

## THE GLOBULAR CLUSTER NGC 5286

C.R. FOURCADE, J.R. LABORDE y J.C. ARIAS

OAC

### ABSTRACT:

NGC 5286 is a very interesting globular cluster of the southern hemisphere because of its photometric and spectroscopic characteristics. The cluster is located in the direction of the galactic centre rather than in the anticentre ( $l'' = 311^\circ, 57$ ;  $b'' = +10^\circ, 58$ ) and at a small altitude over the galactic plane. The cluster is seen through the Sagittarius Arm of our Galaxy and therefore the stellar field studied shows a strong component of Population I.

The reddening of the cluster is  $E(B-V) = 0,47$  magnitudes and its distance is of about 6982 pc while the Population I stars projected into the field are located at about 1600 pc which agrees quite well with the Sagittarius Arm in this direction ( $l'' = 311^\circ, 57$ ).

The color-magnitude diagram of NGC 5286 imitates the diagram of clusters with very low metallic content formed in the Halo of our Galaxy. There is a marked predominance of blue stars in the horizontal branch. These stars are located at large projected distances from the cluster center.

### INTRODUCCION:

NGC 5286 tiene las siguientes características:

Coordenadas Ecuatoriales (1950,0) A.R. =  $13^h 43^m, 0$

Decl. =  $-51^\circ 07'$

Coordenadas Galácticas  $l'' = 311^\circ, 57$        $b'' = +10^\circ, 58$

Valores dados por B.V. Kukarkin (1974):

$V = 7,48$ ;  $B-V = 0,90$ ;  $U-B = 0,29$ ;  $V-I = 1,51$

Tipo espectral = F 7,3.

S. Van den Bergh (1967) dá el valor de  $Q = -0,34$ .

Características de la estrella H.D. 119834 (M Cen) que se proyecta al lado del cúmulo:  $V = 4,64$ ;  $B-V = +0,96$ ;

$U-B = +0,73$ ; Tipo espectral K 0 (C. Jaschek y colaboradores, 1972).

Por los parámetros citados vemos que este cúmulo es muy interesante para ser estudiado; consecuentemente, obtuvimos 56 placas fotográficas para dicho fin.

Para la obtención de magnitudes se realizó un traspaso fotográfico con NGC 5139 basándonos en una secuencia existente en este cúmulo elaborada por O.J. Eggen (R.v.d. R. Woolley, 1963).

Casi al finalizar este trabajo G. Alcaino (1974) publicó un estudio similar; de manera que existen 43 estrellas comunes a ambas fotometrías. Al compararlas se vió que los errores nuestros estaban dentro de un margen aceptable. Nuestra fotometría alcanza al brazo horizontal y así es posible reconocer las características morfológicas del diagrama color-magnitud y extraer las consecuencias que de este estudio se derivan, siendo el motivo del presente trabajo.

LOS DATOS FOTOMETRICOS. Para el traspaso fotométrico entre NGC 5139 y 5286 se utilizaron 23 placas fotográficas en total; las mismas y como todas las utilizadas en el presente estudio fueron tomadas con el telescopio de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre de 154 cm de abertura de la siguiente manera: para el B = 103a-0 + GG 13 y para el V = 103a-D + GG 11.

En la Tabla I se dan los valores obtenidos para la secuencia fotográfica en NGC 5286 compuesta de 31 estrellas las cuales están señaladas con letras, mientras que el resto de las estrellas estudiadas han sido numeradas y divididas en cuatro cuadrantes; a su vez se estudiaron 4 zonas, la primera, de adentro hacia afuera es el círculo 1, que abraza al cúmulo propiamente dicho y en este orden siguen las coronas 2, 3 y 4 (ver fotografías n° 1, 2 y 3). Todas las estrellas estudiadas tienen la magnitud promedio de 7 placas en cada color, excepto las magnitudes de las estrellas de la corona 4, que es el resultado de la medición de una placa en el B y otra en el V.

TABLA I  
SECUENCIA FOTOGRAFICA EN NGC 5286

Estr.	V	B-V	Estr.	V	B-V	Estr.	V	B-V
C	12,21	0,41	K	14,88	0,79	S	:17,20	1,25
D	12,95	0,46	L	15,04	1,28	T	:17,00	1,17
E	13,54	0,49	M	15,73	1,21	U	:17,26	1,34
F	13,65	0,52	N	15,90	0,98	a	16,76	0,35
G	13,77	0,88	O	16,03	1,13	b	15,67	0,86
H	14,11	1,34	P	16,34	1,08	c	16,59	1,28
I	14,69	0,95	Q	16,47	0,42	d	16,25	1,41
J	14,80	1,13	R	16,67	1,35			

  

Estr.	V	B-V
e	16,28	1,25
f	16,54	0,53
h	16,53	1,48
i	16,13	1,38
j	14,15	1,36
k	16,63	1,15
l	16,35	1,15

Comparación de las magnitudes con G. Alcaino, 1974. Afortunadamente existen 43 estrellas comunes con nuestro trabajo, lo que permitió comprobar la fotometría obteniéndose los siguientes valores:

Error en la estima		Coefficiente de correlación
V	$S_V = 0,13 \text{ mag.}$	$r = 0,98$
B	$S_B = 0,10 \text{ mag.}$	$r = 0,99$
B-V	$S_{B-V} = 0,11$	$r = 0,95$

En general los errores no son muy grandes y corresponden a lo que es dable esperar en un traspaso fotográfico.

EL DIAGRAMA COLOR-MAGNITUD. En el círculo 1 se estudiaron 136 estrellas y como el área de cielo de esta zona es relativamente chico y ciñe al cúmulo propiamente dicho, el porcentaje de estrellas intrusas es mínimo. En la figura 1 (círculo 1) aparece el diagrama del cúmulo mostrando una mayor densidad de puntos del lado azul de la laguna de las

RR Lyrae, clásico de los cúmulos con muy poco contenido metálico.

A este respecto NGC 5286 es muy parecido a los siguientes cúmulos: NGC 5139 (Woolley, R.V.D.R., 1966), NGC 5897 (Sandage, A.R. and Katem, B. 1968), NGC 6205 (M13) (Arp, H. C. and Johnson, H.L. 1955), NGC 6254 (Arp, H.C. 1955), NGC 6341 (M92) (Sandage, A. and Walker, 1966). Casi todos estos cúmulos son también de muy bajo contenido metálico (cúmulos de halo). Esta similitud se hace más fuerte si se miden los parámetros  $\Delta V$  y  $(B-V)_{0,g}$  y se los compara con los obtenidos por A. Sandage y G. Wallerstein, 1960, y A. Sandage y L.L. Smith, 1966, respectivamente. En efecto, para NGC 5286 el valor es de  $\Delta V = 3,04$  y el de  $(B-V)_{0,g} = 0,70$  (ver enrojecimiento) lo que confirma el carácter de cúmulo muy pobre en metales, formado en el Halo de la Galaxia.

El valor  $\Delta V = 3,04$  colocaría a NGC 5286 en el tipo de Deutsch C y Morgan I (Sandage and Wallerstein, 1960, tabla 4), y el valor  $(B-V)_{0,g} = 0,70$  lo sitúa también en los mismos tipos (ver Sandage and Smith, 1966, tabla 3).

El enrojecimiento del cúmulo fue calculado por la posición del borde azul de la laguna de las RR Lyrae (Sandage, A. 1969). Dicho autor da para esta línea  $(B-V)_0 = 0,175 \pm 0,005$  y en nuestro diagrama dicha línea aparece en  $B-V = 0,62$ , luego el enrojecimiento es  $E(B-V) = 0,45$ .

CORONA 2. Se estudiaron 16 estrellas principalmente brillantes, muchas de las cuales son comunes con las de Alcaino, 1974; este autor estudió en esta corona 86 estrellas realizando un diagrama color-magnitud y por consiguiente, en el presente trabajo se obvió la confección del mismo (ver fotografía n° 2).

CORONA 3. El diagrama color-magnitud de la figura 2 corresponde a la Corona 3. Esta corona está bastante alejada del núcleo de NGC 5286, no obstante entre  $0,4 B-V$   $0,6$  y  $16 V$   $17$  se notan 12 puntos correspondientes a estrellas azules del brazo horizontal; esto demuestra que esas estrellas están distribuidas a distancias proyectadas considerables respecto del núcleo del cúmulo. La secuencia principal queda bastante bien definida desde  $B-V = 0,4$  hasta  $B-V = 1,0$  y desde  $V = 12,00$  hasta  $V = 16,50$ .

Dicha componente de población I presente en el campo pareciera corresponder a una región del Brazo de Sagitario que es atravesado por la visual dirigida al cúmulo. Si se superponen la secuencia principal de Johnson, 1955 y la que aparece en figura n°2, se encuentra que el enrojecimiento de la componente de población I es  $E(B-V) = 0,50$ .

ENROJECIMIENTO, DISTANCIA y POSICION GEOMETRICA DE NGC 5286. Promediando el enrojecimiento del cúmulo con el del Brazo de la Galaxia obtenemos un enrojecimiento de  $E(B-V) = 0,47$  (ver más abajo).

Adoptando para la magnitud absoluta de las RR Lyrae  $M_V = 0,51$  (L. Rosino, 1972) y para la magnitud aparente  $m_V = 16,14$  del promedio de las RR Lyrae estudiadas (ver trabajo II) en este cúmulo, se obtiene un módulo aparente  $m_V - M_V = 15,63$ . Como la absorción adoptada es  $A_V = 1,41$  se obtiene un módulo real de  $(m_V - M_V)_0 = 14,22$  que corresponde a una distancia de 6982 pc y a una altura, sobre el plano galáctico de 1282 pc. El diámetro del cúmulo, definido por las estrellas azules del brazo horizontal es de 18 pc.

ENROJECIMIENTO, DISTANCIA y POSICION GEOMETRICA DE LA COMPONENTE DE POBLACION I.

Adoptando un enrojecimiento de  $E(B-V) = 0,47$  para la componente de población I, el módulo de distancia aparente obtenido mediante un corrimiento del diagrama color-magnitud de 0,47 es  $m_V - M_V = 12,50$ . Asumiendo que  $\frac{A_V}{E(B-V)} = 3,0$ , el exceso de color  $E(B-V) = 0,47$  corresponde a una absorción de  $A_V = 1,41$ . El módulo de distancia verdadero es, por consiguiente,  $(m_V - M_V)_0 = 11,09$  que corresponde a una distancia de 1650 pc. y a una altura sobre el plano galáctico de 300 parsecs.

Si se proyecta la posición de NGC 5286 y la componente de población I sobre el plano galáctico se encuentra que esta última cae exactamente sobre el Brazo Espiral Sagitario de nuestra Galaxia (Sarpless, S. 1955).

El acuerdo en la distancia de la componente de Población I con el Brazo Espiral de la Galaxia hace pensar en que lo que se observa en nuestras placas es efectivamente una región externa del Brazo de Sagitario. Más adelante, en un área mayor de cielo mucho más alejada del cúmulo (Corona 4) veremos como se sigue manifestando esta fuerte componente de población I.

ENROJECIMIENTO VERSUS DISTANCIA. H. Arp, 1964 encuentra que en la dirección de NGC 6522 ( $l^{II} = 1^\circ, 0$ ) la absorción se incrementa en un valor aproximado de  $A_B = 1,0$  mag/kpc para los primeros 2 kiloparsecs.

El mismo autor, en el trabajo recién citado comenta que se obtienen resultados análogos en NGC 2158 (Arp and Cuffey, 1962) y en NGC 7789 (Arp, 1962). En el presente trabajo se encuentra un fenómeno similar.

En el primer kiloparsec la absorción se incrementa en un valor de 1,04 mag. azules.

La línea de la luz alcanza una altura  $Z=300$  pc a una distancia de 1650 pc. y en ese trayecto se produce toda la absorción. Esto está en buen acuerdo con la figura n°1 del trabajo de A. Blaauw, 1965.

CORONA 4. En esta corona se midieron las magnitudes en una sola placa en cada color (B y V). Como esta zona es la más alejada del núcleo del cúmulo, es de esperar, aparezcan muy pocas estrellas pertenecientes al mismo. Efectivamente, se nota un neto predominio de la componente de Población I.

Si se hace pasar la Secuencia Principal por los puntos representantes de la componente de población I de esta Corona, se ve que la misma es la curva de mejor ajuste entre esos puntos. También se observa que entre el índice de color  $B-V = 0,3$  y  $B-V = 0,6$  y entre  $V = 17$  se distribuyen varios puntos situados en el lugar que corresponde a las estrellas azules del Brazo Horizontal. Si, realmente, estos puntos correspondieran a dichas estrellas se llegaría a la conclusión que las mismas están situadas a distancias proyectadas de más de 18 pc del centro del cúmulo ( $r > 4',5$ ). El número de estrellas de campo más tardías que G enanas es la figura n°3 es, el que era de esperar en el volumen de espacio investigado (Allen, C.W. 1963).

ESTRELLAS VARIABLES. El estudio preliminar de algunas de las estrellas variables de este cúmulo se efectúa en el trabajo n°2.

#### BIBLIOGRAFIA

- Alcaino, G. (1974). *Astron. Astrophys. Suppl.* 18, 9-17.  
Allen, C.W. (1963). *Astrophys. Quantities*: Athlone Press.  
Arp, H. (1955). *A.J.* 60, 317.  
Arp, H.C. and Johnson, H.L. (1955). *Ap. J.* 122, 171.  
Arp, H.C. and Cuffey, J. (1962). *Ap. J.* 136, 51.  
Arp, H.C. (1962). *Ap. J.* 136, 66.  
Arp, H.C. (1965). *Ap. J.* 141, n°1.  
Bergh, S. Van den. (1967) *A.J.* 72, n°1, February.  
Blaauw, A. -Galactic Structure- "Star and Stellar Systems" vol. 5, 440, Edited by A. Blaauw and M. Schmidt. (1955).  
Jaschek, C. et al (1972). "Catalogue of Stars observed photoelectrically Observ. Astron. de la Universidad de La Plata (Argentina).  
Kukarkin, B.V. (1974). *The globular star clusters*. Publishing House "Nauka".  
Oort, J.H., Kerr, F.J. and Westerhout, G. (1958). *M.N.* 118, 379.

- Rosino, L. (1972). Variable stars in globular clusters and in related systems. Edited by J.D. Fernie. D. Reidel Publishing Company.
- Sandage, A. and Wallerstein, G. (1960). Ap. J. 131, 598.
- Sandage, A. and Walker, M.F. (1966). Ap. J. 143, n°2.
- Sandage, A. and Smith, L.L. (1966). Ap. J. 144, n°3.
- Sandage, A. and Katem, B. (1968). Ap. J. 153, 569.
- Sandage, A. (1969). Ap. J. 157, 515.
- Sharpless, A. (1955). Galactic Structure. Star and Stellar Systems, 5, 153. Edited by A. Blaauw and M. Schmidt.
- Woolley. R.V.D.R. (1966). Studies of the globular cluster NGC 5139.