

ESTUDIO FOTOMÉTRICO DE MESSIER 56

I. SECUENCIA FOTOMÉTRICA Y PRIMEROS RESULTADOS

FRANCISCO VIOLAT BORDONAU
Observatorio Norba Caesarina (MPC Z71)
Asesores Astronómicos Cacereños, fviolat@yahoo.es

Resumen. Este es el primer trabajo fotométrico que publicamos del cúmulo globular Messier 56 (NGC 6779); en él incluimos la secuencia fotométrica empleada, identificamos sus variables (a excepción de dos, V8 y V9, situadas fuera del campo estudiado) y presentamos curvas de luz, en banda V , de ocho estrellas distintas: seis de ellas no variables (astros de comparación) y dos variables, V5 (Gigante Roja de tipo semirregular) y la presunta variable roja Küstner 204 (K 204). Nuestros datos indican que V5 es claramente variable, con un período igual a 32.88 días, pero no pueden confirmar las oscilaciones lumínicas de K 204 ni su presunto período.

1. INTRODUCCIÓN.

En el año 2006 el Observatorio Astronómico de Cáceres (al que se nos unió el de Navas de Oro, Segovia) realizó un estudio fotométrico del cúmulo Messier 56 (NGC 6779) con la idea de identificar sus estrellas variables y localizar, si existían, algunas entre las gigantes rojas situadas en el mismo campo. Las densas campañas fotométricas de Messier 13 de los años 2006 y 2007, iniciadas en el año 2001, ocuparon toda nuestra atención: los resultados obtenidos fueron analizados (no encontramos ninguna nueva variable) pero no publicados oficialmente¹.

Durante el mes de noviembre de 2017 hemos tomado imágenes CCD filtradas (V Johnson) del cúmulo abierto Stephenson 1, con la idea de refinar el período de la variable eclipsante BD +36 3317 que descubrimos en él en 2008: aprovechando la cercanía del cúmulo globular M 56 decidimos ampliar el período de observación nocturno, de cuatro a cinco horas, con la intención de identificar nuevamente sus variables, obtener mediciones de las mismas y publicar los resultados.

2. EL CÚMULO MESSIER 56.

Messier 56 (localizado en la posición α : 19h 16m 35.6s y δ : +30° 11' 00", 2000.0) es un cúmulo globular situado en la constelación Lyra, a medio camino entre las brillantes estrellas β Lyrae y β Cygni, ambas fácilmente localizables a simple vista. Es un cuerpo cuya masa es próxima a las 230.000 masas solares situado a una distancia de unos 32.900 años luz de la Tierra: con un diámetro de unos 85 años luz aparece en el telescopio como un cuerpo globular, granuloso, de magnitud conjunta 8.3 V y un diámetro aparente de 8.8'. Posee una metalicidad muy reducida $[\text{Fe}/\text{H}] = -2.00$ dex equivalente a una centésima de la solar: se calcula que su edad es cercana a los 13.700 millones de años. Pese a la diferencia de metalicidad es muy similar a Messier 13 ya que ambos contienen pocas variables, al contrario de lo que le sucede a Messier 3 y otros globulares: hasta la fecha hay confirmadas catorce (Clement *et al.*, 2017), nominadas V1 a V14 en la Figura 1, con cuatro sospechosas una de las cuales es Küstner 204 (Russeva, 1999). En base a sus movimientos propios cinco de ellas (de V7 a V11) son estrellas de campo que no pertenecen realmente al cúmulo.

¹ Esta información, bastante resumida, puede consultarse en la Wikipedia en español: concretamente en el artículo que trata del cúmulo globular Messier 56 y sus estrellas variables.

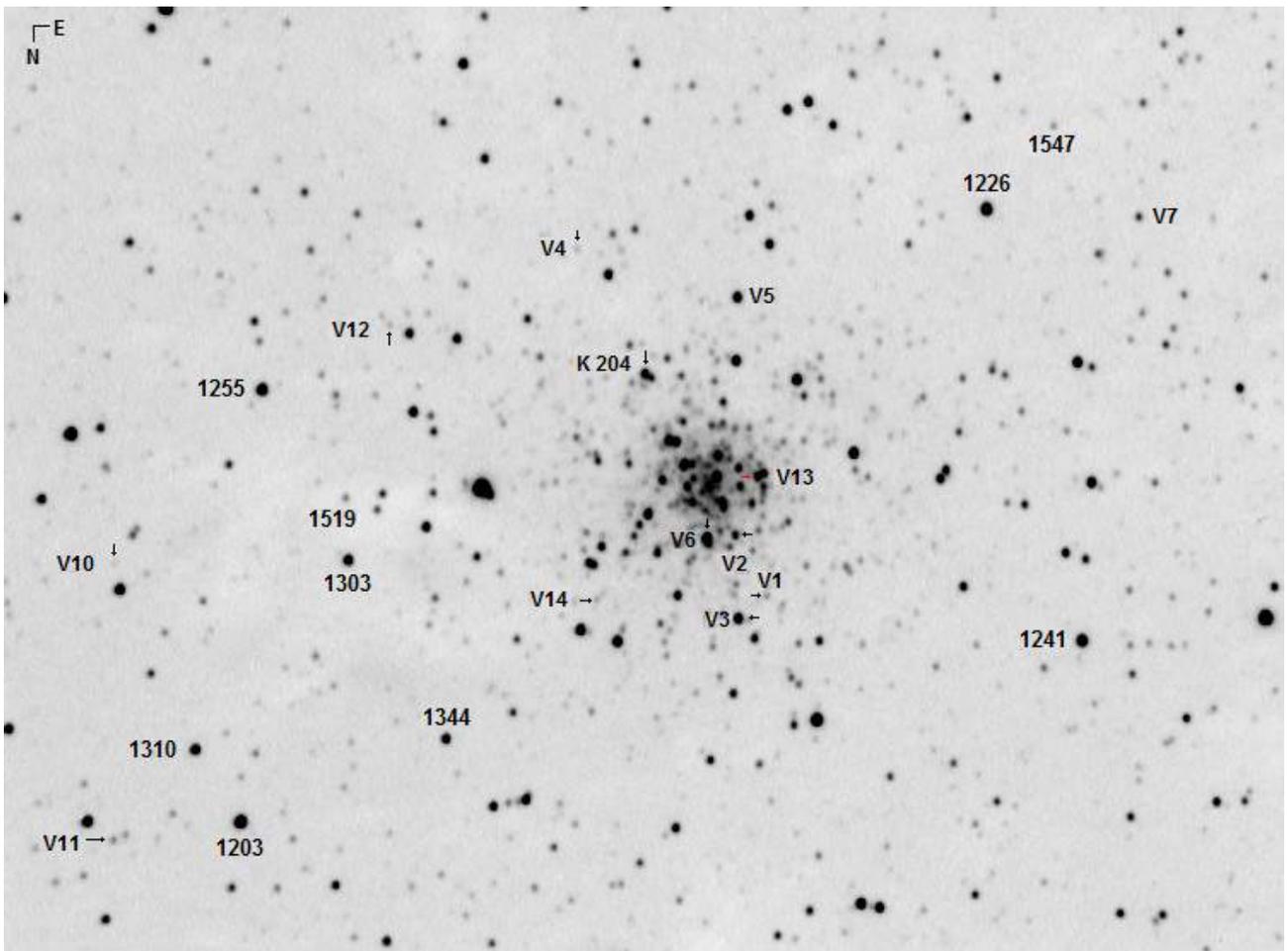


Figura 1. Imagen CCD del cúmulo (exposición: 180 segundos), tomada con filtro V , que identifica doce variables y las estrellas utilizadas en la calibración fotométrica. La escala es igual a $1.2''$ por píxel; Norte abajo y Este a la derecha.

3. SECUENCIA FOTOMÉTRICA.

Antes de comenzar a tomar imágenes CCD filtradas y medirlas necesitábamos una secuencia fotométrica válida; al consultar la bibliografía disponible en SIMBAD comprobamos que existía una, publicada en un trabajo de mediados del siglo pasado (Sawyer, 1940), no sólo de baja calidad sino que no incluía índices de color de los astros; la presentada por Rosino (Rosino, 1944) parecía de mayor calidad pero tampoco contenía índices de color. En varios trabajos (Wehlau y Sawyer-Hogg, 1985, Russeva, 1999 y 2000) se mencionaban secuencias fotométricas no publicadas todavía de modo que no podíamos utilizarlas; en otros (como el de Hatzidimitriou *et al.*, 2004 o el de Horne, 2005) se utilizaban estrellas estándar Landolt, lo que tampoco nos servía, o se mencionaba -de pasada- pero sin ofrecer más datos (Horne, 2016). A la vista de estos resultados decidimos elaborar una secuencia fotométrica propia: utilizando el programa *Aladin Sky Atlas* pudimos abrir distintos *surveys* depositados en Vizier tales como UCAC4, GSC2.3, etc.; al cargar varios de ellos descubrimos que no nos servían por ser antiguos o poco fiables, no contener fotometría BV , etc. Finalmente optamos por cargar todos los catálogos ópticos disponibles (tanto en visual como infrarrojo) encontrándonos con 109 distintos: después de abrir, probar y descartar una docena de ellos -por diversos motivos de peso- llegamos hasta uno de los más modernos, APASS DR9 (del año 2016), que sería el que emplearíamos. El *AAVSO Photometric All-Sky Survey* o APASS (Henden *et al.*, 2009) es un catálogo fotométrico realizado por la *American Association of Variable Star Observers* (AAVSO) que incluye estrellas entre las magnitudes 7 y 17 V (Henden *et al.*, 2016); para

saber más sobre el proceso de adquisición de datos, los telescopios y filtros empleados, la precisión o la cobertura puede consultarse el trabajo de Smith (Smith *et al.*, 2010). La calidad de los datos de este *survey* puede comprobarse, por ejemplo, en *Investigation of open clusters based on IPHAS and APASS survey data* (Dambis *et al.*, 2017). Utilizando dicho *survey* APASS (Data Release 9) elaboramos una corta secuencia fotométrica (entre las magnitudes 12.03 y 15.47 V) que hemos identificado en la Figura 1: en ella aparecen nueve estrellas rotuladas con sus magnitudes V pero omitiendo el punto decimal, para evitar errores. En la Tabla 1 mostramos los nombres que les hemos dado, las magnitudes V e índices de color $B - V$ de las mismas:

Tabla 1

Nombre	V	$B - V$	Nombre	V	$B - V$	Nombre	V	$B - V$
1203	12.03	0.73	1226	12.26	0.53	1241	12.41	0.57
1255	12.55	1.38	1303	13.03	0.63	1310	13.10	0.88
1344	13.44	0.82	1519	15.19	0.67	1547	15.47	0.62

debido a su posición, cercano al plano galáctico, el enrojecimiento $E(B - V)$ causado por el polvo interestelar y la distancia oscila entre 0.21 ± 0.10 (Ivanov *et al.*, 2000) y 0.26 (Kron y Guetter, 1976)²: cuando examinamos los índices de color recién tabulados comprobaremos que únicamente un de ellos, de magnitud 12.55 V , es naranja: el resto son astros blancos y sólo dos (estrellas 1310 y 1344) amarillos. Dado que las variables más débiles del cúmulo eran estrellas de tipo RR Lyrae necesitábamos utilizar tiempos de exposición largos, por ejemplo 180 s, para alcanzar la magnitud 17.5 V en torno a la cual oscila V10, la más débil del conjunto: ello nos obligaba a descartar como astro de comparación la estrella 1203 ya que podría quedar saturada en nuestras imágenes. De las tres siguientes (1226, 1241 y 1255) la última era anaranjada y la descartamos enseguida: esto nos dejaba dos estrellas con índices de color $B - V$ parecidos (0.53 y 0.57) utilizables como astros de comparación. No sabíamos si alguna de ellas era variable: para salir de dudas elegimos la estrella 1226 para medir las magnitudes de ocho astros (estrellas de chequeo fotométrico) y comprobar con ellas la calidad de las mediciones; listamos estos ocho astros en la Tabla 2:

Tabla 2

Nombre	V	Notas	Nombre	V	Notas	Nombre	V	Notas
1203	12.03	Fija	1241	12.41	Fija	1255	12.55	Roja
1303	13.03	Fija	1310	13.10	Fija	1344	13.44	Fija
K 204	13.10	¿Var.?	V5	12.96	Var.			

en ella, en el apartado Notas, aparece la expresión “fija” en cinco estrellas porque suponemos que no varían: lo desconocíamos, por supuesto, pero lo comprobaríamos con nuestras mediciones fotométricas. De los ocho astros tabulados dos de ellos eran variables (K 204 presunta y V5 confirmada), uno era rojo (¡quizá una nueva variable!) y el resto estrellas que hemos supuesto de magnitud estable (“fija”); dado que la estrella 1203 quedaba descartada como astro de comparación y 1255 era bastante roja sólo nos quedaba la estrella 1241: si nuestras observaciones demostraban que su magnitud permanecía estable sería la que utilizásemos para estudiar las variables del cúmulo. (Al haber incluido en el conjunto una variable, V5, podríamos comprobar: a) su evolución lumínica a lo largo del tiempo y b) la calidad de las mediciones.)

² Ambos valores aparecen tabulados en el trabajo de Hatzidimitriou *et al.*, 2004.

4. OBSERVACIONES Y REDUCCIÓN DE DATOS.

Como en campañas fotométricas anteriores hemos capturado imágenes filtradas (V Jonhson) utilizando un telescopio catadióptrico de 203 mm de apertura y 2000 mm de focal con una cámara CCD de la marca StarlightXpress, modelo SXVF-M7, de 752 x 580 píxeles de 8.6 micras de lado y electrónica de 16 bits. Para cubrir un campo mayor, lo que nos aseguraría capturar la mayor parte de sus variables, empleamos un reductor de focal $f/6.3$ de manera que la focal se ha acortado hasta los 1424 mm³: con ello el campo cubierto en las imágenes ha sido de 15.6' x 11.6' con una escala igual a 1.2"/píxel. Hemos trabajado entre los días 6 de noviembre (Día Juliano Heliocéntrico 2.458.064) y 9 de diciembre 2017 (D.J.H. 2.458.097), habiendo podido obtener mediciones durante veintiuna noches, lo que ha garantizado una buena cobertura temporal pese a la desfavorable meteorología otoñal. Las fotografías obtenidas en cada sesión de trabajo se han abierto con el programa *FotoDif*, de Julio Castellano, utilizando como estrella de comparación la rotulada *I226* en la Figura 1: es un astro aislado, sin otras estrellas en sus inmediaciones, lo que permitía poder efectuar mediciones sin errores (que, en el caso de cúmulos con mayor apiñamiento, se originan por la luz de estrellas cercanas). En la Tabla 3 presentamos una pequeña parte de las mediciones obtenidas para la estrella *I241* durante tres noches consecutivas; los datos mostrados corresponden al Día Juliano Heliocéntrico y fracción de día, la magnitud V (con tres decimales), el error (medido en magnitudes) y la relación Señal/Ruido):

Tabla 3

DJHJ	V	\pm	S/R	DJH	V	\pm	S/R
2458064.35634	12.366	0.004	242	2458064.35901	12.381	0.004	243
2458064.36144	12.381	0.004	243	2458064.36393	12.384	0.004	241
2458064.36639	12.384	0.005	239	2458064.36887	12.366	0.005	234
2458065.34675	12.366	0.005	234	2458065.34926	12.372	0.004	241
2458065.35165	12.366	0.004	243	2458065.35421	12.360	0.004	243
2458065.35674	12.370	0.004	244	2458065.35932	12.362	0.004	245
2458065.36196	12.376	0.004	241	2458065.36472	12.387	0.005	240
2458065.36737	12.360	0.005	240	2458065.36995	12.368	0.005	238
2458067.34325	12.369	0.004	247	2458067.34596	12.391	0.004	246
2458067.34829	12.392	0.004	245	2458067.35069	12.386	0.004	245

dado que las magnitudes de las estrellas presentadas en la Tabla 1 las conocemos con una precisión de dos decimales los valores finales obtenidos (que luego presentaremos) han sido redondeados a dos decimales: vemos que la magnitud medida está en el rango 12.36-12.39 V ; el error es igual o inferior a 0.005 magnitudes ya que la relación Señal/Ruido ha sido elevada (por encima de 234).

5. RESULTADOS.

Hemos realizado un total de 228 mediciones por estrella (excepto para el astro *I310*)⁴, a lo largo de veintiuna noches distintas, lo que da un promedio de casi once mediciones por sesión; los resultados obtenidos de las ocho estrellas estudiadas los presentamos en la Tabla 4, la cual incluye el nombre del astro, el total de mediciones efectuadas, la magnitud V estándar, la magnitud V promedio y la desviación estándar σ :

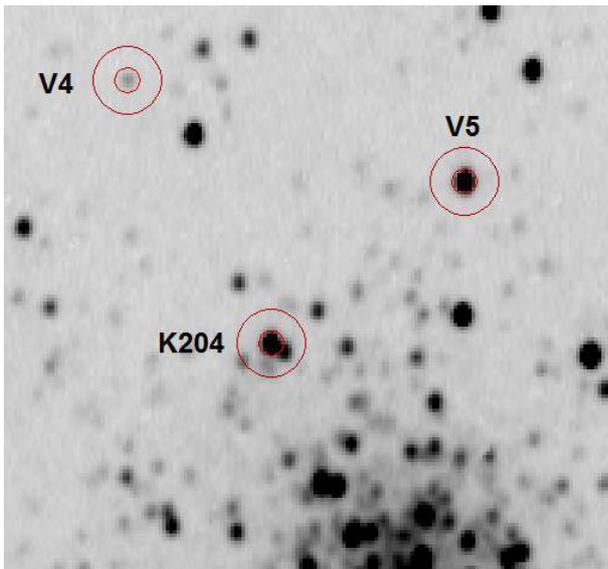
³ La focal, campo cubierto y resolución se han determinado analizando las imágenes con el programa *Astrometrica*.

⁴ Por encontrarse una noche sobre un píxel defectuoso, lo que invalidó todas las mediciones de esa sesión.

Tabla 4

Estrella	Puntos	Noches	V	Rango	Mag. V
1203	228	21	12.03	12.01-12.10	12.05 ± 0.02
1241	228	21	12.41	12.36-12.41	12.39 ± 0.01
1255	228	21	12.55	12.47-12.57	12.52 ± 0.03
1303	228	21	13.03	12.92-13.06	12.99 ± 0.03
1310	218	20	13.10	12.92-13.10	13.02 ± 0.04
1344	228	21	13.44	13.27-13.44	13.36 ± 0.04
K 204	228	21	13.38	12.99-13.22	13.11 ± 0.06
V5	228	21	(12.96)	12.91-13.17	13.06 ± 0.06

la magnitud V promedio obtenida es similar a la estándar, dentro de la precisión de nuestras mediciones, para todas las estrellas excepto para 1310 y 1344: ambas aparecen 0.04 magnitudes más brillantes de lo esperado. En el caso de la presunta variable K 204, cuya magnitud estándar es igual a la 13.38 V (según SIMBAD), la encontramos 0.17 magnitudes más brillante con una desviación estándar superior a la de las demás estrellas ($\sigma = 0.06$ magnitudes), lo que parece apuntar a una variabilidad de pequeña amplitud (≤ 0.23 magnitudes en banda V , 0.24 en banda B según Russeva, 1999). En APASS (DR9, 2016) aparece de magnitud 12.98 V e índice de color $B - V = 1.52$, pero en el NOMAD Catalogue (2005) su magnitud es igual a la 13.80 V : ¿qué valor es el correcto? ¿Es realmente variable? ¿O quizá su variabilidad se debe a otros motivos? Si observamos la Figura 2 (junto a estas líneas) comprobaremos que este astro, localizado en una zona de moderado



apiñamiento estelar, tiene una estrella de menor brillo a unos 5-6" al NE: con el método que utilizamos para medir su brillo este valor queda afectado por la presencia de su compañera (puesto que medimos el brillo conjunto)⁵, lo que no sucede con las variables V4 y V5 por encontrarse en zonas más lejanas del núcleo y despejadas, sin estrellas próximas. Para esta última obtenemos una magnitud promedio 0.10 magnitudes por debajo de la oficial, con una desviación estándar también elevada ($\sigma = 0.06$ magnitudes), algo que no nos sorprende por ser variable; según los datos más recientes (Clement *et al.*, 2017) es de tipo SR con una amplitud máxima igual a 0.35 magnitudes en banda V . El período de variación depende del observador: Russeva (1999) lo encuentra igual a 31.33 días pero tanto Horne (2005) como Pietrukowicz *et*

al. (2008) proporcionan valores diferentes: 29.65 ± 14.3 días el primero y nada menos que 145 días (dudoso) el segundo; como veremos en la Sección siguiente de nuestras mediciones se deduce que el período es muy próximo a los 33 días, aunque (como les ocurre a las variables rojas de Messier 13) es posible que presente pulsaciones -que se materializan en leves oscilaciones de brillo- en las cuales el mínimo profundo y menos profundo se alternan⁶: este hecho puede explicar el extraño largo período encontrado por Pietrukowicz *et al.*

5 En realidad son cuatro las estrellas cubiertas por los círculos fotométricos: dos brillantes y dos muy débiles, todas ellas visibles en la Figura 2; la cambiante calidad de las imágenes de noche en noche, debido a la dispar meteorología del otoño, pudo causar las leves oscilaciones de brillo que apreciamos.

6 Precisamente esto parece apreciarse en nuestra curva de luz, especialmente en los últimos días observados.

6. CURVAS DE LUZ.

Vamos a analizar el comportamiento de las estrellas estudiadas, ordenadas por su brillo, presentando las curvas de luz tal como han sido obtenidas noche a noche: en todos los casos la dispersión de las mediciones (o *amplitud ficticia*) es inferior a 0.3 magnitudes por lo que la diferencia entre la magnitud máxima y mínima -representada en la escala de cada gráfico- oscila entre 0.2 y 0.4 magnitudes. En todas las figuras una línea roja discontinua representa la magnitud promedio, las líneas verdes delimitan la desviación estándar 1σ mientras que las barras de error permiten apreciar la dispersión de las mediciones noche a noche o durante el período observado.

Estrellas *1203* y *1241* (Figura 3): ambas presentan dispersiones muy reducidas iguales a ± 0.02 y ± 0.01 magnitudes respectivamente; en el primer caso se aprecia una leve caída de magnitud los días julianos heliocéntricos 58073 y 58074 causados por la desigual calidad de las imágenes (debidas a la meteorología: no olvidemos que hemos trabajado a lo largo de los meses de noviembre y diciembre). La dispersión de las mediciones en el caso de la estrella *1241* es tan pequeña que podemos decir, sin miedo a equivocarnos, que no es variable dentro de la precisión de nuestro equipo: podemos emplearla como estrella de comparación para medir el comportamiento de las variables del cúmulo, buscar nuevas variables y chequear la calidad de las mediciones que obtengamos al analizar, noche a noche, la magnitud de estrellas no variables situadas en el campo capturado por nuestro equipo.

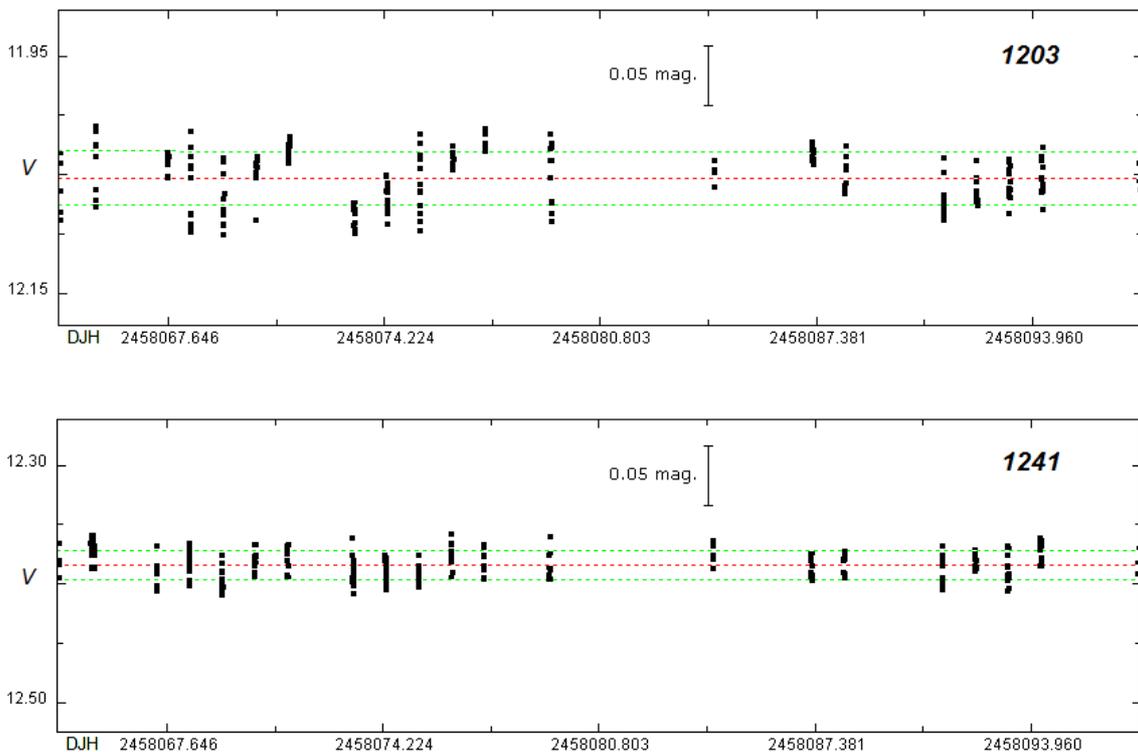


Figura 3. Comportamiento de las estrellas *1203* (arriba) y *1241* (abajo) a lo largo de la campaña fotométrica: ninguna de ellas es variable dentro de la precisión de nuestros datos.

Estrellas *1255* y *1303* (Figura 4, paneles superiores): ambas presentan la misma caída de brillo en el período DJH 58071-58074 y DJH 58091-58094, como ocurría en la estrella *1203*; en el primer caso la dispersión es reducida (0.05 magnitudes) mientras que en el segundo este valor es levemente superior (0.075 magnitudes): en ninguna de ellas se aprecia periodicidad alguna lo que nos permite descartar una variabilidad real.

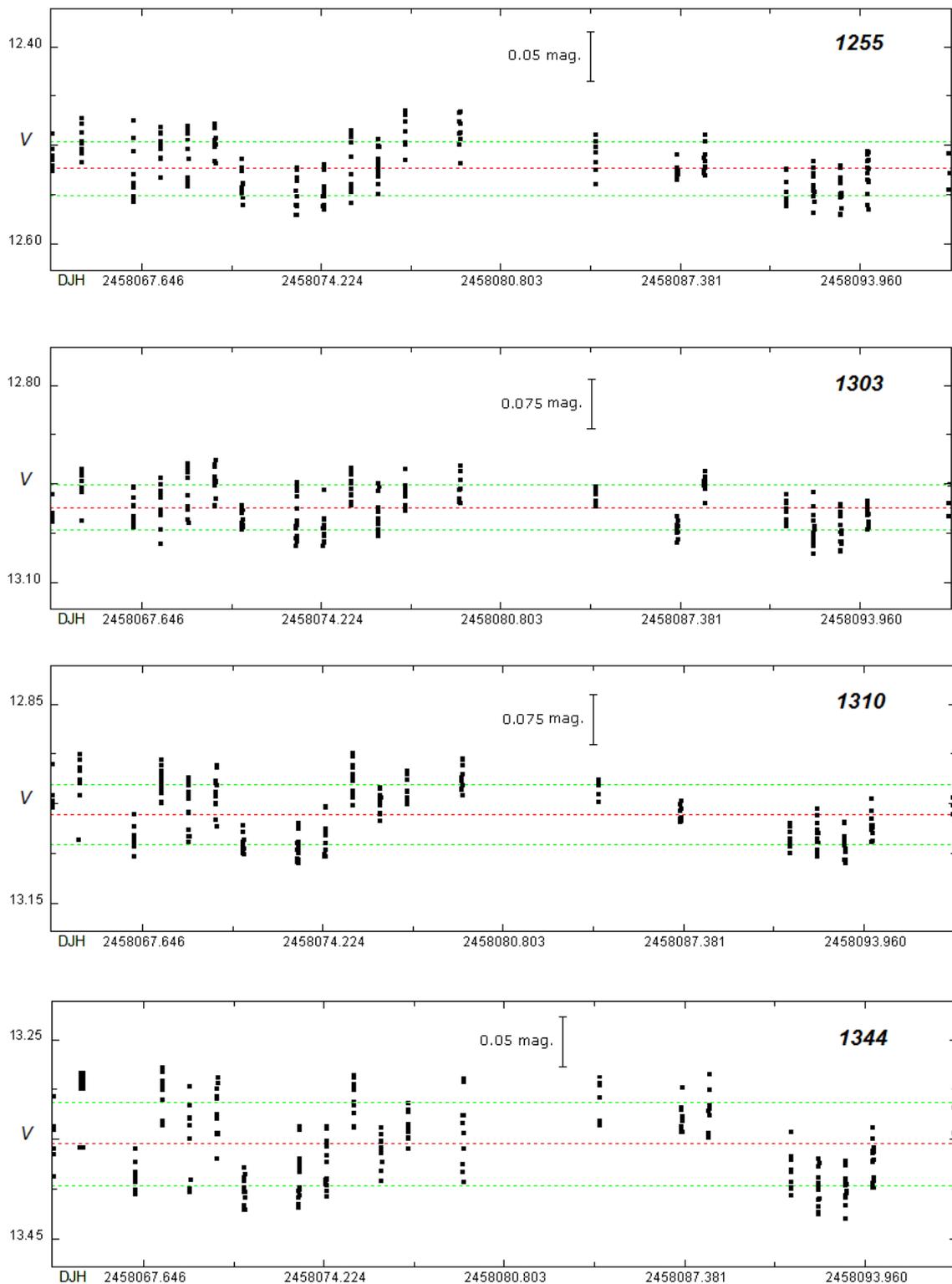


Figura 4. Comportamiento de las estrellas *1255* y *1303* (panel superior) y la pareja *1310* y *1344* (panel inferior) a lo largo de la campaña: en las cuatro se aprecian las mismas oscilaciones de brillo lo que descarta que sean variables.

Estrellas *1310* y *1344* (Figura 4, paneles inferiores): la dispersión en el primer caso es algo mayor (0.075 magnitudes) pero muestra un comportamiento lumínico similar al de las estrellas anteriores; las oscilaciones de brillo que registramos son debidas a la dispar calidad de las imágenes tomadas entre los días 58071-58074 y 58091-58094.

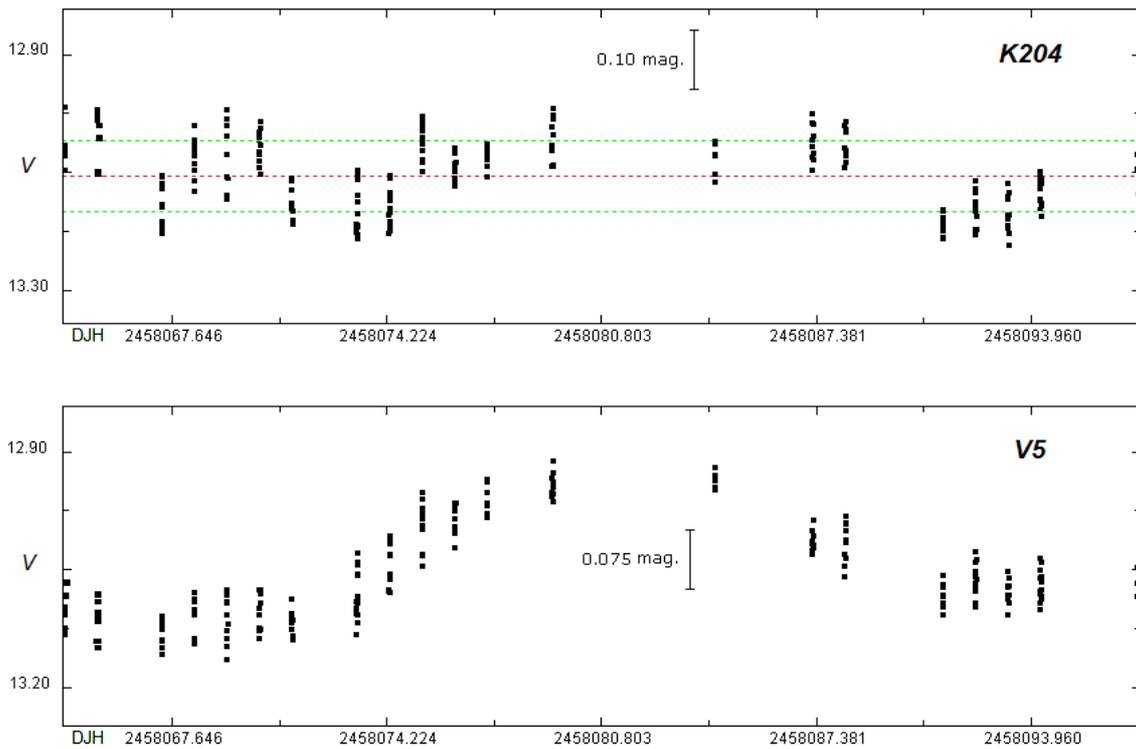


Figura 5. Comportamiento de las estrellas K 204 (panel superior) y V5 (panel inferior): en el primer caso se aprecian las mismas leves oscilaciones de brillo que en el resto de las estrellas, lo que descarta su variabilidad. En el segundo caso la curva de luz muestra un máximo (no observado) en torno al DJH 58081 y una posterior caída de brillo.

Estrellas K 204 y V5 (Figura 5 arriba y abajo, respectivamente): K 204, una estrella Gigante Roja sospechosa de variabilidad (Russeva, 1999), presenta una dispersión en las mediciones algo superior ($\sigma = 0.06$ magnitudes) pero el comportamiento lumínico parece idéntico al de las estrellas anteriores, con mínimos exactamente en las mismas fechas. Al utilizar el período de Russeva (32.55 días) no se obtiene ninguna curva coherente: dentro de la precisión de nuestro equipo no parece que sea variable, salvo que su amplitud en banda V sea muy reducida. No obstante hemos buscado un posible período que justifique la *amplitud ficticia* detectada: encontramos uno, igual a 1.106785 días, que dibuja una curva de luz sinusoidal (Figura 6, panel superior) con una amplitud ≤ 0.23 magnitudes. En el caso de V5 el resultado obtenido es el típico de una variable roja de largo período: comienza la campaña saliendo de lo que parece un mínimo, sube de brillo de noche en noche y alcanza su máximo en torno al día 58081 (que no hemos podido capturar debido a tener varias noches nubladas) para perder brillo, rumbo a otro mínimo, aunque éste parece de menor profundidad; de nuestros datos se obtiene un período igual a 32.88 días que dibuja una curva de luz con una amplitud de hasta 0.25 magnitudes en banda V . La flecha en la Figura 6, panel inferior, muestra el lugar en el que se superponen dos grupos de mediciones obtenidas con una diferencia temporal de 33 días⁷: el primero de ellos obtenido el DJH 58064 (6 de noviembre) y el segundo el día 58097 (9 de diciembre); el resultado es totalmente coherente y el período (los 32.88 días ya citados) similar al obtenido por Russeva: 31.33 días.

⁷ La noche del 9 de diciembre tomamos tres imágenes, entre nubes, que nos han permitido añadir una noche más al conjunto, alargar el período observado hasta los 33 días (lo que cubre buena parte del ciclo de las variables de largo período) y observar el comportamiento lumínico de las estrellas bajo estudio.

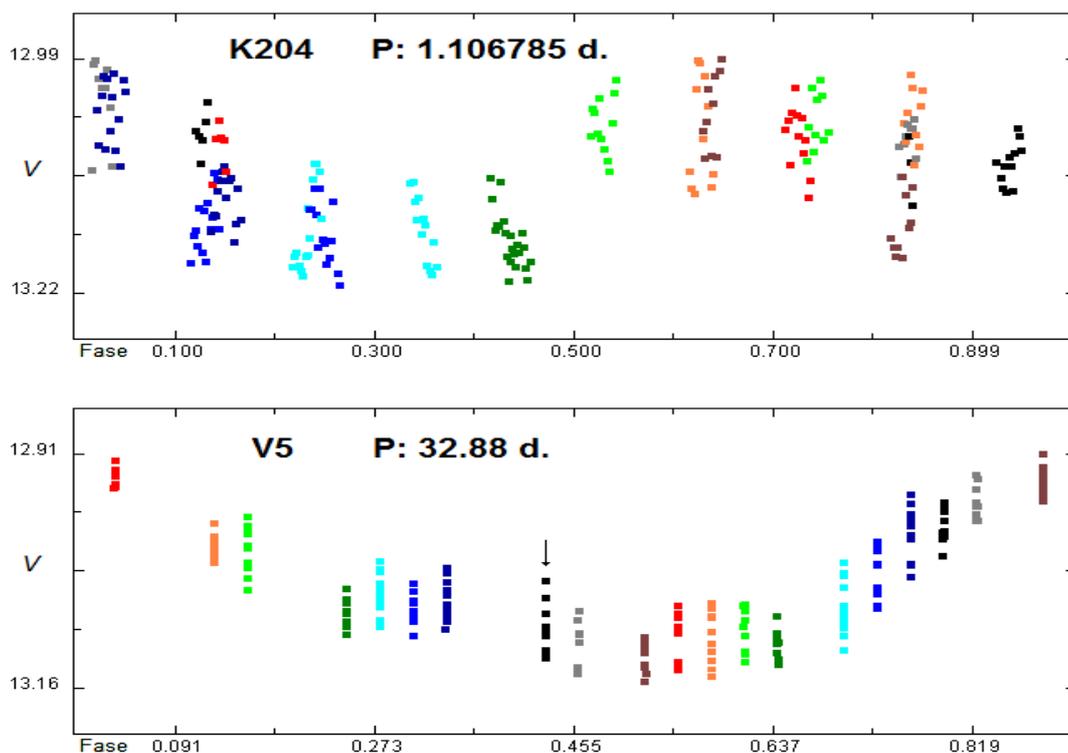


Figura 6. Curvas de luz de las estrellas K 204 (panel superior) y V5 (panel inferior): en el primer caso dibujada con un período igual a 1.106785 días, en el segundo con un período muy próximo a los 33 días; en esta última la flecha marca el lugar en el que se superponen dos grupos de mediciones obtenidas con una diferencia temporal de 33 días.

RESUMEN

Hemos realizado observaciones fotométricas del cúmulo globular Messier 56 durante treinta y tres noches entre los días 6 de noviembre y 9 de diciembre de 2017: en este período hemos capturado 228 imágenes CCD filtradas (V Johnson) para estudiar doce variables (todas excepto V8 y V9, fuera del campo cubierto por el equipo) de las catorce que contiene el cúmulo. Ante la falta de secuencias fotométricas adecuadas obtuvimos una, formada por nueve estrellas entre las magnitudes 12.03 y 15.47 V , a partir del *AAVSO Photometric All-Sky Survey* (APASS, DR9). Para descartar que alguna de ellas fuese variable utilizamos una (de magnitud 12.26 V e índice de color $B - V = 0.53$) para medir el brillo de seis de estas estrellas: también tuvimos bajo estudio la variable V5 (astro rojo de largo período: 31.33 días) y la presunta variable roja Küstner 204 (K 204). Los resultados obtenidos (magnitud promedio, desviación estándar y curva de luz) descartan la variabilidad de estas estrellas, dentro de la precisión de nuestros datos, por lo que podemos utilizarlas como astros de comparación: por su magnitud promedio (12.41 V), desviación estándar de las mediciones (0.01 magnitudes) e índice de color $B - V$ (0.57) nos decantamos por la estrella 1241. En el caso de la presunta variable K 204 parecen apreciarse leves oscilaciones de brillo, de baja amplitud (≤ 0.23 magnitudes), que dibujan una curva de luz sinusoidal con un período igual a 1.106785 días: las mediciones no se ajustan al período de Russeva (32.55 días). V5 ha presentado una oscilación de brillo de hasta 0.25 magnitudes con un período igual a 32.88 días, no muy diferente al obtenido por Russeva: 31.33 días. En un próximo trabajo presentaremos un estudio de doce variables del cúmulo con sus magnitudes medias, amplitudes, períodos y curvas de luz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido realizado utilizando los catálogos y bancos de datos de VizieR y SIMBAD (Centro de Datos Estelares CDS, Strasbourg, France), Aladin Sky Atlas, NASA's Astrophysics Data System, el *AAVSO Photometric All-Sky Survey* (APASS, DR9), soportado por la “Robert Martin Ayers Sciences Fund”, así como el telescopio catadióptrico de 203 mm de abertura, la cámara CCD y la rueda de filtros fotométricos BVR_{CI} del Observatorio Astronómico *Norba Caesarina*, que está situado a las afueras de Cáceres (Extremadura, España).

REFERENCIAS

- Aladin Sky Atlas: <http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin.pl>
- APASS Data Release 9 (DR9): <https://www.aavso.org/apass>
- Clement *et al.*, (2017), *Updated Catalog of Variable Stars in Globular Clusters* (sin publicar), disponible en la dirección: <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=V/150>
- Dambis *et al.* (2017), MNRAS, 465, 1505: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017MNRAS.465.1505D>
- Henden, A. *et al.* (2009), *Bulletin of the American Astronomical Society*, Volumen 41, página 669, en: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2009AAS...21440702H>
- Parámetros de la variables de M 56 (2014): <http://www.astro.utoronto.ca/~cclement/cat/C1914p300>
- Russeva, T., (1999), IBVS n° 4727: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1999IBVS.4727....1R>
- Russeva, T., (2000), IBVS n° 4846: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2000IBVS.4846....1R>
- SIMBAD Astronomical Database: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- Smith, T. *et al.* (2010), Society for Astronomical Sciences, 29th Annual Symposium on Telescope Science, mayo 2010: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2010SASS...29...45S>
- Smith, T. *et al.* (2011), American Astronomical Society, AAS Meeting n° 218; *Bulletin of the American Astronomical Society*, Volumen 43, 2011: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2011AAS...21812601H>
- VizieR Catalogue Service: <http://vizier.u-strasbg.fr/>