

ESTUDIO FOTOMÉTRICO DE MESSIER 13 CAMPAÑAS DE LOS AÑOS 2019 Y 2020 (VI) LA EXTRAÑA VARIABLE V32

FRANCISCO VIOLAT BORDONAU

Observatorio Astronómico *Norba Caesarina*, MPC Z71
E-mail: fviolat@yahoo.es

Resumen. En este sexto trabajo fotométrico dedicado al estudio del cúmulo globular Messier 13 (NGC 6205) presentamos un completo análisis de la extraña estrella variables V32. A partir de las mediciones fotométricas obtenidas en las campañas de 2019 y 2020 hemos determinado su amplitud en banda V , su magnitud media, períodos y dibujado sus curvas de luz a lo largo de ambas; también se incluyen los datos obtenidos en la campaña del año 2013 para observar su comportamiento fotométrico en los últimos siete años.

1. ANTECEDENTES.

En trabajos anteriores (como Violat Bordonau, 2021a) ya hemos explicado cuándo comenzó nuestro interés por Messier 13, qué variables observamos en su seno y de qué tipo son (Gigantes Rojas, Cefeidas y RR Lyraes), qué técnicas empleamos para la captura de imágenes CCD filtradas (en bandas B y V Johnson), qué programas utilizamos para la calibración de las fotografías y extracción de datos, cuáles para el análisis de las mediciones fotométricas y hemos publicado ya los primeros resultados obtenidos en el estudio de sus Cefeidas y algunas de sus Gigantes Rojas; todavía queda mucho por analizar y publicar dado que el número de imágenes CCD obtenidas durante los dos últimos años (2019 y 2020) son muy numerosas y bastantes de excelente calidad.

En esta ocasión centraremos nuestra atención en la estrella variable V32 (L66¹ o V1544 Her), un astro que debido a su lejanía del núcleo ha sido muy poco estudiado hasta la fecha por la mayoría de los investigadores: en SIMBAD encontramos en el intervalo 1850-2021 doce trabajos que la mencionen y sólo tres (en 1982, 2017 y 2019) que la estudien fotométricamente en detalle.

L66 aparece listada en el trabajo de Arp (1955) con la denominación II-72: este investigador la encontró de magnitudes 14,64 pg (fotográfica, banda B) y 14,08 pv (fotovisual, banda V) con índice de color $pg - pv = 0,56$. En el trabajo de Kadla (1966) aparece como un astro de magnitud 14,12 V e índice de color $B - V$ igual a 0,63 y en el de Cudworth y Monet (1979) sus valores son similares (14,10 V y 0,63): por su movimiento propio es una estrella que pertenece al cúmulo. Según estos últimos autores tras estudiar su brillo en las veintidós placas fotográficas que analizaron “debería ser considerada una posible nueva variable” situada en la banda de inestabilidad. Dada su magnitud y color en un diagrama H-R se encuentra situada en la Rama Asintótica lejos de la Rama Horizontal y, a la vez, lejos de la cima de la Rama de las Gigantes Rojas en la cual se localizan la mayoría de las brillantes variables de Messier 13. Su variabilidad fue descubierta por Russeva *et al.* (1982): analizando 48 placas fotográficas capturadas en veintinueve noches, a lo largo de ocho años (1974-1982), midieron su magnitud en un sistema próximo al B encontrándola variable (magnitud media: 14,80 B) y determinando que su período era igual a 21,165 días; según estos investigadores su amplitud en dicha banda era igual a 0,24 magnitudes. También sugirieron que la estrella, una vez agotado el combustible de su núcleo, se encontraba en una etapa de transición en su evolución estelar por lo que presentaba cambios de magnitud perfectamente achacables a la misma.

1 La letra L hace referencia al extenso trabajo de Hans Ludendorff sobre Messier 13 publicado en el año 1905.

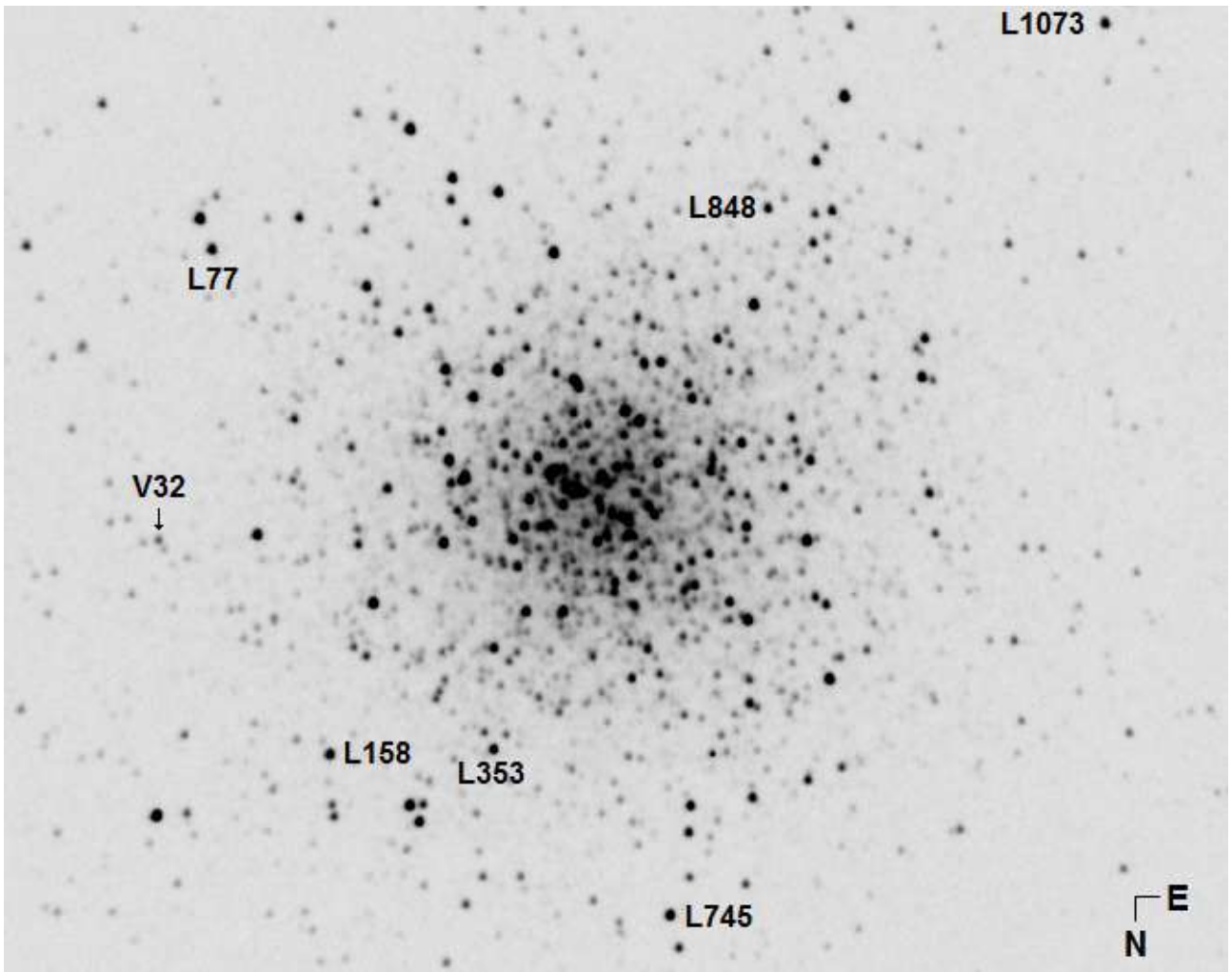


Figura 1. Fotografía de Messier 13 tomada a través del filtro V Johnson: se han identificado en ella seis estrellas de comparación y chequeo fotométrico así como la variables V32. El Norte está situado abajo y el Este a la derecha.

Dada su lejanía del núcleo (casi $4'$) no fue incluida en ninguno de los trabajos fotométricos posteriores como el de Welty (1985), Osborn (2000) o Kopacki (2003) teniendo que esperar hasta el año 2019 para que lo fuese por Deras y colaboradores: según estos investigadores es un astro de magnitud media $14,14 V$ con una amplitud superior a $0,03$ magnitudes; en su curva de luz (Figura 13 del citado trabajo) esta amplitud es próxima a $0,09$ magnitudes en el rango $14,08$ – $14,17 V$.

El *AAVSO International Variable Star Index VSX* (Watson *et al.*, 2014) la incluye como una variable de tipo SR (semirregular) de magnitudes $14,03 V$ en el máximo y $14,17 V$ en el mínimo con un período igual a 33 días. En el *General Catalogue of Variable Stars* (Samus *et al.*, 2017) aparece listada como V1544 Her, una variable de tipo SR cuyo período es igual a 33 días y de magnitud $14,03 V$ en el máximo; el *Updated Catalogue of Variable Stars in Globular Clusters* (Clement *et al.*, 2017) la incluye indicando que su magnitud media es igual a la $14,12 V$, su amplitud igual a $0,08$ magnitudes siendo un astro de tipo SR con un período igual a 33 días. Osborn *et al.* (2017) la clasifican como una SR de magnitud $14,12 V$, índice de color $B - V$ igual a $0,66$ y baja amplitud ($0,08$ magnitudes en banda V) cuyo período (variable) está entre los 30 y los 33 días. Finalmente en el monumental trabajo de Stetson *et al.* (2019) aparece con magnitudes $14,787 B$ y $14,122 V$ con un índice de variabilidad igual a $0,734$: según este último valor no parece ser variable. En la Figura 1, obtenida con una exposición de 120 s y filtro V Johnson, podemos ver una imagen del cúmulo y sus

componentes hasta la magnitud ~ 17 V : en ella hemos rotulado con la letra L seis estrellas Ludendorff no variables, de magnitudes B , V e índices de color $B - V$ muy bien determinados por Stetson y colaboradores, que empleamos como astros de comparación y chequeo fotométrico; también identificamos a V32 que aparece situada en la parte occidental del cúmulo.

La Tabla 1 presenta el Diario de Observación de ambas campañas a la que hemos unido la del año 2013 para comparar los resultados a lo largo del tiempo: nos ofrece valiosa información como el inicio de cada una de ellas (en formato Día Juliano Heliocéntrico), el final de la misma, las noches en las que pudimos trabajar así como el número de fotografías CCD válidas una vez eliminadas algunas de baja calidad; el haber encontrado una imagen del año 2019 fuera de la carpeta que le correspondía ha permitido extender la campaña unas pocas noches más, pasando de las 98 indicadas en trabajos anteriores a 99, a la vez que hemos reducido el número de imágenes útiles para mejorar la calidad de la fotometría que presentamos.

Tabla 1

Año	D.J.H. Inicio	D.J.H. Final	Noches	Imágenes
2013	2456473,674	2456596,311	124	220
2019	2458672,575	2458770,339	99	492
2020	2459005,665	2459136,336	132	691

La Tabla 2, por su parte, presenta los datos de las estrellas identificadas en la Figura 1: su número en el Catálogo de Ludendorff, la denominación oficial en SIMBAD, Ascensión Recta y Declinación (2000.0) tomadas de SIMBAD, magnitudes V , índices de color $B - V$ e índices de variabilidad (I.V.)² tomados del trabajo fotométrico de Stetson *et al.*

Tabla 2

Astro	ID	A.R.	DEC.	V	$B - V$	I.V.
L745	2MASS J16414486+3630514	16:41:44,85	+36:30:51,37	12,490	1,293	1,011
L158	2MASS J16413053+3629434	16:41:30,52	+36:29:43,44	12,675	1,144	0,940
L77	2MASS J16412464+3625449	16:41:24,63	+36:25:45,11	12,735	1,141	1,339
L353	2MASS J16413725+3629368	16:41:37,24	+36:29:36,77	12,809	1,138	0,935
L1073	2MASS J16420085+3623338	16:42:00,84	+36:23:33,67	12,859	1,087	0,647
L848	2MASS J16414739+3625111	16:41:47,39	+36:25:11,12	13,110	1,087	0,444
L66	V32 = V1544 Her	16:41:23,04	+36:28:05,36	<i>14,122</i>	<i>0,665</i>	<i>0,734</i>

la magnitud y el índice de color $B - V$ de la variable están escritos en cursiva ya que cambian a lo largo del tiempo. Examinando los índices de variabilidad comprobaremos que ninguna de las tres estrellas de comparación que utilizamos para calibrar las imágenes (L745, L158 y L77) presenta variabilidad alguna, lo mismo que sucede con las de chequeo fotométrico (L353, L1073 y L848): esto se pone de manifiesto al dibujar las curvas de luz de las variables las cuales no presentan anomalías (como *oscilaciones* y/o *ondulaciones* inesperadas, sospechosas o incluso inexplicables) que se deberían a la variabilidad de alguna de las citadas estrellas de comparación.

² Nos indican la *probabilidad* de que una estrella sea variable: son reducidos en las no variables (p. ej. 0,444 para L848) y más altos en las que realmente lo son (p. ej. 3,217 en V20) o en las estrellas que aparecen muy pegadas a otros astros más brillantes (como en el caso de L77).

2. RESULTADOS.

En la Figura 2 mostramos las curvas de luz obtenidas en las campañas de los años 2013 (arriba), 2019 (en el centro) y 2020 (abajo): las de los dos últimos años se desarrollaron casi en el mismo rango; el examen visual de las mismas no muestra ninguna periodicidad.

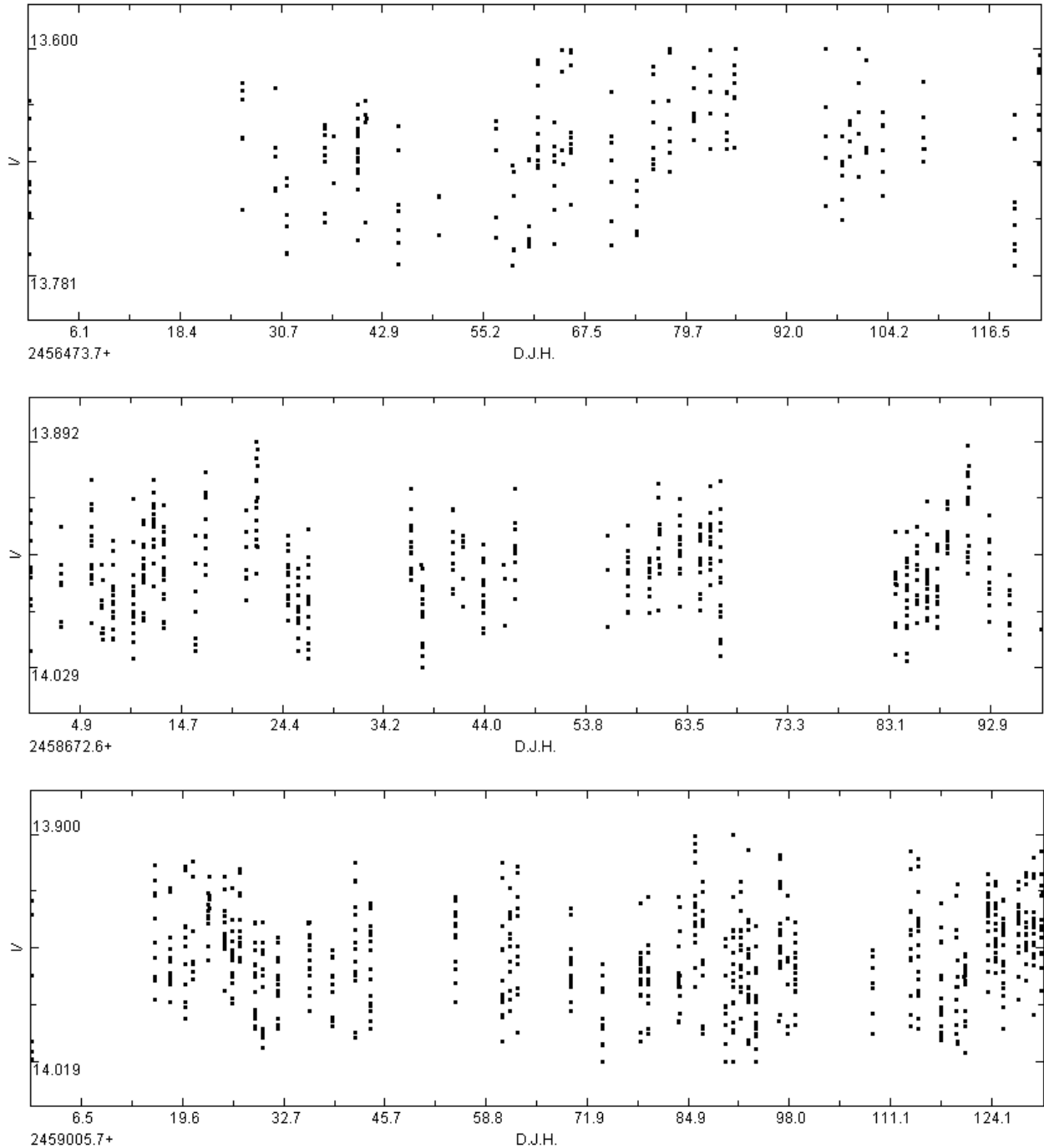


Figura 2. Curvas de luz de la variable V66 obtenidas en las campañas de 2013 (arriba), 2019 (centro) y 2020 (abajo).

En la Tabla 3 mostramos la información que hemos extraído de las mediciones fotométricas analizadas con el programa *FotoDif* a partir de las imágenes filtradas: tabula su nombre clásico, la campaña en la que ha sido estudiada, el número de mediciones (puntos) obtenidas durante la misma,

la magnitud media en banda V y el error debido a la relación Señal/Ruido, la amplitud en dicha banda así como el rango en la que se ha medido:

Tabla 3

Astro	Campaña	Puntos	Mag. V	Amplitud	Rango
V32	2013	220	$13,683 \pm 0,044$	0,181	13,600-13,781
V32	2019	492	$13,969 \pm 0,026$	0,137	13,892-14,029
V32	2020	691	$13,965 \pm 0,025$	0,119	13,900-14,019

V32 está escoltada por las estrellas L67 de magnitud 15,153 V a sólo 4,81" al nordeste y L62 de magnitud 15,159 V a 7,67" al noroeste (magnitudes de Stetson *et al.* y distancias de SIMBAD) por lo que la magnitud que determinamos con *FotoDif* siempre queda levemente afectada³; notemos que su magnitud media se ha mantenido en las dos últimas campañas pese a que su amplitud se ha reducido de año en año. ¿Esto es debido a su lenta evolución a lo largo del tiempo?: quizá lo podremos asegurar al finalizar la actual campaña que comenzó el pasado día 4 de junio de 2021.

3. DETERMINACIÓN DE SU PERÍODO.

Los ficheros que contienen las mediciones fotométricas obtenidas en las distintas campañas se han abierto, examinado con el programa *A.V.E.* (Análisis de Variabilidad Estelar) y analizado con el periodograma de Scargle (1982) para determinar el o los posibles periodos: en todos los casos la búsqueda se ha realizado en el intervalo 10–150 días; los resultados se muestran en la Tabla 4 la cual incluye el nombre de la variable, la campaña y los periodos P1 (el principal y más destacado de todos), P2 (secundario), P3 y P4 siendo estos últimos menos destacados:

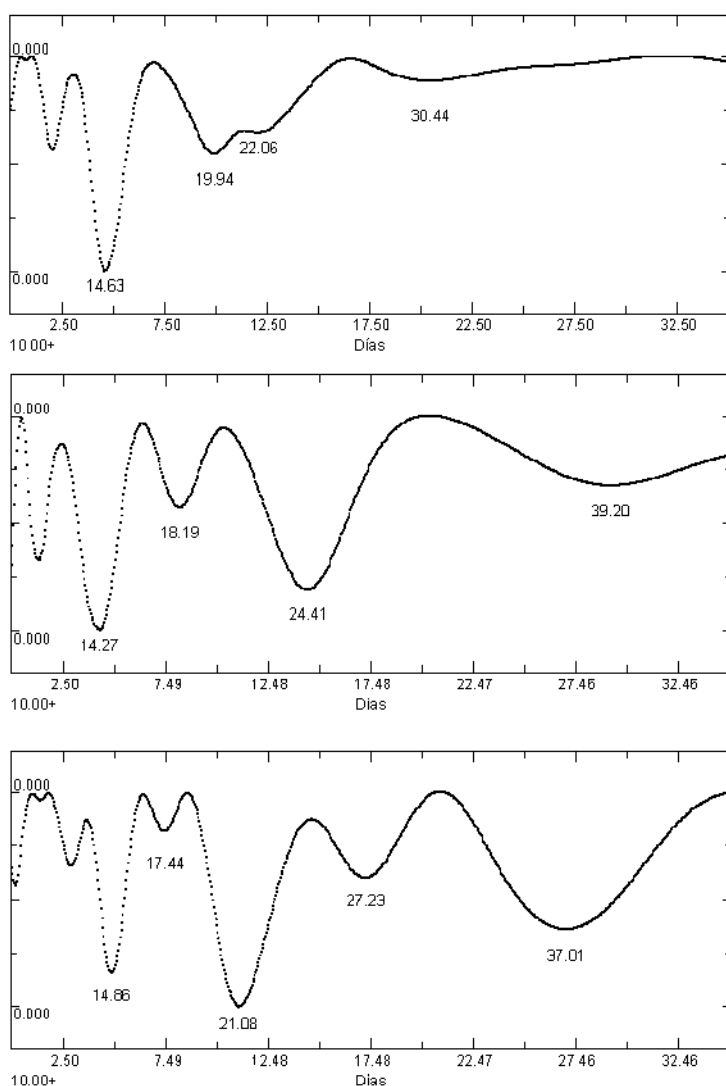
Tabla 4

Astro	Campaña	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
V32	2013	14,63	19,94	22,06	30,44
V32	2019	14,27	24,41	18,19	39,20
V32	2020	21,08	14,86	37,01	27,23

el período oficial, tomado del *Catalogue of Variable Stars in Galactic Globular Clusters*⁴ (actualizado en abril de 2021 tras el descubrimiento de V63 por nosotros), es igual a 33 días y corresponde al publicado por Osborn y colaboradores en su trabajo del año 2017. Al examinar la Tabla 4 atentamente notamos que esta variable ha mostrado en todas las campañas un período *corto* en torno a los 14 días (en realidad $14,56 \pm 0,30$ días), otro *medio* en torno a los 20-24 días similar al determinado por Russeva *et al.* en 1982 (21,165 días) y uno *largo* entre los 30 y 39 días: este último es el que todos los observadores consideran como válido y es el oficial aunque, como podremos comprobar a continuación, esto no ha sido así en todas las campañas pasadas. En la Figura 3 de la página siguiente mostramos los periodogramas obtenidos por *A.V.E.* a partir de nuestras mediciones fotométricas: en 2013 el período más destacado era el *corto* (14,63 días) mientras que existían dos periodos *medios* muy próximos (19,94 y 22,06 días) moderadamente destacados y uno *largo* poco

³ Nuestro valor es 0,15 magnitudes superior al determinado por otros observadores debido a la presencia de las citadas estrellas que “escoltan” a la variable: su cercanía afecta a los anillos fotométricos del programa *FotoDif*.

⁴ La ficha de Messier 13 se puede consultar aquí: <http://www.astro.utoronto.ca/~cclement/cat/C1639p365>



marcado. En 2019 el período *corto* continuaba siendo el más notorio pero el *medio* separó sus dos componentes: 18,19 días por un lado y 24,41 días por otro a la vez que este último comenzó a cobrar importancia, lo mismo que hizo el período *largo*. En 2020 fue el *medio* el destacado habiendo perdido fuerza el *corto* e invirtiéndose los papeles: el período *largo*, por su parte, casi no era visible en la campaña del año 2013 pero ganó fuerza en la de 2020 y era notorio en la de 2021. Un examen todavía más atento parece mostrar que uno de los períodos medios del año 2013 (concretamente el que era igual a 19,94 días) se acortó un poco en 2020 reduciéndose a 18,19 días y se volvió a acortar en 2021 bajando a 17,44 días. El período medio destacado del año 2019 (24,41 días) se acortó en 2020 pasando a 21,08 días y convirtiéndose, de paso, en el más importante de esa campaña mientras que el período largo de 2019 (39,20 días) tuvo el mismo comportamiento: se redujo hasta los 37,01 días y ganó importancia. ¿Estamos ante un hecho físico o sólo es un mero “espejismo” debido a la casualidad? Estos datos sugieren que V32 tiene al menos tres

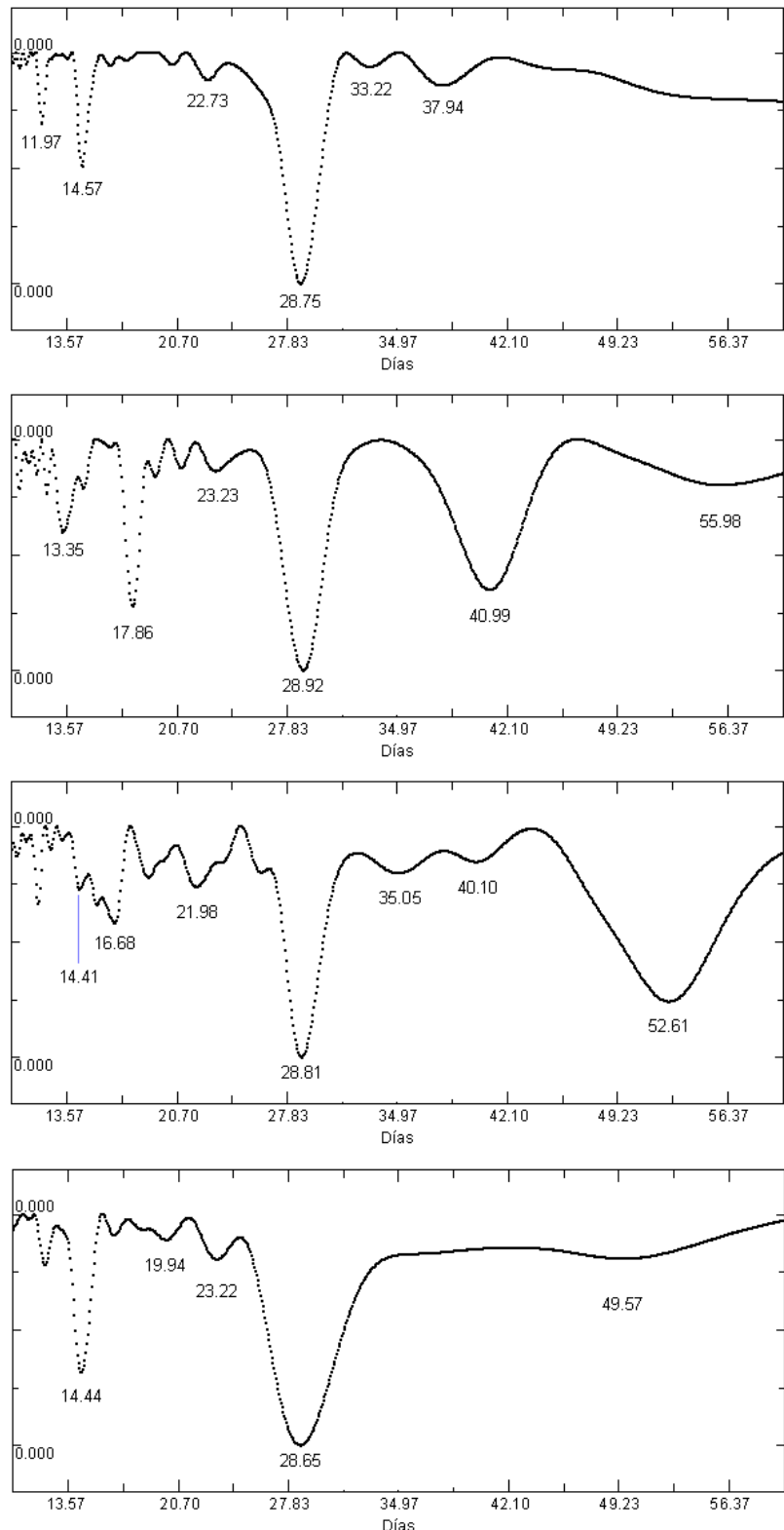
períodos distintos: uno *corto* igual a $14,56 \pm 0,30$ días que ningún investigador ha mencionado hasta la fecha y es muy visible en nuestros datos en todas las campañas, uno *medio* entre los 20 y los 24 días (citado como oficial por Russeva *et al.* en 1982: 21,165 días) y uno *largo* (de 31 a 39 días) que es el que actualmente se considera oficial (concretamente 33 días).

Para comprobarlo nos hemos tomado el trabajo de descargar las mediciones ASAS-SN que ya empleamos con éxito en trabajos anteriores (por ejemplo en el descubrimiento de la nueva variable V63): existen datos anteriores a 2018 (concretamente de los años 2016 a 2018) pero son sólo tres campañas y las mediciones fueron obtenidas en banda *V*; hemos preferido descargar los datos de los años 2018 a 2021 (hasta inicios de julio, cuando finalizamos este estudio) ya que son prácticamente cuatro campañas, coinciden con el período en el que hemos trabajado y todas las imágenes fueron tomadas en banda *g*. Al abrir las mediciones con *A.V.E.* y representarlas notamos, en primer lugar, que no se aprecia periodicidad alguna en las curvas de luz: la variable oscila de brillo con una amplitud que no llega a las dos décimas de magnitud, dejando a un lado muy pocas mediciones anómalas (que hemos omitido en nuestro análisis). Al abrir cada fichero y analizarlos con cuidado en el período 10-60 días hemos obtenido cuatro periodogramas que mostramos en la Figura 4 de la página siguiente: de arriba a abajo pertenecen a los años 2018, 2019, 2020 y parte de 2021 (hasta mediados de julio). En todos ellos el período más destacado es próximo a los 28,7 días seguido de otro próximo a los 14,5 días: coincide con el que nosotros obtenemos pero en unas campañas destaca (como en los años 2018 y 2021) y en otras apenas es visible. El que hemos llamado período

largo (en torno a los 31-39 días) es visible en las tres primeras campañas: así presentó dos sub-períodos en 2018 (casi 33 y 38 días) que se unieron, ganaron importancia y alargaron en 2019 (41 días) para volver a separarse en dos (35 y 40 días) y perder fuerza en el año 2020 hasta desaparecer en 2021. En todos ellos se aprecia la existencia de un período *largo* que apenas era visible en 2018 más allá de los 60 días, apareció en 2019 (con una duración más corta: casi 56 días), se acortó algo e hizo más notorio en 2020 (53 días) y finalmente volvió a acortarse en 2021 (casi 50 días) perdiendo ya toda su importancia.

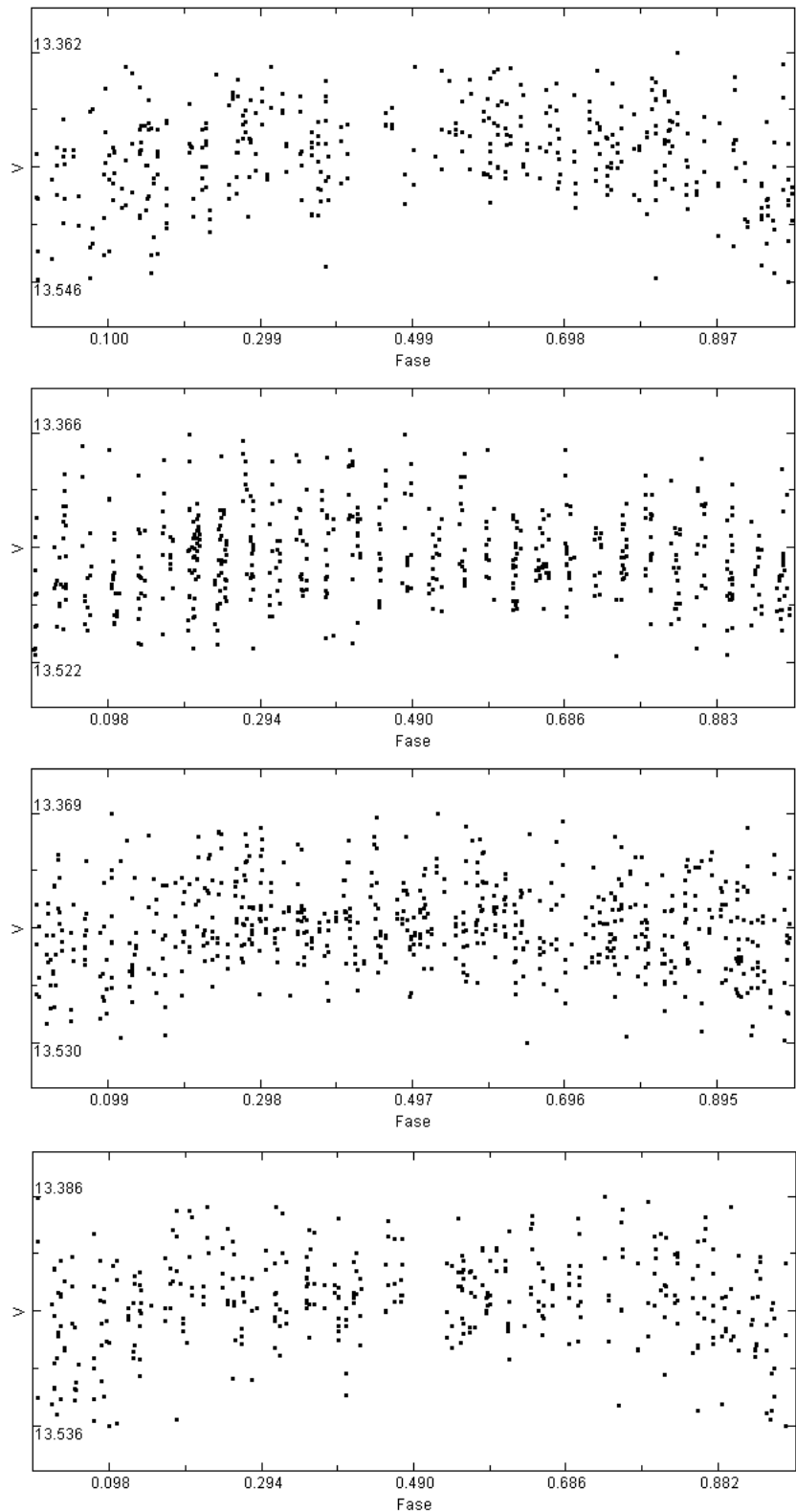
Con estos nuevos datos a la vista podemos decir que V32 presenta al menos dos períodos marcados (~14,5 días y ~28,7 días) y que los mismos cambian su duración levemente de año en año. También parece presentar otros períodos algo distintos, ya menos destacados, algunos de los cuales se descomponen a veces en dos períodos próximos: por ejemplo 33 y 38 días en 2018 o 35 y 40 en 2020.⁵ Por último tenemos que incluir un período *largo*, no mencionado por ningún autor, que pasó de los más de 60 días en 2018 a 56 días en 2019, se redujo a 53 días en 2020 y se contrajo hasta los 50 días en la campaña del año 2021: los datos están ahí y son innegables.

Estos nuevos resultados no son distintos a los que obtenemos de nuestras propias mediciones fotométricas, lo que nos permite darnos cuenta de la complejidad de esta extraña estrella variable. El período que se cita como oficial, en torno a 33 días, es ficticio (Osborn *et al.* lo llaman “promedio”) y no se obtiene de las mediciones de ninguna campaña o, si



⁵ Osborn y colaboradores analizaron cuatro conjuntos de mediciones y mencionaron un período igual a 34,8 días aunque, según ellos, la variable posee varios períodos situados entre los 22 y 40 días; no presentaron en su trabajo ni periodogramas ni curvas de luz lo que impide apreciar bien su extraño comportamiento a lo largo del tiempo.

aparece por azar (como en las de los años 2018 y 2020), no es importante: cuando dibujamos la curva de luz a partir de cualquiera de los siete ficheros de datos que hemos analizado con este valor no se obtienen resultados buenos, de calidad, pero si las dibujamos con el período principal de cada una de las campañas se obtienen unos resultados aceptables: en la Figura 5, junto a estas líneas, de arriba a abajo presentamos las de los años 2018 ($P = 28,75$ días), 2019 ($P = 28,92$ días), 2020 ($P = 28,81$ días) y 2021 con $P = 28,65$ días. A partir de estos datos podemos decir que el período principal en el intervalo 2018-2021 ha sido igual a $28,78 \pm 0,14$ días. El valor *corto* obtenido a partir de nuestros datos ($14,56 \pm 0,30$ días) es exactamente la mitad del anterior: aparece en los cuatro periodogramas pero en ocasiones es destacado (como ocurrió en las campañas de los años 2018 y 2021) y en otras no; en este caso está mezclado con otros de similar duración. Por últimos queda decir que el segundo período *largo* (de 50 a 56 días) es prácticamente el doble del principal por lo que en algunas campañas aparece como el segundo (año 2020), el tercero en importancia (año 2019) o bien apenas destaca. Si unimos las mediciones de las cuatro campañas en un único fichero obtenemos un conjunto de 2.070 puntos que podemos abrir y analizar de nuevo para buscar los períodos y comprobar si éstos se mantienen a lo largo del tiempo: al hacerlo así obtenemos, en primer lugar, una curva de luz en bruto (Figura 6, página siguiente) en la cual no parece observarse periodicidad alguna; la amplitud es levemente superior a 0,18 magnitudes. Cuando analizamos estos abundantes datos con el programa *A.V.E.* buscando el período en el intervalo 10-75 días obtenemos otro periodograma (Figura 7, panel superior): el período más destacado es de tipo *medio* e igual a 29,48 días seguido de cerca por otro igual a 27,34



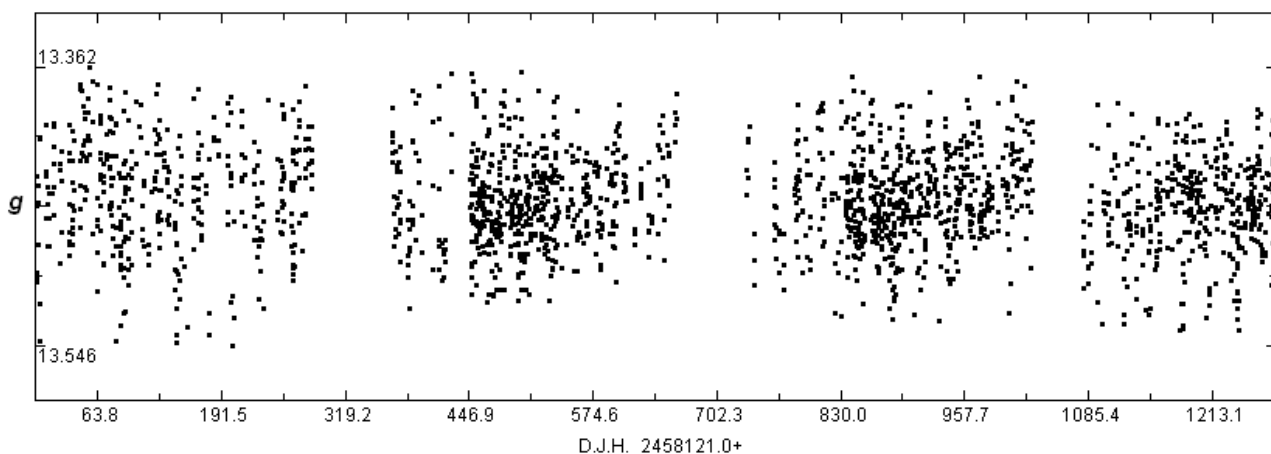


Figura 6. Mediciones fotométricas ASAS-SN, en banda g, obtenidas en las campañas de 2018, 2019, 2020 y 2021.

días (recordemos que en este intervalo temporal el período principal fue igual a $28,78 \pm 0,14$ días), tras los que destacan dos valores *cortos* (14,19 y 14,77 días) y uno *largo* igual a 52,48 días. Aparece también un valor de tipo *largo* igual a 40,63 días, menos marcado, así como dos *largos* en el intervalo 61-68 días que tampoco son destacados: si nos empeñamos en buscar un valor similar al oficial encontramos uno, apenas visible, igual a casi 33,6 días. Podemos comprobar qué resultado obtenemos al dibujar la curva de luz utilizando el período principal (29,48 días) y que vemos en el panel inferior de la Figura 7, representada junto a estas líneas: notamos que el resultado obtenido es bastante bueno pese a que contiene mediciones de cuatro campañas distintas. Con esto comprobamos, otra vez, cuáles han sido los períodos de la variable en el intervalo temporal estudiado en este trabajo: el valor oficial (33 días) es completamente erróneo y no se obtiene de estas mediciones fotométricas.

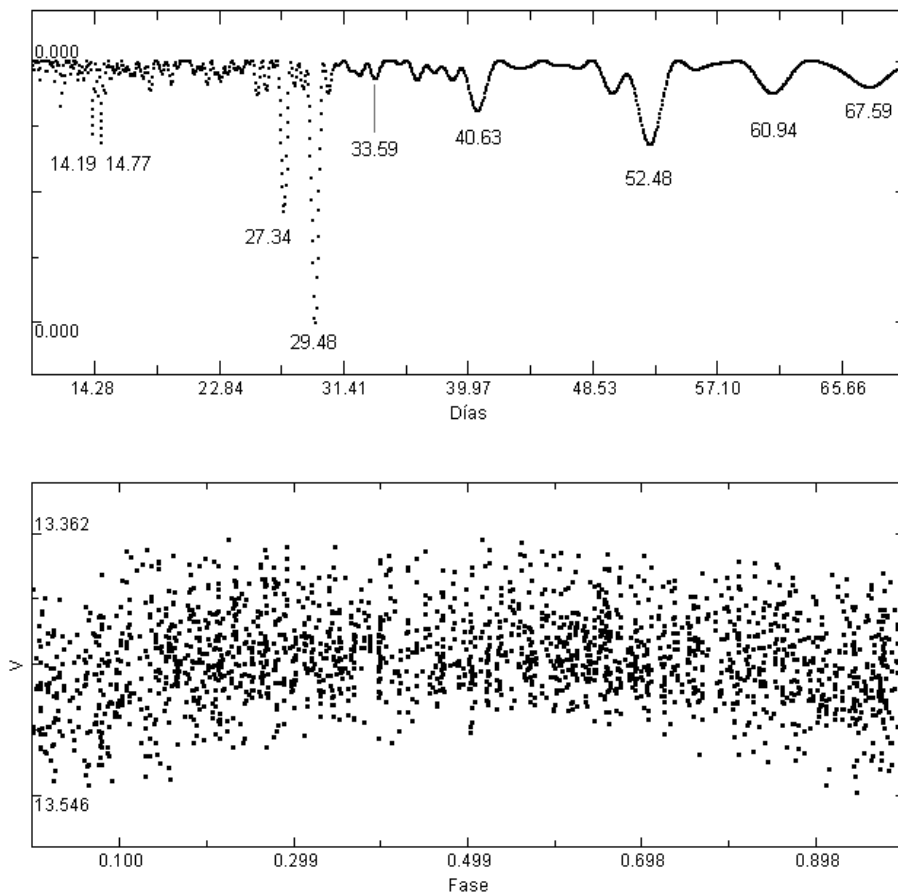


Figura 7. Periodograma de V32 obtenido a partir de las 2.070 mediciones ASAS-SN (panel superior) y curva de luz dibujada con un período igual a 29,48 días (panel inferior): el resultado es de bastante buena calidad y confirma dicho período.

4. POSICIÓN DE V32.

En varios trabajos anteriores (p. ej. Violat Bordonau 2021b) determinamos y tabulamos las posiciones de algunas variables de Messier 13: fueron obtenidas utilizando cinco imágenes filtradas (en banda *B* Johnson) capturadas con un reflector de 51 cm de abertura y 4100 mm de focal; las fotografías fueron abiertas y calibradas con el programa *Astroart* utilizando el catálogo UCAC4: registramos en ellas un poco más de 3.200 estrellas en cada imagen de todas las cuales hemos obtenido sus coordenadas (equinoccio 2000,0). Presentamos en la Tabla 5 la posición de V32 determinada con este procedimiento: las columnas muestran el nombre de la estrella, la posición determinada por nosotros, la tabulada por Samus *et al.* (2009) y la de SIMBAD ya que no fue observada ni por Osborn (2000) ni por Kopacki *et al.* (2003):

Tabla 5

Astro	Violat Bordonau		Samus <i>et al.</i>		SIMBAD	
V32	16 41 23,04	36 28 05,3	16 41 23,04	36 28 05,3	16 41 23,04	36 28 05,3

nuestra posición es idéntica a la de Samus y colaboradores. (“accurate equatorial coordinates” según estos investigadores) y a la contenida en SIMBAD. Esperamos publicar pronto un trabajo en el cual expliquemos este delicado proceso de calibración astrométrica y tabulemos las posiciones de todas las variables del cúmulo (y también algunas estrellas muy interesantes, por ejemplo las de campo⁶) determinadas con los programas *Astroart* y *Astrometrica*.

5. ÍNDICE DE COLOR $B - V$.

En un trabajo anterior (Violat Bordonau, 2021b) determinamos y tabulamos los índices de color $B - V$ de algunas estrellas y variables del cúmulo, entre ellas V32, a partir de los cuales elaboramos un diagrama color-magnitud (Figura 7 de dicho trabajo); para dicho estudio utilizamos diversas imágenes filtradas obtenidas con un reflector de 51 cm de diámetro. En esta ocasión hemos vuelto a determinar los índices de color utilizando para ello catorce imágenes filtradas, siete con el filtro *B* y otras tantas con el *V*, obtenidas en la noche del 10 de septiembre de 2020 con un catadióptrico de 203 mm de abertura y 2000 de focal; las fotografías se han abierto con el programa *FotoDif* y calibrado utilizando para ello la estrella no variable L158 de magnitudes 13,874 *B* y 12,674 *V* según Stetson *et al.* (2019). En la Tabla 6 presentamos los valores obtenidos; las distintas columnas muestran el Día Juliano Heliocéntrico en el que se adquirieron las imágenes, las magnitudes en banda *B*, el error y la relación señal/ruido en esta banda así como idénticos elementos (fecha, banda, error, etc.) en banda *V*:

Tabla 6

D.J.H.	<i>B</i>	$\pm$	S/R	D.J.H.	<i>V</i>	$\pm$	S/R
2459103.40505	14,656	0.023	46	2459103.39257	14,001	0.015	70
2459103.40678	14,621	0.026	40	2459103.39434	14,005	0.015	70
2459103.40837	14,677	0.024	45	2459103.39595	13,954	0.015	71
2459103.40997	14,684	0.023	46	2459103.39758	13,967	0.015	70
2459103.41155	14,657	0.023	46	2459103.39920	13,952	0.015	70
2459103.41323	14,616	0.023	47	2459103.40091	13,979	0.016	68
2459103.41484	14,624	0.023	48	2459103.40249	13,965	0.016	69

6 Con lo que podríamos detectar sus leves cambios de posición con el transcurso de los años.

las magnitudes medias son iguales a 14,648 B y 13,975 V de donde el índice de color $B - V$ (esa noche)⁷ era igual a 0,673; Stetson la tabula con magnitudes 14,787 B y 14,122 V con un índice de color $B - V$ igual a 0,665: la diferencia entre ambos valores es de sólo 0,008 magnitudes.

RESUMEN

Presentamos en este trabajo un estudio fotométrico de la estrella variable V32 (V1544 Her), situada en el cúmulo globular Messier 13, realizado a partir de las imágenes CCD adquiridas en las campañas de los años 2019 y 2020 a las que unimos las capturadas en 2013; también hemos analizado las mediciones ASAS-SN en banda g obtenidas entre los años 2018 y 2021 (hasta inicios del mes de julio). El análisis de nuestras mediciones ha mostrado en todas las campañas un período *corto* en torno a los 14 días (más exactamente $14,56 \pm 0,30$ días), otro *medio* en torno a los 20-24 días y uno *largo* de 31 a 39 días; su amplitud, muy reducida, pasó de las 0,18 magnitudes en 2013 a 0,14 magnitudes en 2019 y sólo 0,12 magnitudes en 2020. La fotometría ASAS-SN de los años 2018 a 2021 muestra una amplitud máxima igual a 0,18 magnitudes; a partir de estos cuatro conjuntos de datos determinamos un período principal –de tipo *medio*– igual a $28,78 \pm 0,14$ días, pero si analizamos todas las mediciones conjuntas, y no individualmente por campañas, este valor es igual a 29,48 días y produce una buena curva de luz. El valor oficial (33 días) es erróneo y no aparece en estas mediciones. Todo esto sugiere que esta variable, como otras ya analizadas en trabajos anteriores, posee al menos dos períodos de dispar longitud que modulan y modifican de año en año la forma y amplitud de su curva 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 de Estrasburgo, Francia), ASAS-SN, NASA's Astrophysics Data System así como los diversos telescopios, las cámaras CCD y rueda de filtros fotométricos (BVR_cI_c) del Observatorio Astronómico *Norba Caesarina* de Cáceres (España).

REFERENCIAS

- Arp, H., 1955, AJ, 60, 317: [1955AJ.....60..317A](#)
ASAS-SN, Ohio State University, Dep. Astronomy: <https://asas-sn.osu.edu/>
Astroart: <http://www.msb-astroart.com/>
Clement, C. M., 2017, VizieR On-line Data Catalog: [2017yCat.5150....0C](#)
Cudworth, K. M., Monet, D., 1979, AJ, 84, 774: [1979AJ.....84..774C](#)
Deras, D. *et al.*, 2019, MNRAS, 486, 2791: [2019MNRAS.486.2791D](#)
FotoDif: <http://www.astrosurf.com/orodeno/fotodif/>
Kadla, Z. I., 1966, Izvestiia Glavnoi Pulkove, 24, 93: [1966IzPul..24...93K](#)
Kopacki, G. *et al.*, 2003, A&A, 398, 541: [2003A&A...398..541K](#)
Ludendorff, H., 1905, Publ. Astrophys. Obs. Potsdam, Vol. 15, N° 50: [1905POPot..50....1L](#)

⁷ Recordemos que es una estrella variable: las magnitudes B , V y el color cambia con el tiempo.

NASA/ADS: <https://ui.adsabs.harvard.edu/classic-form>
 Osborn, W., 2000, AJ, 119, 2902: [2000AJ....119.2902O](#)
 Osborn, W. *et al.*, 2017, Acta Astronomica, 67, 131: [2017AcA....67..131O](#)
 Russeva, T. y Russev, R., 1982, Information Bulletin Variable Stars, No. 2223, #1: [1982IBVS.2223](#)
 Samus, N. N. *et al.*, 2009, PASP, 121, 1378: [2009PASP..121.1378S](#)
 Samus, N. N. *et al.*, 2017, Astronomy Reports, Vol. 61, pp.80-88: [2017ARep...61...80S](#)
 Scargle, J. D., 1982, ApJ, 263, 835: [1982ApJ...263..835S](#)
 SIMBAD Astronomical Database: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
 Stetson, P. B. *et al.*, 2019, MNRAS, 485, 3042: [2019MNRAS.485.3042S](#)
 Violat Bordonau, F., 2015 (julio), web Casanchi: <http://casanchi.org/ast/m13a01.pdf>
 Violat Bordonau, F., 2021a (febrero), web Casanchi: <http://casanchi.org/ast/fotometria2019202001.htm>
 Violat Bordonau, F., 2021b (marzo), web Casanchi: <http://casanchi.org/ast/fotometria2019202002.htm>
 Watson, C. *et al.*, 2014, VizieR On-line Data Catalog: [2014yCat....102027W](#)
 Welty, D. E., 1985, AJ, 90, 2555: [1985AJ.....90.2555W](#)
 VizieR Catalogue Service: <https://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>