



**Universidad
Internacional
de Valencia**

Exploring the stellar variability zoo in the Galactic Disc.

Titulación:

Master Universitario en
Astronomía y Astrofísica

Curso académico
2021 -2022

Alumno: d'ANS ALLEMAN,
Barthélemy Jean-Christian

D.N.I: 591-9565581

Director de TFM: MONELLI,
Matteo

Convocatoria:

Segunda

Octubre 2022

De:

 Planeta Formación y Universidades

ABSTRACT

This work consists of studying the photometric data and analyzing the time series in the r and H α filters in 73 measurements in each filter obtained in two consecutive nights of a field in the galactic disk. Chips S29/CCD1, S30/CCD2 and S29/CCD1 obtained with the DECam wide-field camera were characterized. The different classes of candidate stars for variables were detected and characterized both quantitatively and qualitatively by the Welch & Stetson index and the use of the EXPERIMENT software, obtaining the confirmation of 162 variables of different types, with special interest in the RR Lyrae. A single RR Lyrae has been detected among the 3 analyzed chips, comparing with the Gaia DR3 catalog this area contains 5 candidate variables of the same type, however 3 of them do not present variability in our data. The results will be presented to working groups developing variable star classification software in projects to test classification algorithms in areas of high star density.

Keywords: Variable stars, RR Lyrae, DECam, binaries, galactic disk.

RESUMEN

Este trabajo consiste en estudiar los datos fotométricos y analizar las series temporales en los filtros r y H α en 73 medidas en cada filtro obtenidas en dos noches consecutivas de un campo en el disco galáctico. Se caracterizó los Chips S29/CCD1, S30/CCD2 y S29/CCD1 obtenidos con la cámara de gran campo DECam. Se detectó y caracterizó tanto cuantitativamente como cualitativamente las diferentes clases de estrellas candidatas a variables mediante el índice de Welch & Stetson y el uso del software EXPERIMENT obteniendo la confirmación de 162 variables de diferentes tipos, poniendo especial interés en las RR Lyrae. Se ha detectado una sola variable tipo RR Lyrae entre los 3 chips analizados, comparando con el catálogo Gaia DR3 esta área contiene 5 variables candidatas del mismo tipo, sin embargo 3 de ellas no presentan variabilidad en nuestros datos. Los resultados se presentarán a los grupos de trabajo que desarrollan software de clasificación de estrellas variables en proyectos para probar los algoritmos de clasificación en zonas de alta densidad de estrellas.

Palabras claves: Estrellas variables, RR Lyrae, DECam, binarias, disco galáctico.

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo de Fin de Master (TFM), si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte del autor y de su director, no hubiese sido posible su culminación sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación mencionaré.

Agradecer hoy y siempre a mi familia que siempre han procurado mi bienestar y que, si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos, mis estudios no hubiesen sido posibles; a mi madre por su inspiración intelectual y apoyo permanente; a Melissa, por ser tan comprensiva y paciente, por su apoyo y amor; a Bruna por su alegría y cariño porque en su compañía las cosas malas se convierten en buenas.

Al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) por permitirme utilizar los programas utilizados desde su plataforma y a los investigadores encargados del área de informática.

A mis docentes y compañeros del Master Universitario en Astronomía y Astrofísica de la Universidad Internacional de Valencia quienes enriquecieron mis conocimientos y motivaron emprender esta investigación.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento al Dr. Matteo Monelli por haberme sugerido el tema, por su apoyo y consejos durante la realización del tema, así como enriquecer con sus apuntes la revisión del trabajo y sus aportaciones para el mejoramiento de esta investigación.

Lima, 17 de octubre del 2022.

Índice

- 1 INTRODUCCIÓN
 - 1.1 ESTRELLAS VARIABLES Y GRANDES PROYECTOS DE CARTOGRAFIADO
 - 1.2 ESTRELLAS VARIABLES
 - 1.2.1 BINARIAS ECLIPSANTES
 - 1.2.2 CEFEIDAS
 - 1.2.3 RR LYRAES
 - 1.2.4 δ SCUTI
 - 1.3 EL DISCO GALACTICO
 - 1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

- 2 OBTENCION Y ANALISIS DE DATOS
 - 2.1 INSTRUMENTOS
 - 2.1.1 TELESCOPIO
 - 2.1.2 DECam
 - 2.2 CALIBRACIÓN FOTOMETRICA

- 3 BUSQUEDAS DE VARIABLES
 - 3.1 DETECCIÓN DE VARIABILIDADES
 - 3.2 SELECCIÓN DE CANDIDATAS
 - 3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS

- 4 RESULTADOS
 - 4.1 CLASIFICACIÓN
 - 4.2 COMPARACIÓN CON LA LITERATURA

- 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 5.1 CONCLUSIONES
 - 5.2 TRABAJOS FUTUROS

- 6 BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GRANDES PROYECTOS DE CARTOGRAFIADO DE ESTRELLAS VARIABLES

Como resultado del exponencial desarrollo de las capacidades de registro de los nuevos instrumentos astronómicos, estén estos ubicados en el espacio, así como distribuidos en la superficie de la Tierra, se realizan cada vez más catálogos de estrellas conteniendo mayor volumen de objetos y de datos medidos. Entre los principales parámetros presentados en estos cartografiados, además de la precisión en las medidas de posición (astrometría), de movimiento propio a través de astrometría, y radial, a través de espectroscopia y flujo con la fotometría, recibidos de cada estrella, destacan aquellos cartografiados que, con medidas repetidas en un intervalo de tiempo, permiten evaluar las variaciones temporales de las propiedades de las estrellas estudiadas.

En una perspectiva histórica, tendríamos que empezar en la antigüedad con Hiparco de Nicea, el padre de la astrometría quien midió y registró visualmente las estrellas componiendo un catálogo con la posición y brillo de cada una de las estrellas visuales de la bóveda celeste. En la era moderna una misión espacial con su acrónimo (High Precision PARallax COLlecting Satellite) compuso en su momento uno de los más importantes cartografiados, midiendo la paralaje de unas 120,000 estrellas brillantes en la vecindad solar. La precisión sin precedentes de la misión permitió tener data sobre las distancias, movimiento propio y posición muy exactas de las estrellas, debido a que el satélite pudo medir en promedio 100 veces cada estrella durante el periodo de 3.3 años tiempo que duró la misión. La misión HIPPARCOS condujo al descubrimiento de miles de nuevas estrellas periódicamente variables y otros miles de variables sin una periodicidad claramente dominante. Estas estrellas se encuentran incluidas en el “Catálogo de Variables Periódicas” y el “Catálogo de Variables No Resueltas”. Entre las estrellas No resueltas contienen estrellas que son claramente variables, pero para las cuales no se pudo determinar una periodicidad obvia de los datos por diferentes tipos de razones (tendencias a largo plazo,

períodos descubiertos muy largos, variabilidad de amplitud demasiado baja y otros.). Los estudios de estrellas variables desde el espacio prosiguieron los últimos 20 años con las misiones CoRoT y Kepler, así como el de Gaia actualmente en operaciones, es así que un enorme número de nuevas estrellas variables están siendo descubiertas, para ello el gigantesco número de estrellas que están siendo seguidas requerirá herramientas de clasificación de variabilidad completamente automatizadas basadas en la metodología de inteligencia artificial.

También tenemos exitosos cartografiados realizados desde tierra, los estudios de todo el cielo diseñados específicamente para encontrar estrellas variables se han llevado a cabo con cámaras de campo amplio. El 2 Micron All Sky Survey (2MASS) es un catálogo de más de 100 000 000 de objetos individuales. Su monitoreo se realizó en tres bandas de onda, J (1.25 μm), H (1.65 μm) y K (2.2 μm). Las estrellas del catálogo 2MASS fueron seleccionadas principalmente para apoyar los estudios de la estructura a gran escala de la Vía Láctea y el Universo Local. El Sloan Digital Sky Survey (SDSS) es un cartografiado con imágenes que cubren una cuarta parte de la esfera celeste, recopila espectros de cientos de miles de objetos celestes en 5 pasos de banda (u, g, r, i y z). El SDSS resulta ser un mapeo muy importante para objetos tenues pero compactos que no fueron identificados en estudios anteriores con magnitudes mayores como son las variables cataclísmicas, enanas frías, enanas blancas, binarias espectroscópicas y todo tipo de pulsantes en diversas categorías. De más relevancia para las estrellas variables, varios proyectos de cartografiado han destacado en los últimos años: QUEST (Vivas et al. 2004), CATALINA (Drake et al. 2013), ASAS-SN (Shapee et al. 2014), OGLE (Soszynski et al. 2014), PanSTARRS (Chambers et al. 2016), ZTF (Bellm et al. 2019), y por supuesto Gaia.

El catálogo DECaPS2 es para este trabajo de relevancia debido a que fue realizado con los mismos equipos utilizados. Este catálogo cuyas profundidades efectivas típicas de exposición única, incluidos los efectos de hacinamiento y otras complicaciones, son de 23,5, 22,6, 22,1, 21,6 y 20,8 mag. en las bandas g, r, i, z e Y, respectivamente, con alrededor de 1 segundo de arco de visión. La cartografía contiene 3,32 mil millones de objetos construidos a partir de 34 mil millones de detecciones en 21,400 exposiciones, totalizando 260 horas de tiempo de medidas con la Cámara de Energía Oscura (DECAM) en Cerro Tololo.

1.2 ESTRELLAS VARIABLES

Las estrellas variables son estrellas cuya luminosidad cambia con el tiempo, considerando que la mayoría de las estrellas son bastantes estables por lo que no presentan importantes variaciones medibles. Las estrellas variables las podemos clasificar en intrínsecas y extrínsecas, siendo las variables intrínsecas las que deben su variabilidad de luminosidad a cambios en su estructura. Las tablas generadas son una combinación de los datos de Aerts et al. (2010) y AAVSO (2020).

Estrellas pulsantes

Tipo	Periodo en días	VAR de magnitud	Comentarios
Cefeidas	1 a 70		Estrecha relación entre Periodo y Luminosidad
BL Hérculis	1 a 5		Subtipo cefeida Población II
W Virginis	5 a 20		Subtipo cefeida Población II
RV Tauri	20 a 150		Subtipo cefeida Población II
Mira	80 a 1000	2,5 a 11	Variables de largo periodo
RR Lyrae	0,05 a 1,2	0,3 a 2	Estrellas de Población II
α Cygni	5 a 10	< 0,1	Pulsaciones no radiales
δ Scuti	0,25 a 5 hr	0,003 a 0,9	Estrellas de Población I
β Cefei	3,5 a 6 hr.	0,1 a 0,3	
Semi regular	20 a 2000	Variable	Gigantes o supergigantes cuyas variaciones de Luminosidad sin ser erráticas son pocos predecibles

Variables por rotación

Tipo	Periodo en días	VAR de magnitud	Comentarios
α 2 Canum Venaticorum	0,5 a 160	0,01 a 0,1	Estrellas con fuerte campo magnético
BY Draconis	1 hr a 120 d		A veces eruptivas
Elipsoidal		< 0,2	Estrellas binarias cercanas que están distorsionadas
FK Comae Berenices	Algunos días	0,01 a 0,1	Estrellas gigantes que giran rápidamente
SX Arietis		0,1	Estrellas calientes con fuerte campo magnético y desequilibrio de He

Variables eruptivas o irregulares

Tipo	Comentarios
FU Orionis	Eyecciones de materia, variaciones graduales de varias magnitudes durante varios meses
γ Cassiopeiae	Rotación rápida, eyecciones de anillos o carcasas de material.
γ Orionis	
R Coronae Borealis	Supergigantes, disminución de la luminosidad provocada por la eyección de material carbonoso
RS Canum Venaticorum	
S Doradus	Supergigantes azules muy brillantes
T Tauri	Estrellas muy jóvenes, casi en formación
UV Ceti	Estrellas naranjas o amarillas, variaciones de varias magnitudes en unos pocos segundos
Wolf-Rayet	Estrellas calientes y masivas en una etapa avanzada de evolución
YY Orionis	

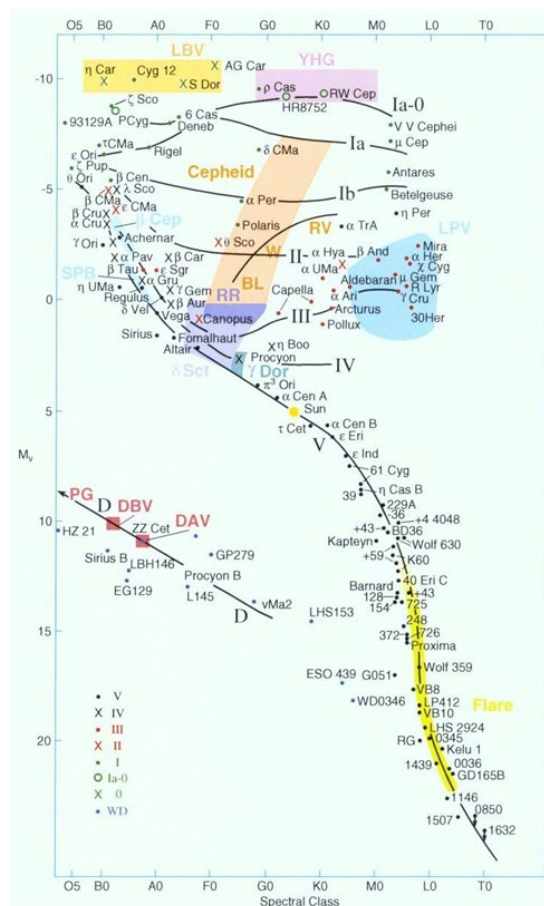


Fig. 01 Diagrama HR y estrellas variables extraído de “The Cambridge Encyclopedia of Stars”, J. B. Kaler, Cambridge University Press, 2006. Copyright © Cambridge University Press. <http://stars.astro.illinois.edu/sow/hrd.html>

Variables extrínsecas

La variación de luminosidad en las estrellas extrínsecas, observada desde la Tierra, se debe a una causa externa a la estrella y no a una modificación de sus propiedades.

Variables binarias por eclipses

Tipo	Comentarios
Algol	Estrellas esféricas
β Lyrae	Estrellas cercanas deformadas por fuerza de marea
W Ursae Majoris	Estrellas casi en contacto

Variables eruptivas

Una estrella variable eruptiva puede cambiar su luminosidad abruptamente, generalmente en varias magnitudes, siguiendo fenómenos físicos extremadamente violentos producidos por un sistema binario que comprende de una enana blanca primaria y una secundaria que le transfiere su masa. Tienen un período orbital típicamente entre 80 minutos y 12 horas, aunque existe una brecha estadística entre 2 y 3 horas en la distribución de los períodos observados. Estas variables suelen ser objetos bastante azules, la variabilidad de estos sistemas suele ser bastante rápida y fuerte acompañados de fuertes emisiones ultravioleta e incluso de rayos X y las líneas de emisión particulares como propiedades típicas.

1.2.1 BINARIAS ECLIPSANTES

Las estrellas binarias son muy comunes en el Universo: pares de estrellas que se encuentran en órbita alrededor del centro de masa común. Los estudios de observación revelan que más del 80% de todas las estrellas son binarias o incluso múltiples. La observación de binarias eclipsantes solo se da cuando la órbita de un sistema binario está orientada exactamente "de canto" cuando se ve desde la Tierra.

Las típicas curvas de luz de las binarias eclipsantes se caracterizan por períodos de brillo casi constante, intercalados con caídas periódicas de intensidad reproduciendo un eclipse secundario y primario. Si un miembro del par de estrellas es más grande que el otro, uno será oscurecido por un eclipse total mientras que el otro será oscurecido por un eclipse tipo anular.

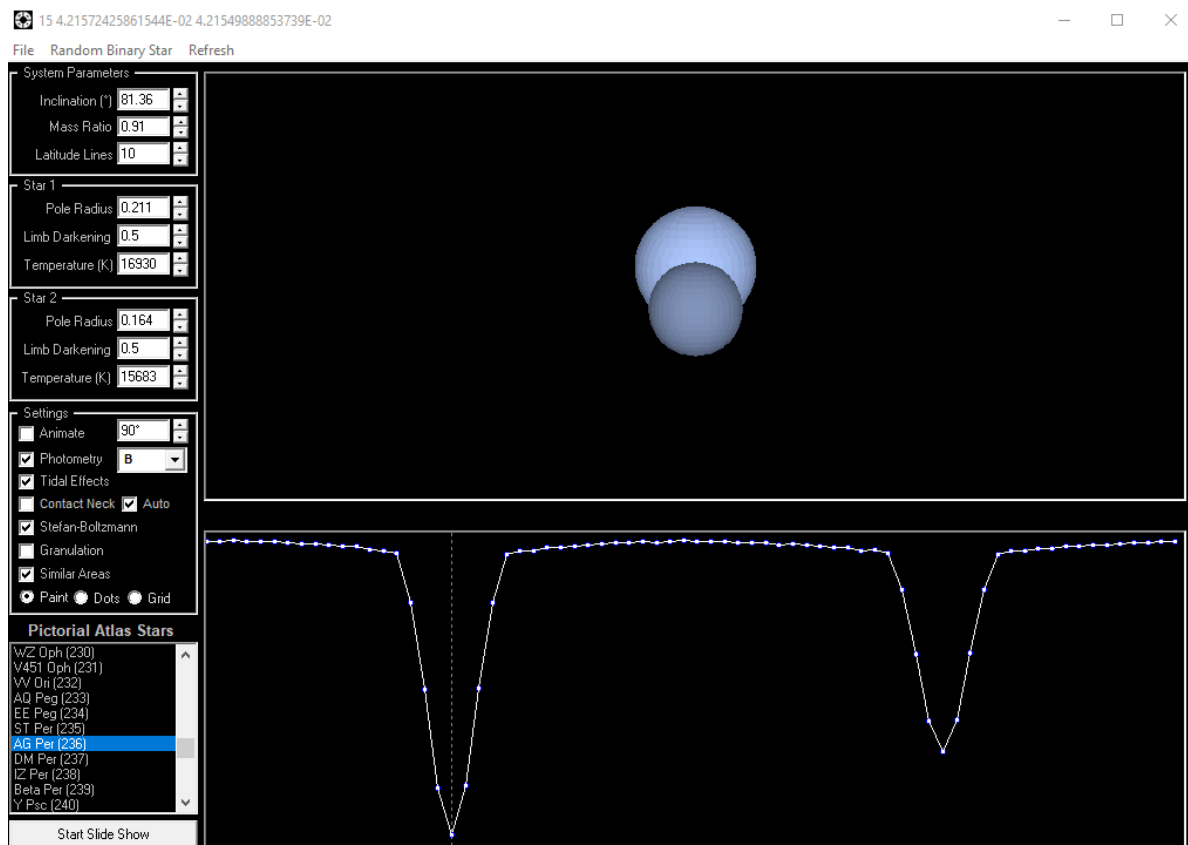


Fig. 02 generación de una curva típica de una binaria eclipsante con sus dos mínimos característicos. En este caso simulación del sistema binario AG Perseus generado por el software Star Light Pro

El mínimo de brillo (mínimo principal) ocurre cuando la estrella más brillante está parcialmente oscurecida por la más débil (mínimo secundario). El mínimo secundario, que puede no ser muy visible en algunos casos, se produce cuando la estrella más brillante oscurece a la débil.

La mayoría de las binarias eclipsantes tienen períodos entre $\sim 0,2$ días y ~ 10 días. Sin embargo, esto no significa que no se pueda encontrar períodos más cortos o más largos. Las binarias eclipsantes se clasifican generalmente en tres tipos, siendo cada una de estas familias, como suele ser el caso en astronomía, el nombre de una estrella representativa.

Algol (EA): este tipo es el más común, se han catalogado miles de ellas, siendo el modelo Algol (β Persei). Los mínimos son bastante claros y bien recortados, pudiendo el mínimo secundario tener una intensidad alta o por el contrario ser casi indetectable, dependiendo de la luminosidad del cuerpo secundario o del espacio entre la línea de visión del observador y el plano del sistema. revolución.

β Lyrae (EB): El modelo de este tipo es Sheliak (β Lyrae), solo hay unos pocos cientos. La curva de luz de estas parejas es mucho más redondeada que la de los de tipo Algol (EA). De hecho, otro fenómeno se superpone a la variación de la luminosidad debida a los eclipses. Las dos estrellas están deformadas debido a la atracción gravitacional que ejercen entre sí, lo que les da una forma muy alargada, visible alternativamente de frente y de lado. Dado que la superficie visible es mayor cuando se ve de perfil, su magnitud aparente aumenta ligeramente. Estas estrellas son a menudo binarias adosadas.

Ursae Majoris (EW): (ω Ursae Majoris), familia que incluye parejas de estrellas enanas, generalmente bastante antiguas (enanas blancas), y que son de tamaño comparable entre ellas. Como resultado, los mínimos principal y secundario son casi de la misma intensidad. En cuanto a las β Lyrae, estas estrellas están en contacto, es decir que hay un intercambio de materia entre las dos estrellas, pero al estar las estrellas más juntas, sus curvas de luz son aún más "redondeadas". Al estar las dos estrellas muy cerca, los períodos de las binarias de esta familia suelen ser muy cortos, normalmente menos de un día.

1.2.2 CEFÉIDAS

Las estrellas cefeidas son estrellas pulsantes con una luminosidad que varía periódicamente a lo largo del tiempo. Deben su nombre a la estrella δ de la constelación de Cefeo. Las estrellas cefeidas se encuentran en fase de combustión central de helio. Cuando una estrella entra en la fase de inestabilidad, sus capas externas están sujetas a movimientos radiales que se evidencian con variaciones de luminosidad periódicas. La causa de las expansiones y contracciones de las capas más exteriores de las estrellas ha sido identificada en varios trabajos teóricos a lo largo del siglo XX (e.g. Cox 1980, Theory of Stellar Pulsation), y se pueden explicar con el llamado mecanismo K, que invoca el intercambio de energía en las zonas de parcial ionización en el interior de las estrellas. Una compresión conduce a la ionización del gas, en particular el helio presente cerca de la superficie. El helio ionizado es muy opaco a la radiación funcionando como un obstáculo que empuja la envoltura exterior por la presión de radiación generando que esta se infle y aumente la superficie emisora. Cuando esto sucede la luminosidad de la estrella aumenta y al relajarse, la envoltura vuelve a enfriarse y los iones de Helio se recombinan con los electrones volviéndose nuevamente la atmosfera estelar permeable a los fotones, de manera que esta se contrae decreciendo a su vez su luminosidad. El tiempo de vida de una cefeida en este estado de oscilación es del orden de un millón de años. La mayoría de las estrellas entre 3 y 15 M_{\odot} pasan por esta fase. Las estrellas más masivas tienen periodos más largos, teniendo un radio mayor, les lleva más tiempo dilatarse. Su brillo intrínseco varía entre $-2 > M_V > -6$, y su relación periodo-luminosidad les hace candidatas ideales para ser indicadores de distancia a escalas galácticas.

Por ello estas estrellas variables son especialmente interesantes estudiarlas y medirlas ya que con ellas podemos realizar una calibración absoluta de su relación periodo – luminosidad. Esta útil y famosa relación fue propuesta por Leavitt, H. (1912) se expresa como $\langle M \rangle = a \log P + b$. Donde M es la magnitud absoluta y P el periodo. Los valores de esta relación admitidos tienen como coeficiente en las bandas (B, V, I) son:

$$\langle M_B \rangle = - 2.43 \log P - 1.07$$

$$\langle M_V \rangle = - 2.76 \log P - 1.40$$

$$\langle M_I \rangle = - 3.06 \log P - 1.81$$

1.2.3 RR LYRAES

Son estrellas de tipo espectral A-F y se sitúan en la zona de inestabilidad de la rama horizontal (HB) del diagrama HR. Tienen amplitudes de variación entre 0.2 y 2 magnitudes en V y periodos desde pocas horas hasta un día. Son estrellas viejas, y se consideran el mejor trazador de los componentes más viejos de la galaxia como los cúmulos globulares o el bulbo. Además, son excelentes indicadores de distancias y buenas herramientas para investigar la formación y evolución de áreas de formación de estrellas (e.g. Marconi et al. 2015).

Se clasifican de la siguiente manera:

RRab - Son RR Lyrae con curvas de luz asimétricas, con una subida brusca (duración del 10 % del ciclo de pulsación) y una caída más suave. Sus periodos típicos son de 0.3 a 1.2 días y sus amplitudes están entre 0.5 y 2 magnitudes en V. Pulsan en el modo fundamental.

RRc - Son RR Lyrae con curvas de luz algo simétricas, en ocasiones sinusoidales, con periodos entre 0.2 y 0.5 días y amplitudes máximas de 0.8 magnitudes en V. Pulsan en el primer armónico.

RRd – Se caracterizan por pulsar simultáneamente en el modo fundamental (P0) y el primer armónico (P1). Tienen la característica de que la ratio de los periodos P1/P0 se aproxima a 0.75.

1.2.4 δ SCUTI

Son consideradas como cefeidas enanas, que muestran variaciones en su luminosidad debidas a pulsaciones radiales y no-radiales de su superficie. Las fluctuaciones típicas de brillo son de 0,003 a 0,9 magnitudes en la banda V en períodos de unas pocas horas, aunque la amplitud y el período de las fluctuaciones pueden variar mucho. Se pueden considerar cefeidas de baja masa, pero a diferencia de estas tienen múltiples períodos de pulsación superpuestos, lo que da como resultado una curva de luz compleja.

1.3 EL DISCO GALACTICO

La Vía Láctea es una típica galaxia a espiral. El disco galáctico es una de las tres componentes principales, junto al bulbo central (Bulge), y el halo que, aunque tenga una masa muy pequeña, contiene información fundamental sobre la historia evolutiva de la Galaxia. Una de las grandes preguntas acerca de la formación de la Vía Láctea aun sin responder es: ¿cómo y cuándo se formó el disco? Para ello, el estudio de sus poblaciones estelares es fundamental para entender los mecanismos que lo han formado y han actuado en su evolución.

La mayoría de las estrellas y el polvo de la Vía Láctea se encuentran en el disco galáctico, las grandes densidades de columna de polvo y gas a lo largo de la línea de visión provocan una extinción significativa, lo que limita severamente la distancia máxima de estrellas detectables en longitudes de onda ópticas dificultando el estudio para comprender la composición y la estructura tridimensional del disco, lo que requiere análisis para modelar simultáneamente muchas fuentes a fin de medir de manera óptima las posiciones y los flujos estelares.

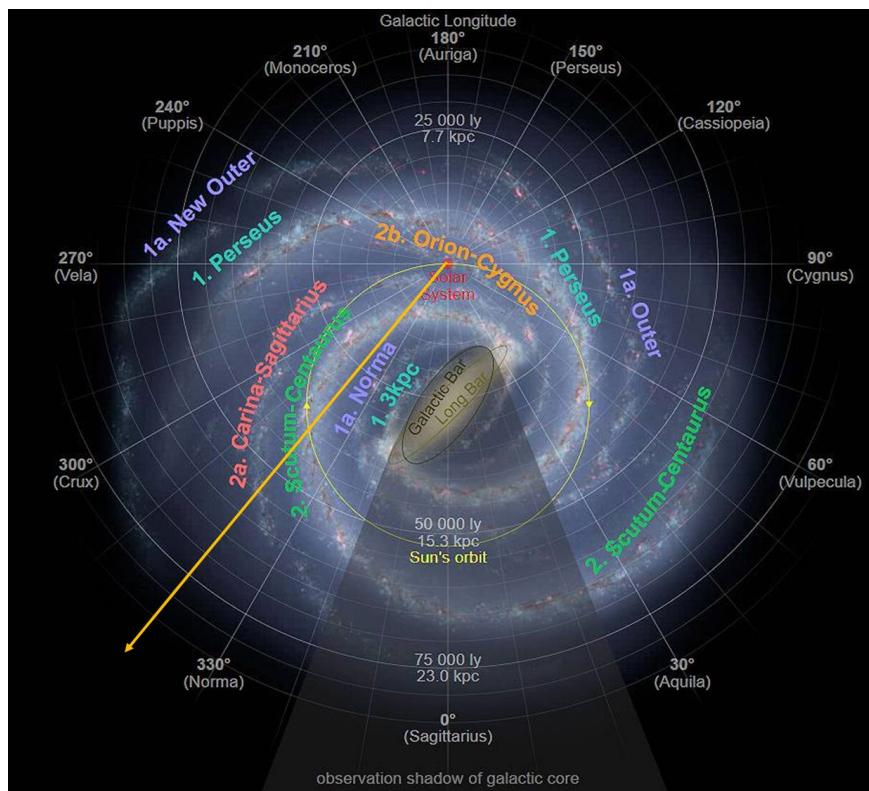


Figura 03 Vista de planta de la Vía Láctea y características morfológicas en línea de visión del área estudiada.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este TFM se propone estudiar los datos fotométricos de un campo en el disco galáctico, obtenidos con la cámara de gran campo DECam instalada en el telescopio Blanco, en el observatorio de Cerro Tololo - Chile. En particular, se analizaron series temporales en los filtros r y $H\alpha$, con 73 medidas en cada filtro obtenidas en dos noches consecutivas. Los objetivos de analizar estos datos son:

1) El primer objetivo de la investigación es el de detectar y caracterizar tanto cuantitativamente como cualitativamente los diferentes tipos de estrellas variables en la porción del disco observado. Esto permitirá entender y estudiar las diferentes componentes estelares de la galaxia en las cercanías del plano galáctico. De especial interés para las investigaciones son:

1.1) Las estrellas tipo RR Lyrae, por trazar la población vieja del disco y porque se puede usar para determinaciones de distancia, reddening y metalicidad;

1.2) Las cefeidas clásicas, por trazar las poblaciones más jóvenes del disco (< 300 Myr) y su utilización como candelas estándar;

1.3) El hecho de tener datos en r y $H\alpha$ permitirá buscar objetos con exceso de emisión en $H\alpha$. Estos podrían ser objetos con disco o polvo, responsable de dicha emisión.

1.4) sistemas binarios.

2) Estos datos, debidos al número, a la densidad de fuentes y a la profundidad de la fotometría, son ideales para testear diferentes métodos de análisis y comparar con resultados obtenidos en otros estudios y catálogos publicados. Este trabajo es fundamental para contribuir a preparar la metodología de análisis de programas de observación de censo extenso y masivo del cielo como el del LSST (Legacy Survey of Space and Time) del observatorio Vera Rubin, que se están definiendo ahora y probablemente utilicen inteligencia artificial.

2. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

2.1 INSTRUMENTOS

Los datos procesados han sido obtenidos por el telescopio Blanco ubicado en el Observatorio Interamericano del Cerro Tololo, en Chile (I.P. Jorge Casares). El instrumento utilizado en el telescopio fue la Cámara de Energía Oscura (DECam). Las observaciones se iniciaron el 2019-05-12 a 00:05:28 UTC, tomando registros durante 2 noches consecutivas en las cuales se generaron 73 tomas en el filtro r de 200 s, 73 tomas en filtro H α de 600 s (más 4 que se descartaron por ser muy cortas) y 5 tomas en filtro i con una exposición también de 200 s. La cámara fue centrada en las coordenadas AR 15°28'15.06" y DEC -61° 57'46"

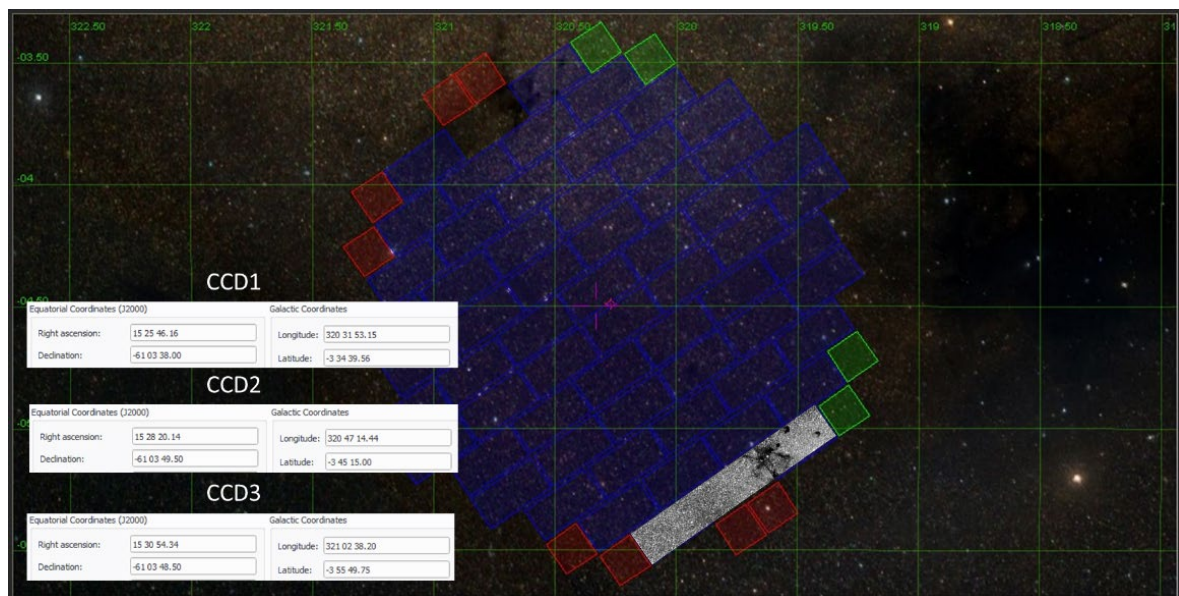


Figura 04 Ubicación con coordenadas del sector del cielo registrado durante las noches del 12 al 13 de mayo del 2019, maqueta de la cámara DECam y fotografías del área de las CCDs analizadas.

2.2 REDUCCIÓN Y CALIBRACIÓN FOTOMÉTRICA

Los catálogos fotométricos fueron proporcionados por el director de este TFM. La reducción de datos se hizo utilizando el programa DAOPHOT/ALLFRAME (Stetson 1987, 1994), usando el procedimiento standard para campos poblados (Monelli et al. 2010). La calibración fotométrica se realizó utilizando estrellas estándares del catálogo DECaPS. Para ello descargamos de http://decaps.skymaps.info/release/data/files/DR2_REDUX/DATABASE/dbfits los sectores del catálogo que coincidan con el área utilizado en la calibración (en nuestro caso la CCD1 de DECam). Siendo el área estimada, obtenemos el archivo fits `decam_flux_l320.5bm3.5.fits`. En concreto, utilizamos las columnas de flujos en los filtros de nuestros datos en *r e i*

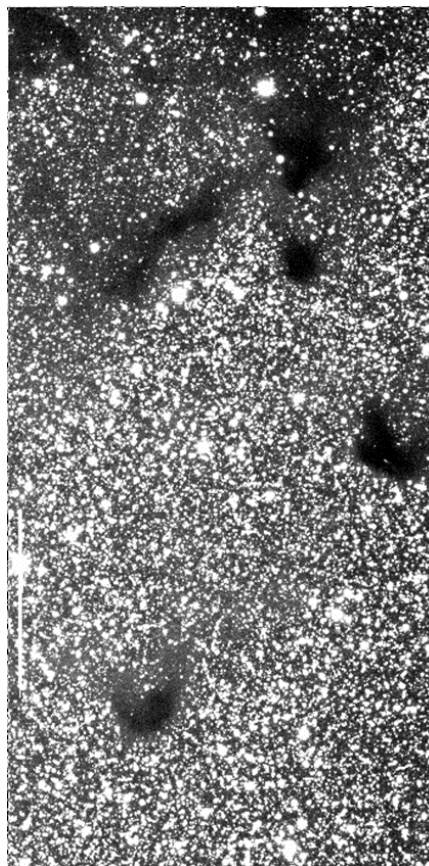


Fig. 06 Ejemplo de imagen en el filtro *r* (CCD1). Se notan muchas estructuras asociadas a la presencia de polvo y gas en la línea de visión, así como la notable densidad de fuentes puntuales.

Los flujos del catálogo DECaPS se reportan en "maggies" (Mgy) que equivalen a 3631 Jy y es una unidad conveniente para que las magnitudes AB de las estrellas estén dadas por $-2.5\log_{10}\text{flux}$.

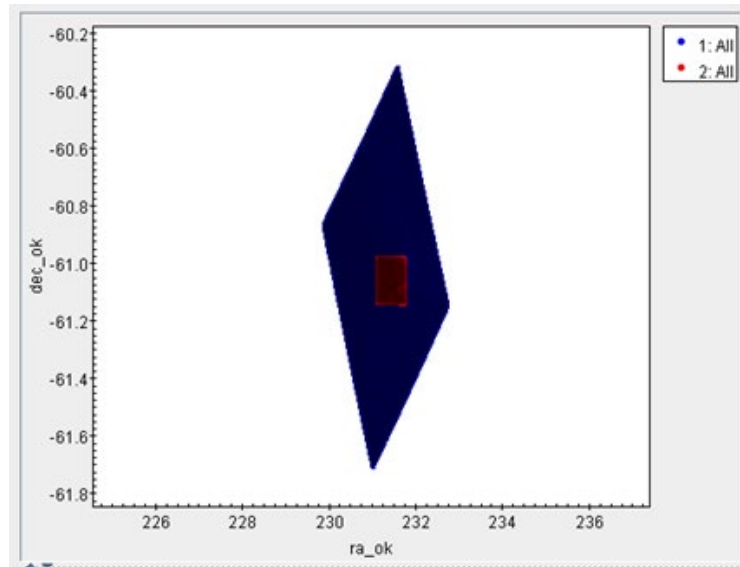


Fig. 07 En azul región del catálogo DECaPS en rojo área de la CCD1 de DECam del área estudiada.

Utilizando TopCat, hemos comprobado la astrometría de las estrellas detectadas, y hemos procedido a realizar el match entre nuestras estrellas detectadas y el catálogo DECaPS encontrando del orden de 43,000 estrellas.

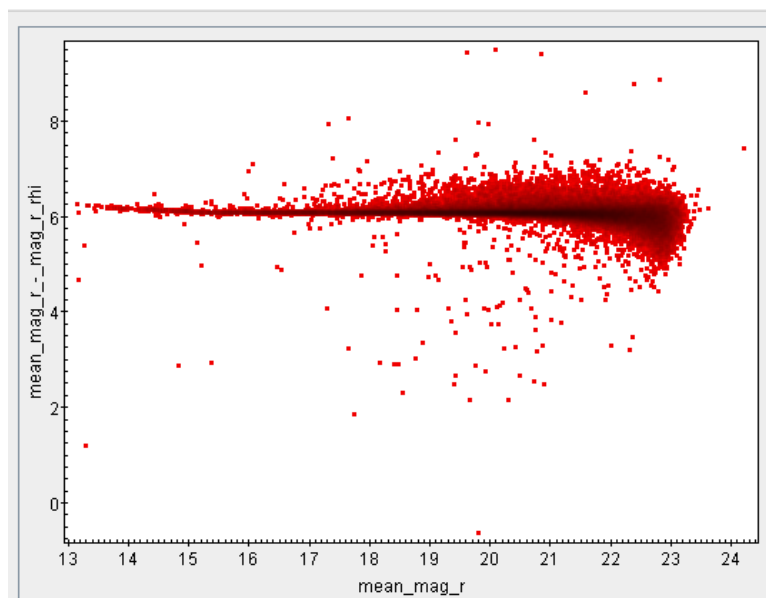


Fig. 08 Tabla magnitudes Delta r vs r de las estrellas del match cuya fotometría es conocida por el catalogo DECaPS

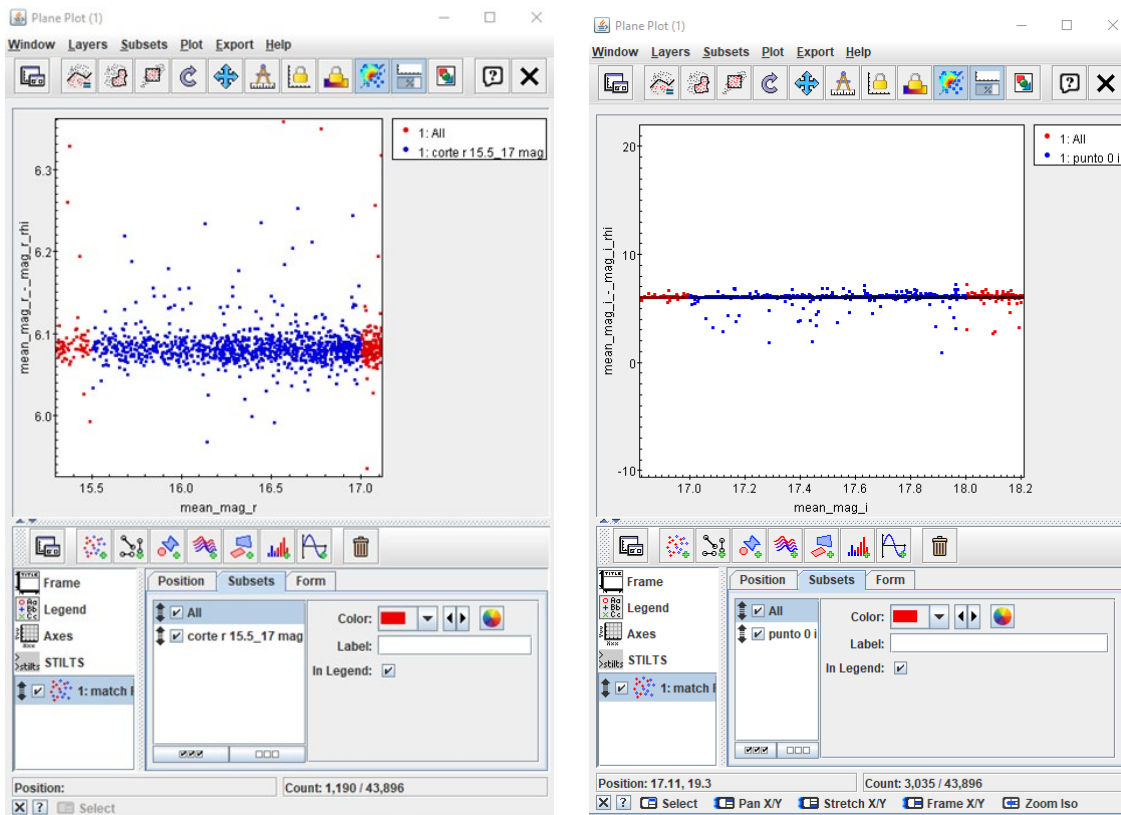


Fig. 09 Detalles de la captura de la selección de estrellas en el rango $15.5 < r < 17$ mag y $17 < i < 18$ mag

Para la determinación del punto CERO en r en i , consideramos solo las estrellas más brillantes, evitando la región cerca de la saturación. Utilizando las estrellas en el rango $15.5 < r < 17$ mag y $17 < i < 18$ mag derivamos los puntos cero siguientes:

$$\begin{aligned}
 ZP(r) &= 6.083 \text{ mag.} \\
 ZP(i) &= 6.017 \text{ mag.}
 \end{aligned}$$

Utilizando la media o la mediana para hacer la estadística el valor determinado varia de menos de 0.002 mag. También se comprobó que el termino de color es despreciable. Al no tener estrellas standard en el filtro $H\alpha$, se ha aplicado un punto cero arbitrario. Nótese que esto no afecta al análisis posterior de las curvas de luz.

3. BUSQUEDAS DE VARIABLES

3.1 DETECCIÓN DE VARIABILIDAD

Las técnicas que se han utilizado, están basadas en gran parte por el método desarrollado por Welch & Stetson (1993) cuyo fin es la identificación de estrellas variables en listas de fotometría multi época o de series temporales. Esta se realiza con dos o más pasos de banda (en nuestro caso en los pasos de bandas r y H α instrumentales) o por pares en un solo paso de banda y tiene como estrategia una búsqueda que emplea la correlación en el cambio de brillo entre imágenes emparejadas, lo que permite extraer información sobre la variabilidad en presencia de ruido fotométrico aleatorio.

Este método de detección es más robusto que otras técnicas de búsqueda ya que radica en el hecho de aprovechar la coherencia temporal de la curva de luz de una estrella variable en diferentes bandas, y que los errores fotométricos en dos listas de fotometría diferentes no deberían estar correlacionados. La fracción más grande del cambio de flujo de una variable pulsante se debe al cambio en el brillo de la superficie (temperatura efectiva) y, por lo tanto, el cambio en magnitud y color entre dos épocas está correlacionado. Mediante el uso de estadísticas simples, principalmente con coeficientes de correlación, podemos formar un índice de variabilidad que se puede aplicar a un número arbitrario de pares de pasos de banda para identificar automáticamente posibles estrellas variables. Este índice de variabilidad es eficaz siempre que tengamos datos obtenidos en muchas épocas y que la diferencia de tiempo entre las observaciones en cada par de imágenes, en una época determinada, sea pequeña en comparación con el período de variación. Esta técnica es sensible, eficiente ya que utiliza todos los datos a la vez (en lugar de por pares), cuantitativa, objetiva, reproducible y comprobable, no requiere entonces observaciones individuales que coincidan en orientación, exposición o incluso de observaciones realizadas con diferentes telescopios de las estrellas variables.

3.2 SELECCIÓN DE CANDIDATAS

La herramienta principal que usaremos para la selección de candidatos a estrellas variables es un método estadístico basado en el índice de Stetson, Welch-Stetson (WS, 1993). El índice (I) de WS caracteriza el grado de correlación entre n medidas casi simultáneas obtenidas con dos filtros al menos y está definido por la siguiente expresión:

$$I = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}} \sum_{i=1}^n \left(\frac{b_i - \bar{b}}{\sigma_{b_i}} \right) \left(\frac{v_i - \bar{v}}{\sigma_{v_i}} \right)$$

donde b_i y v_i son las magnitudes medidas, σ_{b_i} y σ_{v_i} son los errores estimados, \bar{b} y \bar{v} la magnitud media en los respectivos filtros. Si las observaciones tienen pares de medidas cercanas en el tiempo (con respecto al periodo a determinarse) dentro de la serie temporal se puede aplicar el índice I en una única banda dividiendo las medidas en pares de medidas que simulen observaciones en dos filtros. El índice I de WS está diseñado para detectar variabilidad con escalas de tiempo mucho mayores que la diferencia temporal típica entre dos medidas.

Para ello se seleccionó en base a criterios de tener por lo menos 50 puntos de medida en cada uno de los filtros escogidos (filtros SLOAN r y H α) e inspeccionado la tendencia del índice WS en función de la magnitud, como mostrado en Figura 10. Esta muestra que la mayoría de las fuentes tiene índice próximo a cero, sugiriendo baja probabilidad de mostrar variabilidad. Los símbolos rojos marcan las candidatas seleccionadas (como ejemplo, para la CCD1). Los objetos con índice grande no seleccionados, que se notan como puntos blancos, se han descartado por no cumplir el criterio de tener 50 medidas en ambos filtros.

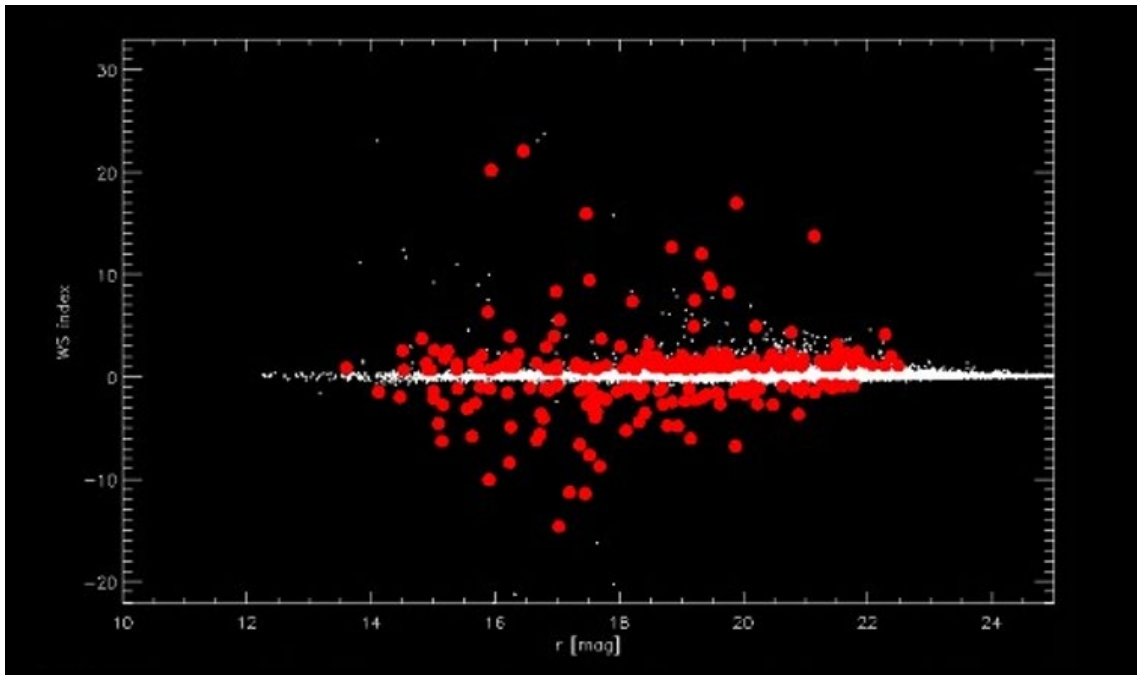


Fig. 10 ploteo de estrellas identificadas (en rojo) como variables en el CCD1 con el filtro r mediante el Índice WS

La búsqueda de variabilidad se hacía directamente a través del análisis de posibles periodicidades, usando el programa de análisis de curvas de luz (EXPERIMENT). Este software requiere examinar interactivamente, a través de una interfaz gráfica, los periodogramas de cada una de las estrellas. Este método requiere mucho trabajo y experiencia del que analiza las gráficas. De esta manera vamos descartando las candidatas propuestas por los cálculos de los índices y de la estadística.

3.3 DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS.

Para la determinación de los periodos de las candidatas a variables hemos utilizado una rutina denominada EXPERIMENT que se encuentra en la biblioteca de análisis y visualización preconstruida albergado en un software llamado IDL (Interactive Data Language). El IDL es una herramienta que utiliza un lenguaje de programación científico muy confiable que se usa para crear visualizaciones significativas a partir de datos numéricos complejos dentro de un entorno informático integral que obtiene información de datos de manera efectiva. EXPERIMENT es una rutina que genera en base de valores proporcionado a través de una tabla los resultados numéricos, la gráfica de las series temporales de los datos, genera en base mediante transformadas de Fourier el gráfico de frecuencias, diagrama de fases en paralelo de los diferentes filtros utilizados.

En virtud de que el IDL es un lenguaje tipado dinámicamente, lo que significa que se puede cambiar variables y valores en tiempo de ejecución en lugar de crear nuevas variables y valores, volver a compilar y luego volver a ejecutar el código, como se requiere con un lenguaje estático, hace de EXPERIMENT un excelente instrumento para cuantificar los valores de las tablas, así como revisar cualitativamente la tabla de datos.

Este método requiere mucho trabajo y experiencia del especialista que analiza las gráficas. De esta manera vamos descartando las candidatas propuestas por los cálculos de los índices y de la estadística.

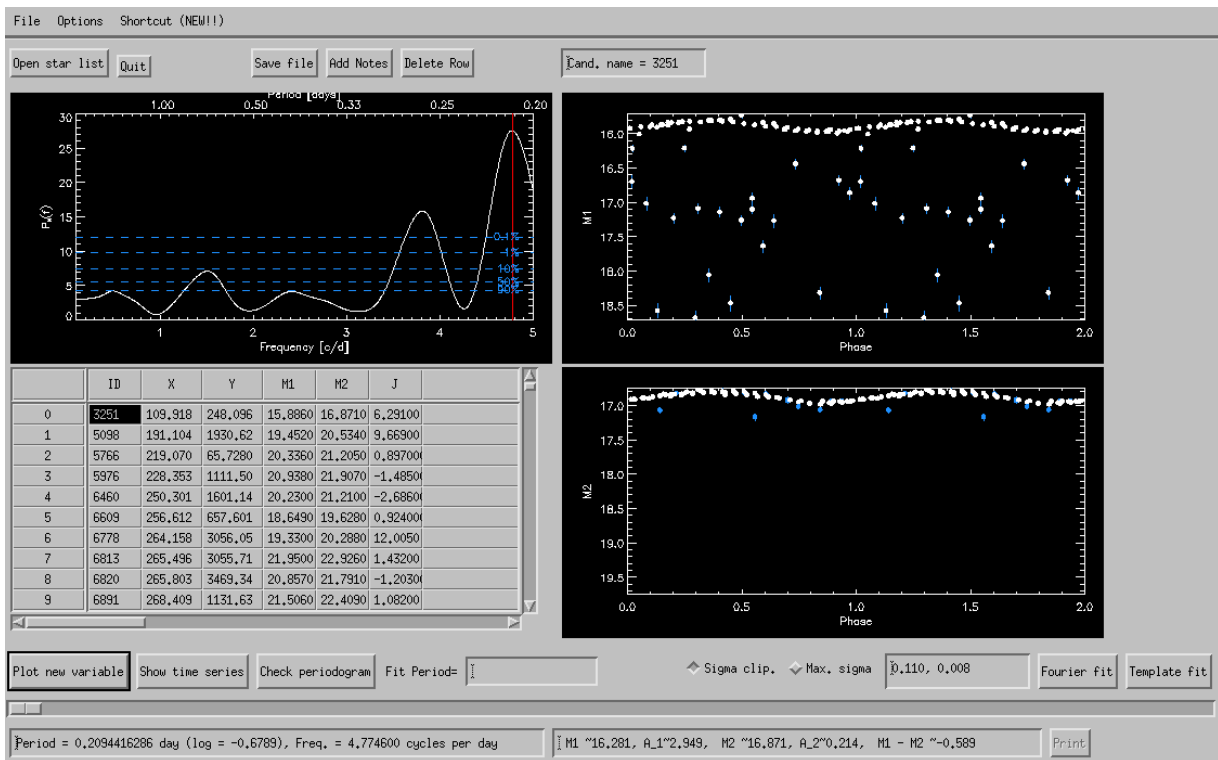


Fig. 11 Ejemplo: captura de pantalla del programa EXPERIMENT en entorno IDL

Adicionalmente la herramienta EXPERIMENT permite visualizar en una ventana adicional en la imagen cualquier objeto predeterminado como candidata a variable generando su perfil FWHM y sus curvas fotométricas, informaciones de sumo interés.

Con EXPERIMENT podemos visualizar el periodograma, la serie temporal observada y curva de luz construida en función de la fase de cada estrella. Se trata de un programa específico para determinar los parámetros relacionados con el pulso de estrellas variables y realiza una serie de funciones de gran utilidad: representa la señal de la estrella en función del tiempo en días julianos (JD), la posición de la estrella en el CMD y en la imagen, así como el perfil radial de la misma. Con esto se puede apreciar si el objeto que se está analizando es una estrella genuina, y en ese caso, si su variabilidad podría ser espuria (debido, por ejemplo, a la presencia de vecinos muy brillantes, estrellas saturadas, etc). Por otra parte, la interfaz muestra una tabla con las coordenadas de la estrella en la imagen, magnitudes r y H α e índice de Stetson J. Por último, EXPERIMENT proporciona un periodograma con las frecuencias y periodos de variabilidad más probables y genera una curva de luz en cada filtro para cada frecuencia seleccionada.

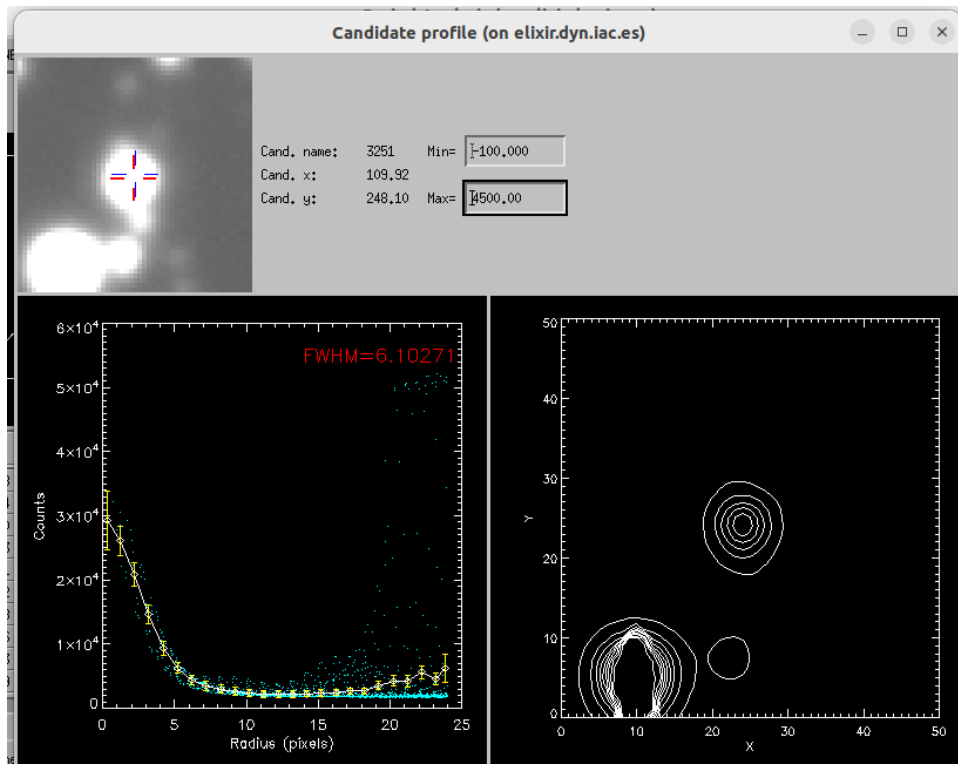


Fig12 captura de pantalla de ventana flotante de EXPERIMENT con datos fotométricos de candidata de variable.

Cuando se cargan los datos de una estrella, EXPERIMENT automáticamente proporciona el valor del pico en el periodograma, y muestra en plot en fase de la curva de luz en los dos filtros con el periodo correspondiente. La inspección visual determina si el periodo es adecuado o no, y el programa permite ajustes manuales. Además, una vez fijado el periodo, EXPERIMENT dispone de una rutina de ajuste de la curva de luz con diferentes modelos (RRab, sinusoidal, Algol, RR c, etc.) que permite estimar la magnitud media y la amplitud.

La Figura 13 muestra en azul las variables confirmadas después del análisis de las candidatas. Nótese que solo una fracción (~30%) de las candidatas se confirman.

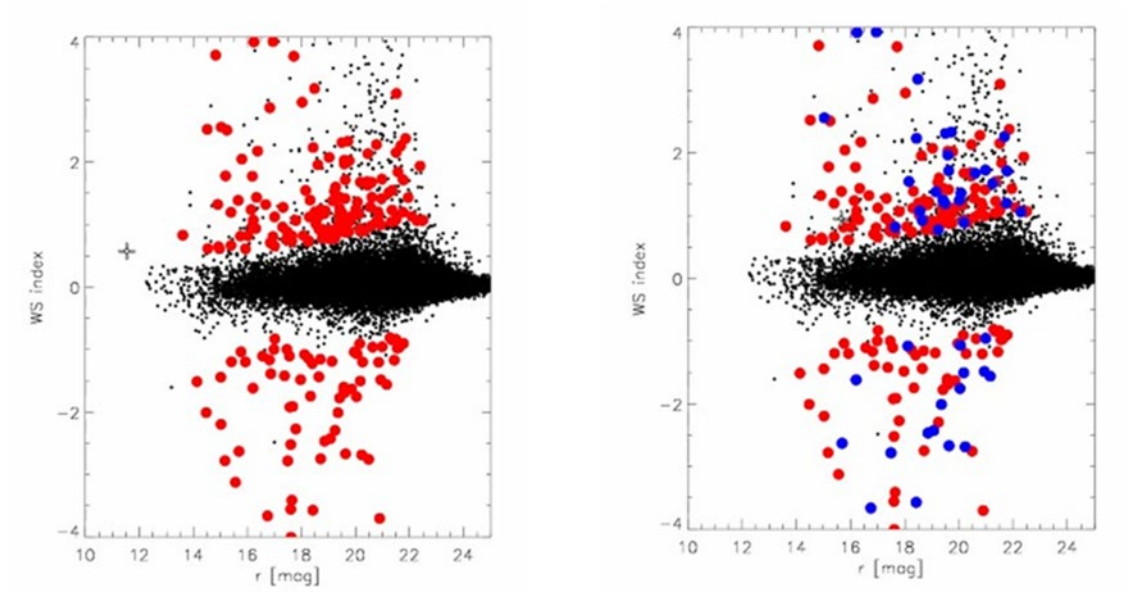


Fig. 13 comparación de selección de candidatas a variables. A la izquierda utilizando el Índice WS candidatas en color rojo, a la derecha candidatas filtradas después del análisis a través de EXPERIMENT.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CLASIFICACIÓN

Las estrellas que varían su luminosidad pueden ser bruscas y únicas como las que generan las supernovas y novas o pueden presentarse de forma periódica como son las binarias eclipsantes y producto de tránsitos planetarios o de estrellas pulsantes como son las Cefeidas y las RR Lyrae. Cada tipo de estas estrellas variables tiene características determinadas en la variación de su luminosidad, como son la amplitud, simetría y periodicidad. Dependiendo de cada objeto, pueden darse casos de variables con periodos cortos, del orden de horas o días, o periodos largos, desde meses hasta años. En el marco de este trabajo solo podremos determinar las que se encuentren en el rango de periodos hasta máximo de 2 días. Para ello hemos definido una clasificación en función de las encontradas de la siguiente manera. Se muestran a continuación algunos ejemplos. La tabla completa se muestra en los anexos.

CLASE 1 Variable tipo RR Lyrae

Ejemplo de datos tipo de este tipo de variable

CCD1 – identificación local 8536

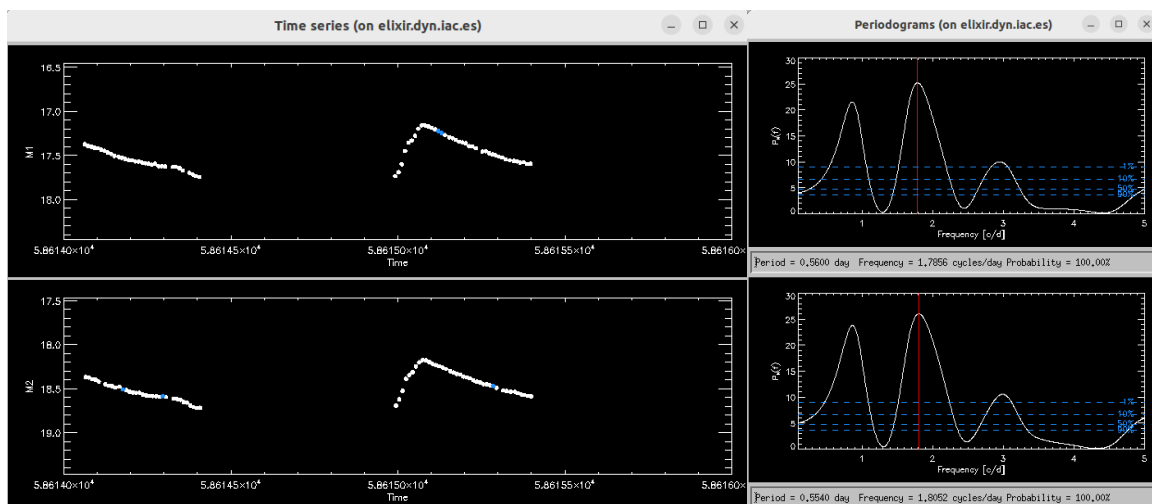


Fig. 14 Filtro r (arriba) y filtro H α (abajo) Izquierda serie temporal y derecha periodograma

Fig. 14 Filtro r (arriba) y filtro H α (abajo) Izquierda serie temporal y derecha periodograma

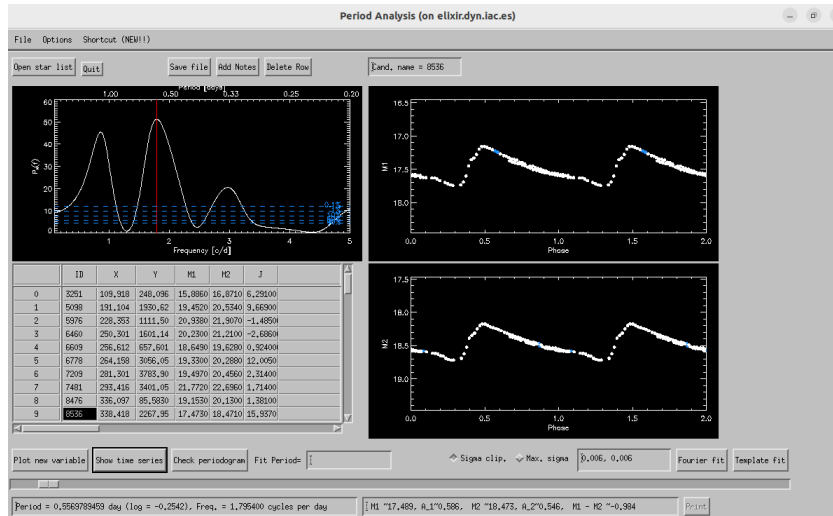


Fig. 15 captura de pantalla del diagrama de fase de la RR Lyrae

Entorno EXPERIMENT de la candidata 8536 de la CCD1 se define claramente la curva característica de una RR Lyrae en el diagrama de fase

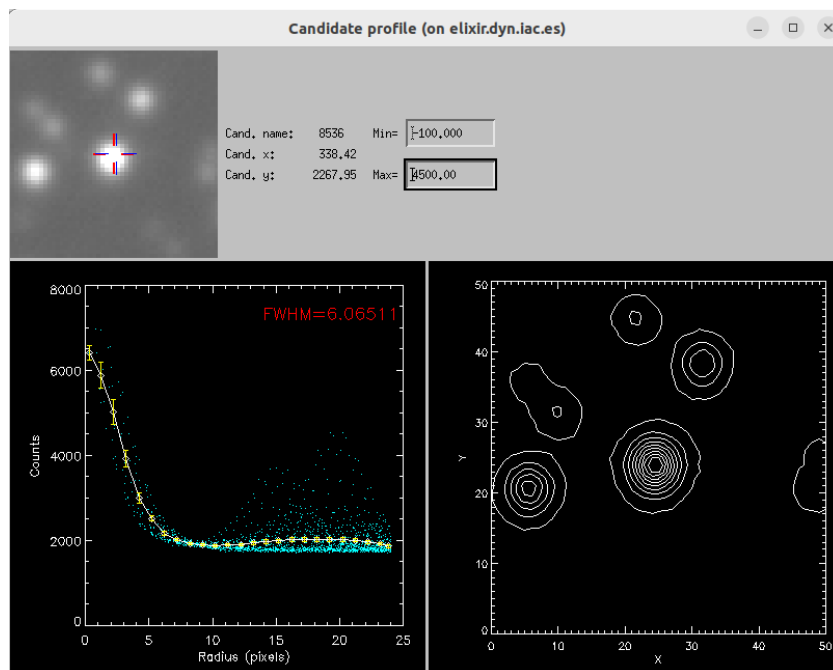


Fig. 16 Captura de la pantalla emergente del programa EXPERIMENT identificando la calidad de la fuente

Se procede a la identificación visual de la fuente y calidad de la fuente fotométrica

CLASE 2 Variable tipo binaria eclipsante

Ejemplo de datos tipo de este tipo de variable

CCD1 – identificación local 22954

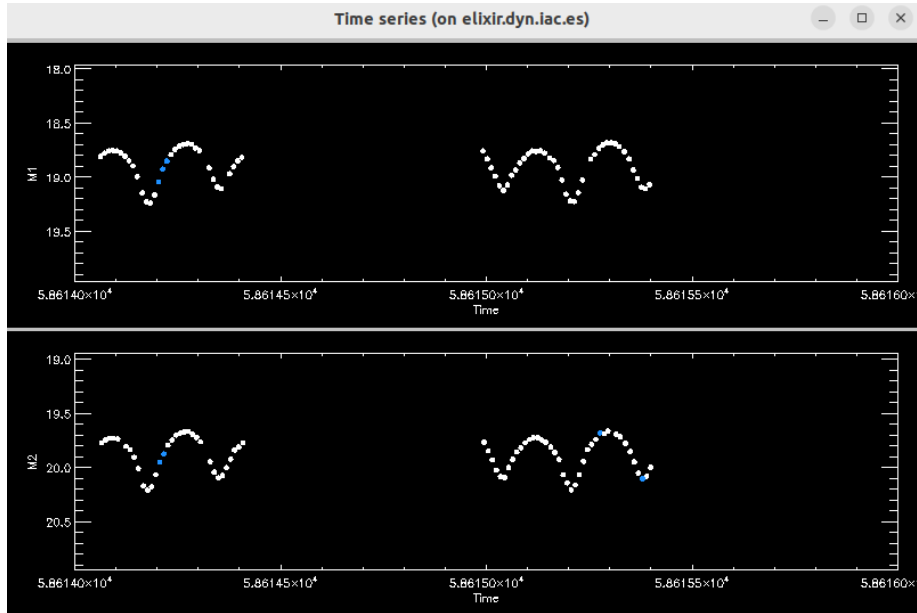


Fig. 17 Serie temporal del registro, filtro r (arriba) y filtro Halpha (abajo) Izquierda de la binaria eclipsante 22954

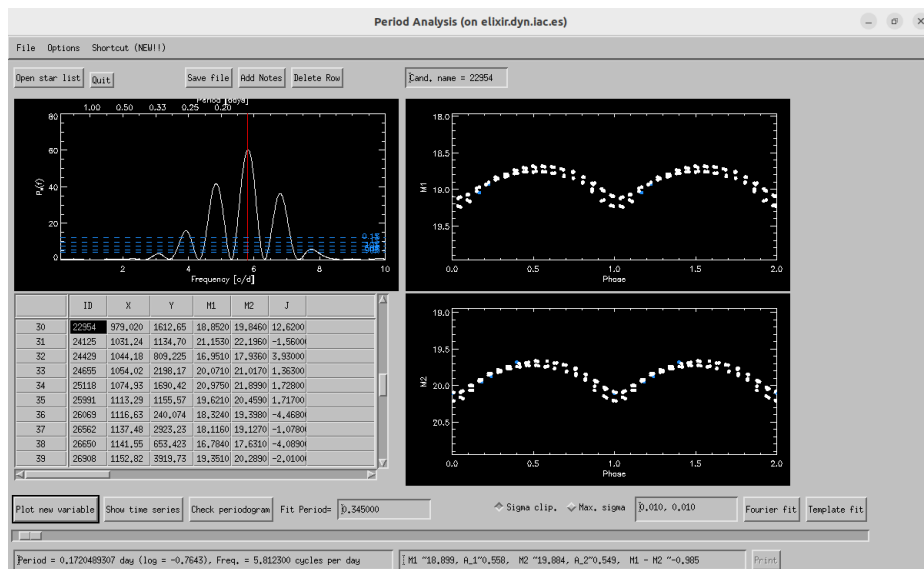


Fig 18 Diagrama de fase no ajustado al periodo calculado por el algoritmo

Vemos que el diagrama de fase no se ajusta correctamente, por lo que le duplicamos el periodo calculado 0.17208 días al nuevo periodo de 0.34416 días.

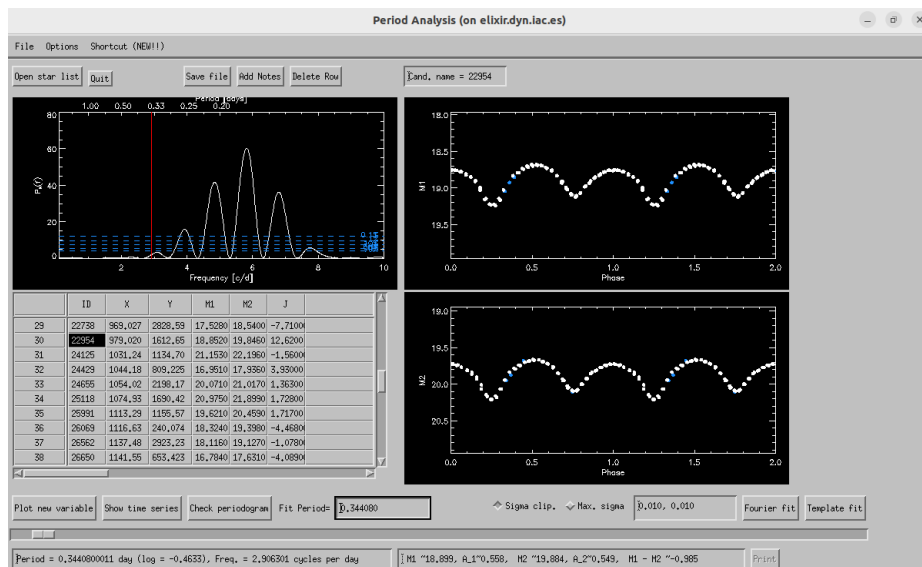


Fig. 19 Diagrama de fase corregido con el nuevo Periodo, vemos ya las fases ajustadas.

Este es un caso paradigmático para la estimación del periodo de estrellas binarias. Tenemos que resaltar en este paso de no equivocarse en escoger el periodo de la variable debido a que las binarias eclipsantes. Como en este caso, a menudo se puede encontrar que cuando se escoge el pico principal proporcionado por el periodograma, el eclipse secundario está ausente y hay mucha dispersión alrededor del eclipse primario. Esto se debe a que, a veces, el «mejor período» devuelto por los algoritmos es en realidad un alias (en este caso la mitad) del período orbital verdadero del binario eclipsante. Entonces cuando se observa la curva de luz en fase al doble del período (periodo principal x 2), se verá que tanto los eclipses primarios como los secundarios se ven más claramente, con menos dispersión general en la curva de luz. Este proceso también lo reconfirmamos chequeando simultáneamente las gráficas de los datos ploteados en la serie temporal.

Esto es un punto muy importante a tener en cuenta al realizar software de clasificación automática.

CLASE 3 Variable δ Scuti

Ejemplo de datos tipo de este tipo de variable

CCD1 – identificación local 27948

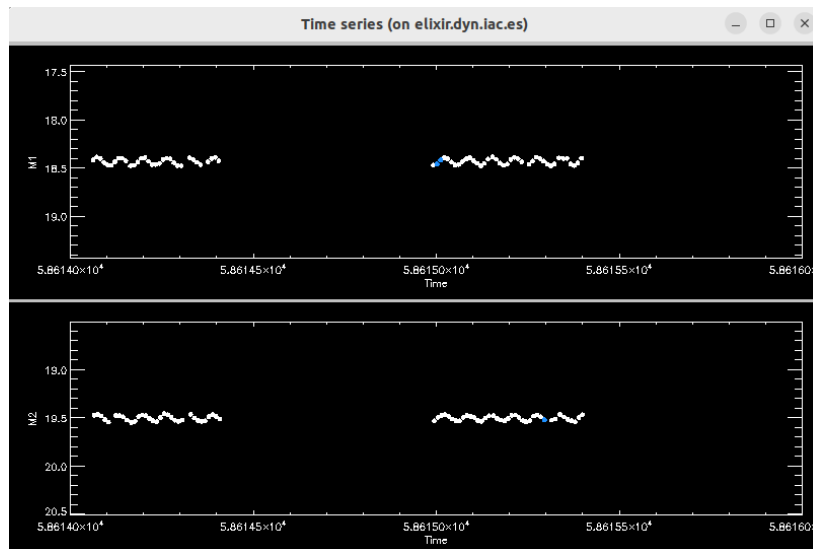


Fig. 20 Serie temporal típica de una Variable δ Scuti ID local 27948

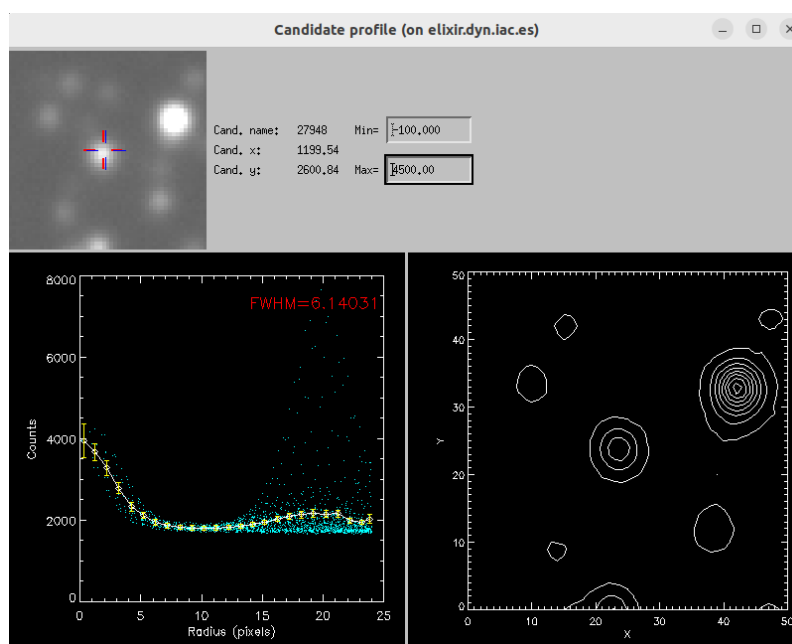


Fig. 21 Captura de la pantalla emergente del programa EXPERIMENT identificando la calidad de la fuente δ Scuti ID local 27948

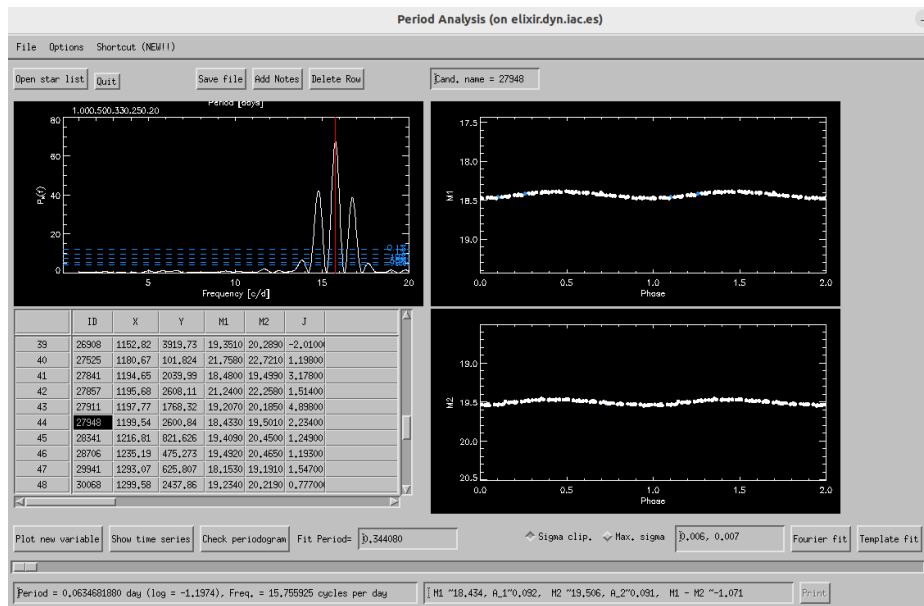


Fig. 22 Se aprecian claramente las variaciones de corto periodo y baja amplitud que ocurren a lo largo de una noche de observación, típicas de este tipo de estrellas.

CLASE 4 Variable eruptiva / Variable rápida aperiódica

Ejemplo de datos tipo de este tipo de variable

CCD1 – identificación local 28341

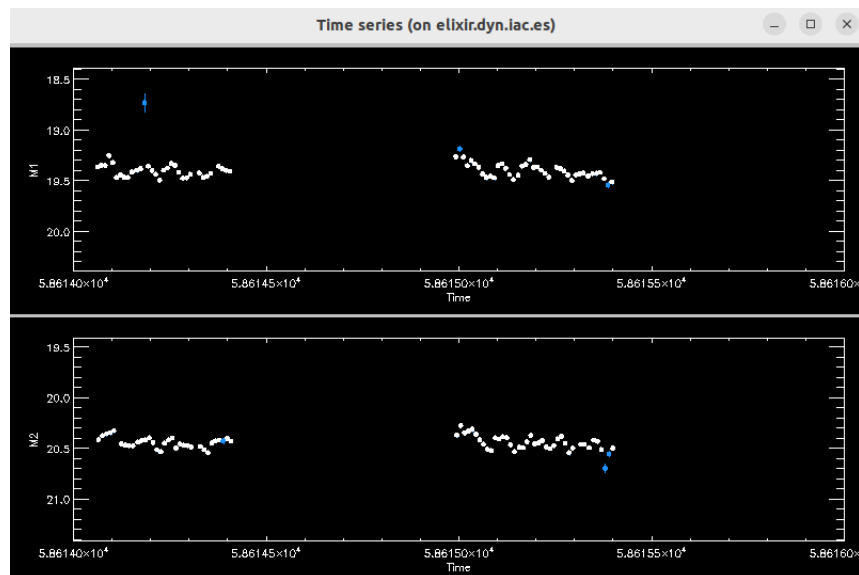


Fig 23 – Serie temporal de una estrella variable tipo

Se han detectado varias estrellas con variaciones temporales aperiódicas, pero claramente correlacionadas en los dos filtros, como la que se enseña en Figura 23. Como se muestra

en la fig. 23, no es posible identificar un periodo, ya que tanto la amplitud como el tiempo que transcurre entre dos máximos no es constante. No se ha podido clasificar este tipo de estrellas.

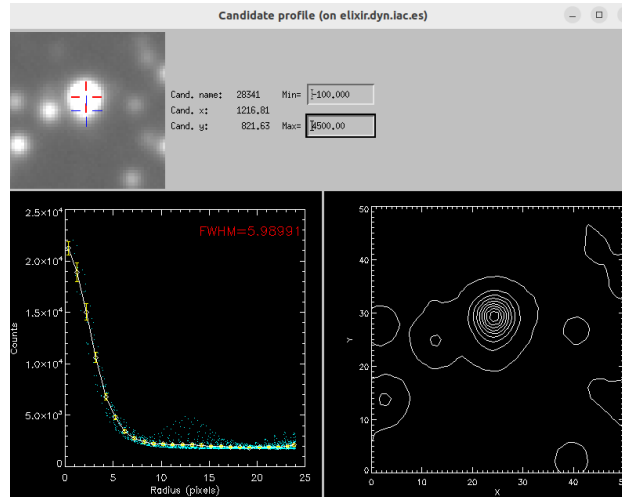


Fig. 24 captura de pantalla de la estrella cuyo ID local es 28341 donde apreciamos la calidad de la imagen y de la fotometría

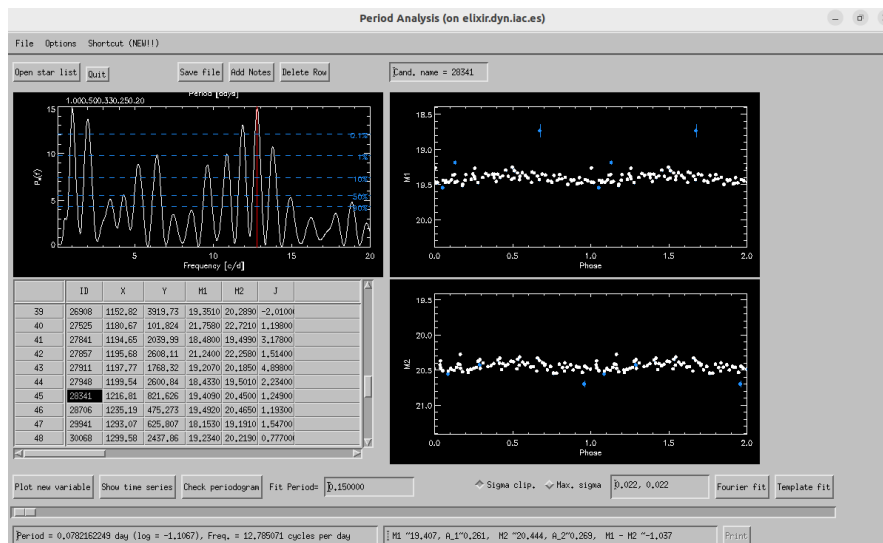


Fig. 25 Captura de pantalla donde no es posible determinar un periodo a pesar de ser evidente la variabilidad

CLASE 5 dudosas generalmente entre clase 2 y 3

Son estrellas cuya serie temporal, diagrama de fase y periodo no pueden ser concluyentes para determinar si son del tipo clase 2 o 3

CLASE 8 Indeterminada

Son estrellas que presentando una simetría temporal en los dos filtros no se puede determinar su amplitud, simetría y/o periodicidad.

CLASIFICACION POR SU UBICACION EN DIAGRAMA COLOR MAGNITUD (CMD)

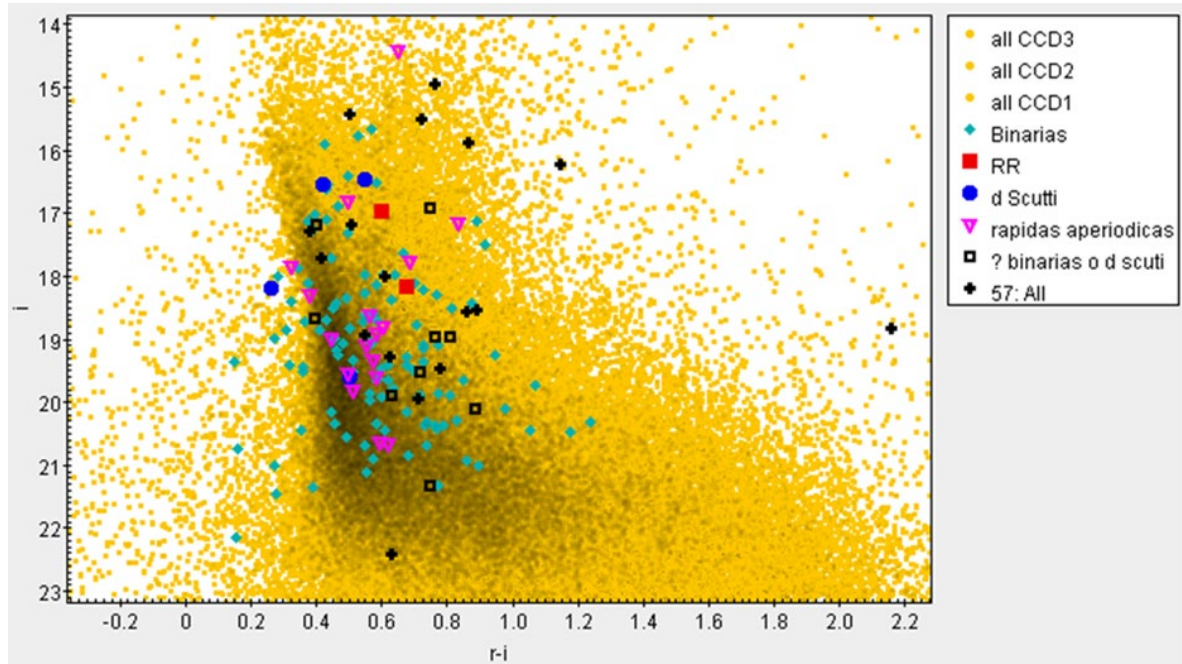


Fig. 26 CMD mag i vs mar r-i se observa una consistencia en los resultados salvo en las estrellas variables indeterminadas.

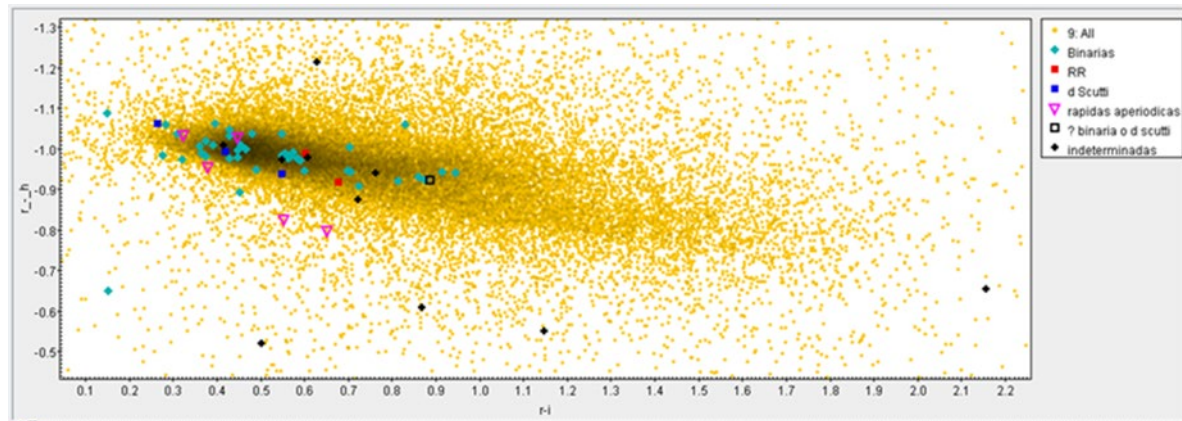


Fig. 27 CMD mag r-h vs r-i se observa una consistencia en los resultados salvo en las estrellas variables indeterminadas, se induce un tipo de estrellas a determinarse estan caracterizadas por tener un sesgo mayor en H α

Mediante este procedimiento hemos obtenido los siguientes resultados de los tres primeros chips de la cámara DECam

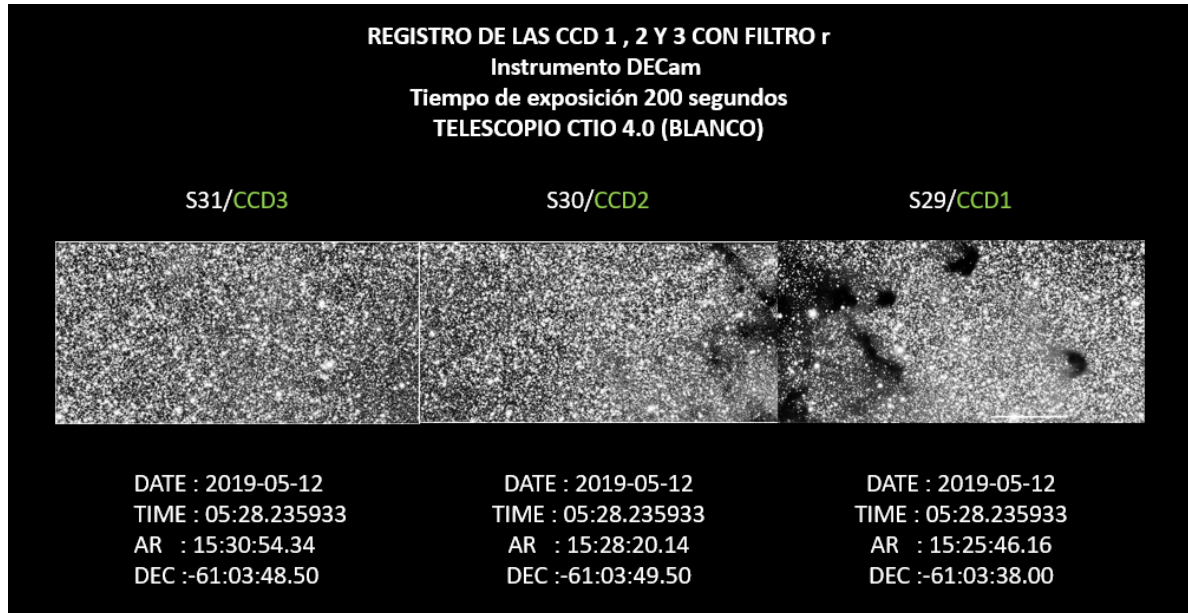


Fig.28 imagen de los registros en filtro r de los CCD S29, S30 y S31 del estudio.

	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4	CLASE 5	CLASE 8	TOTAL
CCD1	2	42	3	5	1	10	63
CCD2	0	33	0	5	2	3	43
CCD3	0	38	1	7	6	4	56
TOTAL	2	113	4	17	9	17	162

Tabla 1: resumen de las variables encontradas en los 3 CCDs

4.2 COMPARACIÓN CON LA LITERATURA

Los resultados obtenidos haremos un match de información con las estrellas calificadas como variables detectadas y medidas por el proyecto Gaia en su reciente versión DR3. Tenemos una coincidencia con 126 estrellas de las 162 propuestas de nuestro estudio. Se ha realizado una búsqueda específica con las de la CLASE 1 (Candidatas de RR Lyrae) Según el catálogo GAIA tiene las siguientes candidatas a RR Lyraes. A continuación, presentamos la tabla resumen de la RR Lyrae según GAIA, realizamos el chequeo se sus curvas de luz.

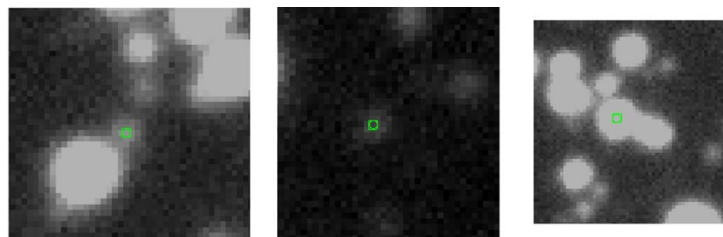


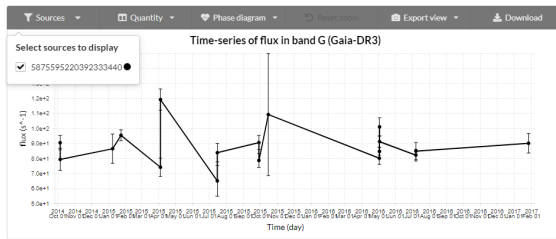
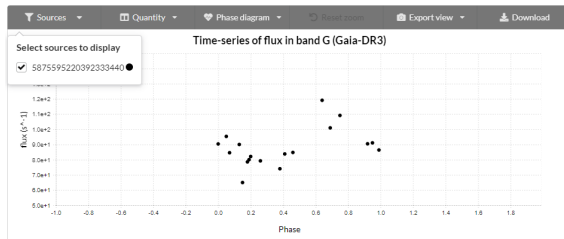
Fig. 29 Coincidencia astrométrica de las candidatas de Gaia y las nuestras medidas

ID GAIA DR3	AR	DEC
ccd1:		
ID 5875595220392333440	231.714859	-61.072696
ID 5875608105302177280	231.438738	-61.018854
ID 5875608105302177792	231.438738	-61.018854
ID 5875596045026069248	231.529851	-61.054931
ccd2:		
ID 5875614977218243072	231.978409	-61.098146
ccd3:		
ID 5875561410438168320	232.745964	-61.016165

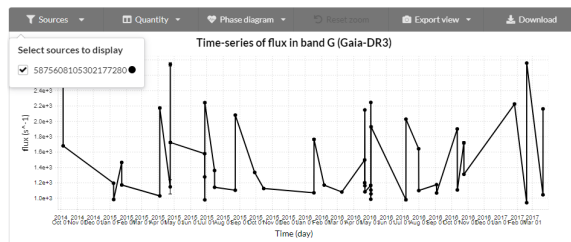
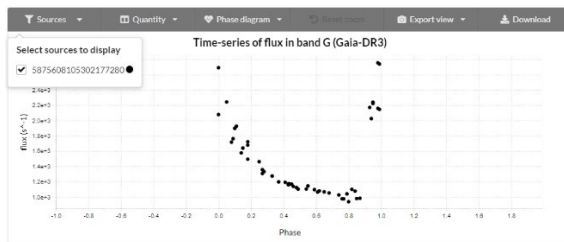
Tabla 2: ID Gaia DR3 y coordenadas de las candidatas a RR Lyrae propuesto por Gaia

CCD1 (Diagramas de fase y flujo medido en filtro g) de las candidatas según Gaia DR3

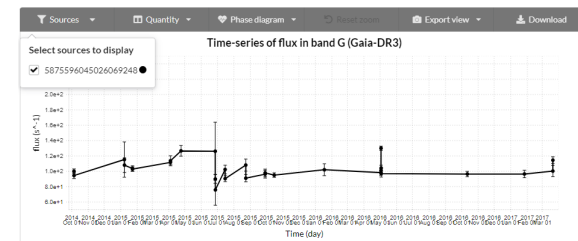
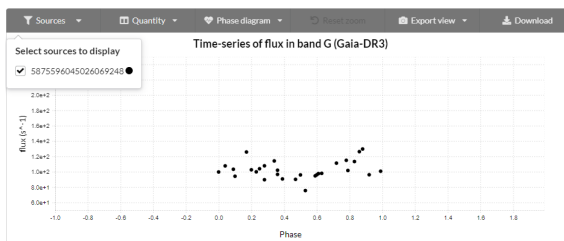
ID 5875595220392333440



ID 5875608105302177280



ID 5875596045026069248



5875608105302177792

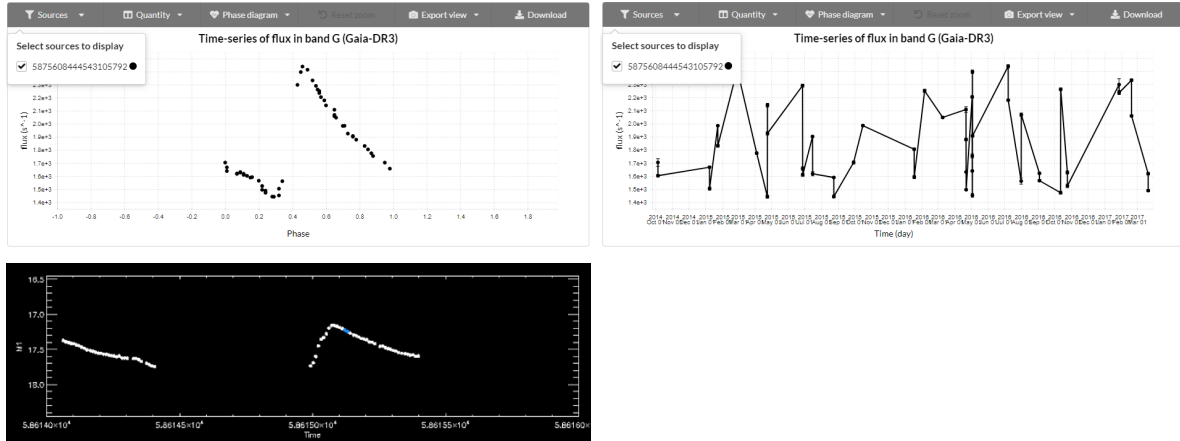
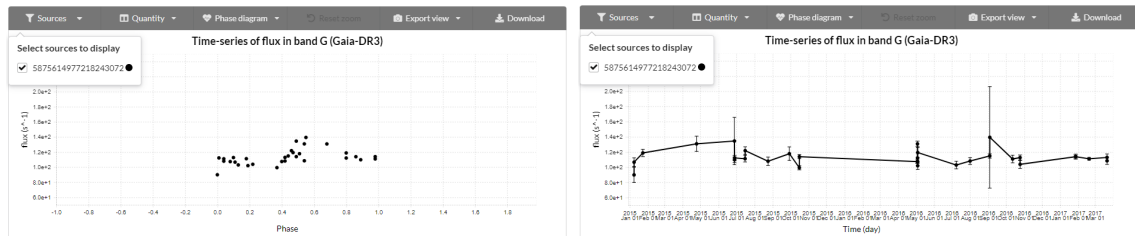
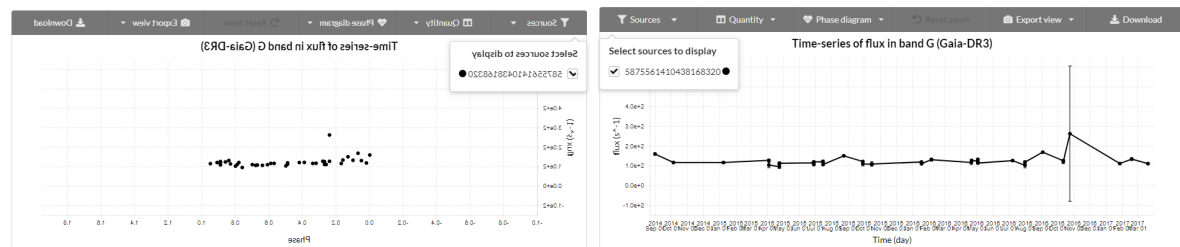


Fig. 30 Serie temporal de la estrella RR Lyrae detectada y confirmada por nosotros cuya ID Gaia es 5875608105302177792

**CCD2 (Diagramas de fase y flujo medido en filtro g) de las candidatas según Gaia DR3
5875614977218243072**



**CCD3 (Diagramas de fase y flujo medido en filtro g) de las candidatas según Gaia DR3
5875561410438168320**



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 COMPARACIÓN CON LA LITERATURA

En este TFM se ha estudiado un campo del disco Galáctico, utilizando series temporales fotométricas obtenidas con el la cámara DECam en el telescopio Blanco. En particular, se ha realizado la calibración fotométrica utilizando el catálogo DECAPS como referencia, y se han estudiado las poblaciones de estrellas variables de 3 chips. Los resultados más relevantes se indican a continuación:

1) Se han identificado diferentes familias de estrellas variables. La gran mayoría son binarias de varios tipos, alrededor de 40 por chips. Además, en cada chip hay un número de estrellas que presentan variación de luminosidad aperiódica y de pequeña amplitud (<0.2 mag). La naturaleza de estos objetos no está clara aún. También hay otras candidatas que presenta variabilidad convincente pero cuya naturaleza no se ha podido determinar.

2) Hemos detectado una sola variable tipo RR Lyrae. En los mismos 3 chips, Gaia DR3 contiene 5 variables del mismo tipo. Sin embargo, 3 de ellas no presentan variabilidad en nuestros datos. La inspección visual de las fuentes en nuestras imágenes revela fuentes muy débiles, que no parecen compatibles con la clasificación de Gaia.

3) Con respecto a los algoritmos de búsqueda y clasificación, hay que destacar que en el caso de muchas estrellas binarias el periodo identificado por defecto, y correspondiente al pico en el periodogramas de frecuencias, no es el correcto. En concreto, típicamente el programa escoge un alias del periodo correcto, típicamente la mitad. La inspección visual

de las curvas de luz ha permitido arreglar este problema. Sin embargo, es un punto muy importante a tener en cuenta en el desarrollo de algoritmos automáticos para análisis masivos de curva de luz, como se está haciendo para el survey LSST a punto de empezar (2003). De hecho, estos resultados se presentarán a los grupos de trabajo de la colaboración LSST, y se espera que sean de ayuda a los desarrolladores del software de clasificación.

5.2 TRABAJO FUTURO

A) Se ha hecho la reducción fotométrica de 10 chips DECam, y está ya a disposición la lista de variables cada uno. Se extenderá el análisis de las curvas de luz y la clasificación de las fuentes.

B) De especial interés son las estrellas RRL. Aunque relativamente pocas, se estudiarán en detalles para estudiar la componente vieja de disco.

C) Una comparación más detallada con los datos de Gaia es necesaria para entender bien la clasificación proporcionada por Gaia.

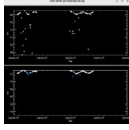
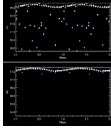
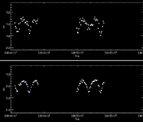
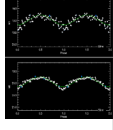
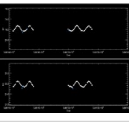
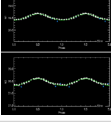
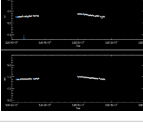
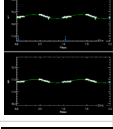
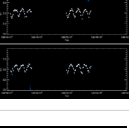
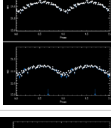
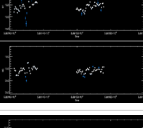
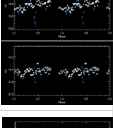
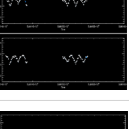
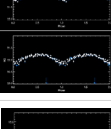
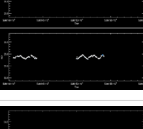
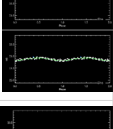
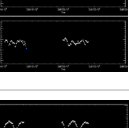
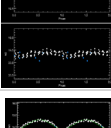
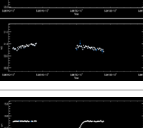
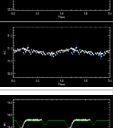
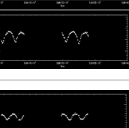
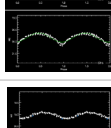
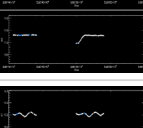
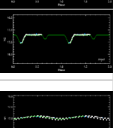
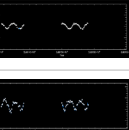
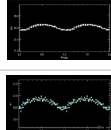
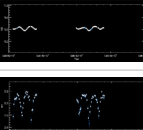
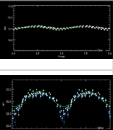
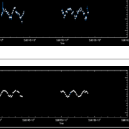
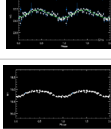
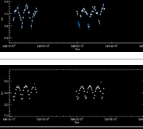
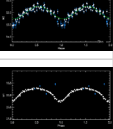
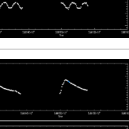
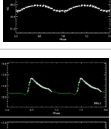
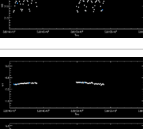
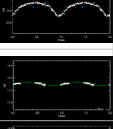
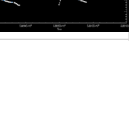


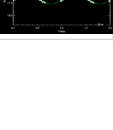
6. TABLAS Y ANEXOS

Cuadro de candidatas a variables CCD1

#	ID	NX	NY	r	Delta_r	h	Delta_h	i	delta_i	r-i	r_h	IDexcel	AR	DEC	VAR
1	23668	829.729	1841.146	18.846	9.00E-04	19.765	0.001	18.17	0.003	0.6760006	-0.9189987	19524	231.4115532	-61.0461981	1
2	11551	338.418	2267.948	17.561	7.00E-04	18.551	8.00E-04	16.96	0.0022	0.60100174	-0.9899998	8536	231.4770693	-61.0108258	1
3	23998	842.292	31.025	18.154	8.00E-04	19.134	9.00E-04	17.707	0.0025	0.4469986	-0.98000145	19825	231.1384235	-61.0449678	2
4	11485	336.097	85.583	19.111	0.0011	20.088	0.0012	18.682	0.0033	0.42900085	-0.9769993	8476	231.148176	-61.0081322	2
5	32369	1180.666	101.824	21.744	0.0048	22.729	0.0066	21.467	0.0164	0.27700043	-0.9850006	27525	231.1480752	-61.0697254	2
6	24720	870.818	234.979	19.173	0.0011	20.211	0.0012	18.864	0.0036	0.30900002	-1.0380001	20482	231.1691026	-61.0473167	2
7	30788	1116.632	240.074	18.29	8.00E-04	19.351	0.001	18.007	0.0024	0.28300095	-1.0609989	26069	231.1691369	-61.0652394	2
8	5743	109.918	248.096	15.904	9.00E-04	16.873	8.00E-04	18.405	0.0367	-2.5010004	-0.9689989	3251	231.1733237	-60.9918518	2
9	45023	1754.49	439.18	19.601	0.0013	20.578	0.0015	19.038	0.0054	0.5629997	-0.9769993	39096	231.1973087	-61.1119702	2
10	40408	1548.393	507.942	19.073	0.0011	20.062	0.0012	18.709	0.0042	0.36400032	-0.9890003	34890	231.2083097	-61.0970405	2
11	45355	1771.169	595.199	19.547	0.0011	20.585	0.0014	19.067	0.0037	0.48000145	-1.0379982	39402	231.2208463	-61.1133781	2
12	16516	531.124	625.561	22.302	0.0074	22.952	0.0083	22.15	0.0331	0.15200043	-0.6499996	13038	231.2289893	-61.0230519	2
13	12468	375.625	709.446	18.966	0.0018	19.86	0.0014	18.515	0.0073	0.4510002	-0.894001	9359	231.2420691	-61.011819	2
14	38145	1443.793	968.825	20.075	0.0017	20.982	0.0019	19.35	0.0058	0.7250004	-0.9069996	32805	231.2782447	-61.0899749	2
15	8718	228.353	1111.498	20.93	0.0034	21.906	0.0043	20.346	0.0122	0.58399963	-0.97599983	5976	231.3030521	-61.0015643	2
16	28680	1031.241	1134.704	21.127	0.0028	22.188	0.0042	20.297	0.0067	0.8299999	-1.0609989	24125	231.3044179	-61.0601098	2
17	17226	561.31	1298.799	19.791	0.0014	20.797	0.0019	19.431	0.005	0.3600006	-1.0060005	13729	231.3304134	-61.0260514	2
18	16300	522.548	1367.123	17.491	8.00E-04	18.473	8.00E-04	17.116	0.0024	0.375	-0.98200035	12841	231.3408157	-61.1263303	2
19	9258	250.301	1601.144	20.218	0.0024	21.19	0.0028	19.628	0.0095	0.59000015	-0.9720001	6460	231.3767765	-61.0037165	2
20	27414	979.02	1612.651	18.828	0.001	19.776	0.0011	18.338	0.003	0.48999977	-0.94799995	22954	231.3766994	-61.0568347	2
21	20140	684.134	1747.026	19.444	0.0011	20.452	0.0014	18.989	0.004	0.45499992	-1.0079994	16327	231.3977062	-61.0354914	2
22	32782	1197.768	1768.321	19.159	0.0027	20.15	0.003	18.584	0.0135	0.57500076	-0.9909992	27911	231.3996613	-61.0729348	2
23	7763	191.104	1930.622	19.512	0.0011	20.6	0.0014	19.362	0.0049	0.14999962	-1.0880013	5098	231.4265675	-60.9997501	2
24	32697	1194.653	2039.987	18.481	9.00E-04	19.5	0.001	18.106	0.0024	0.375	-1.0189991	27841	231.4407016	-61.0729847	2
25	38002	1437.366	2090.946	17.643	8.00E-04	18.652	8.00E-04	17.252	0.0025	0.39099884	-1.0090008	32683	231.4478288	-61.0907138	2
26	29235	1054.019	2198.17	20.07	0.0017	21.017	0.0019	19.471	0.0071	0.598999	-0.9470005	24655	231.4649187	-61.0628964	2
27	25740	910.372	2214.287	19.712	0.0012	20.712	0.0016	19.246	0.0038	0.4659996	-1	21419	231.4676811	-61.052448	2
28	37250	1401.507	2234.239	17.057	7.00E-04	18.09	8.00E-04	16.628	0.0025	0.42899895	-1.033001	32000	231.4695688	-61.0882418	2
29	35127	1299.582	2437.862	19.233	0.0014	20.216	0.0016	18.686	0.0071	0.546999	-0.9829998	30068	231.5005699	-61.0810114	2
30	21316	733.628	2476.828	21.665	0.0044	22.655	0.0063	21.111	0.0146	0.55400085	-0.9899998	17393	231.5076991	-61.0398223	2
31	47374	1865.292	2569.002	17.405	8.00E-04	18.468	8.00E-04	17.01	0.0025	0.39500046	-1.0629997	41270	231.5191515	-61.1223316	2
32	48521	1919.531	2605.812	19.722	0.0027	20.695	0.0026	19.402	0.012	0.3199997	-0.9729996	42337	231.5246035	-61.1263148	2
33	32714	1195.68	2608.112	21.22	0.003	22.256	0.0044	20.673	0.0089	0.546999	-1.0360012	27857	231.5265194	-61.0736005	2
34	49997	1985.776	2621.431	18.813	0.0013	19.817	0.0016	18.111	0.0044	0.70199966	-1.0039997	43655	231.5268232	-61.1311532	2
35	35525	1317.734	2634.069	20.59	0.0019	21.586	0.0027	20.144	0.0062	0.44600105	-0.9960003	30424	231.530179	-61.0825135	2
36	27189	969.027	2828.586	17.531	7.00E-04	18.577	7.00E-04	17.103	0.0021	0.4279995	-1.0459995	22738	231.5602955	-61.0572885	2
37	9607	264.158	3056.053	19.295	0.001	20.219	0.0011	18.421	0.0025	0.87400055	-0.9239998	6778	231.5960267	-61.0061323	2
38	15500	492.229	3273.481	16.231	7.00E-04	17.212	7.00E-04	15.661	0.0026	0.57000065	-0.980999	12125	231.6283751	-61.0229308	2
39	43118	1666.891	3280.404	18.423	0.0011	19.367	0.0011	17.509	0.0053	0.91399956	-0.94400024	37358	231.6271933	-61.1084913	2
40	15224	481.973	3321.544	20.184	0.0018	21.131	0.0022	19.486	0.0059	0.69799995	-0.9470005	11879	231.6356436	-61.0222225	2
41	10368	293.416	3401.051	21.786	0.0054	22.716	0.0073	20.926	0.0193	0.8599987	-0.9300003	7481	231.6479804	-61.0085478	2
42	44438	1726.719	3669.263	20.182	0.0014	21.124	0.0019	19.238	0.0051	0.94399834	-0.94200134	38560	231.6859164	-61.1131486	2
43	10070	281.301	3783.904	19.489	0.0012	20.433	0.0014	18.784	0.0045	0.7049999	-0.94400024	7209	231.7057219	-61.007958	2
44	31696	1152.816	3919.731	19.326	0.0013	20.246	0.0014	18.512	0.0037	0.8140011	-0.9200001	26908	231.724769	-61.071538	2
45	37582	1416.806	440.187	17	8.00E-04	17.939	8.00E-04	16.451	0.0024	0.5489998	-0.9389992	32302	231.1984605	-61.0873685	3
46	29008	1044.178	809.225	16.948	8.00E-04	17.941	8.00E-04	16.528	0.0023	0.42000008	-0.99300003	24429	231.2552534	-61.0606702	3
47	32822	1199.537	2600.839	18.438	8.00E-04	19.5	9.00E-04	18.174	0.0024	0.26399994	-1.0620003	27948	231.5254124	-61.0738748	3
48	34984	1293.073	625.807	18.154	0.0011	19.189	0.0011	17.832	0.0042	0.3219986	-1.0349998	29941	231.2268558	-61.0785834	4
49	9442	256.612	657.601	18.664	0.0013	19.621	0.0015	18.285	0.0058	0.3789997	-0.95700073	6609	231.2345887	-61.0030767	4
50	33258	1216.809	821.626	19.425	0.0017	20.454	0.0018	18.979	0.0092	0.44599915	-1.0290012	28341	231.2566426	-61.0732639	4
51	30702	1113.294	1155.573	19.633	0.0011	20.461	0.0012	19.08	0.0036	0.5529995	-0.828001	25991	231.3073487	-61.0661121	4
52	43920	1705.467	1719.528	15.064	0.0013	15.863	0.0011	14.412	0.0079	0.6520004	-0.7989998	38143	231.3910267	-61.1098643	4
53	29750	1074.934	1690.422	20.985	0.0026	21.908	0.0033	20.1	0.0063	0.8850002	-0.92300034	25118	231.3882012	-61.063905	5
54	12858	391.394	101.938	16.214	8.00E-04	17.09	7.00E-04	15.492	0.006	0.7220011	-0.87599945	9724	231.150475	-61.0121869	indet
55	33635	1235.186	475.273	19.489	0.0013	20.464	0.0016	18.941	0.006	0.54800034	-0.9750004	28706	231.2042924	-61.0741788	indet
56	17230	567.301	490.929	16.744	8.00E-04	17.354	8.00E-04	15.877	0.0041	0.8669996	-0.6100006	13849	231.2085896	-61.0255202	indet
57	15337	485.78	761.423	20.989	0.0034	21.645	0.0032	18.834	0.0063	2.1550007	-0.65600014	11979	231.2495973	-61.0199138	indet
58	14227	437.744	1185.577	18.599	0.0028	19.577	0.0024	17.992	0.0217	0.60700035	-0.97799873	10851	231.3136656	-61.0169156	indet
59	42794	1652.376	1562.439	15.697	8.00E-04	16.639	7.00E-04	14.936	0.0064	0.7609997	-0.9420004	37063	231.3674083	-61.1058318	indet
60	38869	1478.099	1630.752	17.359	8.00E-04	17.911	8.00E-04	16.213	0.0023	1.1459999	-0.55200005	33475	231.3781778	-61.0932103	indet
61	42742	1651.521	2402.609	23.046	0.0142	24.261	0.0244	22.418	0.0505	0.62800026	-1.2150002	42742	231.467768	-61.1274296	indet
62	22754	792.421	2828.156	15.913	7.00E-04	16.435	7.00E-04	15.413	0.0178	0.5	-0.52199936	18683	231.5605942	-61.0444237	indet
63	31318	1137.481	2923.234	18.117	0.001	19.127	0.0011	17.703	0.0039	0.41400146	-1.0100002	26562	231.5742452	-61.0696401	indet

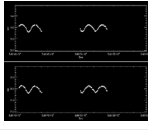
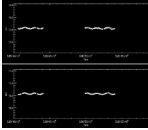
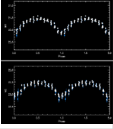
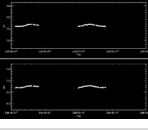
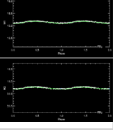
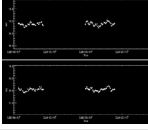
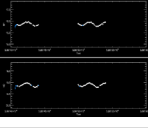
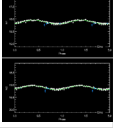
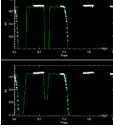
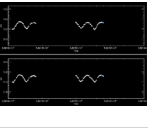
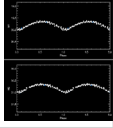
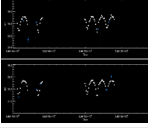
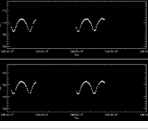
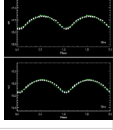
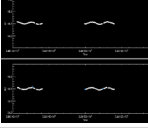
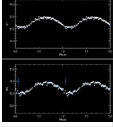
Estrellas variables identificadas CCD1 (63 candidatas) / Parte 1

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

3251		0.2095		2	9359		0.1784		2
5098		0.1992		2	9724		1.8331		indet
5976		0.1166		2	10851		indeterminado		indet
6460		0.1334		2	11879		0.154		2 o 3
6609		indeterminado		4	11979		indeterminado		8
6778		0.1957		2	12125		1.1439		2
7209		0.1927		2	12841		0.1583		2
7481		0.1667		2	13038		0.1403		2
8476		0.1741		2	13729		0.118		2
8536		1.1439		1	13849		1.9387		indet

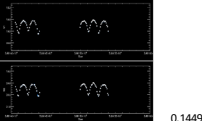
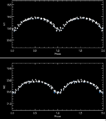
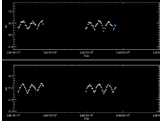
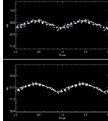
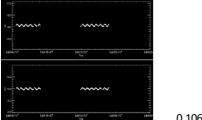
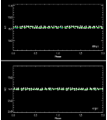
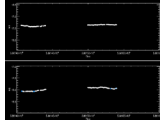
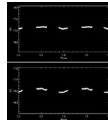
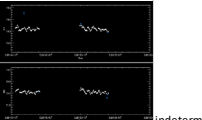
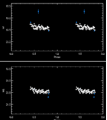
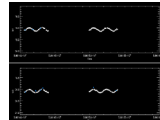
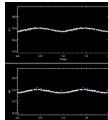
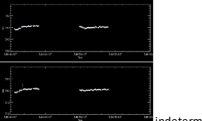
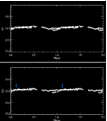
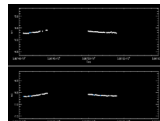
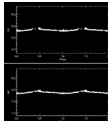
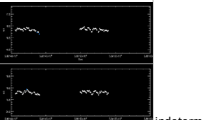
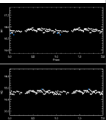
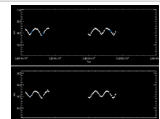
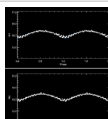
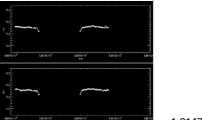
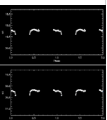
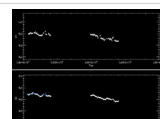
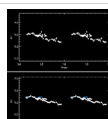
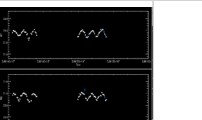
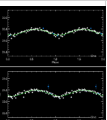
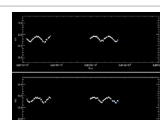
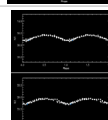
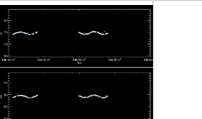
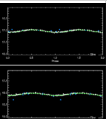
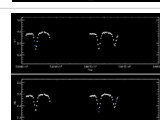
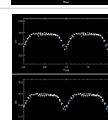
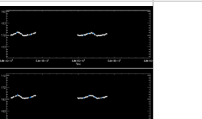
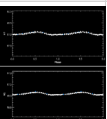
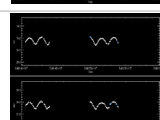
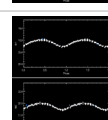
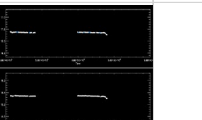
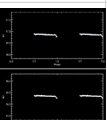
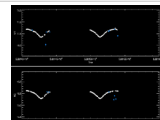
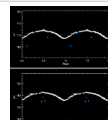
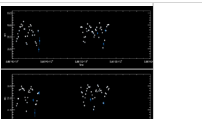
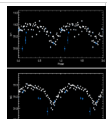
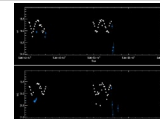
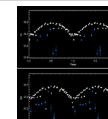
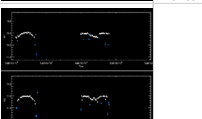
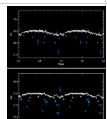
Estrellas variables identificadas CCD1 (63 candidatas) / Parte 2

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

16327		0.2036		2	24429		0.1439		3*
17393		0.1415		2	24655		indeterminado		
18683		indeterminado		indet	25118		0.1462		2 o 3
19524		0.4242		1*	25991		indeterminado		4
19825		0.2311		2	26069		2.016		2
20482		rechequear		2	26562		1.9387		indet
21419		0.1992		2	26908		0.1347		2
22738		0.2322		2	27525		0.147		2
22954		rechequear			27841		0.2082		2
24125		0.4207		2	27857		0.1616		2

Estrellas variables identificadas CCD1 (63 candidatas) / Parte 3

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

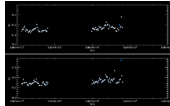
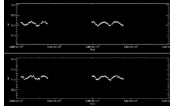
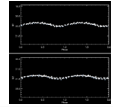
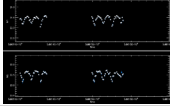
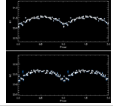
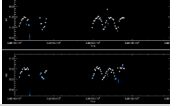
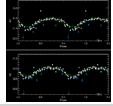
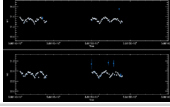
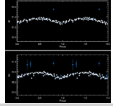
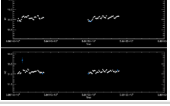
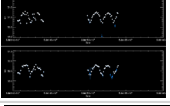
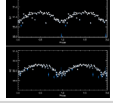
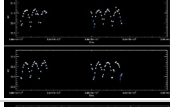
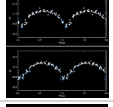
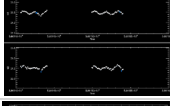
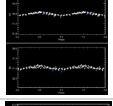
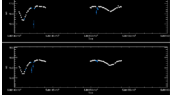
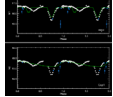
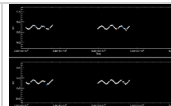
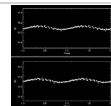
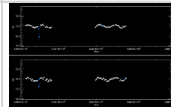
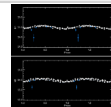
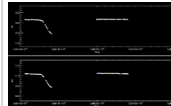
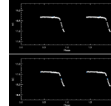
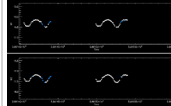
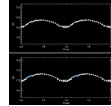
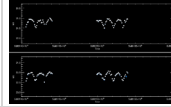
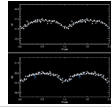
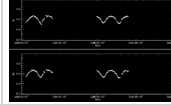
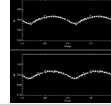
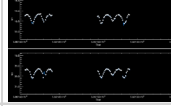
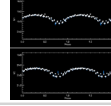

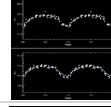
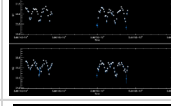
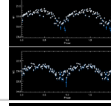
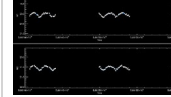
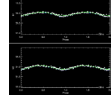
27911		0.1449		2	32805		0.1308		2
27948		0.106		3	33475		indeterminado		indet
28341		indeterminado		4	34890		0.185		2
28706		indeterminado		indet	37063		indeterminado		indet
29941		indeterminado		4	37358		0.1766		2
30068		1.9147		2	38143		indeterminado		4
30424		0.1387		2	38560		0.2095		2
32000		0.2596		2	39096		0.2295		2
32302		0.2544		3	39402		0.1741		2
32683		indeterminado		2	41270		0.4242		2
42337		0.1391		2	43655		0.1542		2
42742		indeterminado		indet					

Cuadro de candidatas a variables CCD2

#	ID	Nx	NY	r	Delta_r	h	Delta_h	i	Delta_i	r-i	r-h	IDexcell	AR	DEC	VAR
1	11380	396.002	65.951	19.055	0.001	20.062	0.0011	18.289	0.0024	0.76600075	-1.007	8894	231.7855994	-61.0167679	2
2	37950	1607.965	161.475	21.892	0.0048	22.905	0.0069	20.996	0.0109	0.8959999	-1.0130005	33265	231.7979072	-61.1051055	2
3	42264	1803.754	262.114	19.628	0.0014	20.665	0.0016	19.06	0.0048	0.5680008	-1.0370007	37227	231.812798	-61.1194398	2
4	9296	310.596	288.064	21.138	0.0029	22.097	0.0037	20.376	0.0068	0.76200104	-0.95899963	7013	231.8192409	-61.0107166	2
5	42036	1793.526	433.886	20.789	2.20E-03	21.773	2.90E-03	19.718	0.0049	1.0709991	-0.98400116	37011	231.8388165	-61.1188197	2
6	34664	1456.996	455.737	18.941	9.00E-04	19.911	0.001	18.214	0.0025	0.7269993	-0.9699993	30234	231.8426738	-61.0943268	2
7	9886	335.694	555.869	21.545	4.00E-03	22.437	0.0051	20.308	0.0099	1.2369995	-0.8920002	7554	231.8595849	-61.0127385	2
8	10206	347.57	572.57	21.043	0.0026	21.989	0.0034	20.551	0.0071	0.49199867	-0.94600105	7837	231.862085	-61.0136152	2
9	27672	1131.797	605.957	20.624	0.0023	21.602	0.0029	19.851	0.0081	0.7730007	-0.97799873	23706	231.8659021	-61.0707502	2
10	32714	1365.477	674.952	18.892	9.00E-04	19.95	0.0011	18.432	0.003	0.460001	-1.0580006	28427	231.875969	-61.0878147	2
11	34739	1460.374	837.378	21.165	3.80E-03	22.146	0.0048	20.376	0.0167	0.78900146	-0.980999	30298	231.9003889	-61.0948341	2
12	40703	1733.695	1087.695	18.018	8.00E-04	18.905	8.00E-04	17.13	0.0022	0.8880005	-0.88700104	35793	231.9378711	-61.1148982	2
13	44115	1891.353	1309.978	16.298	7.00E-04	17.332	7.00E-04	15.771	0.0023	0.5270004	-1.0340004	38929	231.9713111	-61.126514	2
14	31011	1287.544	1327.518	19.851	2.30E-03	20.848	2.60E-03	19.339	0.0102	0.51199913	-0.99699974	26816	231.9747446	-61.082553	2
15	31028	1288.355	1460.185	19.624	1.70E-03	20.63	2.00E-03	19.162	0.0082	0.4619999	-1.0059986	26831	231.994801	-61.0826886	2
16	13069	468.294	1532.833	20.408	0.0027	21.4	0.003	19.773	0.0121	0.6350002	-0.9919987	10443	232.0067659	-61.0230116	2
17	23750	929.795	1538.229	20.033	2.80E-03	21.043	3.30E-03	19.412	0.0136	0.6210003	-1.0099983	20111	232.0070298	-61.0566222	2
18	16965	631.6	1669.407	21.472	0.0038	22.419	0.005	20.899	0.0113	0.57299995	-0.9470005	13982	232.0271847	-61.0349789	2
19	5331	141.83	1763.822	19.003	9.00E-04	19.919	0.0011	18.373	0.003	0.63000107	-0.91600037	3378	232.041975	-60.9993603	2
20	7570	236.935	1806.032	21.039	2.50E-03	22.107	3.70E-03	20.304	0.0072	0.7349987	-1.0680008	5432	232.0482349	-61.0063089	2
21	30996	1286.439	1872.612	21.267	0.0032	22.249	0.0043	20.996	0.0124	0.2709999	-0.98200035	26799	232.0571574	-61.0827702	2
22	29894	1234.59	1906.223	18.521	0.0018	19.545	0.002	17.974	0.0111	0.546999	-1.0240002	25725	232.0622937	-61.0790116	2
23	17838	670.464	2060.904	16.337	7.00E-04	17.397	7.00E-04	15.913	0.0029	0.4239998	-1.0599995	14764	232.0862367	-61.0380078	2
24	4326	97.644	2597.932	20.525	1.80E-03	21.514	0.0024	19.926	0.0071	0.598999	-0.9890003	2459	232.1677498	-60.9965257	2
25	41704	1777.55	2721.327	16.979	7.00E-04	17.956	8.00E-04	16.542	0.0025	0.43700027	-0.9769993	36706	232.1851133	-61.1189108	2
26	33384	1397.801	2778.641	18.284	8.00E-04	19.19	8.00E-04	17.618	0.0024	0.66600037	-0.90600014	29049	232.1940606	-61.0912782	2
27	27413	1117.389	2785.613	18.727	9.00E-04	19.711	0.001	18.403	0.0027	0.3239994	-0.98400116	23461	232.1953142	-61.0708611	2
28	17858	671.446	2917.015	20.804	0.0026	21.81	0.0033	20.347	0.0125	0.45700073	-1.0059986	14786	232.215466	-61.0384342	2
29	21746	841.818	2982.913	19.258	0.0036	20.239	0.0039	18.985	0.0201	0.2729988	-0.9810009	18315	232.2253053	-61.0508641	2
30	21832	845.087	3351.436	16.912	8.00E-04	17.9	8.00E-04	16.417	0.0036	0.49500084	-0.98799896	18738	232.2809552	-61.051218	2
31	23278	907.82	3374.297	19.87	1.20E-03	20.896	1.60E-03	19.51	0.0046	0.3600006	-1.0259991	19684	232.2843775	-61.055793	2
32	26708	1081.328	3564.28	21.41	0.0034	22.392	0.0046	20.675	0.0096	0.7350006	-0.98200035	22823	232.3130009	-61.0684799	2
33	34630	1456.331	3948.955	21.111	3.20E-03	22.059	4.40E-03	20.378	0.0115	0.7329998	-0.94799995	30222	232.3710301	-61.0958782	2
34	17528	656.807	340.118	17.984	7.00E-04	18.974	8.00E-04	17.152	0.0026	0.8319988	-0.9900017	14488	231.826519	-61.0359696	4
35	29186	1203.365	985.318	21.231	4.10E-03	22.261	0.0052	20.639	0.0243	0.59200096	-1.0299988	25101	231.9231288	-61.076214	4
36	28483	1164.647	1230.286	19.906	0.0018	20.892	0.0023	19.332	0.0062	0.5739994	-0.98600006	24341	231.9602068	-61.073546	4
37	4033	85.122	2525.02	17.306	9.00E-04	18.313	9.00E-04	16.81	0.0026	0.4960003	-1.007	2189	232.1567697	-60.9955843	4
38	3142	45.829	3465.782	18.445	0.0011	19.38	0.0011	17.758	0.003	0.6870003	-0.93499947	1397	232.2985821	-60.993039	4
39	4147	89.955	1513.201	17.667	9.00E-04	18.665	9.00E-04	16.922	0.0025	0.74499893	-0.9980011	2288	232.0042571	-60.9954464	5
40	18740	710.964	3181.126	20.512	0.0018	21.487	0.0023	19.881	0.0056	0.6309986	-0.9750004	15558	232.2553108	-61.0413996	5
41	29478	1216.928	1186.144	17.649	7.00E-04	18.69	8.00E-04	17.271	0.002	0.37800026	-1.0410004	25366	231.9534655	-61.0773265	indet
42	24924	987.619	1846.874	19.9	0.0012	20.859	0.0015	19.278	0.0036	0.62199974	-0.95899963	21175	232.0535879	-61.0609974	indet
43	39909	1697.233	1950.954	19.407	0.0011	20.295	0.0011	18.548	0.003	0.85899925	-0.8880005	35073	232.0685746	-61.1127238	indet

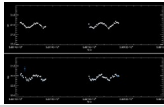
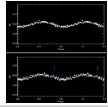
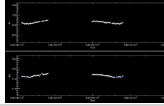
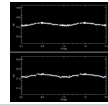
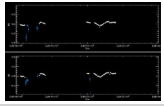
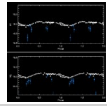
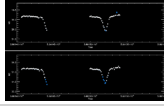
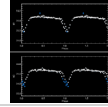
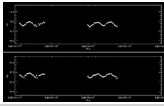
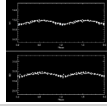
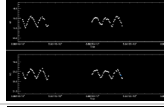
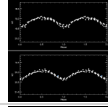
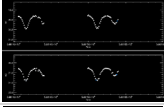
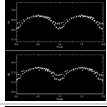
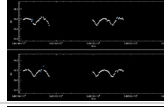
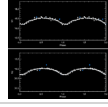
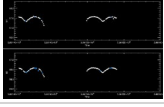
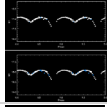
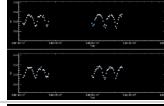
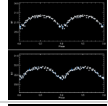
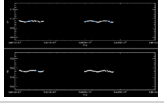
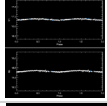
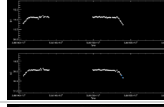
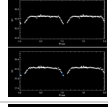
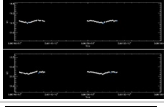
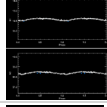
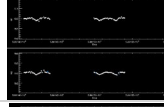
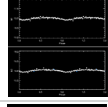
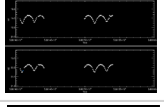
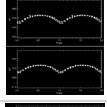
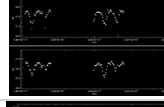
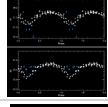
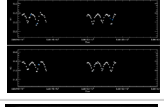
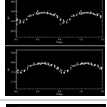
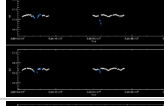
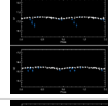
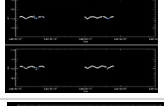
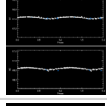
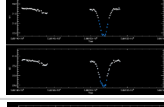
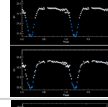
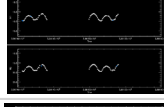
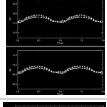
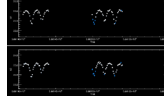
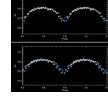
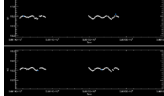
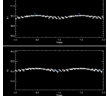
Estrellas variables identificadas CCD2 (43 candidatas) / Parte 1

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

25101									
		Indet							4
10443									
		0.1583							2
7554									
		0.1158							2
30222									
		0.1549							2
30298									
		0.1407							2
24341									
		Indet							4
22823									
		0.1576							2
13982									
		0.1202							2
15558									
		0.1544							5
2288									
		0.7073							5
29049									
						0.1261			2
2459									
						0.1931			2
14764									
						Indet			2
38929									
						0.2306			2
7013									
						0.128			2
30234									
						0.2048			2
18315									
						chek			2
23706									
						0.1202			2
33265									
						0.1242			2
20111									
						0.1706			2

Estrellas variables identificadas CCD2 (43 candidatas) / Parte 2

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

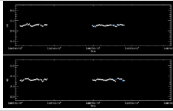
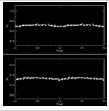
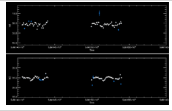
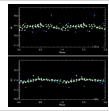
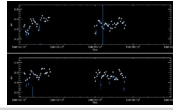
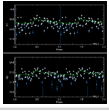
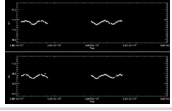
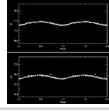
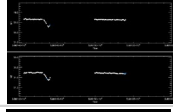
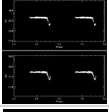
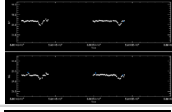
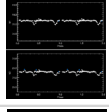
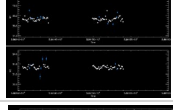
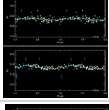
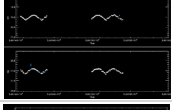
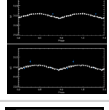
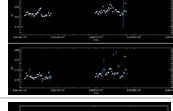
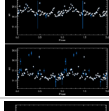
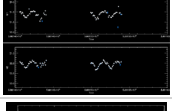
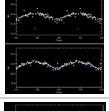
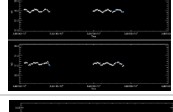
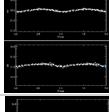
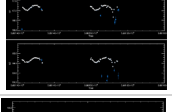
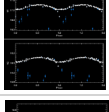

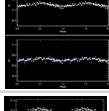
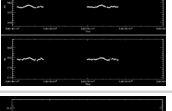
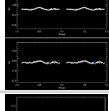
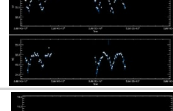
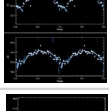
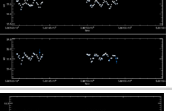
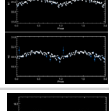
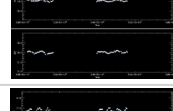
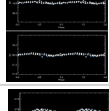
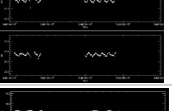
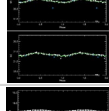
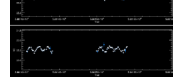
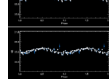
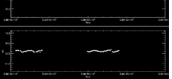
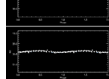
5432		0.2181		2					
21175		Indet		Indet	1397		0.3482		4
26816		0.4039		2	37227		0.1826		2
8894		0.1441		2	19684		0.2376		2
25725		0.2082		2	36706		0.52		2
26799		0.1559		2	25366		chek		Indet
28427		0.701		2	35073		0.3366		Indet
14488		0.2086		4	3378		0.1738		2
14786		0.1736		2	26831		0.1331		2
2189		0.1621		4	18738		0.1459		2
37011		0.6914		2	23461		0.1793		2
7837		0.1407		2	35793		0.1259		2

Cuadro de candidatas a variables CCD3

#	ID	NX	NY	r	Delta_r	h	Delta_h	i	Delta_i	r-i	r-h	IDexcell	AR	DEC	VAR
1	4183	119.587	1177.667	19.87	0.0015	20.84	0.0018	19.142	0.0065	0.72800064	-0.9699993	3660	232.5944907	-60.9977737	2
2	5842	182.334	2392.225	21.497	0.0035	22.378	0.0046	20.442	0.0075	1.0550003	-0.8810005	5291	232.7775777	-61.0020274	2
3	6507	206.561	3930.66	18.815	0.0011	19.822	0.0011	18.266	0.0037	0.5489998	-1.007	5943	233.0094354	-61.0030374	2
4	7550	244.488	481.136	17.091	8.00E-04	18.097	9.00E-04	16.508	0.0027	0.5830002	-1.0060005	6974	232.4895477	-61.0069502	2
5	13832	475.683	2757.26	17.81	9.00E-04	18.802	0.001	17.315	0.0038	0.49499893	-0.9920006	13186	232.8329094	-61.0232678	2
6	15804	546.759	2295.528	19.15	0.001	20.168	0.0011	18.604	0.003	0.5459995	-1.0179996	15127	232.7633457	-61.0286215	2
7	18686	651.903	1366.416	20.602	0.0018	21.581	0.0025	19.886	0.0054	0.7159996	-0.9790001	17959	232.6232569	-61.0365252	2
8	23340	823.526	1234.507	21.192	0.0043	22.098	0.0055	20.423	0.0211	0.7689991	-0.90600014	22550	232.6034494	-61.0490511	2
9	25358	899.221	1050.098	21.746	0.0044	22.725	0.006	21.359	0.0134	0.38700104	-0.9790001	24545	232.5756478	-61.0545925	2
10	25380	900.091	908.828	21.642	0.0039	22.456	0.0047	20.465	0.0077	1.177	-0.8139992	24567	232.5543165	-61.0546732	2
11	27617	984.099	1528.637	20.527	0.0019	21.523	0.0026	19.965	0.005	0.5620003	-0.9960003	26778	232.6479608	-61.0606943	2
12	27998	997.391	2525.407	21.54	0.0038	22.611	0.0056	20.857	0.0119	0.68300056	-1.0709991	27153	232.798486	-61.0613783	2
13	28028	998.558	873.343	21.062	0.0027	22.045	0.0037	20.451	0.0081	0.61100006	-0.9829998	27183	232.5490014	-61.0618495	2
14	29934	1070.018	2313.272	18.623	9.00E-04	19.591	0.001	17.982	0.0023	0.64099884	-0.9680004	20971	232.7665263	-61.0667438	2
15	30983	1109.744	3207.411	20.26	0.0023	21.226	0.0028	19.639	0.0112	0.6210003	-0.9659996	30105	232.9015982	-61.0692789	2
16	31401	1126.175	3454.851	19.285	0.0011	20.234	0.0013	18.7	0.006	0.5849991	-0.9489994	30516	232.9389846	-61.0703536	2
17	33042	1187.03	2961.626	18.216	8.00E-04	19.296	9.00E-04	17.873	0.0025	0.3430004	-1.0799999	32144	232.864576	-61.0750225	2
18	36356	1307.108	1420.259	19.862	0.0011	20.789	0.0015	19.089	0.0032	0.7729988	-0.92700005	35419	232.6318043	-61.0842452	2
19	37021	1331.215	301.406	20.506	0.0019	21.407	0.0024	19.658	0.0061	0.8479996	-0.90099907	36077	232.4626853	-61.0861136	2
20	38627	1390.807	2277.634	19.274	0.0011	20.214	0.0012	18.731	0.0032	0.54299927	-0.94000053	37662	232.7614556	-61.0901264	2
21	39426	1420.938	2799.01	20.413	0.0016	21.363	0.0022	19.85	0.0049	0.5629997	-0.95000076	38454	232.8403284	-61.0921336	2
22	39505	1424.191	2243.024	20.812	0.0025	21.783	0.0031	20.459	0.0096	0.35300064	-0.9710007	38352	232.756257	-61.0925694	2
23	39580	1426.901	2638.129	19.337	0.001	20.359	0.0012	18.837	0.0031	0.5	-1.0219994	38607	232.8159781	-61.0926308	2
24	40828	1473.75	833.845	20.09	0.0013	21.018	0.0017	19.416	0.0041	0.6739998	-0.9279995	39844	232.5432408	-61.0964651	2
25	41658	1503.807	2654.809	20.235	0.0016	21.235	0.0021	19.653	0.0056	0.58200073	-1	40667	232.8185851	-61.0982276	2
26	42756	1544.472	3908.795	19.258	0.0015	20.37	0.0018	18.846	0.0073	0.41199875	-1.1120014	41754	233.0081776	-61.1005888	2
27	43275	1563.146	2350.076	20.018	0.0013	21.013	0.0017	19.504	0.0045	0.51399994	-0.99500084	42267	232.7725781	-61.1026579	2
28	43968	1587.679	73.89	22.087	0.0059	22.936	0.0077	21.317	0.0174	0.77000046	-0.84900093	42954	232.4283228	-61.1047921	2
29	46760	1691.571	178.165	19.822	0.0011	20.708	0.0015	19.093	0.0036	0.7290001	-0.8859997	45725	232.4441183	-61.1123596	2
30	47943	1735.87	1601.995	18.582	0.0011	19.492	0.0012	17.978	0.0055	0.6040001	-0.90999985	46894	232.659585	-61.1154401	2
31	48731	1766.347	3316.004	20.826	0.0023	21.804	0.003	20.149	0.0101	0.67700005	-0.97800064	47670	232.9188849	-61.1170717	2
32	50097	1816.327	1753.779	19.955	0.0014	20.834	0.0019	19.277	0.0057	0.6779995	-0.8789997	49022	232.6826128	-61.121267	2
33	50360	1826.192	303.036	20.695	0.0022	21.641	0.0029	19.885	0.0058	0.80999947	-0.94600105	49282	232.463047	-61.1221633	2
34	50487	1830.84	90.733	18.721	9.00E-04	19.659	0.001	18.138	0.0029	0.5830002	-0.9379997	49408	232.4309078	-61.1225019	2
35	51200	1857.557	2101.83	21.068	0.0027	21.959	0.0034	20.092	0.006	0.97600174	-0.89099884	50113	232.735315	-61.1241802	2
36	51998	1887.744	2641.592	21.085	0.0027	22.012	0.0035	20.349	0.008	0.73599815	-0.92700005	50904	232.817019	-61.1262023	2
37	54015	1962.307	1529.481	17.362	0.0024	18.347	0.0029	16.894	0.0194	0.4680004	-0.9850006	52905	232.648776	-61.1319477	2
38	54460	1979.99	1255.245	20.903	0.003	21.907	0.0041	20.745	0.0106	0.15799904	-1.0039997	53348	232.6072703	-61.1332838	2
39	27808	990.852	3837.513	20.113	0.0013	21.17	0.0019	19.609	0.0047	0.5040016	-1.0569992	26698	232.9965604	-61.0602794	3
40	12793	437.863	2496.974	19.477	0.0031	20.482	0.0033	18.894	0.0155	0.5830002	-1.0050011	12154	232.7936199	-61.0206138	4
41	20214	707.915	3633.671	20.174	0.0023	21.169	0.0025	19.589	0.0151	0.5849991	-0.99500084	19461	232.9653873	-61.0397703	4
42	28230	1006.651	3658.865	19.175	0.0011	20.17	0.0013	18.613	0.005	0.56199837	-0.99500084	27384	232.9696171	-61.0615328	4
43	29012	1035.485	2789.116	19.391	0.0017	20.384	0.002	18.787	0.0082	0.6040001	-0.99300003	28155	232.8383454	-61.0640522	4
44	38802	1397.754	1097.576	20.318	0.004	21.334	0.0046	19.808	0.0158	0.5100002	-1.0159988	37835	232.583081	-61.0908995	4
45	39794	1434.873	1233.656	21.277	0.003	22.229	0.0041	20.658	0.0102	0.6189995	-0.95199966	38816	232.6036758	-61.0935833	4
46	46580	1684.382	928.992	20.055	0.0021	21.014	0.0024	19.556	0.0116	0.49900055	-0.95899963	45546	232.5577296	-61.1117965	4
47	6164	193.693	2701.392	19.05	0.001	20.14	0.0012	18.653	0.0034	0.39699936	-1.0900002	5604	232.8241814	-61.0027357	5
48	10909	367.883	934.341	22.063	0.006	23.114	0.0088	21.315	0.016	0.7479992	-1.0510006	10298	232.5579283	-61.0158997	5
49	11590	393.628	2888.873	17.578	0.0015	18.645	0.0018	17.179	0.0106	0.39899826	-1.0670013	10968	232.852662	-61.0172305	5
50	37455	1346.919	1500.531	20.225	0.0015	21.181	0.002	19.508	0.0058	0.71700096	-0.9559994	36508	232.6439637	-61.0871298	5
51	39244	1414.58	398.906	19.774	0.0011	20.681	0.0013	18.966	0.0029	0.80800056	-0.9069996	38274	232.4774482	-61.0921829	5
52	46426	1678.336	609.618	19.729	0.0011	20.596	0.0014	18.967	0.0036	0.76200104	-0.8670006	45392	232.5094036	-61.113831	5
53	24924	883.133	2615.362	17.68	8.00E-04	18.67	8.00E-04	17.174	0.0024	0.5060005	-0.9899998	24112	232.8119449	-61.053019	indet
54	37981	1367.898	472.86	19.431	0.0013	20.379	0.0016	18.54	0.0192	0.89099884	-0.94799995	37026	232.4886174	-61.0887802	indet
55	38372	1381.448	1645.59	20.666	0.0019	21.606	0.0026	19.954	0.006	0.7119999	-0.94000053	37411	232.6659148	-61.0896146	indet
56	48444	1755.989	1579.558	20.228	0.0056	21.148	0.0056	19.452	0.0207	0.776001	-0.9200001	47385	232.6562051	-61.1169102	indet

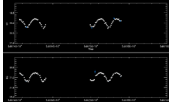
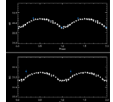
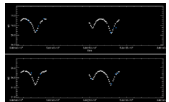
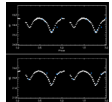
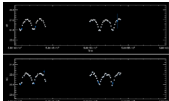
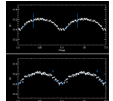
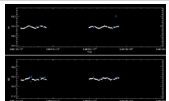
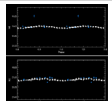
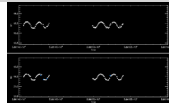
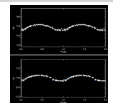
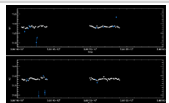
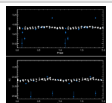
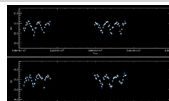
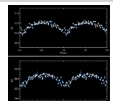
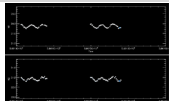
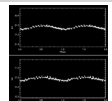
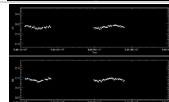
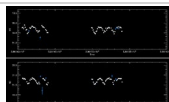
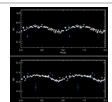

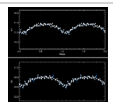
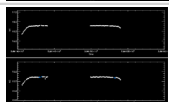
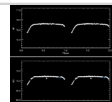
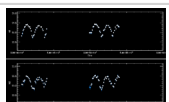
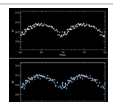
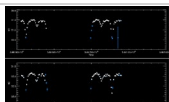
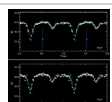
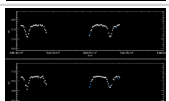
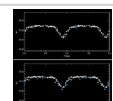
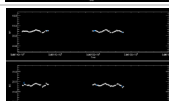
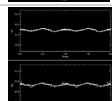
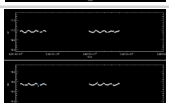
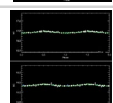
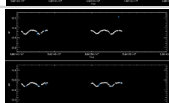
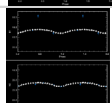
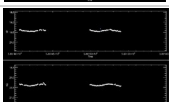
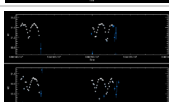
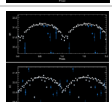
Estrellas variables identificadas CCD3 (56 candidatas) / Parte 1

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

36508		0.1334		5	45546		0.1637		4
47385		0.1445		indet	6974		0.2108		2
35419		indet		2	45725		0.69		2
19461		0.1624		4	42267		0.21		2
37835				4	50904		0.186		2
36077		0.1387		2	52905		0.2365		2
38816				4	45392		0.485		5
10298		0.1863		5	5291		0.1173		2
12154		0.2		4	26698		0.0893		3
24567		0.117		2	28155		0.1694		4

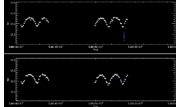
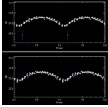
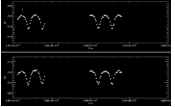
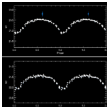
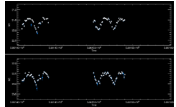
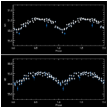
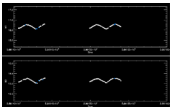
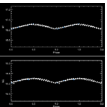
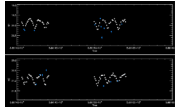
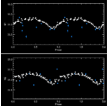
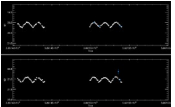
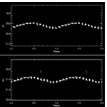
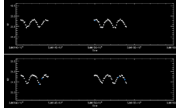
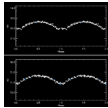
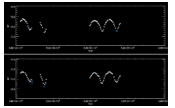
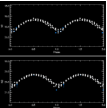
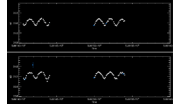
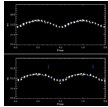
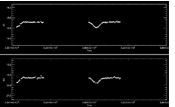
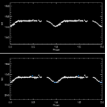
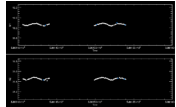
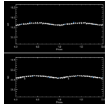
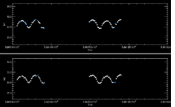
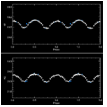
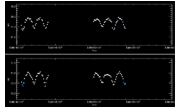
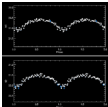
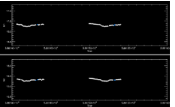
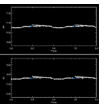
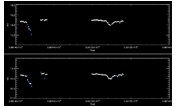
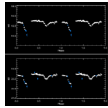
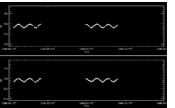
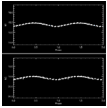
Estrellas variables identificadas CCD3 (56 candidatas) / Parte 2

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

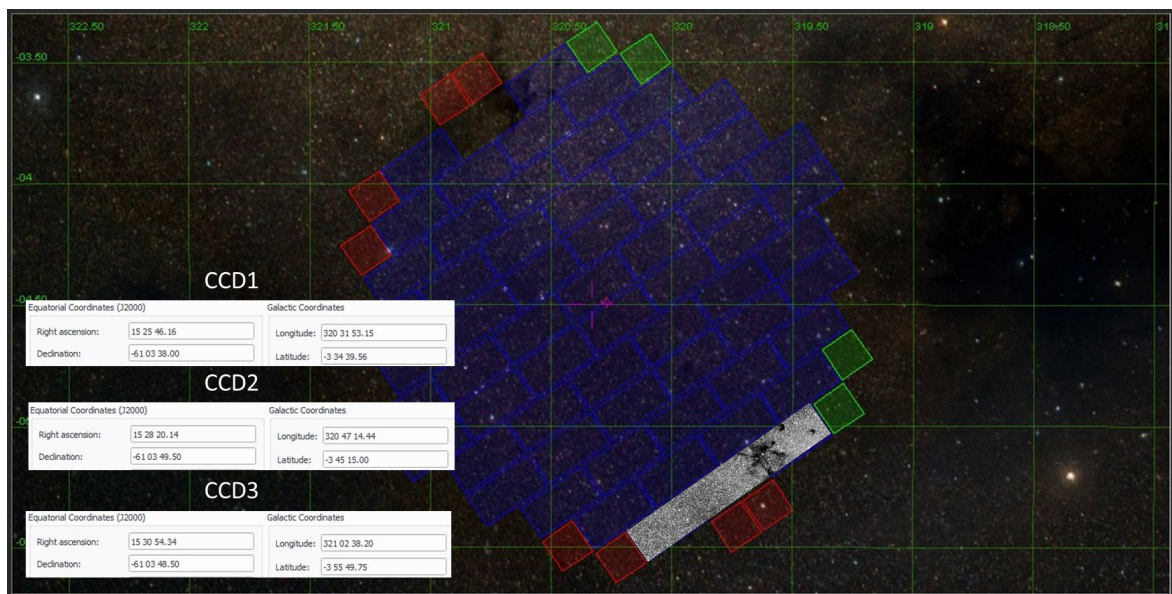
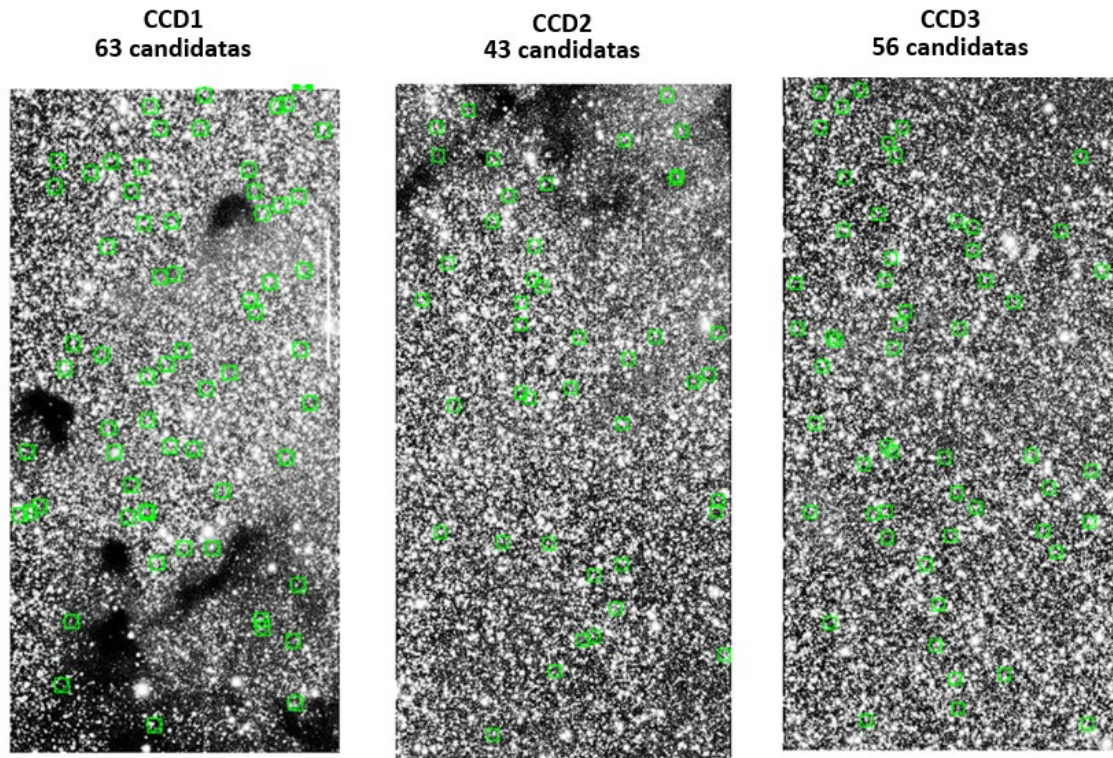
49022		0.2142		2	37662		0.516		2
27183		0.1745		2	5604		0.1732		5
46894		0.1655		2	27384		0.1632		4
42954		0.127		2	17959		0.1563		2
37411		0.805	indet		30105		0.1277		2
22550		0.1177		2	32144		indet		2
24545		0.1563		2	50113		0.288		2
47670		0.2797		2	38274		0.3058		5
10968		0.1016		5	15127		0.1915		2
37026		0.6	indet		53348		0.1472		2

Estrellas variables identificadas CCD3 (56 candidatas) / Parte 3

ID del proyecto / Serie Temporal / Periodo / diagrama de fase / Tipo clase de variable

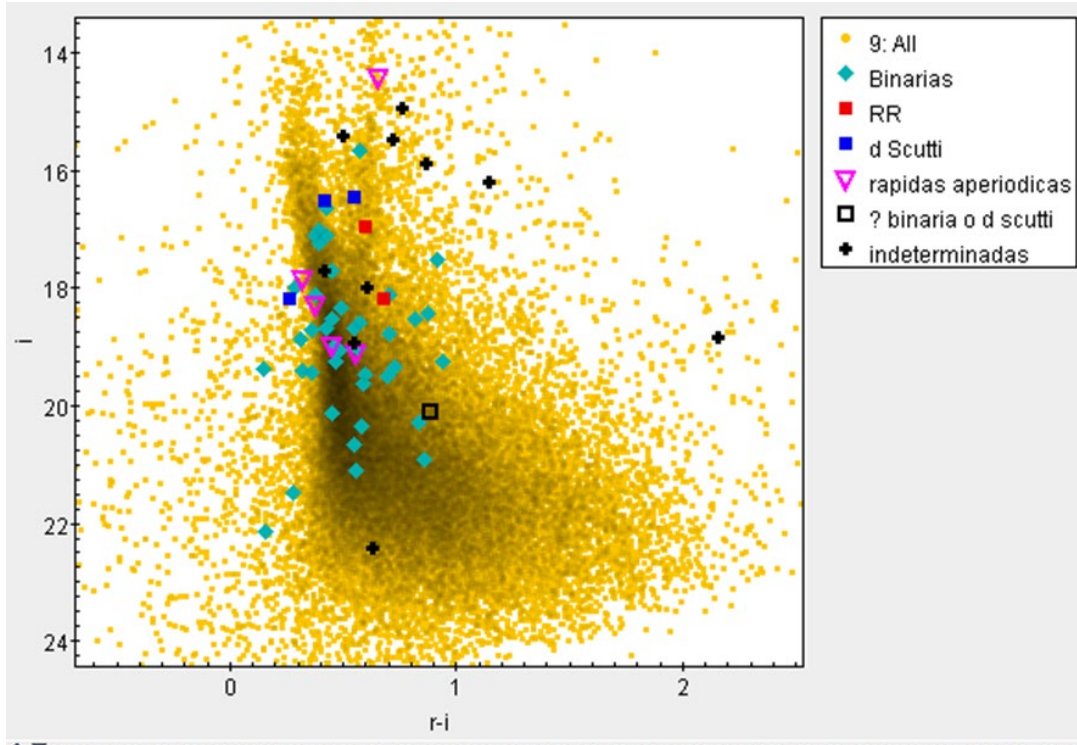
38352		0.1803		2	26778		0.1793		2
27153		0.2002		2	13186		0.2296		2
3660		0.134		2	39844		0.143		2
40667		0.1577		2	41754		0.1921		2
38454		0.1513		2	49408		0.522		2
38607		0.2196		2	30516		0.3632		2
49282		0.1462		2	24112		indet		indet
5943		0.7118		2	20971		0.1444		2

Ubicación de las candidatas a variables en cada uno de los CCD trabajados

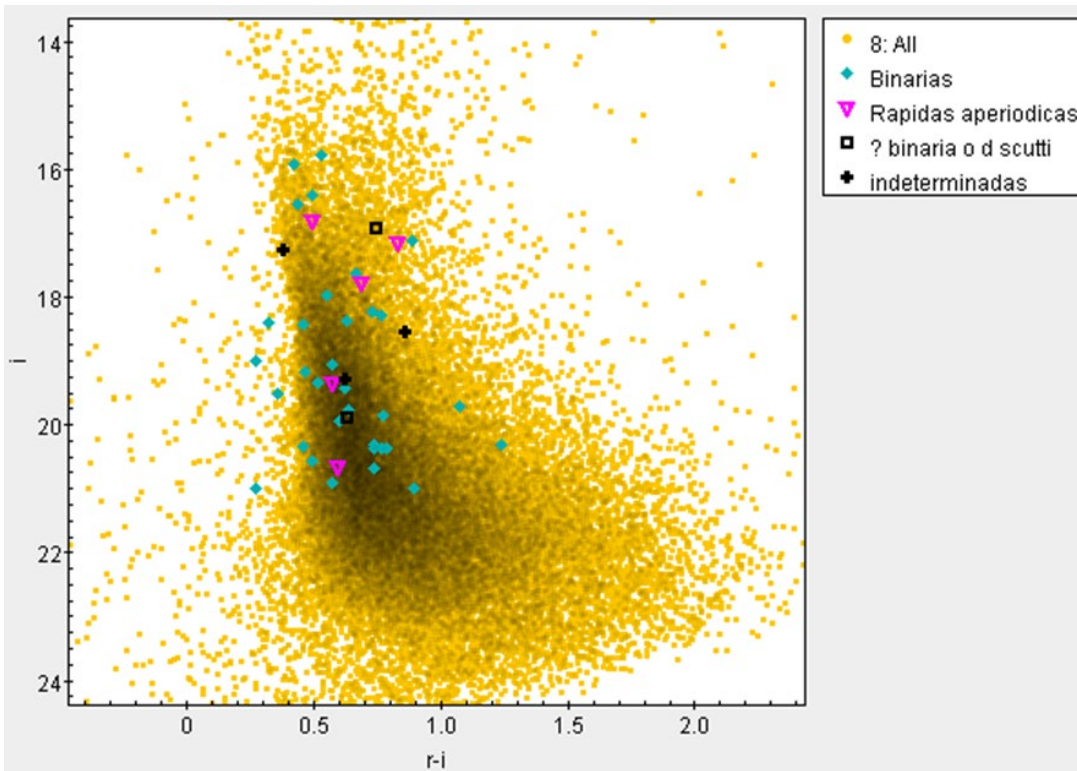


GRAFICAS CMD DE i VS r -i

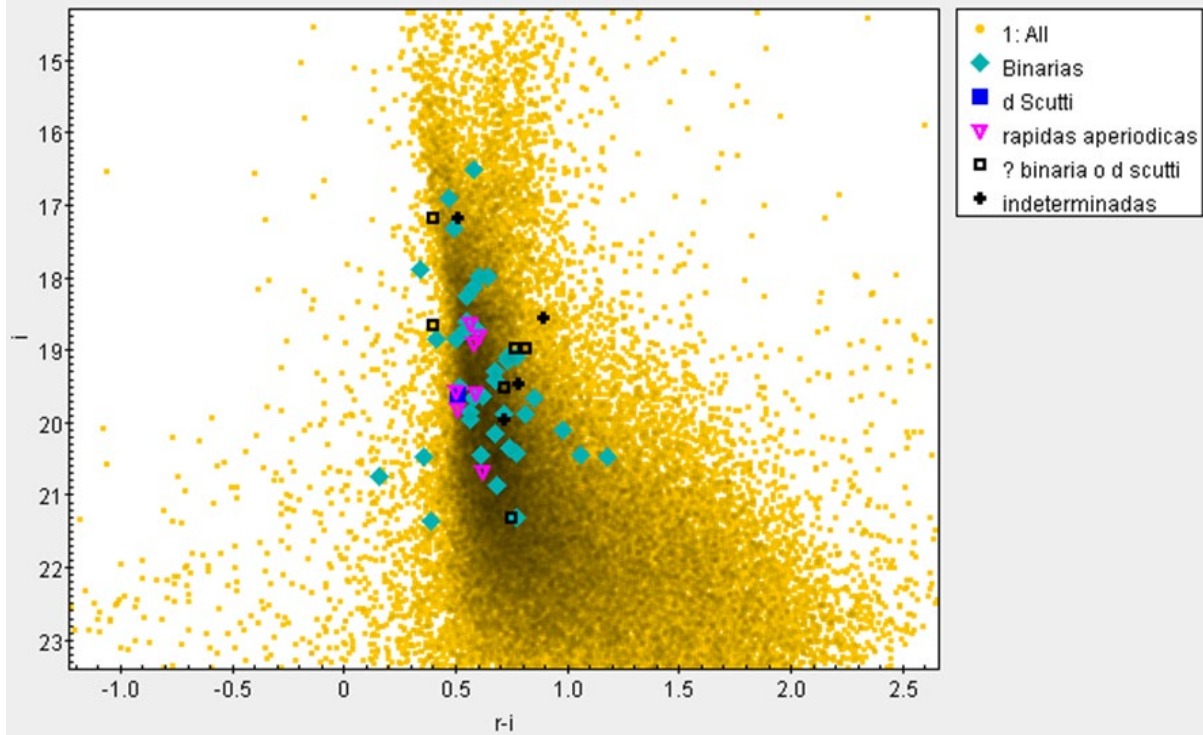
CCD1



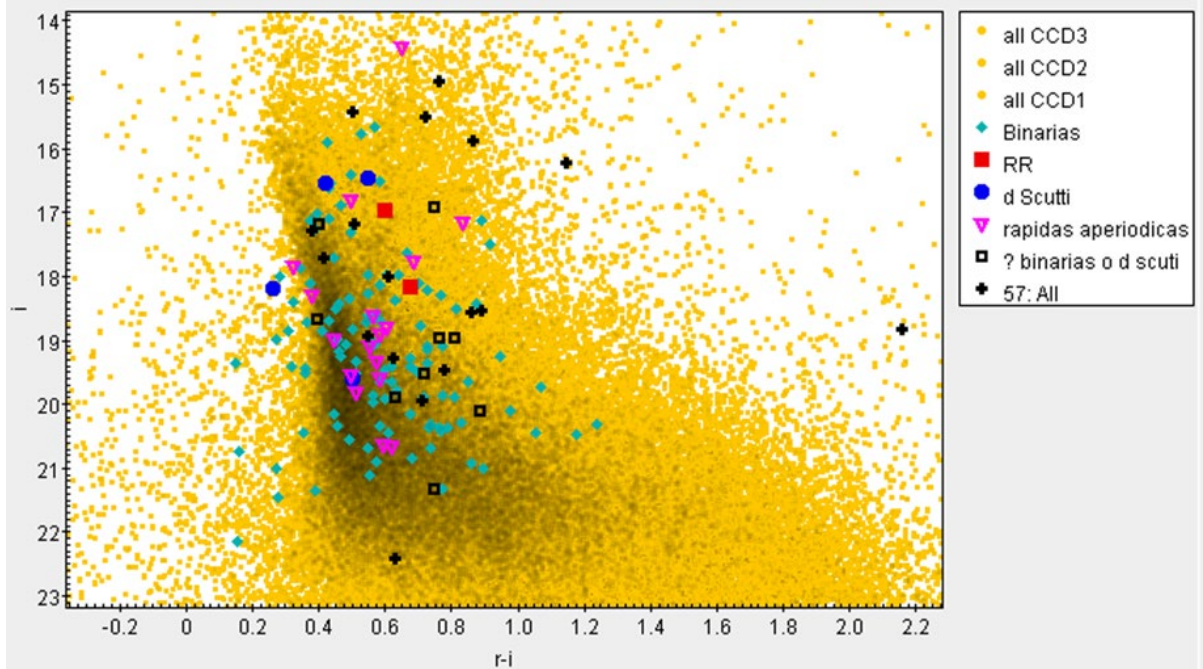
CCD2



CCD3

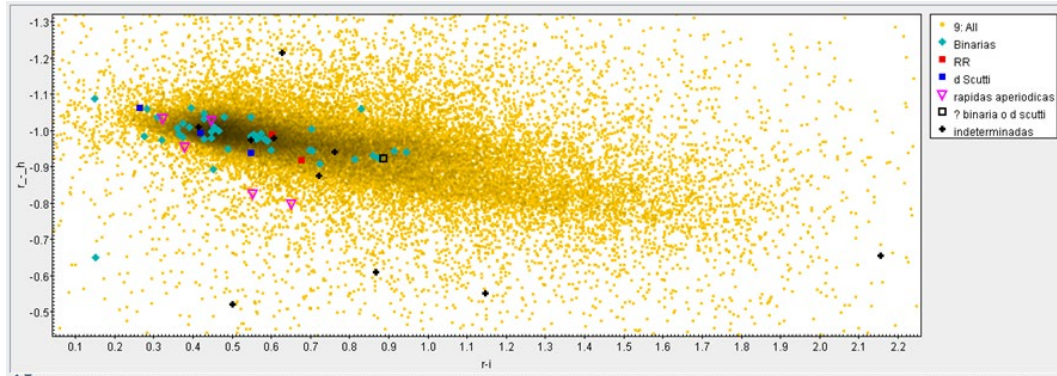


TODAS LAS CCDs

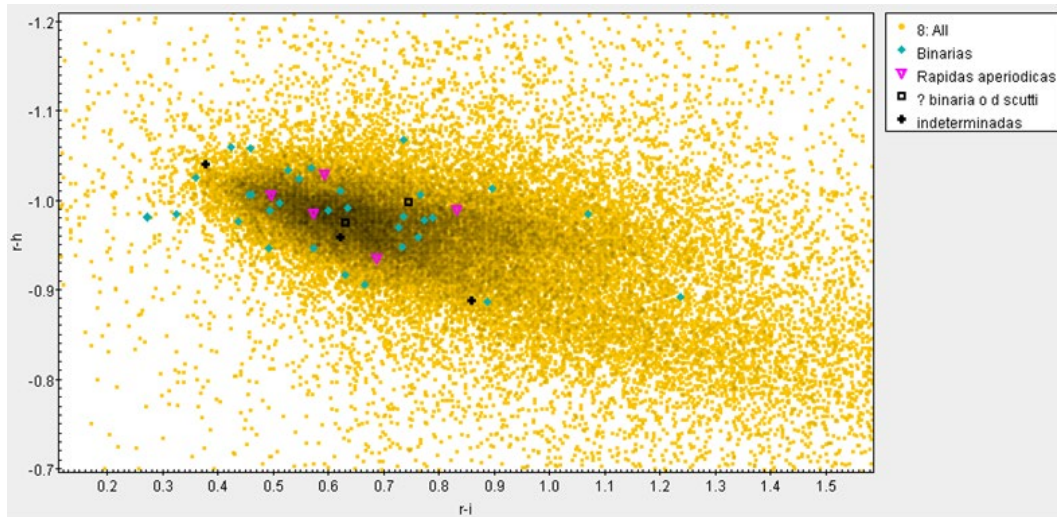


GRAFICA CMD DE r - Ha VS r - i

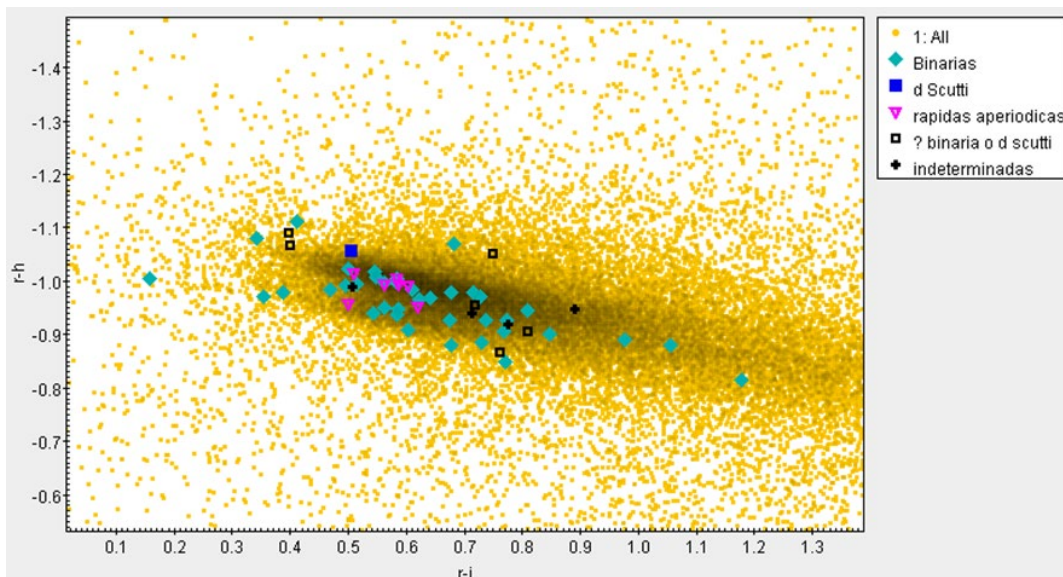
CCD1



CCD2

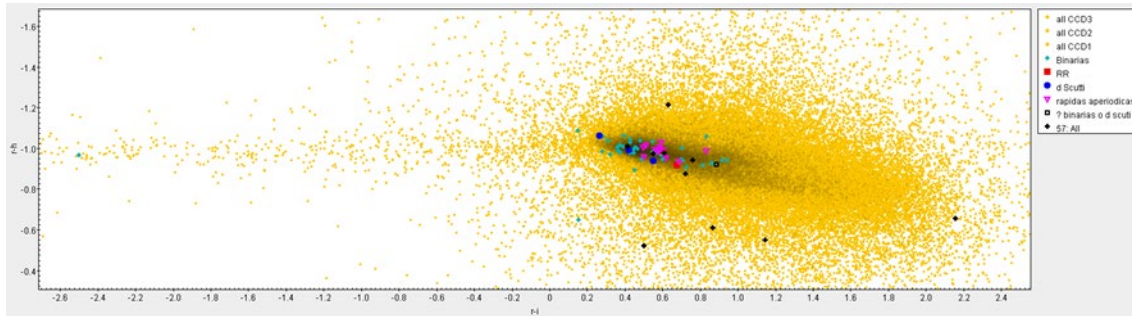


CCD3

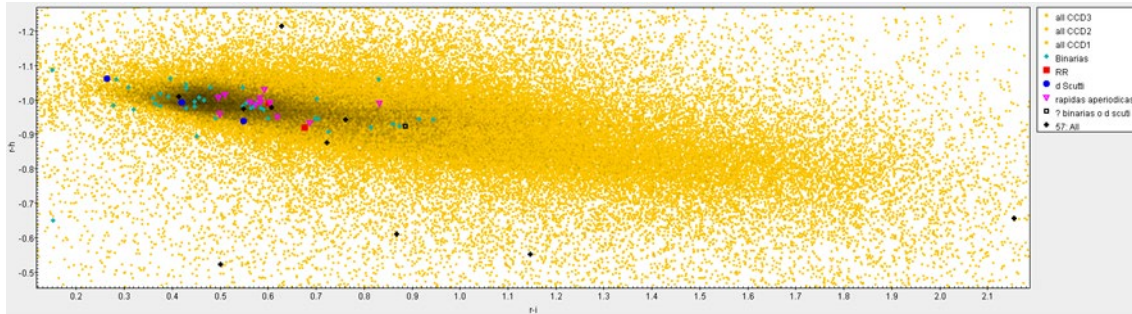


TODAS LAS CCDs

TODO EL CAMPO FOTOMÉTRICO



DETALLE A



DETALLE B

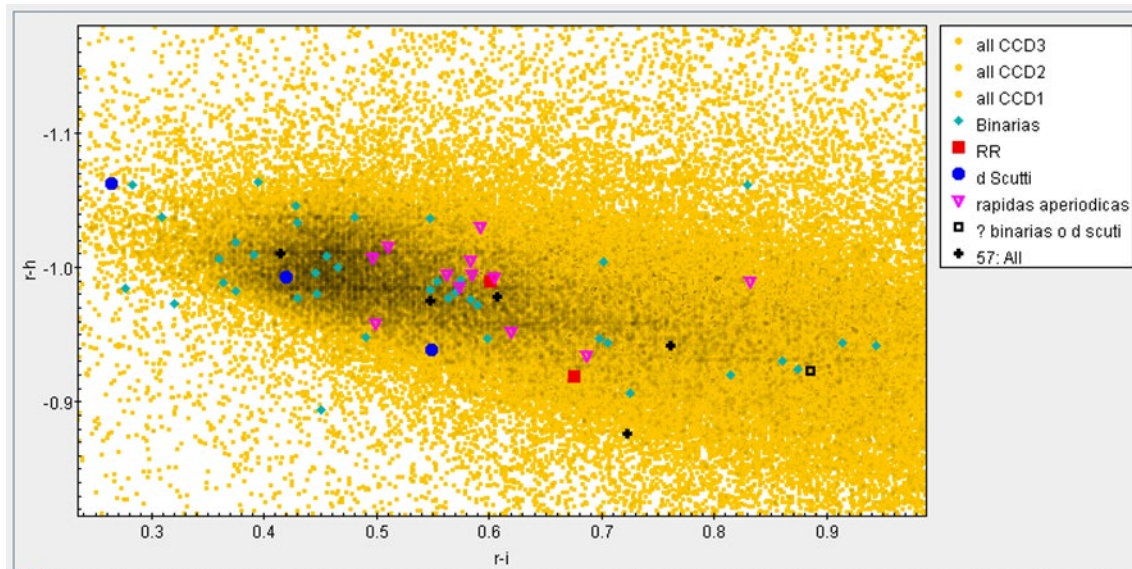


TABLA MATCH DE CANDIDATOS DE VARIABLES DEL ESTUDIO CON CANDIDATAS DE VARIABLES DE GAIA DR3

#	ID_Gaia	RA_gaia	DEC_gaia	dist	ID_ours	X	Y	r	Ha	WS	RA_ours	DEC_ours	separation
1	587558897819040000	232.6489176	-61.132049	1377.30408	52905	1962.307	1529.481	17.335	18.311	1.051	232.6489281	-61.1320203	0.104923964
2	5875559761158300000	232.7727168	-61.10273395	7093.57861	42267	1563.146	2350.076	20.006	21.008	1.038	232.7727303	-61.1027304	0.026758219
3	5875560001625800000	232.8404756	-61.09221054	7067.78809	38454	1420.938	2799.291	20.415	21.416	-3.151	232.8404807	-61.0922061	0.018246613
4	5875560035984730000	232.8647164	-61.07509996	5954.45215	32144	1187.03	2961.625	18.238	19.304	-1.924	232.8647282	-61.0750949	0.027456791
5	5875560104704170000	232.8161129	-61.09270631	5442.50977	38607	1426.901	2638.129	19.335	20.358	-3.358	232.8161303	-61.0927033	0.032124501
6	5875560104704830000	232.8187195	-61.09830851	3066.41357	40667	1503.808	2654.809	20.294	21.29	-2.886	232.8187374	-61.0983	0.04362105
7	5875560310926520000	232.8385081	-61.06413047	5689.85938	28155	1035.485	2789.116	19.387	20.381	1.185	232.8384976	-61.0641246	0.027917743
8	5875560413993330000	232.6827528	-61.12133482	7585.25732	49022	1816.327	1753.779	19.953	20.907	-1.19	232.6827649	-61.1213396	0.027180486
9	5875560620100320000	232.6597028	-61.11551523	4861.13818	46894	1735.87	1601.995	18.542	19.513	12.329	232.659737	-61.1155127	0.060187246
10	5875560654460860000	232.6660442	-61.08969058	5498.78369	37411	1381.448	1645.59	20.662	21.599	-1.271	232.6660667	-61.0896873	0.040903194
11	5875560723180910000	232.6440921	-61.08722232	5279.19482	36508	1346.92	1500.531	20.224	21.18	-0.607	232.6441156	-61.0872024	0.082512111
12	5875560890666490000	232.7615987	-61.09020115	5221.91748	37662	1390.807	2277.634	19.337	20.326	15.064	232.7616078	-61.090199	0.017597229
13	5875560925029050000	232.7666734	-61.06681788	6863.646	29071	1070.018	2313.272	18.614	19.584	9.636	232.7666783	-61.0668163	0.010233044
14	5875561062464930000	232.812085	-61.05309316	2510.44336	24112	883.134	2615.362	17.698	18.69	8.831	232.8120969	-61.0530915	0.021656298
15	5875561341654990000	232.7634859	-61.02869635	6760.34033	15127	546.759	2295.528	19.186	20.203	2.191	232.7634975	-61.028694	0.02190985
16	5875567938728630000	232.0687027	-61.11278531	4871.49219	35073	1697.232	1950.951	19.429	20.303	4.414	232.0687249	-61.1127971	0.057413119
17	5875568522892510000	232.1852565	-61.11897237	1824.22351	36706	1777.55	2721.326	17.022	18	3.808	232.1852639	-61.118984	0.043792907
18	5875568935161010000	232.1942066	-61.09133745	1310.70447	29049	1397.801	1097.576	18.275	19.192	12.946	232.1942112	-61.0913514	0.050855356
19	5875569721137150000	232.1954615	-61.07091984	6398.79932	23461	1117.389	2785.613	18.768	19.75	-7.681	232.1954646	-61.0709342	0.051985922
20	5875569826740900000	232.2255276	-61.05094909	5033.75781	18315	841.818	2982.915	19.259	20.232	1.65	232.2254556	-61.0509372	0.132557146
21	5875570893668260000	232.5578521	-61.11186907	6975.66895	45546	1684.382	928.992	20.058	21.009	0.808	232.5578814	-61.1118693	0.050955375
22	5875571031164930000	232.5832092	-61.09100778	5292.05371	37835	1397.754	1097.576	20.3	21.263	-0.637	232.5832327	-61.0909722	0.134471456
23	5875571065466990000	232.5095404	-61.11145437	5116.01904	45392	1678.336	609.618	19.724	20.59	1.079	232.5095553	-61.1114559	0.026569113
24	5875571099826760000	232.5433797	-61.09653782	2980.52271	39844	1473.75	833.845	20.092	21.014	5.739	232.5433924	-61.0965378	0.022142444
25	5875571134186570000	232.4887844	-61.08884878	6560.46387	37026	1367.898	472.86	19.429	20.377	-1.403	232.4887689	-61.088853	0.031013818
26	5875571370389210000	232.4310524	-61.12256436	10372.7178	49408	1830.839	90.733	18.748	19.676	6.348	232.4310593	-61.1225748	0.03948459
27	5875571477783900000	232.4442548	-61.11242412	9935.85742	45725	1691.571	178.165	19.831	20.715	1.026	232.4442698	-61.1124325	0.039902137
28	5875571890100810000	232.4775746	-61.09225675	4318.43506	38274	1414.58	398.906	19.778	20.675	-1.982	232.4775997	-61.0922557	0.043823084
29	5875572439856520000	232.6319385	-61.08431666	7404.75244	35419	1307.108	1420.259	19.869	20.794	0.62	232.631956	-61.0843178	0.030809255
30	5875572572999430000	232.6481047	-61.06076488	5979.13222	26778	984.099	1528.637	20.595	21.551	-4.464	232.6481125	-61.060767	0.01582063
31	5875572680376680000	232.6233905	-61.03659838	4524.95166	17959	651.903	1366.416	20.624	21.574	-1.82	232.6234084	-61.0365978	0.031229078
32	5875573809927300000	232.4896638	-61.00703374	2256.58081	6974	244.488	481.136	17.123	18.125	1.009	232.4896988	-61.007023	0.072293699
33	5875574084805790000	232.5946216	-60.99784638	5885.49512	3660	119.587	1177.667	19.897	20.851	-2.792	232.5946419	-60.9978464	0.035437027
34	5875574913758160000	232.2845281	-61.05585863	5779.82227	19684	907.82	3374.299	19.983	20.936	3.619	232.284528	-61.0558661	0.026893018
35	5875574913758180000	232.2810863	-61.05128977	5722.56494	18378	845.087	3351.437	16.928	17.907	5.485	232.2811057	-61.0512911	0.034132046
36	5875575738392920000	232.2554589	-61.04146041	6055.8042	15588	710.964	3181.127	20.511	21.476	-1.165	232.2554612	-61.0414728	0.044771795
37	5875576288194030000	232.2987188	-60.99311189	1510.34839	1397	45.827	3465.778	18.466	19.407	3.453	232.2987323	-60.9931121	0.023516823
38	5875594120881080000	231.5269407	-61.13123039	6433.38623	43655	1985.776	2621.431	18.781	19.791	-4.81	231.5269724	-61.1312269	0.056431162
39	5875594292679080000	231.4678854	-61.12751046	7515.98389	42742	1939.632	2230.559	20.035	21.067	-1.755	231.4679171	-61.1275034	0.060645048
40	5875594941165760000	231.6272962	-61.1085623	5916.91064	37358	1666.891	3280.404	18.421	19.38	-3.571	231.6273427	-61.108565	0.081447755
41	5875595082979800000	231.6860041	-61.11320846	4998.75586	38560	1726.719	3669.263	20.182	21.156	0.891	231.6860659	-61.1132222	0.118286131
42	5875595598349170000	231.5247586	-61.12639666	7939.69287	42337	1919.531	2605.812	19.718	20.745	2.333	231.5247526	-61.1263885	0.031137112
43	5875595598368950000	231.5192763	-61.12240817	6206.19629	41270	1865.292	2569.002	17.454	18.529	-11.454	231.5193007	-61.1224053	0.043592147
44	5875595907606620000	231.5006819	-61.08107016	6611.61816	30068	1299.582	2437.862	19.234	20.219	0.777	231.5007188	-61.0810851	0.083838307
45	5875595941946770000	231.5303062	-61.08258101	6800.70117	30424	1317.734	2634.069	20.595	21.607	1.678	231.5303279	-61.0825872	0.043915276
46	5875596006332230000	231.5255339	-61.07394388	8707.47949	27948	1199.537	2600.839	18.433	19.501	2.234	231.5255613	-61.0739485	0.050569998
47	5875596349929700000	231.56041	-61.05735486	7223.23584	22738	969.027	2828.586	17.528	18.54	-7.71	231.5604445	-61.0573622	0.065662332
48	5875596354261030000	231.5743699	-61.06971737	4770.45703	26562	1137.481	2923.234	18.116	19.127	-1.078	231.5743942	-61.0697138	0.044172889
49	5875596457362030000	231.5607077	-61.04448911	700.432068	18683	792.421	2828.157	15.906	16.467	-10.089	231.5607431	-61.0444974	0.068492461
50	5875596526081510000	231.6284918	-61.02300375	1812.98755	12125	492.229	3273.481	16.24	17.217	3.923	231.6285241	-61.0230045	0.056483386
51	5875596590437310000	231.5961443	-61.0062059	8127.32227	6778	264.158	3056.053	19.33	20.288	12.005	231.5961755	-61.006206	0.05435806
52	5875600924111650000	231.1974119	-61.1120484	7776.23975	39096	1754.49	439.18	19.631	20.596	-2.669	231.1974569	-61.1120443	0.07964316
53	5875605833200200000	231.3382546	-61.12630235	1206.80042	42660	1935.115	1373.814	15.03	16.069	2.56	231.3382936	-61.1262957	0.071869285
54	5875606078076380000	231.3911295	-61.10994097	832.389648	38143	1705.467	1719.528	15.095	15.934	-4.595	231.3911754	-61.1099381	0.080416122
55	5875606146796090000	231.4479422	-61.09078388	7863.83643	32683	1437.366	2090.946	17.645	18.654	0.819	231.4479775	-61.0907877	0.06295319
56	5875606245517130000	231.3675141	-61.10590549	827.905029	37063	1652.376	1652.439	15.687	16.623	-2.629	231.3675569	-61.1059057	0.074482485
57	5875606284248890000	231.3782799	-61.09328201	862.430481	33475	1478.099	1630.752	17.365	17.966	-6.66	231.3783264	-61.0932842	0.081272722
58	5875606421674170000	231.3998054	-61.0730349	4930.52832	27911	1197.768	1768.321	19.207	20.185	4.898	231.3998099	-61.0730087	0.145310352
59	5875606490393850000	231.3768048	-61.05690018	6857.06006	22954	979.02	1612.651	18.852	19.846	12.62	231.3768479	-61.0569086	0.081057981
60	5875606730911540000	231.2783463	-61.09003891	2398.75049	32805	1443.793	968.825	20.055	20.99	-1.07	231.278393	-61.0900489	0.088815618
61	5875606799629910000	231.2209639	-61.11345196	4810.08691	39402	1771.169	595.199	19.59	20.606	1.969	231.2209945	-61.1134522	0.053294439
62	5875606864017270000	231.2084303	-61.09711124	6699.55371	3489								

#	ID_Gaia	RA_gaia	DEC_gaia	dist	ID_ours	X	Y	r	Ha	WS	RA_ours	DEC_ours	separation
64	5875606971429880000	231.2567605	-61.07333148	4398.82666	28341	1216.809	821.626	19.409	20.45	1.249	231.2567908	-61.0733379	0.057599729
65	5875607005789540000	231.2269583	-61.07865618	3425.41699	29941	1293.073	625.807	18.153	19.191	1.547	231.2270039	-61.0786575	0.079549528
66	5875607005803430000	231.2315583	-61.06764531	802.773499	26650	1141.554	653.423	16.784	17.631	-4.089	231.2316078	-61.0676509	0.088453967
67	5875607040163190000	231.2553574	-61.0607363	2022.27063	24429	1044.178	809.225	16.951	17.936	3.93	231.2554015	-61.0607443	0.082125659
68	5875607143228700000	231.3074502	-61.06618227	6777.66895	25991	1113.294	1155.573	19.621	20.459	1.717	231.307497	-61.0661861	0.082633768
69	5875607280681380000	231.3296231	-61.05479254	7221.35791	22441	954.948	1299.76	20.012	20.995	1.245	231.3296816	-61.0548121	0.123831967
70	5875607521186400000	231.3305202	-61.02612194	6587.8418	13729	561.31	1298.799	19.878	20.824	-6.803	231.3305616	-61.0261254	0.073208143
71	5875607521199620000	231.3409257	-61.02337352	2952.43555	12841	522.548	1367.123	17.49	18.464	-2.781	231.3409639	-61.023377	0.067859058
72	5875607619913310000	231.4696809	-61.0883117	2850.86572	32000	1401.507	2234.239	17.043	18.08	5.521	231.4697176	-61.0883156	0.06532925
73	5875607693002900000	231.4408209	-61.07305335	6785.59521	27841	1194.653	2039.987	18.48	19.499	3.178	231.4408503	-61.0730585	0.054392062
74	5875607727344420000	231.4650588	-61.06296836	6175.78076	24655	1054.019	2198.17	20.071	21.017	1.363	231.4650674	-61.0629703	0.0164572
75	5875607830423780000	231.4678036	-61.05251317	2426.25586	24419	924.272	2214.287	19.761	20.76	8.202	231.4678298	-61.0525218	0.055276588
76	5875607963506710000	231.4116577	-61.04626344	5130.04736	19524	829.729	1841.146	18.857	19.771	-2.466	231.4117017	-61.046272	0.08268353
77	5875607967876160000	231.4035267	-61.0527063	6547.66455	21617	918.872	1788.658	16.727	17.774	-5.633	231.4035638	-61.0527123	0.068084854
78	587560844543100000	231.4771896	-61.01089886	6215.91211	8536	338.418	2267.948	17.473	18.471	15.937	231.4772178	-61.0108997	0.049352711
79	5875608723777160000	231.3978122	-61.03555644	7598.07373	16327	684.134	1747.026	19.494	20.492	8.946	231.3978546	-61.0355653	0.080508529
80	5875608895576480000	231.4266939	-60.99982646	6286.86328	5098	191.104	1930.622	19.452	20.534	9.669	231.4267159	-60.999824	0.039328651
81	5875609857647860000	231.2043801	-61.07425699	7174.21729	28706	1235.186	475.273	19.492	20.465	1.193	231.2044405	-61.0742529	0.106192589
82	5875609922033980000	231.1692562	-61.0653067	6295.95947	26069	1116.632	240.074	18.324	19.398	-4.468	231.1692848	-61.0653136	0.055698071
83	5875610132524620000	231.169216	-61.04737838	7571.26758	20482	870.818	234.979	19.221	20.243	7.457	231.1692505	-61.0473909	0.075181462
84	5875610201258880000	231.1385325	-61.04503554	2947.62891	19825	842.292	31.025	18.116	19.114	-5.264	231.1385713	-61.045042	0.07151775
85	5875610334326270000	231.150579	-61.01226193	803.493103	9724	391.394	101.938	16.205	17.081	-1.617	231.1506227	-61.0122612	0.076280555
86	5875610407404440000	231.249695	-61.01998503	6415.54785	11979	485.78	761.423	20.986	21.634	-0.955	231.2497452	-61.019988	0.088275669
87	5875610441777360000	231.2086927	-61.02559142	842.989807	13849	567.301	490.929	16.745	17.394	-3.662	231.2087375	-61.0255944	0.07884782
88	5875610476124060000	231.2421576	-61.01188581	6562.24512	9359	375.625	709.446	18.943	19.924	-4.855	231.242217	-61.0118931	0.106943509
89	5875610476137160000	231.2350567	-61.00312635	3664.64331	6609	256.612	657.601	18.649	19.628	0.924	231.2347365	-61.0031509	0.56573294
90	5875611090265030000	231.1482897	-61.00820921	7169.3501	8476	336.097	85.583	19.153	20.13	1.381	231.1483237	-61.0082065	0.060123849
91	5875611472569590000	231.1734281	-60.99193235	1915.22522	3251	109.918	248.096	15.886	16.871	6.291	231.1734714	-60.9919261	0.078891124
92	5875614771105000000	231.9714358	-61.12657975	2635.86548	38929	1891.353	1309.977	16.301	17.335	-13.474	231.9714612	-61.1265874	0.052092884
93	5875615011628590000	231.994123	-61.08274174	6986.48096	26831	1288.355	1460.182	19.679	20.674	-5.148	231.994951	-61.082762	0.099313844
94	5875615045988310000	231.9379116	-61.11495829	825.516479	35793	1733.694	1087.694	18.044	18.914	8.851	231.9380211	-61.1149717	0.070498687
95	5875615183427280000	231.9748314	-61.08259915	6054.6626	26816	1287.543	1327.515	19.863	20.865	-1.836	231.9748945	-61.0826264	0.147235206
96	587561524771180000	231.9535889	-61.07738722	9578.94043	25366	1216.928	1186.142	17.649	18.688	4.19	231.9536154	-61.0773999	0.064858791
97	5875615252093790000	231.9603303	-61.07360047	4294.92676	24341	1164.647	1230.284	19.898	20.883	0.952	231.9603567	-61.0736194	0.082190088
98	58756153555174330000	231.8389321	-61.11888117	6857.44434	37011	1793.524	433.891	20.811	21.805	-3.147	231.8389663	-61.1188932	0.073611464
99	5875615389534060000	231.8128926	-61.11950691	4923.66504	37227	1803.751	262.121	19.626	20.665	-3.5	231.8129476	-61.1195134	0.098430011
100	5875615492659590000	231.8760694	-61.08787214	987.661255	28427	1365.476	674.952	18.907	19.963	-2.357	231.8761187	-61.0878883	0.103704147
101	5875615522653190000	231.842774	-61.09439325	6712.88184	30234	1456.995	455.739	18.955	19.95	14.743	231.8428234	-61.0944003	0.089629438
102	5875616454684490000	232.0624275	-61.07910032	3923.32373	25725	1234.59	1906.22	18.57	19.584	2.128	232.0624438	-61.0790849	0.06235348
103	5875616454684590000	232.0537297	-61.06105784	5908.12256	21175	987.619	1846.872	19.879	20.855	-1.815	232.0537379	-61.0610707	0.048452731
104	5875616592171230000	232.08637	-61.03806959	3422.84155	14764	670.464	2060.905	16.364	17.44	-1.308	232.0863866	-61.0380811	0.050515799
105	5875616695250440000	232.0072008	-61.05670028	5039.83203	20111	929.796	1538.228	20.027	21.034	1.704	232.0071796	-61.0566956	0.040590212
106	5875616901363240000	232.0068098	-61.02309362	2215.12085	10443	468.295	1532.833	20.404	21.392	-0.603	232.0069156	-61.023085	0.187049821
107	5875617313725800000	232.0421009	-60.99941804	4613.78027	3378	141.83	1763.821	18.978	19.956	4.656	232.0421247	-60.9994337	0.070057219
108	5875617687311580000	232.0043906	-60.99551057	3942.97339	2288	89.956	1513.2	17.755	18.726	-1.255	232.0044067	-60.9955198	0.043569039
109	5875618688067870000	231.724873	-61.07160303	7296.604	26908	1152.816	3919.731	19.351	20.289	-2.01	231.7249184	-61.0716115	0.084739989
110	5875619169151690000	231.8266205	-61.0360355	3808.77905	14488	656.807	340.12	18.008	18.982	2.394	231.8266683	-61.0360431	0.087701878
111	5875619444034910000	231.7856847	-61.01683386	4134.05225	8894	396.002	65.955	19.117	20.078	19.323	231.7857484	-61.0168415	0.114503652
112	5875619851980200000	231.7058306	-61.00804274	6209.72363	7209	281.301	3783.904	19.497	20.456	2.314	231.705871	-61.0080316	0.081169931
113	5875619993739120000	231.6357478	-61.02228959	5115.67432	11879	481.973	3321.544	20.176	21.129	-1.504	231.6357926	-61.0222961	0.08157644
114	5875623013069710000	232.1569176	-60.99564921	2436.68262	2189	85.121	2525.019	17.312	18.312	2.683	232.1569196	-60.9956576	0.030400002
115	5875623017400270000	232.1679038	-60.99658842	6006.4668	2459	97.643	2597.932	20.509	21.515	1.302	232.1678997	-60.9965989	0.038403009
116	5875650711311850000	233.008324	-61.10067124	6223.77881	41754	1544.472	3908.795	19.304	20.343	6.132	233.0083302	-61.1006611	0.038060646
117	5875650986189900000	232.9391684	-61.07043922	7505.94678	30516	1126.175	3454.851	19.311	20.281	-7.545	232.939137	-61.0704259	0.072660093
118	5875651020549640000	232.9697629	-61.06160879	7637.27295	27384	1006.651	3658.865	19.177	20.165	1.75	232.9697695	-61.0616052	0.017272192
119	5875651329789050000	232.9967103	-61.06035689	5084.56445	26968	990.852	3837.513	20.104	21.165	1.161	232.9967128	-61.0603517	0.019202966
120	5875653906770350000	232.9017501	-61.06938473	5680.40039	30105	1109.744	3207.411	20.289	21.246	1.921	232.9017506	-61.0693513	0.120351175
121	5875654353446320000	232.9655843	-61.03985915	5337.45996	19461	707.915	3633.671	20.168	21.158	0.633	232.9655396	-61.0398426	0.098122891
122	5875654525243130000	233.0095905	-61.00312075	6986.26709	5943	206.561	3930.66	18.825	19.84	4.072	233.0095876	-61.0031097	0.040095044
123	5875654937560080000	232.8330574	-61.02334706	6999.30518	13186	475.683	2757.26	17.82	18.825	-4.628	232.8330613	-61.0233403	0.025251689
124	5875654971919870000	232.7938149	-61.02075662	6937.00732	12154	437.863	2496.974	19.478	20.474	0.733	232.7937717	-61.0206863	0.264133898
125	5875655040639300000	232.8528085	-61.01733511	1068.43677	10968	393.628	2888.873	17.574	18.639	1.358	232.8528139		

7. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Aerts, C., Christensen-Dalsgaard, J. & Kurtz, D. W. (2016, 23 agosto). *Asteroseismology* (Softcover Reprint of the Original 1st 2010 ed.). Springer.

Kippenhahn, R., Weigert, A. & Weiss, A. (2012, 30 octubre). *Stellar Structure and Evolution* (2nd 2012 ed.). Springer.

Martínez-Vázquez, C. E., Monelli, M., Bernard, E. J., Gallart, C., Stetson, P. B., Skillman, E. D., Bono, G., Cassisi, S., Fiorentino, G., McQuinn, K. B. W., Cole, A. A., McConnachie, A. W., Martin, N. F., Dolphin, A. E., Boylan-Kolchin, M., Aparicio, A., Hidalgo, S. L., & Weisz, D. R. (2017). The ISLANDS Project. III. Variable Stars in Six Andromeda Dwarf Spheroidal Galaxies. *The Astrophysical Journal*, 850(2), 137. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/aa9381>

Martínez-Vázquez, C. E., Monelli, M., Bono, G., Stetson, P. B., Ferraro, I., Bernard, E. J., Gallart, C., Fiorentino, G., Iannicola, G., & Udalski, A. (2015). Variable stars in Local Group Galaxies – I. Tracing the early chemical enrichment and radial gradients in the Sculptor dSph with RR Lyrae stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 454(2), 1509–1516. <https://doi.org/10.1093/mnras/stv2014>

Martínez-Vázquez, C. E., Monelli, M., Gallart, C., Bono, G., Bernard, E. J., Stetson, P. B., Ferraro, I., Walker, A. R., Dall’Ora, M., Fiorentino, G., & Iannicola, G. (2016). Probing the early chemical evolution of the Sculptor dSph with purely old stellar tracers. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 461(1), L41-L45. <https://doi.org/10.1093/mnrasl/slw093>

- Martínez-Vázquez, C. E., Monelli, M., Gallart, C., Bono, G., Bernard, E. J., Stetson, P. B., Ferraro, I., Walker, A. R., Dall’Ora, M., Fiorentino, G., & Iannicola, G. (2016). Probing the early chemical evolution of the Sculptor dSph with purely old stellar tracers. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, 461(1), L41-L45. <https://doi.org/10.1093/mnras/slw093>
- Martínez-Vázquez, C. E., Stetson, P. B., Monelli, M., Bernard, E. J., Fiorentino, G., Gallart, C., Bono, G., Cassisi, S., Dall’Ora, M., Ferraro, I., Iannicola, G., & Walker, A. R. (2016). Variable stars in Local Group Galaxies – II. Sculptor dSph. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 462(4), 4349–4370. <https://doi.org/10.1093/mnras/stw1895>
- Monelli, M., Walker, A. R., Martínez-Vázquez, C. E., Stetson, P. B., Gallart, C., Bernard, E. J., Bono, G., Vivas, A. K., Andreuzzi, G., Dall’Ora, M., Fiorentino, G., & Dorta, A. (2018). Variable stars in local group galaxies – IV. RR Lyrae stars in the central regions of the low-density galaxy Crater II. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 479(4), 4279–4291. <https://doi.org/10.1093/mnras/sty1645>
- Prieto Antúnez, A. J. (2017, 2 julio). TFM Criterios de búsqueda de estrellas variables en galaxias. Universidad de La Laguna.
- Saydjari, A. K. (2022, 23 junio). The Dark Energy Camera Plane Survey 2 (DECaPS2): More Sky, Less Bias, and Better Uncertainties. Recuperado 3 de agosto de 2022, de <https://arxiv.org/abs/2206.11909>
- Sokolovsky, K. V., Gavras, P., Karamelas, A., Antipin, S. V., Bellas-Velidis, I., Benni, P., Bonanos, A. Z., Burdanov, A. Y., Derlopa, S., Hatzidimitriou, D., Khokhryakova, A. D., Kolesnikova, D. M., Korotkiy, S. A., Lapukhin, E. G., Moretti, M. I., Popov, A. A., Pouliaxis, E., Samus, N. N., Spetsieri, Z., . . . Zubareva, A. M. (2016, 8 septiembre). Comparative performance of selected variability detection techniques in photometric

time series data. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 464(1), 274-292. <https://doi.org/10.1093/mnras/stw2262>

Vivas, A. K., Walker, A. R., Martínez-Vázquez, C. E., Monelli, M., Bono, G., Dorta, A., Nidever, D. L., Fiorentino, G., Gallart, C., Andreuzzi, G., Braga, V. F., Dall’Ora, M., Olsen, K., & Stetson, P. B. (2019). A DECam view of the diffuse dwarf galaxy Crater II – Variable stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 492(1), 1061–1077. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz3393>

Welch, D. L. & Stetson, P. B. (1993, mayo). Robust variable star detection techniques suitable for automated searches - New results for NGC 1866. *The Astronomical Journal*, 105, 1813. <https://doi.org/10.1086/116556>