

## Anexo B: Instructivo de uso JPL Horizons

El Jet Propulsion Laboratory pone a disposición una gran variedad de interfaces para acceder al sistema Horizons (web, línea de comando, email y una API). En esta implementación recomendamos utilizar la aplicación web ya que se trata de la más sencilla de usar. Es así que en este instructivo solo se va a tener en cuenta este caso, sin embargo, es posible utilizar cualquiera de las otras interfaces en el caso que se desee, el modo de uso de cada una se puede encontrar en el apartado “About” de la página web de Horizons.

### Paso 1

Ingresar a <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/> y seleccionar el apartado “App”, esto nos llevará a la interfaz Web del sistema.

Dentro de esta interfaz se puede ver la siguiente tabla:

The screenshot shows the 'Horizons System' web application. At the top, there's a navigation bar with 'Home / Tools / Horizons System'. Below it, the 'Horizons System' title is followed by a menu: 'About', 'App', 'Manual', 'Tutorial', 'Time Spans', and 'News'. The main heading is 'Horizons Web Application'. Below this, there's a 'Save/Load Settings' button on the left and a 'Set Defaults' button on the right. A table-like interface contains five rows of settings:

1	Ephemeris Type: <input type="text" value="Observer Table"/>
2	<input type="button" value="Edit"/> Target Body: <b>Mars</b>
3	<input type="button" value="Edit"/> Observer Location: <b>Geocentric</b> [code: 500]
4	<input type="button" value="Edit"/> Time Specification: Start= <b>2023-05-18</b> UT, Stop= <b>2023-06-17</b> , Step= <b>1</b> (days)
5	<input type="button" value="Edit"/> Table Settings: <b>defaults</b>

Below the table, a small text note reads: 'After specifying settings above (items 1 to 5), generate an ephemeris by pressing the "Generate Ephemeris" button below. If you plan to use one of the "batch" modes to access Horizons, the batch-file corresponding to the settings above can be viewed by using this link.'

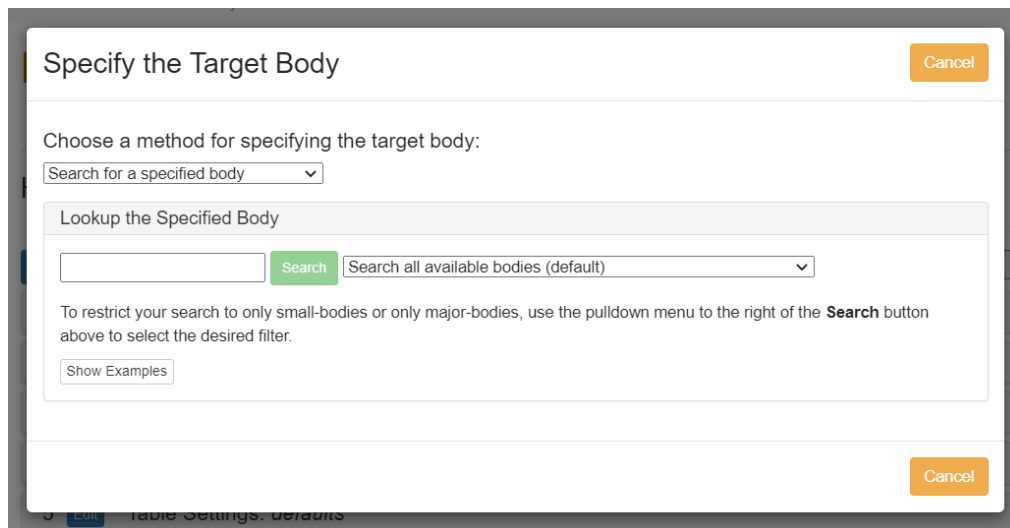
### Paso 2

Ephemeris Type: Seleccionar el tipo de efeméride que se desea. En nuestro caso siempre seleccionaremos “*Observer Table*”.

A close-up of the first row of the settings table. It shows the number '1' followed by the text 'Ephemeris Type:' and a dropdown menu. The dropdown menu is currently open, showing 'Observer Table' as the selected option.

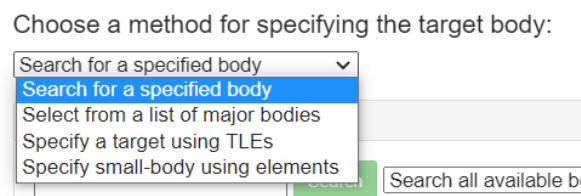
### Paso 3

Seleccionar el objetivo. Haciendo click en el botón “*Edit*” de la segunda fila de la tabla, aparecerá una pestaña como esta:



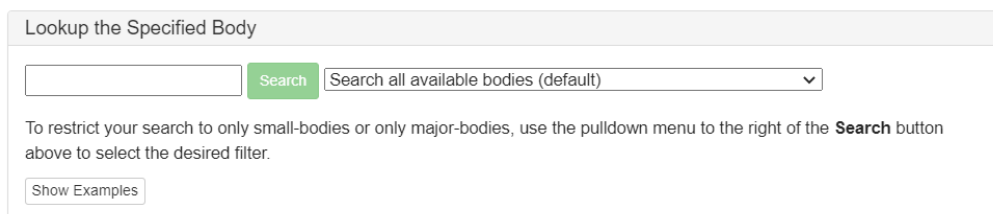
The dialog box is titled "Specify the Target Body" and has two "Cancel" buttons. It contains a section "Choose a method for specifying the target body:" with a dropdown menu set to "Search for a specified body". Below this is a section "Lookup the Specified Body" which includes a text input field, a green "Search" button, and another dropdown menu set to "Search all available bodies (default)". A note below the search section states: "To restrict your search to only small-bodies or only major-bodies, use the pulldown menu to the right of the **Search** button above to select the desired filter." There is also a "Show Examples" button.

Esta pestaña nos permite varios métodos de selección:



The dropdown menu is open, showing four options: "Search for a specified body" (highlighted in blue), "Select from a list of major bodies", "Specify a target using TLEs", and "Specify small-body using elements".

En el caso que se conozca el nombre del objetivo requerido podemos buscarlo en la opción “*Search for a specified body*”, la pestaña mostrará:



This section shows the search interface. It has a text input field, a green "Search" button, and a dropdown menu set to "Search all available bodies (default)". Below the search section, there is a note: "To restrict your search to only small-bodies or only major-bodies, use the pulldown menu to the right of the **Search** button above to select the desired filter." and a "Show Examples" button.

De otra manera se puede seleccionar la opción “*Select from a list of major bodies*” para buscarlo en una lista dispuesta por la interfaz.

### Paso 4

*Observer Location:* Debemos seleccionar la ubicación en la que se encuentra el observador (en nuestro caso, el radiotelescopio). Haciendo click en el botón “*Edit*” de esta fila se abrirá la siguiente pestaña:

Specify Observer Location
Cancel

Current Location: **Geocentric** [code: 500]

Choose a method:

Search for a Location

Lookup the Specified Location

Search

Examples:

- 675** to search for Palomar Observatory (code 675)
- paris** to search for locations matching, such as "Paris France" or "Paris, IL"
- @mars** to select Mars body-center (same as **500@mars**)
- apollo@301** to list available Apollo sites on the moon
- @hst** to select the Hubble Space Telescope (same as **@-48**)
- @phobos** to select the center of the Martian moon "Phobos" (same as **@401**)

The search string is case-insensitive. The wildcard **\*** is not allowed (the search string will match words as well as substrings).

To see all sites available for a specific body, use **\*@body** where body is body ID. For example, **\*@499** will show all pre-defined sites on Mars. See the [Horizons documentation](#) or on "Coordinate Center (Observing Site) Selection" for more information.

Cancel

En el caso de esta implementación debemos ingresar las coordenadas geográficas en las que se encuentra el radiotelescopio. Para eso es necesario seleccionar el método "Specify Coordinates" al que se puede acceder desde "Choose a method". La pestaña mostrará:

Specify Observer Location
Cancel

Current Location: **Geocentric** [code: 500]

Choose a method:

Specify Coordinates

Specify Observer Location using Body Coordinates

Show Examples

Coordinate Body: **Earth**

change

Type of coordinates: 

Geodetic Coordinates

longitude: ?

(deg)

latitude: ?

(deg)

altitude: ?

kilometers

Use Specified Coordinates

Cancel

En ella seleccionamos el *Coordinate Body* (Tierra), el *Type of coordinates* (Geodetic Coordinates) e ingresamos las coordenadas obtenidas de la aplicación desarrollada. En el caso que se tenga alguna duda acerca del formato se puede hacer click en el botón ( ? ).

En el caso de esta implementación debemos ingresar las siguientes coordenadas:

Specify Observer Location using Body Coordinates

Show Examples

Coordinate Body: **Earth** change

Type of coordinates: Geodetic Coordinates ▼

longitude: ?  (deg)

latitude: ?  (deg)

altitude: ?  meters ▼

Use Specified Coordinates

## Paso 5

*Time Specification*: Es necesario ingresar el momento de inicio, el momento de fin y el tiempo requerido entre datos. Haciendo click en el botón “*Edit*” de “*Time Specification*” se puede ingresar a la siguiente pestaña:

Time Specification

Choose a method for specifying output times:

Specify time span

Specify a Time Span

Start time:  B.C. 9999-03-20 00:00 (min. for current target body)

Stop time:  A.D. 9999-12-31 12:00 (max. for current target body)

Step size:  days

Optionally, select one of the presets below to set the time-span from today to the indicated number of days later at 1-day steps.

10 day 30 day 60 day

Use Specified Time Span

Cancel

Tener en cuenta que cualquiera sea el periodo de tiempo que se ingrese siempre es necesario seleccionar un “*Step size*” de 5 minutos ya que definimos que es el tiempo en el que generalmente un objeto cambia su posición en al menos un grado.

También es necesario tener en cuenta que las fechas están por defecto en UTC por lo que es necesario seleccionar UTC-3. Para esto hay que ingresar la fecha de inicio con el siguiente formato: **AAAA-MM-DD hh:mm UT-3**.

Si se requiere resolver algún otro tipo de duda acerca del formato se puede hacer click en el botón ( ? ) que corresponda.

## Paso 6

**Table Settings:** En este apartado encontramos la configuración adicional. Haciendo click en el botón “*Edit*” se abrirá la siguiente pestaña:

Observer Table Settings

Cancel

Optionally preset observer quantities selection using one of the following:

DefaultPlanetsSatellitesSmall-bodiesAllNone

1. ☒ Astrometric RA & DEC

\* 2. ☐ Apparent RA & DEC

3. ☐ Rates; RA & DEC

\* 4. ☐ Apparent AZ & EL

5. ☐ Rates; AZ & EL

6. ☐ Satellite X & Y, pos. angle

7. ☐ Local apparent sidereal time

8. ☐ Airmass & extinction

9. ☒ Visual mag. & Surface Brght

10. ☐ Illuminated fraction

11. ☐ Defect of illumination

12. ☐ Satellite angular separ/vis.

13. ☐ Target angular diameter

14. ☐ Observer sub-lon & sub-lat

15. ☐ Sun sub-longitude & sub-latitude

16. ☐ Sub-Sun position angle & distance

17. ☐ North Pole position angle & distance

18. ☐ Heliocentric ecliptic lon. & lat.

19. ☐ Heliocentric range & range-rate

20. ☒ Observer range & range-rate

21. ☐ One-way (down-leg) light-time

22. ☐ Speed wrt Sun & observer

23. ☒ Sun-Observer-Target ELONG angle

24. ☒ Sun-Target-Observer ~PHASE angle

25. ☐ Target-Observer-Moon angle/ Illum%

26. ☐ Observer-Primary-Target angle

27. ☐ Sun-Target radial & -vel pos. angle

28. ☐ Orbit plane angle

29. ☐ Constellation ID

30. ☐ Delta-T (TDB - UT)

\* 31. ☐ Observer ecliptic lon. & lat.

32. ☐ North pole RA & DEC

33. ☐ Galactic longitude & latitude

34. ☐ Local apparent SOLAR time

35. ☐ Earth->obs. site light-time

> 36. ☐ RA & DEC uncertainty

> 37. ☐ Plane-of-sky error ellipse

> 38. ☐ POS uncertainty (RSS)

> 39. ☐ Range & range-rate 3-sigmas

> 40. ☐ Doppler & delay 3-sigmas

41. ☐ True anomaly angle

42. ☐ Local apparent hour angle

43. ☐ PHASE angle & bisector

44. ☐ Apparent longitude Sun (L\_s)

\* 45. ☐ Inertial apparent RA & DEC

46. ☐ Rate: Inertial RA & DEC

47. ☒ Sky motion: rate & angles

48. ☒ Lunar sky-brightness & sky SNR

Notes:

\* affected by optional atmospheric refraction setting

> statistical value that uses orbit covariance if available

Additional Table Settings

Reference frame: ICRF

Date/time format: calendar format

Calendar type: Mixed

Time digits: HH:MM

Angle format: sexagesimal format (hours/degrees minutes seconds)

Refraction model: no refraction (airless)

Range units: astronomical units (au)

Suppress range-rate: ☐

Elevation cutoff: (deg) [ -90 to 90 ]

Skip daylight: ☐

Airmass cutoff: [ 1.0 to 38.0 ]

Hour-angle cutoff: (angular hours) [ 0.0 to 12.0 ]

Solar elongation cutoff: (deg) [min:max], min= 0.0 to 180.0 , max= min to 180.0

Angular rate cutoff: (arcsec/h) [ 0.0 to 100000.0 ]

Extra precision: ☐ —output additional digits for RA/Dec quantities

RTS flag: disabled —output only at target rise/transit/set

CSV format: ☐

Object summary: ☒

Use Specified SettingsReset to Defaults

Cancel

En primer lugar, deberemos seleccionar solo la opción 4 “*Apparent AZ & EL*” para que en la tabla obtenida por el sistema solo se muestren los datos de azimut y elevación del objetivo.

Optionally preset observer quantities selection using one of the following:

Default Planets Satellites Small-bodies All None

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1. <input type="checkbox"/> Astrometric RA & DEC               | 17. <input type="checkbox"/> North Pole position angle & distance | 33. <input type="checkbox"/> Galactic longitude & latitude  |
| * 2. <input type="checkbox"/> Apparent RA & DEC                | 18. <input type="checkbox"/> Heliocentric ecliptic lon. & lat.    | 34. <input type="checkbox"/> Local apparent SOLAR time      |
| 3. <input type="checkbox"/> Rates; RA & DEC                    | 19. <input type="checkbox"/> Heliocentric range & range-rate      | 35. <input type="checkbox"/> Earth->obs. site light-time    |
| * 4. <input checked="" type="checkbox"/> Apparent AZ & EL      | 20. <input type="checkbox"/> Observer range & range-rate          | > 36. <input type="checkbox"/> RA & DEC uncertainty         |
| 5. <input type="checkbox"/> Rates; AZ & EL                     | 21. <input type="checkbox"/> One-way (down-leg) light-time        | > 37. <input type="checkbox"/> Plane-of-sky error ellipse   |
| 6. <input type="checkbox"/> Satellite X & Y, pos. angle        | 22. <input type="checkbox"/> Speed wrt Sun & observer             | > 38. <input type="checkbox"/> POS uncertainty (RSS)        |
| 7. <input type="checkbox"/> Local apparent sidereal time       | 23. <input type="checkbox"/> Sun-Observer-Target ELONG angle      | > 39. <input type="checkbox"/> Range & range-rate 3-sigmas  |
| 8. <input type="checkbox"/> Airmass & extinction               | 24. <input type="checkbox"/> Sun-Target-Observer ~PHASE angle     | > 40. <input type="checkbox"/> Doppler & delay 3-sigmas     |
| 9. <input type="checkbox"/> Visual mag. & Surface Brght        | 25. <input type="checkbox"/> Target-Observer-Moon angle/ Illum%   | 41. <input type="checkbox"/> True anomaly angle             |
| 10. <input type="checkbox"/> Illuminated fraction              | 26. <input type="checkbox"/> Observer-Primary-Target angle        | 42. <input type="checkbox"/> Local apparent hour angle      |
| 11. <input type="checkbox"/> Defect of illumination            | 27. <input type="checkbox"/> Sun-Target radial & -vel pos. angle  | 43. <input type="checkbox"/> PHASE angle & bisector         |
| 12. <input type="checkbox"/> Satellite angular separ/vis.      | 28. <input type="checkbox"/> Orbit plane angle                    | 44. <input type="checkbox"/> Apparent longitude Sun (L_s)   |
| 13. <input type="checkbox"/> Target angular diameter           | 29. <input type="checkbox"/> Constellation ID                     | * 45. <input type="checkbox"/> Inertial apparent RA & DEC   |
| 14. <input type="checkbox"/> Observer sub-lon & sub-lat        | 30. <input type="checkbox"/> Delta-T (TDB - UT)                   | 46. <input type="checkbox"/> Rate: Inertial RA & DEC        |
| 15. <input type="checkbox"/> Sun sub-longitude & sub-latitude  | * 31. <input type="checkbox"/> Observer ecliptic lon. & lat.      | 47. <input type="checkbox"/> Sky motion: rate & angles      |
| 16. <input type="checkbox"/> Sub-Sun position angle & distance | 32. <input type="checkbox"/> North pole RA & DEC                  | 48. <input type="checkbox"/> Lunar sky-brightness & sky SNR |

**Notes:**

- \* affected by optional atmospheric refraction setting
- > statistical value that uses orbit covariance if available

En cuanto a las configuraciones adicionales solo debemos tener en cuenta que la casilla “*CSV format*” se encuentre **seleccionada** y que la casilla “*Object summary*” **deseleccionada**, las otras configuraciones podemos dejarlas por defecto.

Additional Table Settings

Reference frame: ?	ICRF
Date/time format: ?	calendar format
Calendar type: ?	Mixed
Time digits: ?	HH.MM
Angle format: ?	sexagesimal format (hours/degrees minutes seconds)
Refraction model: ?	no refraction (airless)
Range units: ?	astronomical units (au)
Suppress range-rate: ?	<input type="checkbox"/>
Elevation cutoff: ?	<input type="text"/> (deg) [ -90 to 90 ]
Skip daylight: ?	<input type="checkbox"/>
Airmass cutoff: ?	<input type="text"/> [ 1.0 to 38.0 ]
Hour-angle cutoff: ?	<input type="text"/> (angular hours) [ 0.0 to 12.0 ]
Solar elongation cutoff: ?	<input type="text"/> : <input type="text"/> (deg) [min:max], min= 0.0 to 180.0 , max= min to 180.0
Angular rate cutoff: ?	<input type="text"/> (arcsec/h) [ 0.0 to 100000.0 ]
Extra precision: ?	<input type="checkbox"/> —output additional digits for RA/Dec quantities
RTS flag: ?	disabled —output only at target rise/transit/set
CSV format: ?	<input checked="" type="checkbox"/>
Object summary: ?	<input type="checkbox"/>

Use Specified Settings Reset to Defaults

## Paso 7

Una vez terminada la configuración nos debería quedar la tabla de la siguiente manera:

Save/Load Settings...

Set Defaults

1	Ephemeris Type: <span>Observer Table</span> <span>▼</span>
2	<span>Edit</span> Target Body: <b>Sun [Sol]</b>
3	<span>Edit</span> Observer Location: <b>-60°36'44"E, -32°52'18"N, 24 m</b>
4	<span>Edit</span> Time Specification: Start= <b>2023-05-18 15:50 UT-3</b> , Stop= <b>2023-05-20 15:50</b> , Step= <b>5</b> (minutes)
5	<span>Edit</span> Table Settings: <i>custom</i>

After specifying settings above (items 1 to 5), generate an ephemeris by pressing the "Generate Ephemeris" button below. If you plan to use one of the "batch" modes to access Horizons, the batch-file corresponding to the settings above can be viewed by using [this link](#).

Generate Ephemeris

Haciendo click en el botón “*Generate Ephemeris*” nos creará el archivo abajo y nos permitirá descargarlo como **txt**.

Ephemeris Results Delete

Download Results ?

```
*****
Ephemeris / WkW_USER Thu May 18 12:12:19 2023 Pasadena, USA / Horizons
*****
Target body name: Sun (10) {source: DE441}
Center body name: Earth (399) {source: DE441}
Center-site name: GEOCENTRIC
*****
Start time : A.D. 2023-May-18 15:50:00.0000 UT-03:00
Stop time : A.D. 2023-May-20 15:50:00.0000 UT-03:00
Step-size : 5 minutes
*****
Target pole/equ : IAU_SUN {East-longitude positive}
Target radii : 696000.0, 696000.0, 696000.0 km {Equator_a, b, pole_c}
Center geodetic : 0.0, 0.0, -6378.137 {E-lon(deg),Lat(deg),Alt(km)}
Center cylindric : 0.0, 0.0, 0.0 {E-lon(deg),Dxy(km),Dz(km)}
Center pole/equ : ITRF93 {East-longitude positive}
Center radii : 6378.137, 6378.137, 6356.752 km {Equator_a, b, pole_c}
Target primary : Sun
Vis. interferer : MOON (R_eq= 1737.400) km {source: DE441}
Rel. light bend : Sun {source: DE441}
Rel. lght bnd GM: 1.3271E+11 km^3/s^2
Atmos refraction: NO (AIRLESS)
RA format : HMS
Time format : CAL
```