

**POCROA**  
**Proyecto de Observaciones Colaborativas**  
**Regionales de Ocultaciones Asteroidales**

**OBTENCION DE ELEMENTOS**  
**ORBITALES CON FINDORB**

---

Guía teórico-práctica para astrónomos aficionados

**Carlos Colazo**

23/01/2019

Este apunte contiene una apretada síntesis de conceptos básicos y útiles para quien se inicia en la observación astronómica, utilizando pequeños telescopios equipados con cámaras CCDs. Sirve de guía para orientar al estudiante en su proceso de aprendizaje, quien deberá consultar bibliografía específica si pretende profundizar cada tema propuesto aquí.

## OBTENCION DE ELEMENTOS ORBITALES CON FINDORB

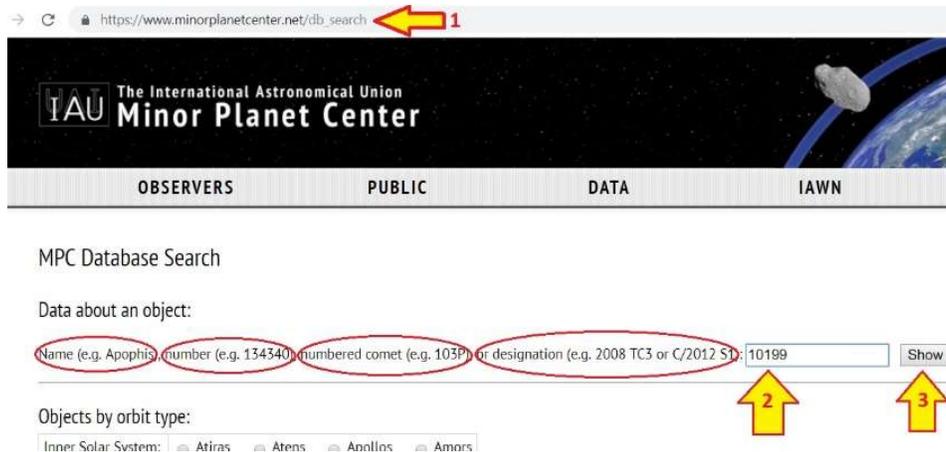
**Mejoramiento de las predicciones de OA:** El Minor Planet Center actualiza diariamente una base de datos de la que se pueden obtener astrometrías aportadas por observatorios de todo el mundo. A las observaciones de un objeto, se les puede añadir astrometrías propias con la finalidad de reducir la incertidumbre orbital. Para ello es necesario:

- Desestimar las astrometrías de la base de datos del MPC que presenten residuos elevados hasta quedar solo con astrometrías con residuos suficientemente bajos.
- Agregar astrometrías propias que tengan residuos tan bajos o menores que las astrometrías seleccionadas de la base de datos del MPC.

En el POCROA estamos haciendo predicciones con el programa Occult 4. En cada predicción se informa el residuo medio (rms: raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los residuos) que se ha logrado con el conjunto de astrometrías utilizadas para cada predicción. Nos proponemos el desafío de adicionar nuevas astrometrías para lograr residuos promedios inferiores al utilizado por Occult 4. Para ello necesitaremos calcular los elementos orbitales, y ello es posible utilizando el programa Find Orb.

**Obtención de astrometrías del MPC:** El MPC actualiza diariamente su base de datos. Para obtener las astrometrías:

1. Ingresar a la página web: [https://www.minorplanetcenter.net/db\\_search](https://www.minorplanetcenter.net/db_search)
2. Completar el cuadro en blanco.
3. Clickear en el botón "Show".



Se abre una ventana con la información disponible de ese objeto.

1. Verificar que sea el objeto correcto.
2. Se muestran los elementos orbitales, además de otras informaciones sobre los datos utilizados para el cálculo.
3. Para obtener las observaciones almacenadas en el MPC se debe clickear en "download".

## OBTENCION DE ELEMENTOS ORBITALES CON FINDORB

**10199 Chariklo = 1997 CU26**  
 Discovered at Kitt Peak on 1997-02-15 by Spacewatch.  
 10199 Chariklo = 1997 CU26

Chariklo, sometimes described as a sea nymph, sometimes as a female centaur, was the wife of Chiron. Together they are said to have had as many as five children, and she is also sometimes said to have been the mother of Thetis, the famous sea; (Ref: Minor Planet Ctr. 56129)

**Orbit**  
 Orbit type: Distant object

**Interactive Orbit Sketch** Note: WebGL enabled browser required.

| epoch                      | 2019-04-270      | semi-major axis (AU)      | 15.8416269  | eccentricity                | 0            |
|----------------------------|------------------|---------------------------|-------------|-----------------------------|--------------|
| epoch ID                   | 24586003         | mean anomaly (°)          | 86.73953    | reference                   | HPD 458923   |
| perihelion date            | 2040-02-16 02011 | mean daily motion (°/day) | 0.01583160  | observations used           | 645          |
| perihelion ID              | 245895132021     | aphelion distance (AU)    | 12.544      | oppositions                 | 22           |
| argument of perihelion (°) | 245.33123        | period (years)            | 6.036       | arc length (days)           | 2091         |
| ascending node (°)         | 300.42124        | P-vector [x]              | -0.93464336 | first opposition used       | 1981         |
| inclination (°)            | 23.38385         | P-vector [y]              | 0.11481973  | last opposition used        | 2018         |
| eccentricity               | 0.1706176        | P-vector [z]              | -0.35668354 | residual rms (arc-sec)      | 0.47         |
| perihelion distance (AU)   | 13.1387668       | Q-vector [x]              | 0.09780125  | perturbator codes indicator | 30v          |
| Tisserand w.r.t. Jupiter   | 3.5              | Q-vector [y]              | -0.82767578 | perturbator codes indicator | 0058h        |
| ΔV w.r.t. Earth (km/sec)   | 14.3             | Q-vector [z]              | -0.85261898 | first observation date used | 1988-11-05 D |
|                            |                  | absolute magnitude        | 6.7         | last observation date used  | 2018-10-10 D |
|                            |                  | phase slope               | 0.17        | computer name               | HPCLINUX     |

**Observations**  
 642 total observations over interval 1988 11 05 39685 - 2018 10 10 27573  
 These data are available for [download](#) [format description](#).

| Date (UT)        | J2000 Ra    | J2000 Dec   | Hmag   | Observer              | Site      |
|------------------|-------------|-------------|--------|-----------------------|-----------|
| 1988 11 05 39583 | 05 12 27.41 | +48 04 38.3 | 675    | Palomar Mountain      | HPD 3880  |
| 1989 08 07 45121 | 05 44 48.34 | +18 20 33.8 | 675    | Palomar Mountain      | HPD 3880  |
| 1995 12 20 43219 | 08 17 56.89 | +19 54 55.1 | 18.2 V | Mauna Kea-HEAT/GEOSIS | HPD 98811 |

<https://www.minorplanetcenter.net/mp/10199.bt>

|               |                  |             |             |                 |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|
| 10199/197C26U | 1988 11 05 39583 | 05 12 27.41 | +48 04 38.3 | a3880675        |
| 10199/197C26U | 1989 08 07 45221 | 05 44 48.34 | +18 20 33.8 | a3880675        |
| 10199         | 1995 12 20 61219 | 08 17 56.89 | +19 54 55.1 | 18.2 Voj0031566 |
| 10199         | 1995 12 20 63297 | 08 17 56.66 | +19 54 55.3 | oJ0031566       |
| 10199         | 1995 12 20 65389 | 08 17 56.41 | +19 54 55.3 | oJ0031566       |
| 10199         | 1995 12 21 47895 | 08 17 47.10 | +19 55 02.0 | 17.5 Rrk9200566 |
| 10199         | 1995 12 21 51479 | 08 17 46.68 | +19 55 02.1 | 17.9 Rrk9200566 |
| 10199         | 1995 12 21 53369 | 08 17 46.38 | +19 55 02.0 | 17.9 Rrk9200566 |
| 10199         | 1996 01 17 38779 | 08 11 45.45 | +20 00 50.8 | 18.2 Rrk9200566 |
| 10199         | 1996 01 17 40635 | 08 11 45.20 | +20 00 51.5 | 17.8 Rrk9200566 |
| 10199/197C26U | 1997 02 15 11893 | 08 30 35.61 | +15 34 57.8 | 18.0 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 15 14112 | 08 30 35.32 | +15 34 58.2 | 17.9 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 15 16749 | 08 30 34.98 | +15 34 58.6 | 17.9 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 16 23010 | 08 30 20.94 | +15 35 21.8 | 18.1 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 16 27837 | 08 30 20.40 | +15 35 22.6 | 17.9 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 16 30823 | 08 30 20.02 | +15 35 23.3 | 18.0 V129052691 |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 53249 | 08 30 04.25 | +15 35 49.6 | 20108327        |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 55835 | 08 30 03.58 | +15 35 50.7 | 17.5 20108327   |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 64248 | 08 30 02.75 | +15 35 51.7 | 20108327        |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 76541 | 08 30 01.22 | +15 35 54.1 | 229179046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 76564 | 08 30 01.04 | +15 35 54.1 | 229179046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 79014 | 08 30 00.77 | +15 35 55.3 | 229211557       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 79965 | 08 30 00.77 | +15 35 55.6 | 229179046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 80044 | 08 30 00.75 | +15 35 55.2 | 229179046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 80047 | 08 30 00.65 | +15 35 55.6 | 229211557       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 85983 | 08 30 00.00 | +15 35 56.4 | 229211557       |
| 10199/197C26U | 1997 02 17 86082 | 08 29 59.87 | +15 35 56.4 | 229211557       |
| 10199/197C26U | 1997 02 22 80580 | 08 28 58.44 | +15 37 37.5 | 17.9 R20179046  |
| 10199/197C26U | 1997 02 22 80845 | 08 28 58.43 | +15 37 37.7 | 229180046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 22 80979 | 08 28 58.42 | +15 37 37.4 | 229180046       |
| 10199/197C26U | 1997 02 22 84721 | 08 28 57.96 | +15 37 39.0 | 229180046       |

Se abre una nueva ventana con las astrometrías.

El formato del texto es el que se utiliza para procesarlas en programas para calcular los elementos orbitales.

Se deben copiar todas las astrometrías del MPC y pegarlas en un bloc de notas.

Copiar las astrometrías propias y pegarlas a continuación de las astrometrías del MPC. Guardar el archivo con formato “.txt”

### Calculo de los elementos orbitales con Find Orb:

Se abre el programa, descargado desde: [https://www.projectpluto.com/find\\_orb.htm](https://www.projectpluto.com/find_orb.htm)

1. Abrir el archivo de observaciones.
2. Verificar que las observaciones sean del objeto.
3. Seleccionar todos los perturbadores.
4. Usar “Full step” varias veces hasta que la órbita cambie muy poco.
5. Se muestran los elementos orbitales calculadas en cada cálculo.
6. Se muestra la cantidad de observaciones utilizadas.
7. Se muestra el residuo medio de cada calculo (detenerse cuando no cambie).
8. Año de la observación.
9. Mes de la observación.
10. Día y fracción decimal de día de la observación.
11. Código MPC del observatorio que hizo la astrometría.
12. Ascensión Recta J2000 del objeto.
13. Declinación J2000 del objeto.
14. Residuo de Ascensión recta.
15. Residuo de Declinación.
16. Indica con “X” que esa observación ha sido descartada para el cálculo de la órbita.

## OBTENCION DE ELEMENTOS ORBITALES CON FINDORB

17. Si se selecciona una astrometría, el renglón se resalta con azul.

The screenshot shows the FIND\_ORB software interface. Callouts 1-26 point to the following elements:

- 1: Open... button
- 2: Object name (850) = 1916 FG
- 3: Perturbers list (Mercury, Mars, Uranus, Venus, Jupiter, Neptune, Earth, Saturn, Pluto, Moon, Asteroids)
- 4: Epoch (2018 Mar 29)
- 5: Orbital parameters (a, e, P, H, G, U)
- 6: Mean residual (0.42)
- 7: Observation table header
- 8-17: Individual observation rows in the table
- 18: Selected observation row (highlighted in blue)
- 19: Observation details (Elong, Phase, RA vel, dec vel, etc.)
- 20: Observatory name (Catalina Sky Survey)
- 21: Toggle Obs button
- 22: Filter obs button
- 23: Settings button
- 24: Worst obs button
- 25: Close button (X)
- 26: Save elements button

18. Se muestran detalles de la observación seleccionada.

19. Se identifica el observatorio que hizo la astrometría.

20. Se transcribe la astrometría reportada.

21. Seleccionar todas las observaciones y clicar “Toggle Obs” hasta que todas queden activas (sin las “X”). Aplicar varias veces “Full Step” hasta que se establezcan los residuos.

22. Usar “Filter obs” varias veces hasta que se reciba el mensaje "Sin cambios".

23. Clicar el botón “Setting”. Se abre una nueva ventana.

- a. “Element precision”: indica la precisión de los elementos orbitales. El valor predeterminado es 5, pero puede extenderse a 8.
- b. “Filtering”: desactiva astrometrías que difieren del valor calculado en más de una cierta cantidad. Para desactivarlas se debe usar el botón “Filter”. El valor de “Max residual” debe ser 1.50 sigmas si se quiere lograr una coherencia similar a la que usa el MPC. Si se dispone de muchas astrometrías, ese valor se puede reducir el valor del sigma.
- c. Aceptar.

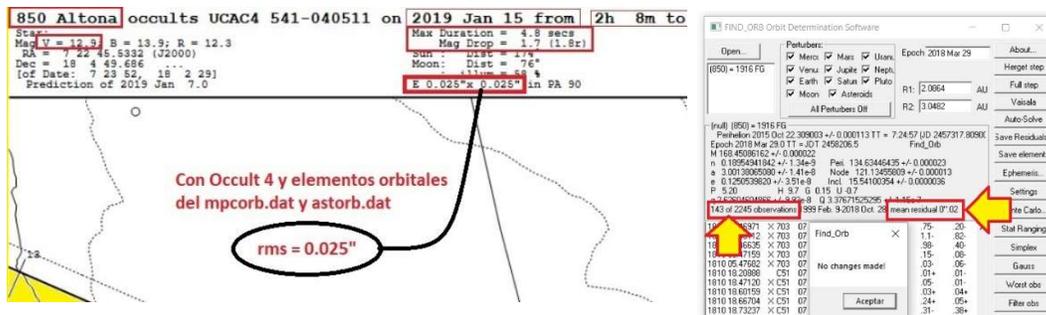
The Settings dialog box shows the following configuration:

- Constraints: (empty)
- Reference: Find\_Orb
- Monte Carlo noise: 5
- Element precision: 5 (callout a)
- Element center: Automatic
- Use Sigmas file:
- Apply debiasing:
- Alternative element format:
- Precise residuals:
- Physical model: Standard
- Comet magnitudes: Nuclear (selected), SRP, non-grav
- Filtering: Max residual: 0.03 sigmas (callout b)
- Blunder probability: 2 %
- Over-observing parameters: Time range (days): 1, Observation ceiling: 5
- Buttons: OK (callout c), Cancel

## OBTENCION DE ELEMENTOS ORBITALES CON FINDORB

24. Worst obs: este botón permite seleccionar la observación con los residuos más altos (sin considerar los que ya están desactivados).
25. Época: permite seleccionar una época cercana a la fecha de observación.
26. "Save elements": permite grabar los elementos orbitales en un archivo ".txt".

**Proceso de filtrado sugerido:** el propósito es el de lograr que "mean residual" sea inferior al valor de "E" que se lee en el mapa de Occult 4 cuando se utilizan los valores dados por mpcorb.dat y astorb.dat. Ello es posible reduciendo progresivamente el valor de "Max residual" (1.50 – 0.70 – 0.35... etc.) y aplicando varias veces "Filter obs" cada cambio de valor de sigma. Repetir el proceso hasta lograr el valor deseado, pero controlando que el número de observaciones no sea demasiado bajo y que el arco observado no sea demasiado breve.



Con los elementos orbitales calculados con Find Orb, se puede buscar ocultaciones asteroidales en Occult 4 (Ver: Ocultaciones Asteroidales con Occult 4 – POCROA – Segunda Parte).