



GORA

Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides



Grupo de
Astrometría y
Fotometría

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

TRABAJS REALIZADOS POR AOACM Y GORA ENTRE 2010 Y 2021

Charla para el Grupo de Astrometría y Fotometría (GAF)

Carlos Alberto Colazo

16 de julio de 2021 – 22:00 hs

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Ejes temáticos de la exposición

1. Rotación de los asteroides – Fotometría.

2. Métodos de trabajo de los grupos: AOACM y GORA.

3. Datos obtenidos por AOACM y GORA.

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Formas de los planetas: las fuerzas gravitatorias en el interior son tan intensas, que los materiales se deforman hasta que el cuerpo adquiere una forma más o menos esférica.

Forma de los asteroides: las fuerzas gravitatorias en el interior son tan débiles, que los materiales no se deforman conservando la forma irregular que adquirieron cuando se formaron.

Reflexión de la luz: Los asteroides reflejan parte de la luz solar que reciben.

Tamaño real y aparente: los cuerpos menores son pequeños y los que GORA mide, generalmente están a gran distancia de la Tierra, es por ello que se los observa con tamaños aparentes del orden de la décima o centésima de arco-segundos.

Observación: las imágenes capturadas con telescopios los muestran siempre como puntos similares a las estrellas. Aún con grandes telescopios resulta imposible observar las formas irregulares que tienen.

Movimiento: Con sucesivas capturas se detecta sus movimientos sobre el fondo del cielo.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

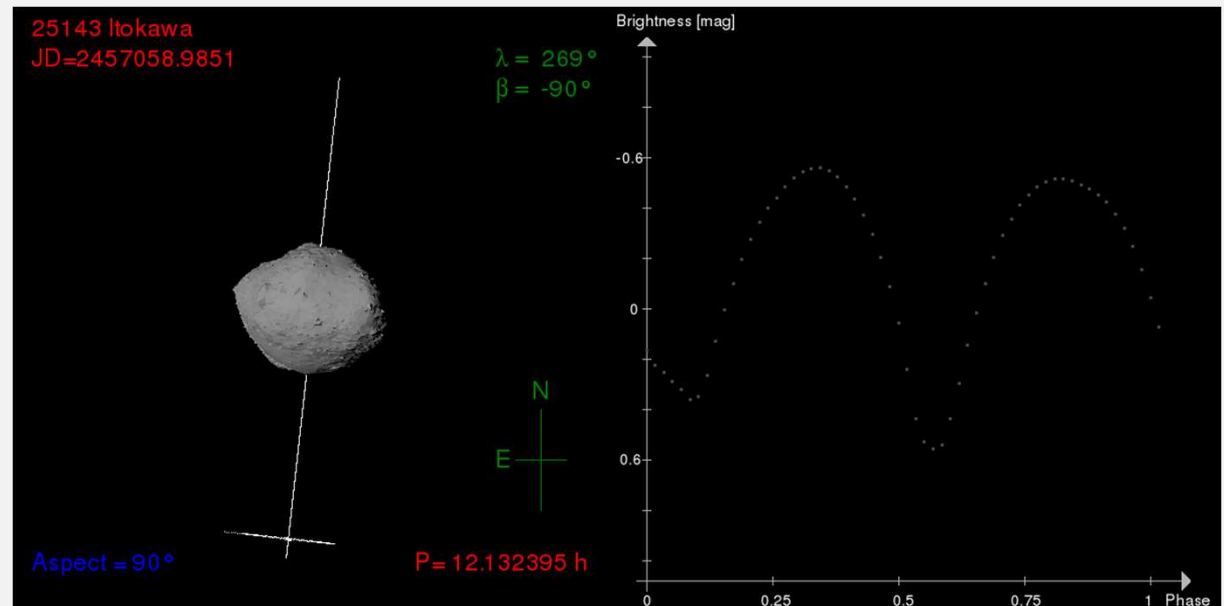
Brillo: es posible medir el brillo recibido en un sensor CCD/CMOS.

Cambios del brillo: Con una serie de imágenes es posible detectar si el brillo del asteroide varía a medida que pasa el tiempo.

Superficies reflectantes: de a ratos el brillo aumenta cuando la luz se refleja en áreas extensas del asteroide, luego disminuye cuando la luz se refleja en zonas de poca superficie.

Rotación: al rotar sobre su eje, el asteroide repetirá el mismo “bailoteo” del brillo, una y otra vez cuando complete cada giro.

Período de rotación: es posible medirlo con solo encontrar el tiempo que demora en repetirse esa fluctuación del brillo.

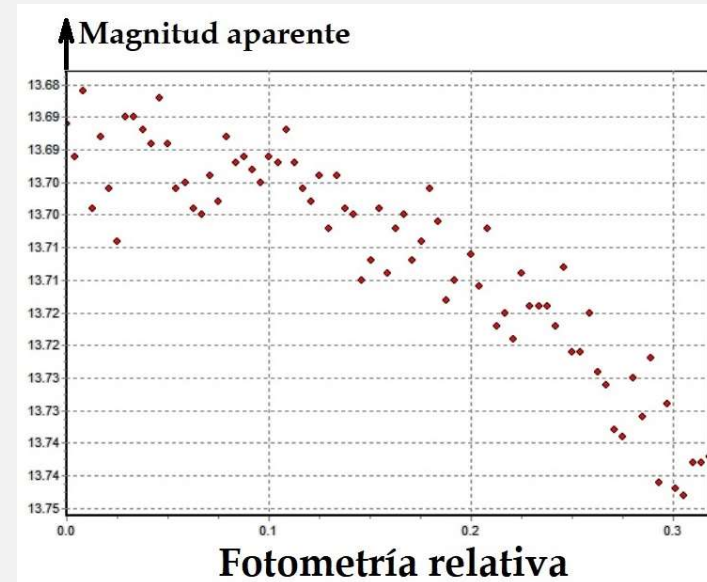
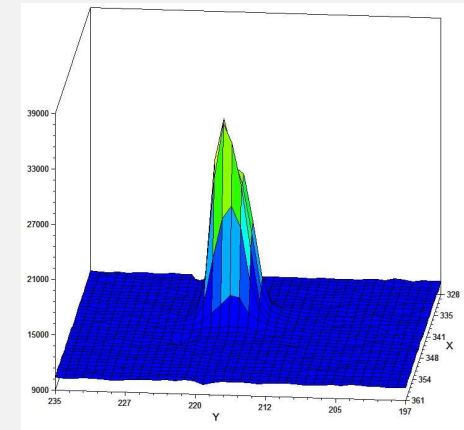


MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Fotometría con CCD/CMOS: es una técnica que permite medir brillos de objetos puntuales (estrellas y asteroides). Etapas del procedimiento:

1. Se mide el flujo de fotones registrado en cada impronta del asteroide.
2. Se mide el flujo de fotones registrado en cada impronta de estrellas del campo que no sean variables, llamadas “estrellas de calibración”.
3. El flujo de la impronta del asteroide es comparado con los flujos de las improntas de las estrellas de calibración.

Curva de luz: es la representación gráfica del brillo del asteroide en función del tiempo.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

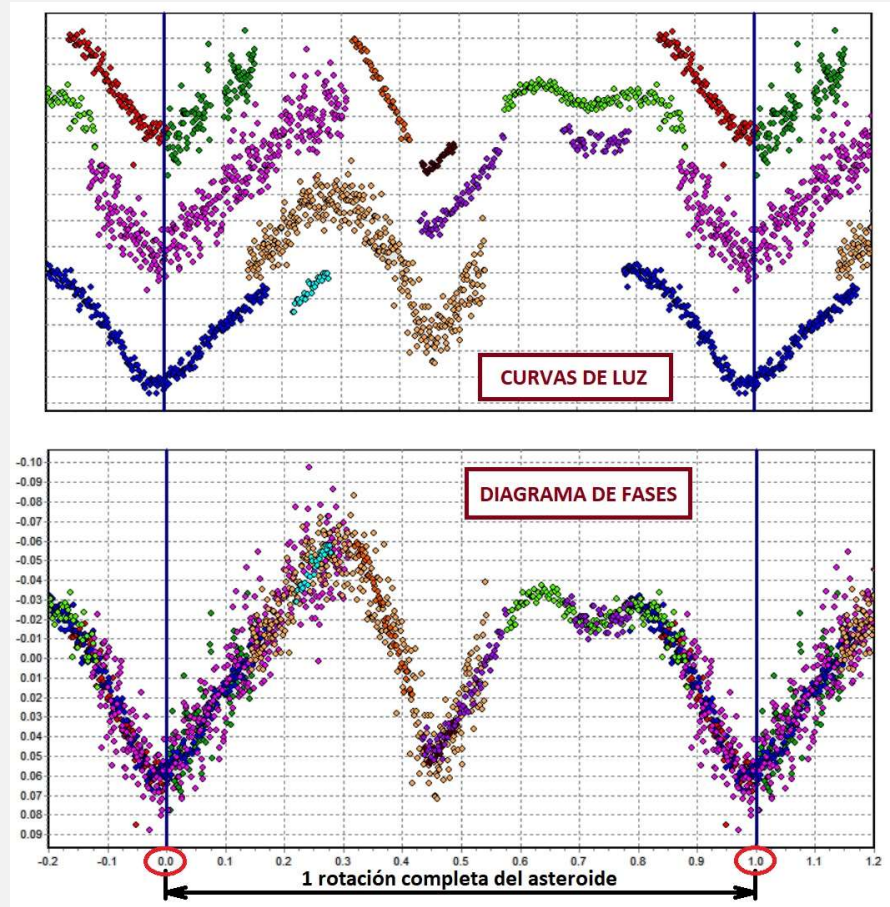
Diagrama de fases: resulta de superponer todas las curvas de luz obtenidas, de modo que refleje la forma en la que varía el brillo del asteroide a medida que cambian las fases de rotación durante un giro completo.

Eje de las fases: en el eje X, se reemplaza el “tiempo” por la “fase” que le corresponde a cada instante de la rotación del asteroide. Las fases se expresan en fracciones decimales de 1 período.

Ejemplo: Si el inicio del período se lo considera en un mínimo de brillo (fase = 0), la variación de brillo continuará hasta alcanzar mínimos y máximos, pero volverá otra vez al mínimo inicial (fase = 1).

Rotadores rápidos: Si el período de rotación es de unas pocas horas, es posible que en una noche se logre registrar una rotación completa.

Rotadores lentos: Cuando el período es de muchas horas o días, se obtienen curvas de luz en diferentes noches y se busca combinarlas para lograr construir el diagrama de fases completo.



(925) Alphonsina - 2018/03/07a124 - Periodo: 7.88 h
Primer medición de GORA - Observatorios: X3I-OAP-I19

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Ejes temáticos de la exposición

1. Rotación de los asteroides – Fotometría.

2. Métodos de trabajo de los grupos: AOACM y GORA.

3. Datos obtenidos por AOACM y GORA.

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Asociación de Observatorios Argentinos de Cuerpos Menores (AOACM)

Agrupación de observatorios aficionados. Periodo de actividad: 2009 a 2013.

Objetivos: aportar astrometrías de cuerpos menores y fotometrías de asteroides.



Observatorios AOACM que aportaron datos fotométricos y que fueron publicados en MPB.

1. Estación Astrofísica Bosque Alegre (MPC 821)
2. Observatorio Astronómico Córdoba (MPC 822)
3. Observatorio Astronómico El Gato Gris (MPC 119)
4. Observatorio Salvador (MPC 120)
5. Observatorio Los Campitos (MPC 136)
6. Observatorio Cruz del Sur (MPC 139)
7. Observatorio Astronómico El Catalejo (MPC 148)

Autores de artículos científicos publicados en MPB

1. Alejandro Bernal
2. Andrés Chapman
3. Carlos Ambrosioni
4. Carlos Colazo
5. Federico Mina
6. Fernando Mazzone
7. Julio Spagnotto
8. Raúl Melia

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

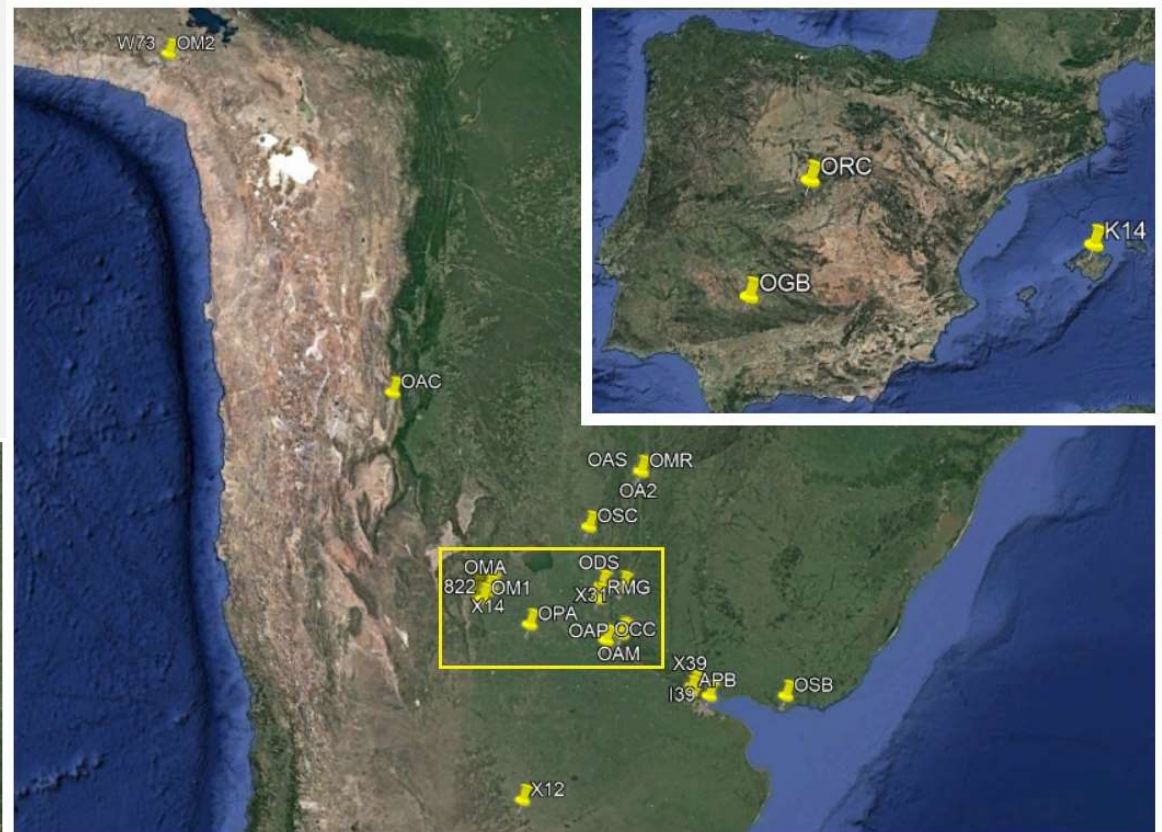
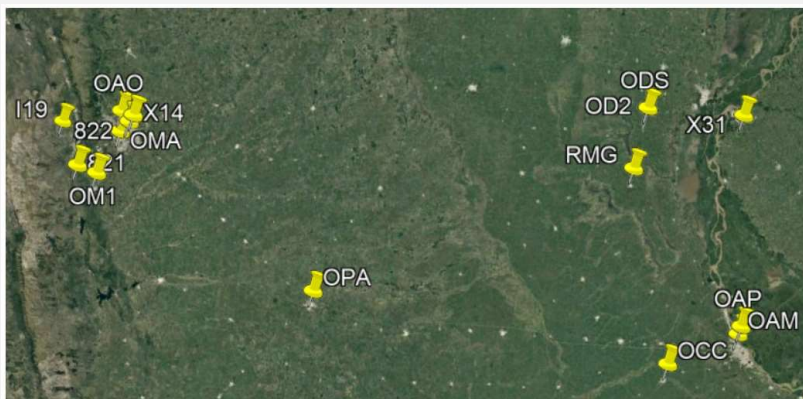
Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides (GORA):

En el año 2018 se retoman las mediciones de rotaciones de asteroides, tal como se hacían en AOACM.

Inicialmente participaron observatorios de Argentina, luego se sumaron observatorios de Perú, España y Uruguay.

Objetivos de GORA:

1. Trabajar cooperativamente.
2. Medir períodos de rotación y amplitudes de brillo de asteroides.
3. Promover la observación de variabilidad de brillos en objetos puntuales: estrellas variables, supernovas, tránsitos de exoplanetas y ocultaciones asteroidales.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES



Observatorios GORA

Aportaron datos (publicados y a publicar)

1. Estación Astrofísica Bosque Alegre (MPC 821)
2. Observatorio Astronómico Córdoba (MPC 822)
3. Observatorio Astronómico Giordano Bruno (MPC G05)
4. Observatorio Astronómico El Gato Gris (MPC I19)
5. Observatorio Cruz del Sur (MPC I39)
6. Observatorio de Sencelles (MPC K14)
7. Observatorio Los Cabezones (MPC X12)
8. Observatorio Orbis Tertius (MPC X14)
9. Observatorio Galileo Galilei (MPC X31)
10. Observatorio Antares (MPC X39)
11. Observatorio Astronómico de Moquegua I (MPC W73)
12. Observatorio AstroPilar (GORA APB)
13. Observatorio Astronómico Calchaquí (GORA OAC)
14. Observatorio de Aldo Mottino (GORA OAM)
15. Observatorio Astronómico Aficionado Omega (GORA OAO)
16. Observatorio Astro Pulver (GORA OAP)

17. Observatorio de Ariel Stechina I (GORA OAS)
18. Observatorio de Ariel Stechina 2 (GORA OA2)
19. Observatorio de Damián Scotta I (GORA ODS)
20. Observatorio de Damián Scotta 2 (GORA OD2)
21. Observatorio Astronómico Vuelta por el Universo (GORA OMA)
22. Observatorio Astronómico Municipal Reconquista (GORA OMR)
23. Observatorio Chopis (GORA OMI)
24. Observatorio Punto Azul (GORA OPA)
25. Observatorio Río Cofio (GORA ORC)
26. Observatorio de Raúl Melia (GORA RMG)

Observatorios GORA

En etapa de aprendizaje

1. Observatorio Candela Celeste (GORA OCC)
2. Observatorio Astronómico de Moquegua 2 (GORA OM2)
3. Observatorio de Sergio Babino (GORA OSB)
4. Observatorio Astronómico Municipal de San Cristóbal (GORA OSC)

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Autores de artículos científicos (publicados y a publicar)

01 Alberto García (ORC)
02 Aldo Mottino (OAM)
03 Aldo Wilberger (X12)
04 Alejandro Moreschi (OMI)
05 Andrés Chapman (I39)
06 Ariel Stechina (OAS)
07 Carla Girardini (I19)
08 Carlos Colazo (I19)
09 César Fornari (X31)
10 Claudio Pittari (822)
11 Damián Scotta (ODS)
12 Daniela Arias (OPA)
13 Eduardo Pulver (OAP)
14 Elisa Rodríguez (I19)
15 Erick Meza (W73))
16 Ezequiel Bellocchio (APB)
17 Fabricio Romero (OMR)

18 Francisco Santos (G05)
19 Guillermo Amilibia (822)
20 Guillermo Ferrero (822)
21 José García (822)
22 Marcos Anzola (OMA)
23 Marcos Santucho (X14)
24 Marina Tornatore (I19)
25 Mario Morales (K14)
26 Mateo Borello (OMR)
27 Matías Martini (OAO)
28 Matías Suligoy (OMR)
29 Milagros Colazo (821)
30 Néstor Suárez (X39)
31 Nicolás Vasconi (OPA)
32 Patricio Tourne Passarino (OMR)
33 Raúl Melia (RMG)
34 Ricardo Llanos (OAC)
35 Ricardo Nolte (822)
36 Sergio Morero (822)
37 Tiago Speranza (OMR)

Integrantes en etapa de aprendizaje

01 Alejandro Hasspacher
02 Denis Martínez
03 Eduardo Medina (OAC)
04 Federico Billia
05 Horacio Medina (OAC)
06 Leonela Barreto (OSC)
07 Marcos Zapata
08 Mercedes Peralta
09 Sergio Babino (OSB)
10 Sergio Galarza (OCC)

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Selección de los objetivos: GORA observa asteroides de los que se necesite conocer o mejorar la información del período de rotación. Se eligen objetos propuestos en el sitio Collaborate Asteroids Lightcurve Link (CALL), institución internacional encargada de recopilar las observaciones de rotaciones de asteroides.

1. Fecha de la oposición al Sol.
2. Incertidumbre en el valor del período y su amplitud.
3. Riqueza de estrellas en el entorno.
4. Brillo máximo del objeto.
5. Amplitud esperada del brillo.

Number	Name	Desig	Family	CS	Class	DiamS	DiamF	Diam	Period	PerDesc	AmpF	AmpMin	AmpMax	U
1034	Mozartia	1924 SS	MB-I	A	S	C		11.30					0.10	

Reference	BBCode	Worked as	DateObs	Diam	DiamErr	Period	PerErr	AmpMin	AmpMax	AmpErr	U
Nugent 2015	2015Ae7...614...117N	Mozartia		9.75	1.81						
Veres 2015	2015Icar_261...34V	1924 SS									
Mainzer 2016	2016PDS...247...M	Mozartia	2010-06-20	7.919	0.047						
Dilteon 2018b	2018MFBu...45...117D	Mozartia	2017-04-01						0.10	0.03	
Popescu 2018b	2018AAA...617A...12P	Mozartia									
WISE	2011Ae7...741...90M	Mozartia		8.732	0.091						



LCDB	Ephemeris	Reset	LCDB	Eph	CN	CS	Fav	Num	Name	Fam	ODate	OMag	MDate	MDist	BDate	BMag	BDec	PF	Period	AMin	AMax	U	H	pV	Diam
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	N			740	Cantabria	9106	07 04.0	13.6	07 01.0	2.160	07 04.2	13.6	-19		64.453	0.13	0.16	3	9.18	0.057	81.20
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	N			83	Beatrix	9104	07 06.0	11.8	07 01.7	1.393	07 04.7	11.8	-31		10.111	0.09	0.18	3	8.77	0.20	52.36
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	N			276	Adelheid	9106	07 04.1	13.7	07 05.4	2.397	07 05.7	13.7	7		6.315	0.07	0.17	3	8.65	0.057	103.65
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	N			1021	Flammario	9106	07 05.4	13.1	07 15.6	1.889	07 06.8	13.0	-18		12.160	0.14	0.40	3-	9.12	0.057	83.48
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	Y			1026	Ingrid	402	07 14.0	13.9	07 18.4	0.853	07 14.7	13.9	-23		5.437	0.07	0.5	3-	12.78	0.30	6.74
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	Y			819	Barnardiana	402	07 18.6	13.4	07 15.5	0.880	07 17.5	13.4	-28		66.70		0.82	2+	11.99	0.30	9.70
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	Y			462	Eriphyla	605	07 19.1	12.8	07 21.6	1.712	07 19.0	12.8	-22		8.659	0.11	0.39	3	9.40	0.15	45.23
<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	Y			1034	Mozartia	9104	07 19.1	12.8	07 25.9	0.707	07 19.1	12.8	-22						12.21	0.20	10.74
<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>		N	N	Y			285571	2000 PQ9	9101	07 27.1	13.7	07 21.8	0.067	07 20.4	12.7	-22						18.02	0.20	0.740

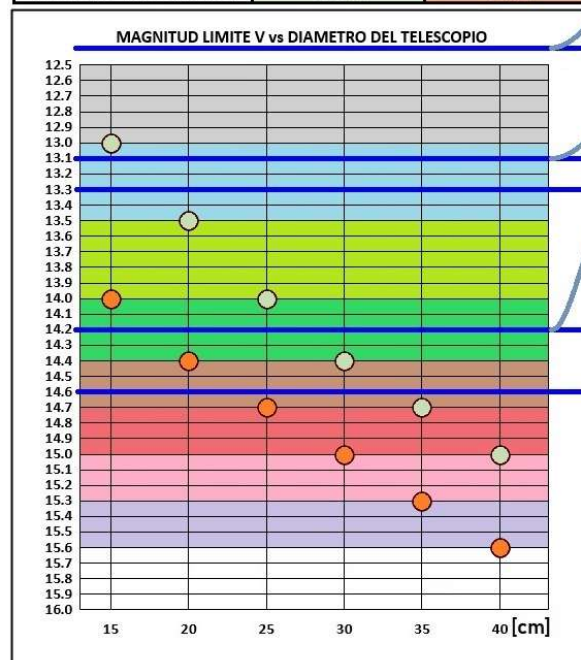
MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Planificación de las observaciones:

- Se planifican las observaciones para los diferentes equipos, en base a un ábaco que muestra las magnitudes accesibles para ellos.
- Se construyen tablas que muestran los horarios de visibilidad óptima (altura del objeto y del Sol) para las diferentes regiones donde existen observatorios de GORA.
- Se distribuyen los objetos según los observatorios disponibles cada noche, mediante comunicaciones por un grupo de WhatsApp.
- Los observadores evalúan las condiciones meteorológicas del lugar y las condiciones astronómicas del objetivo (distancia a la Luna, riqueza de estrellas, brillo del asteroide, velocidad y trayectoria del asteroide, contaminación con estrellas, etc.).
- Recursos: Efemérides del Minor Planet Center, carta celestes con simulación del movimiento, del asteroide, etc.

OBJETIVOS GORA - JULIO DE 2021

Magnitudes límites	teóricas	de prueba
Tiempo de exposición	2 min	4 min o +
Luna (moderada y a > 60°)	CON	SIN
Humedad o Nubes (tenues)	CON	SIN



Date	UT h m	V	Obj. Alt.	Sun Alt.
(236) Honoria				
2021 07 08	2240		+29	-25
	0130	11.8	+44	-28
	0310		+39	-18
(1021) Flammario				
2021 07 08	2230		+29	-24
	0010	13.1	+34	-29
	0200		+29	-26
(1026) Ingrid				
2021 07 08	0010		+29	-29
	0100	14.2	+30	-29
	0140		+29	-27

(236) Honoria				
2021 07 08	0110		+29	-50
	0510	11.7	+66	-73
	0910		+30	-23
(1021) Flammario				
2021 07 08	2330		+30	-29
	0350	13.1	+76	-80
	0810		+30	-36
(1034) Mozartia				
2021 07 08	0030		+30	-42
	0500	13.3	+81	-75
	0930		+30	-19
(1026) Ingrid				
2021 07 08	0010		+30	-37
	0440	14.2	+81	-78
	0910		+30	-23
(285571) 2000 PQ9				
2021 07 08	2240		+35	-19
	0330	14.6	+65	-78
	0900		+30	-25

ESPAÑA

ARGENTINA

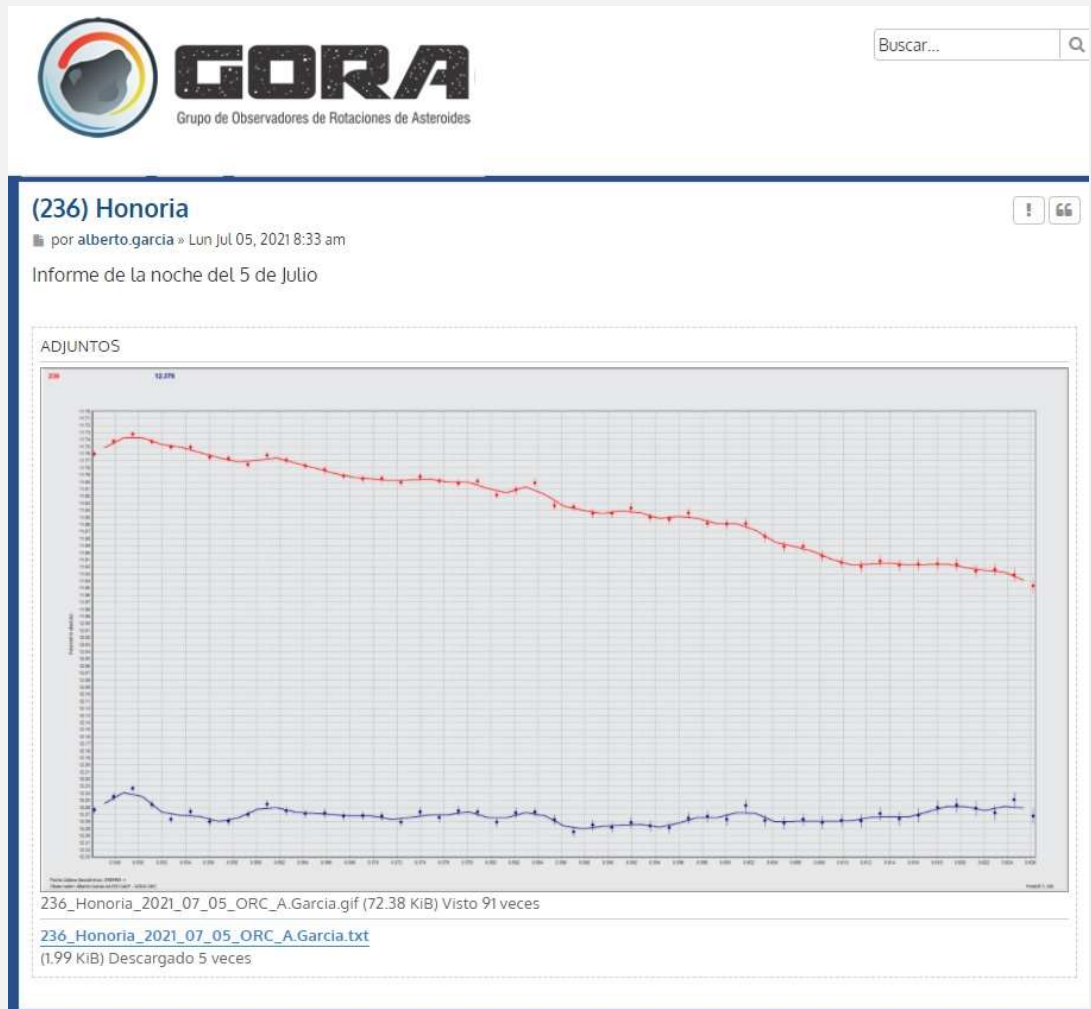
MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Observación: la configuración del equipo y de las capturas de imágenes requieren de experiencia del observador, quien decide sobre:

- El tiempo de exposición y las condiciones de enfoque para obtener una buena señal del objeto en cada imagen.
- El campo estelar, de acuerdo a posibles estrellas de calibración y al recorrido que tendrá el asteroide entre las estrellas.
- Las estrellas de calibración, que se eligen con el programa “SeqPlot”, porque ofrece gran cantidad de estrellas catalogadas como no-variables.

El observador realiza el procesamiento de imágenes.

- Las imágenes son almacenadas en formato Fit.
- La curva de luz se obtiene con el programa Fotodif de Julio Castellano.
- La tabla de datos y la curva obtenida se reporta al sitio web de GORA.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

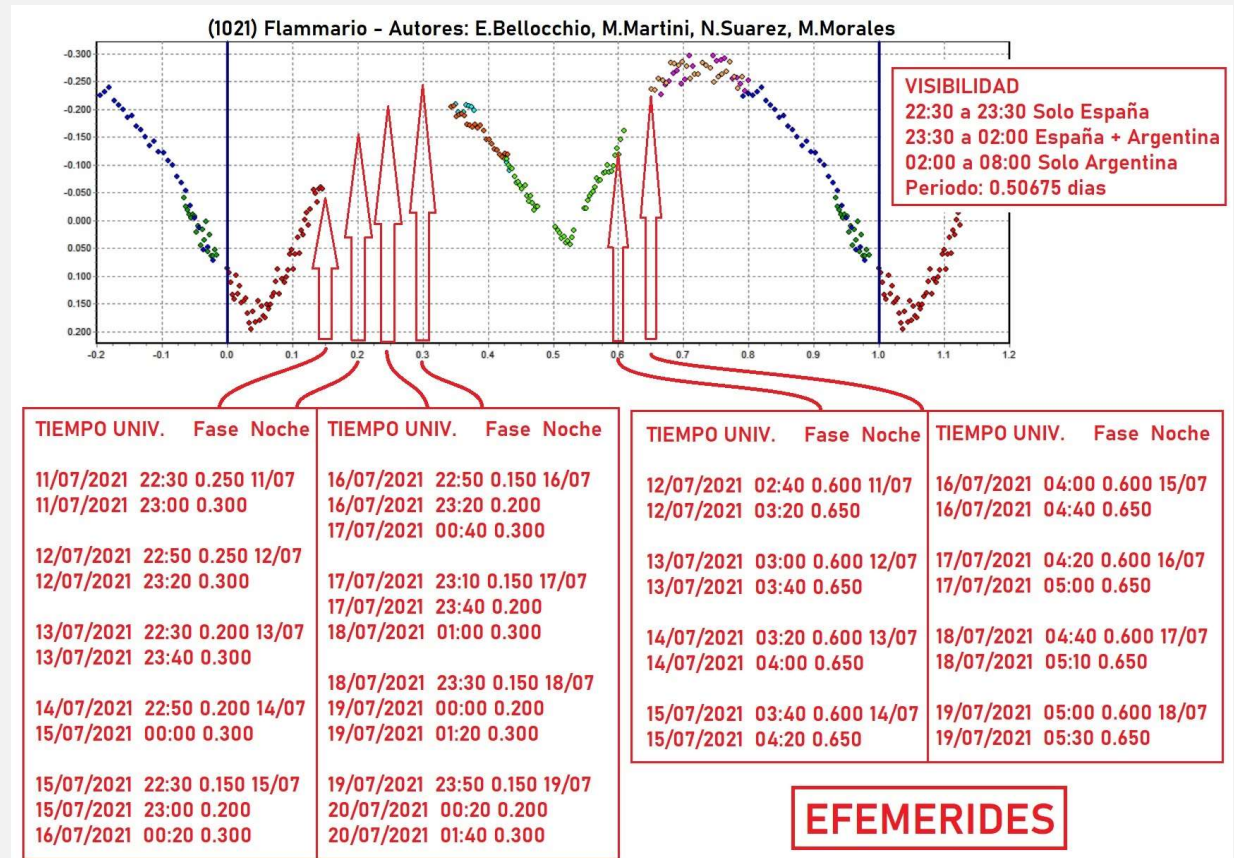
Análisis de datos: para la construcción del diagrama de fases se utilizan varios recursos:

- Fotodif de Julio Castellano
- CalculadorMDE_v0.2 de Matías Martini
- Periodos de Fernando Mazzone

Con las primeras curvas se proponen diferentes períodos candidatos, hasta que se encuentra el que cumpla las mejores condiciones de ajuste del conjunto de curvas.

Encontrado el mejor período candidato, se elaboran efemérides para observarlo en esas fechas, para verificar si se cumplen los eventos esperados y para completar el diagrama en las fases sin observación.

Finalizado el diagrama de fases, se preparan los datos para incorporarlo al siguiente paper de GORA.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Comunicación de los resultados obtenidos: es una de las partes más importantes de nuestro trabajo, ya que los resultados se publican en revistas científicas, a través de un sistema de arbitraje por especialistas, quienes evalúan la calidad de los artículos y su recomendación, o no, para ser publicados.

Minor Planet Bulletin (MPB): es la revista que concentra los resultados fotométricos de rotación de asteroides obtenidos por astrónomos aficionados y profesionales de todo el mundo. El MPB está indexado por el sistema internacional de datos Astrophysics Data System (ADS). Una vez publicada en el MPB, la información es recogida por diversas bases de datos internacionales que reúnen información sobre cuerpos menores, como: Small-Body Database del Jet Propulsion Laboratory (JPL-NASA), The Small Bodies Data Ferret, The Asteroid Lightcurve Database, entre otras.

Uso de datos publicados: los datos publicados quedan disponibles permanentemente para su uso, desde la utilización comparativa para un mejor conocimiento de la naturaleza de estos objetos, hasta su utilización en misiones de exploración realizadas por sondas espaciales.

338

Observatory	Telescope	Camera
Estación Astrofísica Bosque Alegre	Newtonian telescope (D=1540mm; f=4.9)	CCD APOGEE Alta U9
Observatorio Astronómico Córdoba	Celestron SCT (D=355mm; f=11.0)	CCD SBIG ST7 + F.R.
Observatorio El Gato Gris	Celestron SCT (D=355mm; f=10.6)	CCD SBIG STFR300M
Observatorio Galileo Galilei	Third Planet Optics RC (D=405mm; f=8.0)	CCD SBIG STFR300M
Observatorio Antares	Newtonian telescope (D=200mm; f=5.0)	CCD QHY9 Mono
Observatorio de Aldo Mortino	Newtonian telescope (D=250mm; f=4.7)	CCD SBIG STFR300M
Observatorio de Ariel Stechina	Newtonian telescope (D=254mm; f=4.7)	CCD SBIG STF402
Observatorio de Damián Scotta	Newtonian telescope (D=300mm; f=4.0)	CCD Atik3141
Observatorio Punto Azul	Newtonian telescope (D=254mm; f=5.0)	CCD QHY6 Mono
Observatorio de Raúl Mellis	Celestron-Byers SCT (D=200mm; f=10.0)	CCD Meade CSI Pro II

Table 1. List of observatories and equipment.

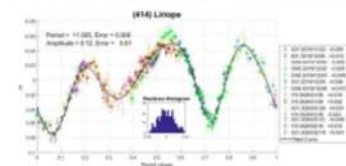
Image acquisition was performed without filters and with exposure times of a few minutes. All images used were corrected with dark frames and, in some cases, bias and flat-field frames were also used. Differential photometry measurements were performed using *PhotoDf* software and for the analysis we employed *Periods* software (Mazzone, 2012).

Below, we present the results for each asteroid under study. The lightcurve figures contain the estimated period and amplitude, a 95% confidence interval regarding the period estimate, RMS of the fitting, estimated amplitude and amplitude error, Julian date corresponding to 0° rotation phase, and the number of data points. In the reference boxes, the columns represent, respectively, the marker, observatory MPC code or – failing that – the GORA internal code, session date, session off-set, and number of data points (Mazzone et al., 2014).

Targets were selected based on three criteria: those asteroids with magnitudes accessible to the equipment of all participants; those with favorable observation conditions from Argentina i.e. with negative declinations δ ; and objects with few periods reported in the literature and/or with Lightcurve Database (LCDB, Warner et al., 2009) quality codes (U) of less than 3.

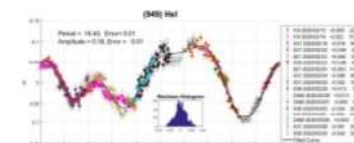
414 Liriope. This asteroid is classified as a C-type asteroid in Tholen taxonomy and has an estimated diameter of 88.760 ± 2.169 km (Mainzer et al., 2016). It was discovered on 1896 January 16 by Charlois. The last period and amplitude reported in the literature were from Waszczak et al. (2015). Those were 7.3397 ± 0.0056 h and 0.11 mag.

Our observations were made between 2019 November 22 and 2020 February 15. After several observations were completed, we realized that there were no good fits to the published periods. We decided to continue accumulating observations until a more confident period solution became evident. We found a period 11.005 ± 0.008 h and lightcurve amplitude of 0.12 ± 0.01 mag.



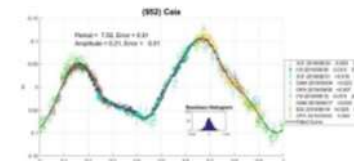
949 Hel. This asteroid was discovered in 1921 by Maximilian Franz Wolf from the Heidelberg-Königstuhl Observatory, Germany. It has an estimated diameter of 63.494 ± 0.743 km (Mainzer et al., 2016). The periods previously reported were 10.862 ± 0.007 h and 10.85 ± 0.05 h (Behrend 2001, 2004) with amplitudes of 0.12 ± 0.01 and 0.14 ± 0.02 mag, respectively.

Our calculated period was 16.43 ± 0.01 h with a lightcurve amplitude of 0.18 ± 0.01 mag. It is interesting to note that Brines et al. (2017) reported a period of 8.215 ± 0.01 h, about half the period that we have reported in this paper.



952 Cala. This asteroid was discovered on 1916 October 27 by Neujmin. Mainzer et al. (2016) found an estimated diameter of 88.692 ± 0.422 km. We observed this asteroid from 2019 August 24 to September 20, inspired by the discrepancy in the information found in the literature.

While a short period of around 3.7 h was reported by Behrend (2004, 2009) and Aznar Macías et al. (2018), periods of around 7.5 h were reported by Harris (1978; 7.50 ± 0.01 h) and Stanzel and Schober (1980; 7.51 h). For the Behrend and Aznar Macías et al. results, the U values were below 3. Our observations resulted in a period of 7.50 ± 0.01 h with amplitude of 0.21 ± 0.01 mag. These better agree with the longer periods reported by Harris (1978) and by Stanzel and Schober (1980).



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Ejes temáticos de la exposición

1. Rotación de los asteroides – Fotometría.

2. Métodos de trabajo de los grupos: AOACM y GORA.

3. Datos obtenidos por AOACM y GORA.

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Trabajos terminados al 16/07/2021:

AOACM publicó 3 papers en el MPB, aportando datos sobre 8 asteroides medidos entre: 10/2010 y 09/2013.

- Minor Planet Bulletin 2011-38-2_Página 102 (2 aster)
- Minor Planet Bulletin 2012-39-1_Página 1 (2 aster)
- Minor Planet Bulletin 2014-41-1_Página 17 (4 aster)

GORA publicó 4 papers en el MPB, aportando datos sobre 41 asteroides medidos entre: 03/2014 y 12/2020.

- Minor Planet Bulletin 2020-47-3_Página 188 (9 aster)
- Minor Planet Bulletin 2020-47-4_Página 337 (4 aster)
- Minor Planet Bulletin 2021-48-1_Página 50 (18 aster)
- Minor Planet Bulletin 2021-48-2_Página 140 (10 aster)

GORA tiene un paper en edición y otro en arbitraje del MPB. Actualmente está redactando el 7mo. paper GORA, contando hoy con 13 asteroides terminados no publicados.

Al 16/07/2021: AOACM+GORA midieron 62 asteroides.

Asteroides medidos por AOACM+GORA+GOAS+J.OEY

Orden	Número	Nombre	Fecha 1ra	Periodo [h]	Amplitud [mag]	Publicados en MPB	Diametro [km]
1	1996	Adams	2455472.58397	3.31	0.45	2011MPB-38-2_Pág 102	12.417
2	2699	Kalinin	2455507.50000	2.93	0.24	2011MPB-38-2_Pág 102	12.763
3	918	Itha	2455717.50000	3.47	0.30	2012MPB-39-1_Pág 1	21.561
4	2008	Konstitutsiya	2455652.61745	11.27	0.07	2012MPB-39-1_Pág 1	52.023
5	1874	Kacivelia	2456489.50000	15.95	0.21	2014MPB-41-1_Pág 17	20.852
6	2055	Dvorak	2456464.50000	4.41	0.17	2014MPB-41-1_Pág 17	sin datos
7	2185	Guangdong	2456496.45827	21.09	0.19	2014MPB-41-1_Pág 17	14.843
8	8059	Delivannis	2456473.50000	6.00	0.39	2014MPB-41-1_Pág 17	11.985
9	179	Kiyuennestra	2458628.58245	11.17	0.07	2020MPB-47-3_Pág 188	69.946
10	372	Palma	2458576.50200	8.58	0.07	2020MPB-47-3_Pág 188	173.642
11	504	Cora	2458705.56455	7.59	0.22	2020MPB-47-3_Pág 188	30.438
12	739	Mandeville	2458744.51127	23.92	0.22	2020MPB-47-3_Pág 188	104.517
13	749	Malsovia	2456778.77742	5.93	0.32	2020MPB-47-3_Pág 188	11.065
14	925	Alphonsina	2458185.55342	7.88	0.11	2020MPB-47-3_Pág 188	57.505
15	1015	Christa	2458795.49304	11.23	0.20	2020MPB-47-3_Pág 188	82.35
16	1086	Nata	2458879.66338	18.05	0.18	2020MPB-47-3_Pág 188	66.27
17	1794	Finsen	2456737.61410	12.35	0.49	2020MPB-47-3_Pág 188	38.05
18	414	Liriope	2458810.59691	11.01	0.12	2020MPB-47-4_Pág 337	88.76
19	949	Hel	2458894.78010	16.43	0.18	2020MPB-47-4_Pág 337	63.494
20	952	Caia	2458720.49985	7.50	0.21	2020MPB-47-4_Pág 337	88.692
21	1145	Robelmonte	2458927.58141	7.58	0.17	2020MPB-47-4_Pág 337	24.029
22	57	Mnemosyne	2459044.42582	26.12	0.24	2021MPB-48-1_Pág 50	112.59
23	188	Menippe	2458907.64363	11.98	0.15	2021MPB-48-1_Pág 50	35.752
24	191	Kolga	2459056.43852	17.59	0.50	2021MPB-48-1_Pág 50	94.536
25	236	Honorio	2458929.60767	12.34	0.10	2021MPB-48-1_Pág 50	77.708
26	261	Pymmo	2459020.48889	8.00	0.37	2021MPB-48-1_Pág 50	50.011
27	270	Anahita	2458968.61841	15.07	0.32	2021MPB-48-1_Pág 50	51.4
28	469	Argentina	2458960.57355	8.79	0.11	2021MPB-48-1_Pág 50	133.718
29	530	Turandot	2459073.46955	19.94	0.17	2021MPB-48-1_Pág 50	84.85
30	584	Semiramis	2458951.49683	5.07	0.24	2021MPB-48-1_Pág 50	54.01
31	921	Jovita	2458996.45675	15.57	0.13	2021MPB-48-1_Pág 50	55.312
32	936	Kunigunde	2459102.41083	8.83	0.29	2021MPB-48-1_Pág 50	43.227
33	994	Othild	2458927.69285	5.95	0.11	2021MPB-48-1_Pág 50	20.786
34	1157	Arabia	2459077.57613	11.55	0.41	2021MPB-48-1_Pág 50	29.113
35	1180	Rita	2459060.48355	29.78	0.09	2021MPB-48-1_Pág 50	97
36	1269	Rollandia	2458942.52907	39.81	0.08	2021MPB-48-1_Pág 50	104.893
37	1594	Danjon	2458972.56868	116.02	0.72	2021MPB-48-1_Pág 50	10.545
38	3519	Ambiorix	2459041.59032	5.78	0.29	2021MPB-48-1_Pág 50	5.943
39	52768	1998 OR2	2458977.46619	4.01	0.19	2021MPB-48-1_Pág 50	1.75
40	424	Gratia	2459121.64569	40.106	0.18	2021MPB-48-2_Pág 140	102.565
41	579	Sidonia	2459149.76755	16.279	0.10	2021MPB-48-2_Pág 140	85.57
42	589	Croatia	2459149.65287	24.972	0.26	2021MPB-48-2_Pág 140	93.617
43	693	Zerbinetta	2459108.36280	11.474	0.15	2021MPB-48-2_Pág 140	82.114
44	791	Ani	2459171.54824	11.159	0.13	2021MPB-48-2_Pág 140	116.865
45	824	Anastasia	2459077.52889	250.845	1.20	2021MPB-48-2_Pág 140	32.457
46	858	El Djazair	2459056.56983	33.525	0.21	2021MPB-48-2_Pág 140	22.519
47	1024	Hale	2459121.56588	106.047	0.47	2021MPB-48-2_Pág 140	43.274
48	1271	Isergina	2459149.61745	7.599	0.19	2021MPB-48-2_Pág 140	47.524
49	1663	van den Bos	2459111.54510	767.148	0.94	2021MPB-48-2_Pág 140	13.532
50	353	Hilda	2459264.58462	5.962	0.04	Terminado pp 5	170.63
51	357	Ninina	2459224.55174	35.982	0.17	Terminado pp 5	124.107
52	366	Vincentina	2459294.52457	17.338	0.09	Terminado pp 5	86.368
53	709	Fringilla	2459279.52228	52.172	0.23	Terminado pp 5	95.173
54	739	Mandeville	2459161.43681	35.842	0.09	Terminado pp 5	104.517
55	318	Magdalena	2459307.43905	45.251	0.16	Terminado pp 6	85
56	455	Bruchsalia	2459321.44110	11.839	0.13	Terminado pp 6	88.792
57	486	Cremona	2459341.56610	64.941	0.36	Terminado pp 6	22.781
58	503	Evelyn	2459346.60892	38.871	0.44	Terminado pp 6	81.68
59	664	Judith	2459307.64647	19.303	0.30	Terminado pp 6	85.214
60	128	Nemesis	2459368.42450	38.907	0.14	Terminado pp 7	162.515
61	329	Svea	2459363.43455	22.753	0.21	Terminado pp 7	81.057
62	1938	Lausanna	2459365.62557	22.753	0.14	Terminado pp 7	7.638

MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Períodos medidos por AOACM+GORA:

La fotometría diferencial registra cambios de brillo, sin estandarizar las magnitudes. Es aplicable a rotadores rápidos, en los que es posible solapar curvas de luz en todo el diagrama de fases.

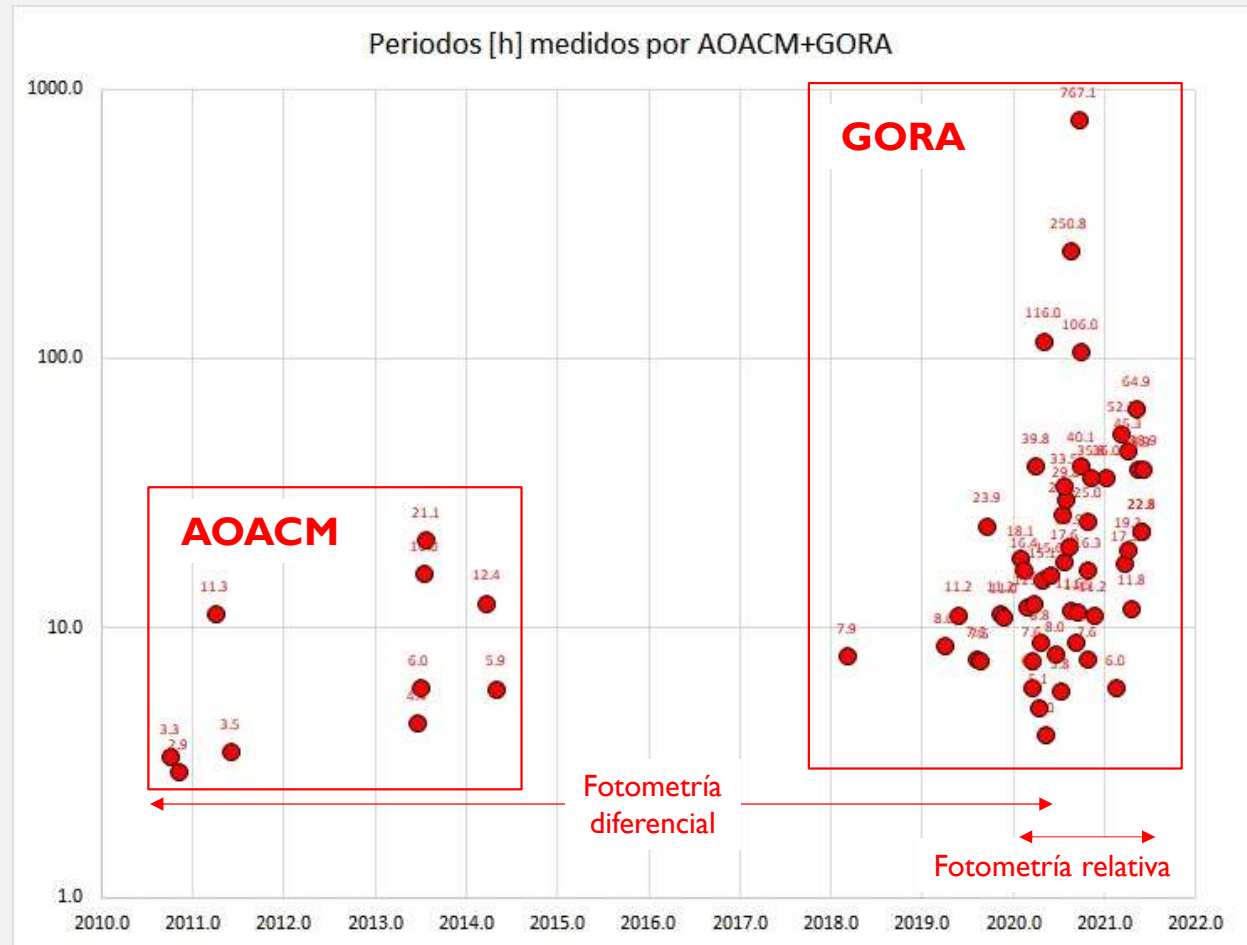
Los diagramas de fases de rotadores lentos, se pueden lograr usando una de las dos estrategias siguientes:

I - Aplicar fotometría diferencial y vincular noches consecutivas. Se debe utilizar las mismas estrellas de calibración. El movimiento del asteroide debe ser lento y periodo $< 60h$.

2- Aplicar fotometría relativa: estandarizar las mediciones del brillo del asteroide.

Complementariamente se pueden vincular noches consecutivas.

Desde principios de 2020 aplicamos fotometría relativa. A mediados de 2020 abandonamos la fotometría diferencial.

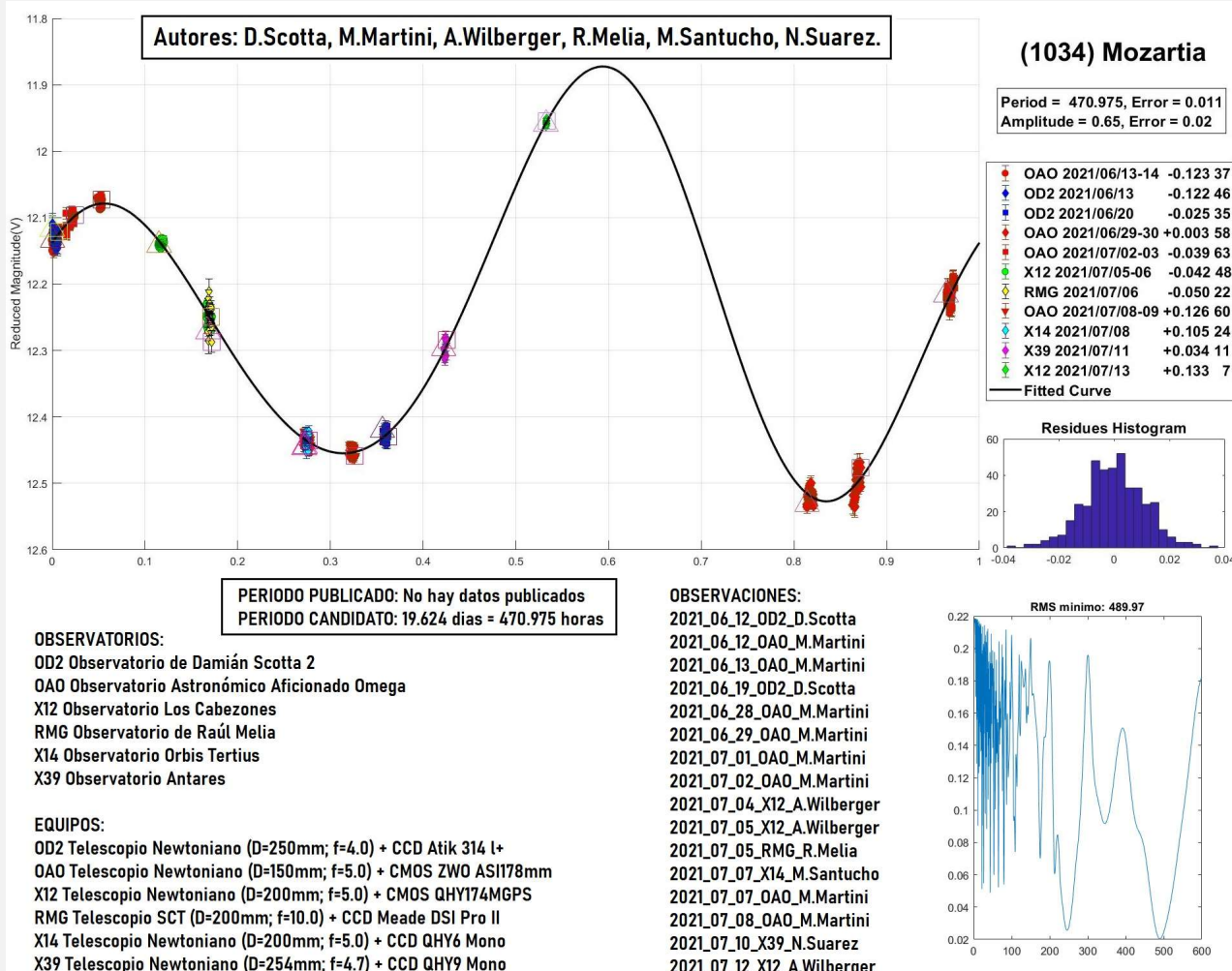
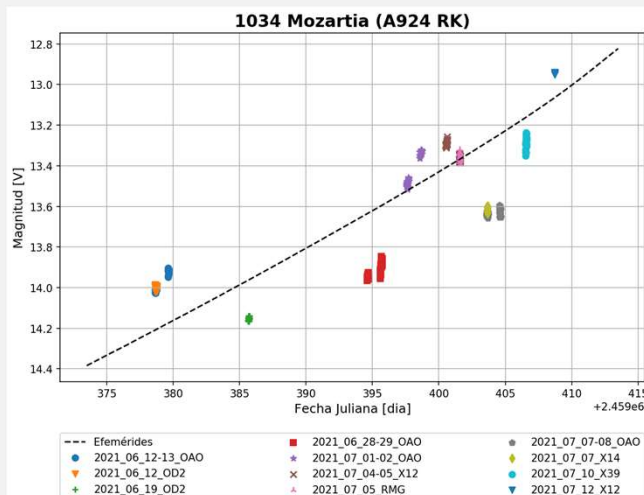


MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Períodos de rotadores lentos:

El asteroide (1034) Mozartia no cuenta con datos publicados sobre el periodo de rotación.

GORA inicio las observaciones del (1034), el 12 de junio de 2021 aplicando fotometría relativa, gracias a la cual hoy sabemos que se trata de un rotador lento con un período cercano a las 500 horas.



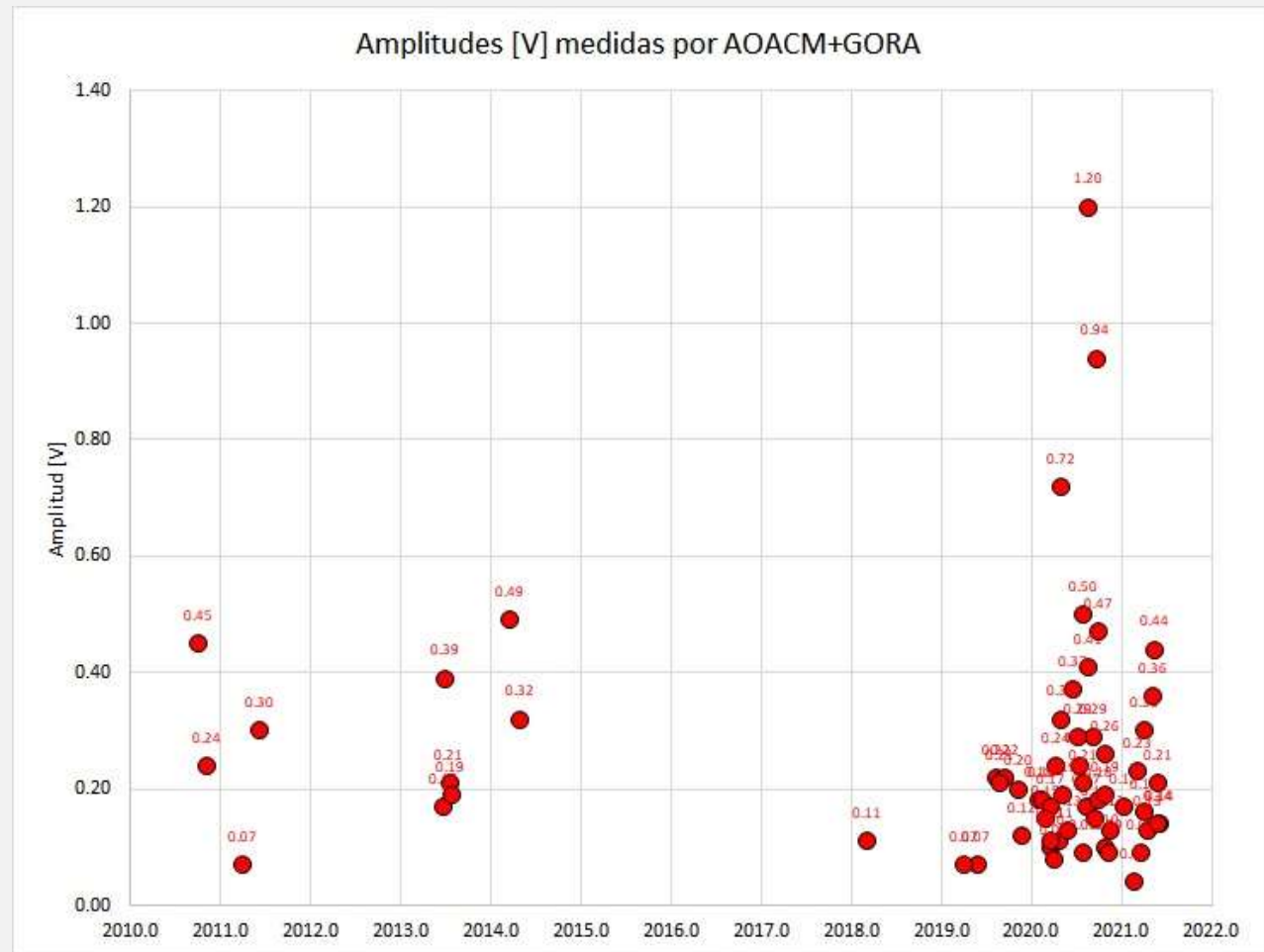
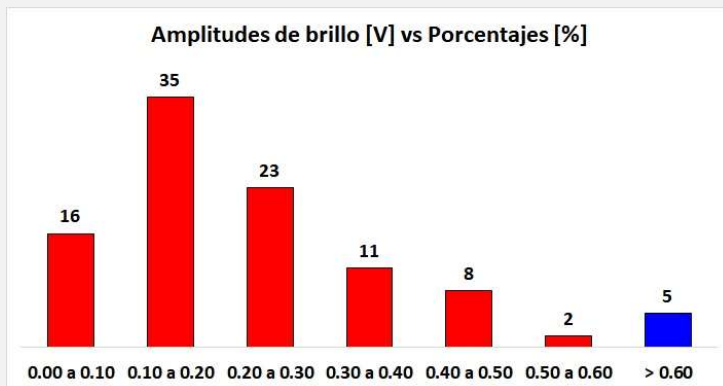
MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Amplitudes del cambio de brillo:

Las variaciones del brillo del asteroide están vinculadas a:

- La irregularidad de su forma, es decir: cuanto mas difiere de la forma esférica.
- La diferencia de albedo (poder reflectante de la superficie) en las diferentes fases del asteroide al ser iluminado por el Sol.

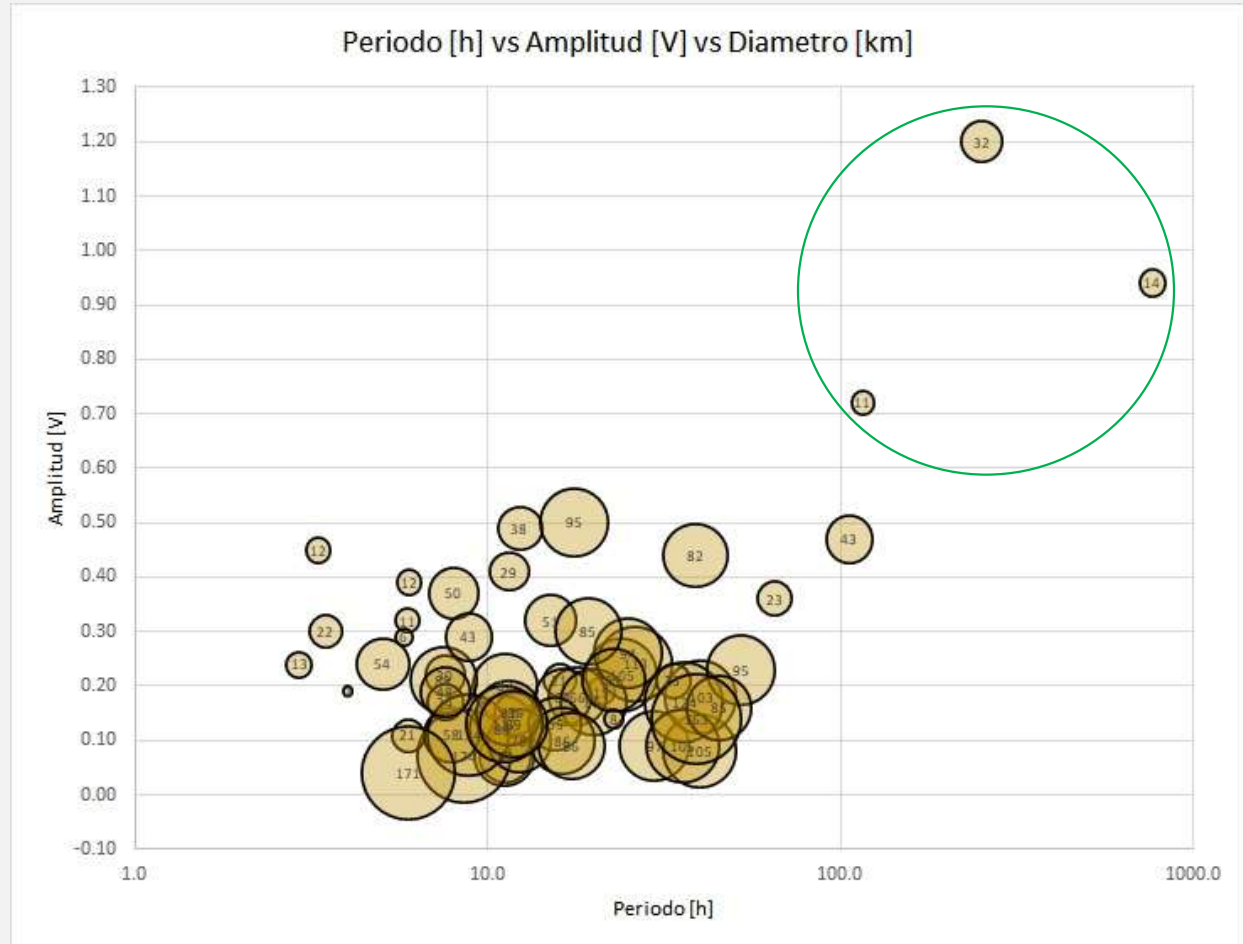
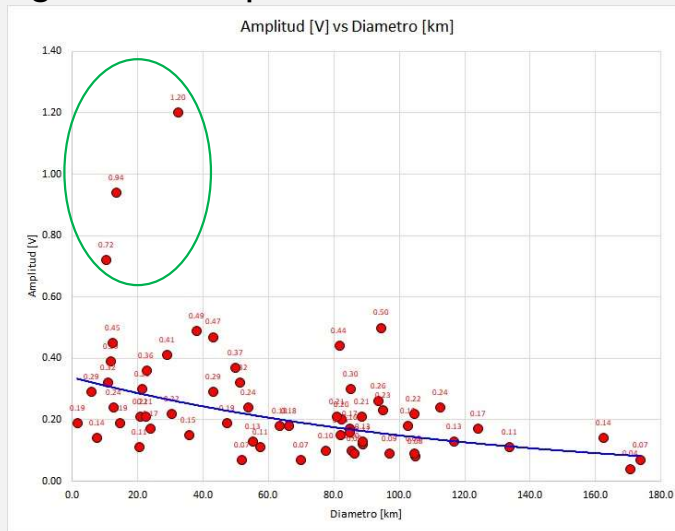
El 95% de los asteroides observados por AOACM+GORA tuvieron amplitudes inferiores a 0.6 magnitudes aparentes.



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Períodos-Amplitudes-Diámetros:

El gráfico de la derecha muestra la baja correlación entre estos tres parámetros. Se utilizaron 61 asteroides cuyos períodos y amplitudes fueron medidas por AOACM+GORA y los diámetros fueron obtenidos de la base de datos del JPL-NASA. En los de mayores dimensiones es esperable que las amplitudes sean bajas, inferiores a 0.2 magnitudes si supera los 150 km.



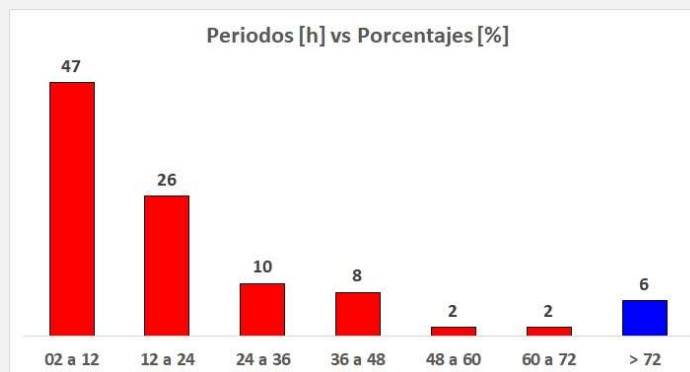
MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Frecuencia-Diámetro:

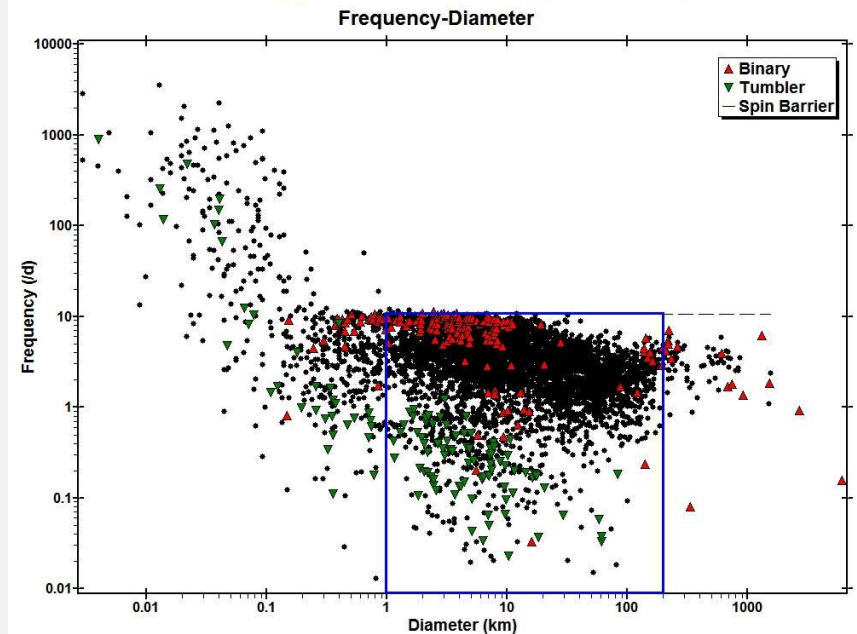
Del grafico superior -Fuente:ALCDEF- se deduce que:

- La mayoría de los asteroides tienen períodos de rotación superiores a 2,2 horas y la mayoría de ellos entre 4 y 10 horas.
- Los objetos que giran con períodos menores a 2,2 horas, deben ser “monolíticos”, de lo contrario se romperían por los efectos centrífugos.
- La mayoría que giran con períodos menores a 2,2 horas, son pequeños.

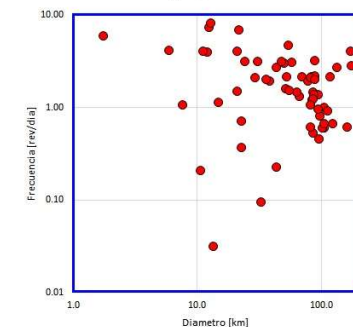
El grafico inferior muestra el rango de frecuencias y diámetros de asteroides observados por AOACM+GORA. Hay un sesgo en la selección de los objetivos: los rotadores rápidos tienen baja incertidumbre, porque ya fueron medidos muchas veces. Uno de cada cuatro asteroides medidos es un rotador lento (período > 24 h)
El sesgo será mayor por la incorporación de la fotometría relativa a GORA.



ALCDEF – Asteroid Lightcurve Photometry Database (8300 asteroides)



Observaciones AOACM y GORA 2010 a 2021 (61 asteroides)



MIDIENDO LA ROTACIÓN DE LOS ASTEROIDES

Invitamos a los observadores equipados con telescopio y cámaras CCD/CMOS monocromas, a incorporarse a GORA.

Visite el sitio web de GORA:

<https://aoacm.com.ar/gora/index.php>



GORA

Grupo de Observadores de Rotaciones de Asteroides