0.8	
126	16.59	1.12	1.91	0.72	1.9	3.6	
127	16.66	1.23	1.67	0.85	0.6	5.7	
156	16.53	1.06	2.16	0.00	6.8	0.9	
164b	16.58	1.05	1.88	0.72	1.5	4.3	
185	16.50	1.23	1.71	0.85	0.3	6.0	
209	16.50	1.04	1.54	0.85	-0.1	7.3	
213b	16.58	2.44	-	-	-	-	
243	16.65	1.16	1.84	0.72	0.9	5.9	
260b	16.68	1.25	2.03	0.00	6.7	1.0	
261	16.56	1.34	1.91	0.00	6.6	1.0	
263	16.64	1.29	2.02	0.00	6.8	1.0	
266	16.55	1.22	1.82	0.72	2.0	3.3	
267	16.55	1.08	1.60	0.85	0.1	6.8	
270	16.54	1.17	1.80	0.72	1.8	3.6	
284	16.53	1.33	1.32	0.85:	-0.8	10.2	
285	16.68	1.04	1.83	0.72	1.3	4.9	
287	16.53	1.12	1.87	0.72	1.8	3.7	
302	16.57	1.03	1.57	0.85	0.0	7.2	
303	16.62	1.17	1.84	0.72	1.9	3.7	
305	16.52	1.01	1.80	0.72	1.2	4.7	
314	16.65	1.29	2.04	0.00	6.8	1.0	
340	16.60	1.07	1.64	0.85	0.3	6.5	
346	16.56	1.08	1.82	0.72	1.4	4.4	
354	16.58	1.11	1.98	0.72	1.9	3.5	
357b	16.55	1.05	1.66	0.85	0.3	6.2	
376	16.66	1.15	1.55	0.85	0.0	7.5	
379b	16.56	1.12	1.66	0.85	0.4	5.6	
387	16.61	0.98	1.88	0.72	1.4	4.3	
403	16.56	1.04	1.63	0.85	0.2	6.5	
414b	16.72	1.08	1.84	0.72	1.5	4.5	
425	16.56	0.97	1.84	0.72	1.3	4.6	
433b	16.51	1.09	1.87	0.72	1.5	4.1	
443b	16.60	1.38	2.49	0.00	7.6	0.6	
456	16.50	1.33	2.14	0.00	6.9	0.8	
466b	16.62	1.20	2.12	0.00	6.8	0.9	
487	16.55	0.91	1.42	0.85	-0.8	10.1	
488b	16.70	1.04	1.67	0.85	0.4	6.5	
501	16.53	0.89	2.13	0.00	6.6	1.0	
509	16.68	1.01	1.68	0.85	0.4	6.3	
517	16.53	1.22	1.72	0.72	1.8	3.6	
536b	16.65	1.03	1.75	0.72	1.1	5.3	
538	16.50	1.40	1.46	-	-	-	bb
539	16.72	1.08	1.50	0.85	-0.2	8.4	
553	16.72	1.18	1.63	0.85	0.4	6.6	



Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
558b	16.54	1.01	1.64	0.85	0.2	6.5	
565	16.68	1.51	1.83	0.00	6.5	1.0	
567	16.72	1.02	2.02	0.72	1.8	4.0	
573	16.52	1.07	1.95	0.72	1.8	3.7	
574	16.56	1.20	1.85	0.72	2.0	3.3	
606	16.66	1.17	1.46	0.85	-0.3	8.6	
617	16.56	0.95	1.82	0.72	1.2	5.0	
624b	16.61	1.10	1.91	0.72	1.8	3.8	
630	16.52	1.20	1.60	0.85	0.3	6.3	
634	16.62	1.24	1.73	0.72	2.0	3.4	
639	16.52	1.22	1.99	0.00	6.6	1.0	
647	16.53	0.94	1.76	0.72	1.0	5.2	
649	16.64	0.93	1.42	0.85	-0.8	10.5	
651	16.54	1.08	1.45	0.85	-0.5	8.9	
662	16.71	0.99	1.46	0.85	-0.5	9.7	
666	16.71	1.08	1.75	0.72	1.2	5.2	
670	16.50	0.94	1.46	0.85	-0.6	9.2	
687	16.60	1.04	1.77	0.72	1.2	5.0	
688	16.66	1.11	1.91	0.72	1.8	3.9	
696	16.57	0.99	1.58	0.85	0.0	7.2	
697	16.57	1.18	1.60	0.85	0.3	6.4	
700	16.72	1.28	1.88	0.72	2.3	3.2	
722b	16.51	0.97	1.46	0.85	-0.6	9.2	
723b	16.65	1.35	1.80	0.72	2.8	2.4	
728	16.50	1.07	1.56	0.85	0.0	7.0	
729	16.63	1.84	2.35	0.00	7.8	0.6	
740b	16.62	1.09	1.68	0.72	1.0	5.5	
744	16.73	1.14	1.63	0.85	0.3	6.7	
745b	16.55	1.24	1.46	0.85	-0.2	7.0	bb
746	16.63	1.02	1.46	0.85	-0.5	9.3	
759	16.57	1.10	1.52	0.85	-0.1	7.5	
760	16.65	1.09	1.26	0.85	-1.1	12.4	
762	16.65	1.04	1.61	0.85	0.1	7.3	
767	16.63	0.96	1.83	0.72	1.1	5.3	
782	16.64	1.20	1.94	0.72	2.1	3.4	
788	16.64	1.22	1.79	0.72	2.0	3.6	
802	16.55	2.86	-	-	-	-	
803	16.56	1.12	1.40	0.85	-0.7	9.7	
805	16.74	1.49	-	-	-	-	
827	16.66	1.21	2.15	0.00	6.9	0.9	
829b	16.55	1.25	1.90	0.72	2.1	3.2	
838	16.56	1.12	1.78	0.72	1.4	4.4	
841	16.61	1.43	2.36	0.00	7.4	0.7	
857b	16.63	1.29	1.86	0.72	1.4	4.6	
865	16.61	1.02	1.80	0.72	1.2	5.0	
866	16.50	1.21	1.76	0.72	2.0	3.3	
868	16.73	1.10	1.60	0.85	0.1	7.4	
871	16.56	1.26	1.86	0.72	2.2	3.1	
872	16.59	1.14	1.87	0.72	1.8	3.7	
875	16.52	1.16	1.46	0.85	-0.3	7.9	
878	16.71	1.19	1.91	0.71	2.0	3.6	
893b	16.72	1.22	1.90	0.72	2.1	3.5	
898	16.68	1.18	1.66	0.85	0.5	6.0	
903	16.55	1.14	1.72	0.72	1.4	4.4	
920	16.62	1.35	1.99	0.00	6.6	1.0	
929	16.52	1.25	2.10	0.00	6.9	0.9	
940b	16.54	1.06	1.52	0.85	-0.1	7.4	
945	16.63	1.03	1.48	0.85	-0.4	8.9	
948	16.73	1.48	2.20	0.00	7.2	0.8	
958	16.52	1.01	1.88	0.72	1.4	4.3	

Nr.	G	G-R	U-G	E (G-R)	M(G)	d	Observaciones
963	16.51	1.15	1.47	0.85	-0.3	7.8	
965	16.70	1.08	1.81	0.72	1.4	4.7	
974	16.54	1.60	2.45	0.00	7.8	0.6	
983b	16.74	1.15	1.64	0.85	0.3	6.8	
1012b	16.69	1.14	1.09	0.85:	-2.8:	27.0:	
1031	16.50	1.06	1.85	0.72	1.5	4.1	
1032	16.51	1.01	1.60	0.85	0.2	6.5	
1035	16.52	1.09	1.69	0.72	1.0	5.2	
1043	16.52	1.22	1.72	0.72	1.9	3.4	
1044	16.53	1.12	1.64	0.85	0.3	6.1	
1053	16.63	1.22	1.98	0.00	6.5	1.1	
1055	16.70	1.69	2.81	0.00	8.3	0.5	
1068	16.64	1.09	1.95	0.72	1.7	4.0	
1069	16.53	1.23	1.80	0.72	2.0	2.3	
1070	16.51	1.10	1.87	0.72	1.6	3.9	
1073	16.51	1.15	1.80	0.72	1.6	3.9	
1093	16.55	1.96	2.90	0.72	1.0	5.3	g
1100	16.53	1.21	2.42	0.00	7.3	0.7	
1101	16.54	1.30	2.18	0.00	6.9	0.8	
1108	16.65	1.12	1.61	0.85	0.3	6.5	
1113	16.63	0.91	1.82	0.72	1.0	5.5	
1115	16.74	1.26	2.11	0.00	6.9	1.0	
1159	16.58	1.32	1.97	0.00	6.7	0.9	
1197	16.52	1.06	1.78	0.72	1.2	4.7	
1198	16.51	1.51	1.79	0.00	6.4	1.1	
1206	16.52	1.39	2.05	0.00	6.8	0.9	
1207	16.52	1.22	1.79	0.72	2.0	3.3	
1216b	16.53	1.20	1.50	0.85	-0.1	7.2	
1220	16.58	1.13	1.82	0.72	1.6	4.1	
1230b	16.54	1.41	1.85	0.00	6.4	1.1	
1269b	16.57	1.25	1.68	0.72	1.9	3.5	
1272b	16.55	1.09	1.40	0.85	-0.2	7.8	
1274b	16.57	1.06	1.72	0.72	1.0	5.3	
1275b	16.64	1.07	1.44	0.85	-0.5	9.3	
1291b	16.54	1.11	1.53	0.85	-0.1	7.3	
1293	16.54	1.78	1.76	-	-	-	
1294b	16.73	1.04	1.52	0.85	-0.2	8.3	
1296b	16.59	1.47	1.69	-	-	-	
1298	16.52	1.00	1.93	0.72	1.5	4.1	
1312	16.61	1.13	1.70	0.72	1.2	5.1	
1317	16.51	1.10	1.59	0.85	0.1	6.7	
1325	16.58	0.99	1.34	0.85	-1.0	11.4	
1329	16.66	1.21	2.00	0.72	2.1	3.4	
1347	16.56	1.06	1.50	0.85	-0.2	7.8	
1356b	16.50	1.22	1.61	0.85	0.3	6.1	
1381	16.61	1.12	1.79	0.72	1.5	4.4	
1394	16.54	1.16	2.00	0.72	2.0	3.3	
1396	16.54	1.24	1.97	0.72	2.1	3.2	
1414	16.54	1.75	1.83	-	-	-	
1426	16.51	1.79	2.50	0.00	8.0	0.5	
1470b	16.68	0.92	1.86	0.72	1.2	5.0	
1484b	16.55	0.98	1.34	0.85	-1.0	11.3	
1503	16.60	1.06	1.74	0.72	1.1	5.2	
1541	16.53	2.13	0.20	-	-	-	
1543b	16.52	0.98	1.59	0.85	0.0	7.0	
1544b	16.50	1.09	1.49	0.85	-0.2	7.6	
1561b	16.57	1.05	1.29	0.85	-1.1	11.9	
1569	16.62	1.44	2.02	0.00	6.9	0.9	
1575b	16.54	1.04	1.56	0.85	0.0	7.1	
1609b	16.61	1.23	1.87	0.72	2.0	3.4	
1613c	16.70	1.30	1.65	0.85	0.9	5.2	

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
1641	16.56	1.17	1.78	0.72	1.6	4.0	
1642b	16.58	1.16	1.96	0.72	2.0	3.4	
1653b	16.52	1.03	1.85	0.72	1.4	4.3	
1662b	16.58	1.05	1.39	0.85	-0.8	10.4	
1666	16.58	1.13	2.06	0.00	6.6	1.0	
1667	16.53	1.20	1.69	0.72	1.5	4.3	
1675b	16.53	1.22	1.76	0.72	1.0	4.5	
1687b	16.60	1.05	1.63	0.85	0.2	6.6	
1698	16.52	2.11	2.13	0.72	1.0	5.2	g
1705b	16.67	1.07	1.65	0.85	0.3	6.6	
1708	16.59	1.14	1.48	0.85	-0.2	8.0	
1718	16.54	1.19	1.86	0.72	2.0	3.3	
1718b	16.64	1.33	1.69	0.85	0.8	5.1	
1726	16.58	1.29	2.27	0.00	7.1	0.8	
1748	16.60	1.12	1.49	0.85	-0.2	8.0	
1749	16.65	1.08	1.58	0.85	0.1	7.1	
1755	16.61	1.21	1.85	0.72	2.0	3.4	
1773	16.71	2.18	2.78	0.72	1.0	5.7	g
1785b	16.54	1.21	1.86	0.72	2.0	3.3	
1787	16.66	1.07	1.86	0.72	1.4	4.6	
1789b	16.56	1.11	1.92	0.72	1.8	3.7	
1795	16.64	1.58	2.33	0.00	7.6	0.7	
1805	16.53	1.46	2.18	0.00	7.1	0.8	
1806	16.58	1.07	1.37	0.85	-0.8	10.4	
1809	16.54	1.04	1.64	0.85	0.2	6.5	
1813	16.57	1.16	2.28	0.00	7.0	0.8	
1814	16.55	1.67	2.21	0.00	7.4	0.7	
1835	16.56	2.37	2.38	0.72	1.0	5.3	g
1837b	16.70	1.43	2.34	0.00	7.4	0.7	
1838	16.50	1.16	2.19	0.00	6.9	0.8	
1841b	16.67	1.27	1.41	0.85	-0.4	8.8	
1879	16.52	1.09	1.76	0.72	1.2	4.7	
1883	16.55	1.21	1.81	0.72	2.0	3.3	
1885	16.61	1.10	1.26	0.85	-1.2	12.7	
1897b	16.68	1.19	1.71	0.72	1.5	4.5	
1898	16.66	1.20	2.07	0.00	6.8	1.0	
1899b	16.56	1.39	1.94	0.00	6.7	0.9	
1900	16.51	1.32	1.98	0.00	6.6	1.0	
1912	16.71	1.10	1.94	0.72	1.8	4.0	
1916	16.74	1.23	2.42	0.00	7.3	0.8	
1919	16.70	1.11	1.70	0.72	1.0	5.7	
1925	16.68	1.54	1.97	0.00	6.8	0.9	
1931	16.58	1.04	1.74	0.72	1.1	5.2	
1932	16.64	1.32	1.84	0.72	2.6	2.0	
1940	16.74	1.17	1.74	0.72	1.5	4.6	
1954	16.70	1.98	1.62	-	-	-	
1955	16.59	1.19	1.62	0.85	0.4	6.0	
1958b	16.61	1.35	1.78	-	-	-	
1964	16.70	1.12	1.88	0.72	1.8	4.0	
1970	16.53	1.25	1.59	0.85	0.3	6.3	

Estrellas comprendidas entre  $G = 16.75$  y  $G = 17$ .

Nr.	G	G-R	U-G	E(G-R)	M(G)	d	Observaciones
286	16.85	1.24	1.70	0.72	0.8	6.8	
288	16.75	1.21	1.80	0.72	2.0	3.7	
386	16.83	1.08	1.54	0.85	0.0	8.1	
393	16.80	1.46	2.48	0.00	7.7	0.7	
440	16.75	2.23	2.58	0.72	1.0	5.8	g
520	16.76	1.38	2.65	0.00	7.9	0.6	
575	16.80	1.10	1.64	0.85	0.3	7.0	
591	16.75	1.15	1.88	0.72	1.0	4.0	
614b	16.76	1.08	1.32	0.85	-1.0	12.4	
622	16.84	1.17	1.79	0.72	1.8	4.3	
674	16.78	1.21	1.77	0.72	1.9	4.0	
676	16.86	1.30	2.13	0.00	6.8	1.0	
685	16.84	1.10	1.62	0.85	-0.1	8.5	
694	16.87	1.81	1.76	-	-	-	
695	16.77	1.62	-	-	-	-	
784	16.91	1.67	1.73	-	-	-	
863	16.84	1.12	1.55	0.85	0.0	8.1	
966	16.79	1.08	1.47	0.85	-0.4	9.6	
1017	16.79	1.03	1.67	0.85	0.4	6.8	
1022	16.75	1.00	1.84	0.72	1.3	5.2	
1065b	16.76	1.10	2.50	0.00	7.4	0.8	
1075	16.83	1.17	1.81	0.72	1.8	4.3	
1114	16.92	1.10	1.68	0.85	0.5	6.7	
1574c	16.81	1.25	1.46	0.85	-0.9	11.9	
1613b	16.76	1.08	1.77	0.72	1.3	5.1	
1618	16.81	1.10	1.90	0.71	1.8	4.2	
1869b	16.75	1.24	1.83	0.72	2.1	3.5	
1957	16.78	1.15	1.78	0.72	1.5	4.7	

BIBLIOGRAFIA.

- Acton, F.S.:1966, en "Analysis of Straight-line data", Dover Pub., New York.
- Allen, C.V.:1973, en "Astrophysical Quantities", 3°ed., University of London, London.
- Arp, H.C.: 1958, en "Handbuch der Physik", Vol. LI, ed. S. Flugge Springer, Berlin-Gottingen-Heidelberg, p. 83.
- Bachall, J.N., Soneira, R.M.: 1980, *Astrophys. J. Suppl.*, 44, 73.
- Becker, W.: 1946, *Veroff. Univ. Sternwarte Gottingen*, 79.
- " " : 1962, *Z. Astrophys.*, 54, 155.
- " " : 1965, *Z. Astrophys.*, 62, 54.
- " " : 1972a, *U.J.Roy. Astron. Soc.*, 13, 226.
- " " : 1972b, en "The Role of Schmidt Telescopes in Astronomy", ed. A. Reiz, Conference Hamburg, p.9.
- " " : 1974, Comunicación privada a R. Buser.
- Becker, W., Stock, J.: 1954, *Z. Astrophys.*, 34, 1.
- " " , Steinlin, U.W.: 1956, *Z. Astrophys.*, 39, 88.
- " " , Biber, C.: 1956, *Z. Astrophys.*, 41, 52.
- " " , Stock, J.: 1958, *Z. Astrophys.*, 45, 269.
- " " , Fenkart, R.P.: 1970, en "Basel Symposium Nr 38" I.A.U., p. 209, ed. E. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel Pub. Co., Dordrechr, Holland.
- " " , Fang, Ch.: 1973, *Astron. & Astrophys.*, 22, 187.
- Bevington, P.R.: 1969, en "Data Reduction and Error Analysis for Physical Science", ed. Mc Graw-Hill Book Co., New York, p. 134.
- Bok, B.J., Hine, A.A., Miller, E.W.: 1970, en "Basel Symposium Nr. 38" IAU, p. 246, ed. W. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland.
- Buser, R.: 1978a, *Astron. & Astrophys.*, 62, 411.
- " " : 1978b, *Astron. & Astrophys.*, 62, 425
- " " : 1979, *Dudley Obs. Report Nr. 14*, p.3.

- Buser, R.: 1980, Seminario del Instituto de Astronomía de la Universidad de Basilea. Comunicación privada.
- Courtes, G., Georgelin, Y.P., Georgelin, Y.M., Monnet, G.: 1979, en "Basel Symposium Nr. 38" IAU, p. 209, ed. W. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland.
- Crow, E.L., Davis, F.A., Maxfield, M.W.: 1960, en "Statistics Manual", Dover Pub., New York.
- Evans, T.L.: 1969, Monthly Notices Roy. Astron. Soc., 146, 101.
- Fenkart, R.P., Binggeli, B.: 1979, Astron. & Astrophys. Suppl. 35, 271.
- Feinstein, A.: 1969, Monthly Notices Roy. Astron. Soc., 118, 618.
- García-Pelayo, J.M.: 1977, Seminar. Astron. Geodesia, Pub. Nr. 96.
- García-Pelayo, J.M., Alfaro, E.J.: 1980, Comunicación a la III Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica (Almería), en prensa.
- Garzoly, S.L., Mirabel, I.F.: 1973, Astrophys. Space Science, 25, 207.
- Georgelin, Y.P., Georgelin, Y.M.: 1976, Astron. & Astrophys., 49, 57.
- Gliese, W.: 1969, Veroff. Astron. Rechen Inst. Heidelberg, Nr. 22.
- Graham, J.A., Lynga, G.: 1965, Mem. Mt. Stromlo Obs., Nr. 18.
- Graham, J.A.: 1979, Astron. J., 75, 703.
- Gschwind, P.: 1975, Astron. & Astrophys. Suppl., 19, 281.
- Hersperger, Th.: 1973, Astron. & Astrophys., 22, 195
- Kandemir, G.: 1981, Astron. & Astrophys. Suppl., 43, 239.
- Kodak.: 1967. "Plates and Films for Science and Industry", Pub. Nr. P-9, 1° ed., 3° imp.
- Kodak.: 1973, "Plates for Scientific Photographs", Nr. P-315, 1° ed.
- Kruspan, E.: 1957, Tesis Doctoral de la Universidad de Basilea.

- Lin, C.C., Shu, F.: 1969, *Astrophys. J.*, 155, 721.
- Loden, L.O.: 1973, en "Sympo. IAU Nr 52", ed. Greenberg, Van der Hulst.
- Loden, L.O.: 1980, *Astron. & Astrophys.*, 91, 59.
- Loden, L.O., Sundman, A.: 1972, *Astron. & Astrophys.*, 20, 49.
- Loden, L.O., Loden, K., Nordström, B., Sundman, A.: 1976. *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 23, 283.
- Luckem P.B.: 1978, *Astron. Astrophys.*, 64, 367.
- Mc Cuskey, S.W.: 1970 en "Basel Symposium Nr. 38" IAU, p.192, ed. W. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, Holland.
- Mc Cuskey, S.W., Rubin, R.H.: 1966, *Astron. J.*, 71, 517.
- Neckel, Th.: 1967, *Veroff, Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl*, 18.
- Neckel, Th., Klare, G.: 1980, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 42, 251.
- Peterson, D.M.: 1979, *Pub. Astron. Soc. Pacific*, 91, 546.
- Rydgren, A.E.: 1970, *Astron. J.*, 75, 35.
- Schaltebrand, R.A.: 1974, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 18, 27.
- Sharpless, P.: 1965, en "Galactic Structure", ed. A. Blaauw, M. Schmidt, University Chicago Press, Chicago.
- Schmidt-Kaler, Th.: 1965, en "Landolt-Börnstein", Neue Serie, Gruppe VI, Bd. I, ed. H.H. Voigt, Berlin-Heidelberg-New York, p. 298.
- Smith, L.L., Steinlin, U.W.: 1964, *Z. Astrophys.*, 58, 253.
- Spaenhauer, A.M.: 1977, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 30, 63.
- Steinlin, U.W.: 1968, *Z. Astrophys.*, 69, 276.
- Stemholm, B.: 1975, *Astron. & Astrophys.*, 39, 307.
- Steppe, H.: 1977, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 27, 415.
- Straizys, V., Sviderskiene, Z.: 1972, *Bull. Vilnius Astron. Obs.* 35.
- Sundman, A.: 1979, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 35, 327.
- Tammann, G.A.: 1963, *Z. Astrophys.*, 57, 1.
- Tejedor, C.: 1976, *Seminario Astron. y Geodesia, Madrid. Publ. n° 89*.

- Topaktas, L.: 1976, *Astron. & Astrophys. Suppl.*, 26, 19.
- Unsold, A.: 1977, en "El Nuevo Cosmos", p. 326, ed. Siglo XXI, México.
- Van Rhijn, P.J.: 1936, *Pub. Groningen* Nr. 47.
- Vershuur, G.L.: 1973, *Astron. & Astrophys.*, 27, 73.
- Weaver, H.: 1970, en "Basel Symposium Nr 38" IAU, p. 126, ed. W. Becker, G. Contopoulos, D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, Holland.
- Wielen, R.: 1974, *Pub. Astron. Soc. Pacific*, 86, 341.
- Wildey, R.L., Burbidge, E.M., Sandage, A.R., Burbidge, G.R.: 1962, *Astrophys. J.*, 135, 94.
- Wilson, T.L., Mezger, P.G., Gardner, F.F., Milne, D.K.: 1970, *Astron. & Astrophys.*, 6, 364.
- Wrandemark, S.: 1976, *Astron & Astrophys. Suppl.*, 23, 231.