

# Observaciones de Urano y Neptuno en telescopios españoles: Calar Alto/PlanetCam, WHT/Ingrid y GTC/Osiris

R. Hueso, e-mail: [ricardo.hueso@ehu.es](mailto:ricardo.hueso@ehu.es),

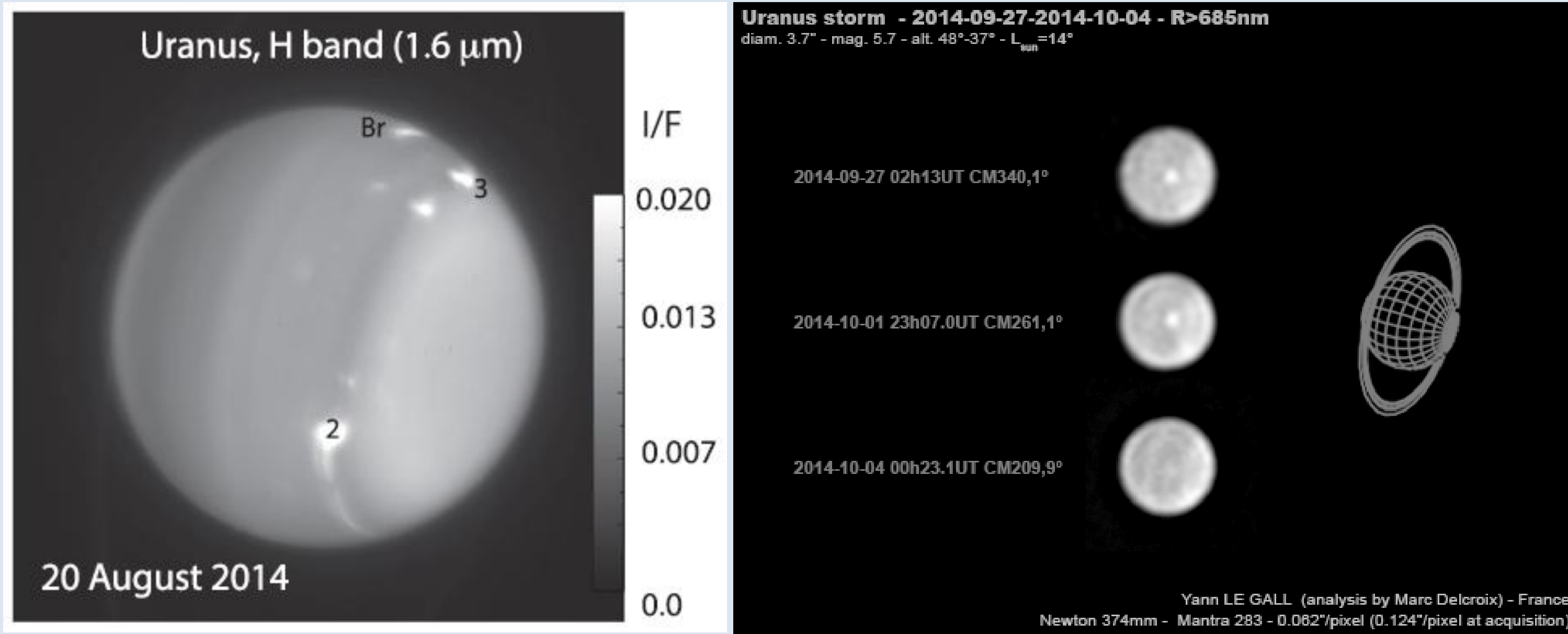
A. Sánchez-Lavega, I. Ordóñez-Etxeberria, J. F. Rojas, S. Pérez-Hoyos, I. Mendikoa

Universidad del País Vasco UPV-EHU, Spain

**Abstract:** La observación astronómica de las **atmósferas de Urano y Neptuno** presenta desafíos únicos. Ambos planetas son objetos relativamente débiles (magnitud visual +5.3 y +7.7) y poseen diámetros angulares muy pequeños (3.7" y 2.3" en oposición). Además las nubes de hielo de metano que los cubren poseen muy poco contraste en luz visible. Ambos mundos poseen **atmósferas muy dinámicas**, especialmente Neptuno, dominadas por **intensos vientos zonales que llegan a alcanzar los 450 m/s** y en las que se observa una evolución estacional del patrón de nubes en bandas zonales que cubren estos mundos. Gracias a la presencia de abundante metano atmosférico, en longitudes de onda del infrarrojo cercano las nubes empiezan a contrastarse gracias a bandas de absorción de metano en las que las estructuras elevadas se vuelven brillantes. Además de forma esporádica e impredecible ambos mundos son susceptibles de desarrollar estructuras brillantes, al menos en Urano de posible origen convectivo, cuya actividad puede extenderse a varios meses. En los últimos años, hemos obtenido observaciones de Urano y Neptuno con instrumentos capaces de mejorar la resolución de las imágenes por debajo del seeing atmosférico gracias a la **técnica de imagen afortunada** (observación rápida y selección de mejores frames para su apilado). Presentaremos imágenes de Urano y Neptuno obtenidas por los **instrumentos OSIRIS del GTC, AstraLux** y en el telescopio de **2.2m de Calar Alto** y en particular nuestro instrumento **PlanetCam UPV/EHU** en el mismo telescopio. Estas observaciones se compararán con otras adquiridas tanto por astrónomos aficionados capaces de resolver detalles en Urano y Neptuno, como en imágenes obtenidas con **óptica adaptativa** por los telescopios WHT y Keck así como con el Hubble. Se discutirá en particular la evolución de dos tormentas convectivas de gran interés en Urano (2014) y en Neptuno (2015) y la necesidad de combinar información de diferentes telescopios para avanzar en el estudio de estos planetas.

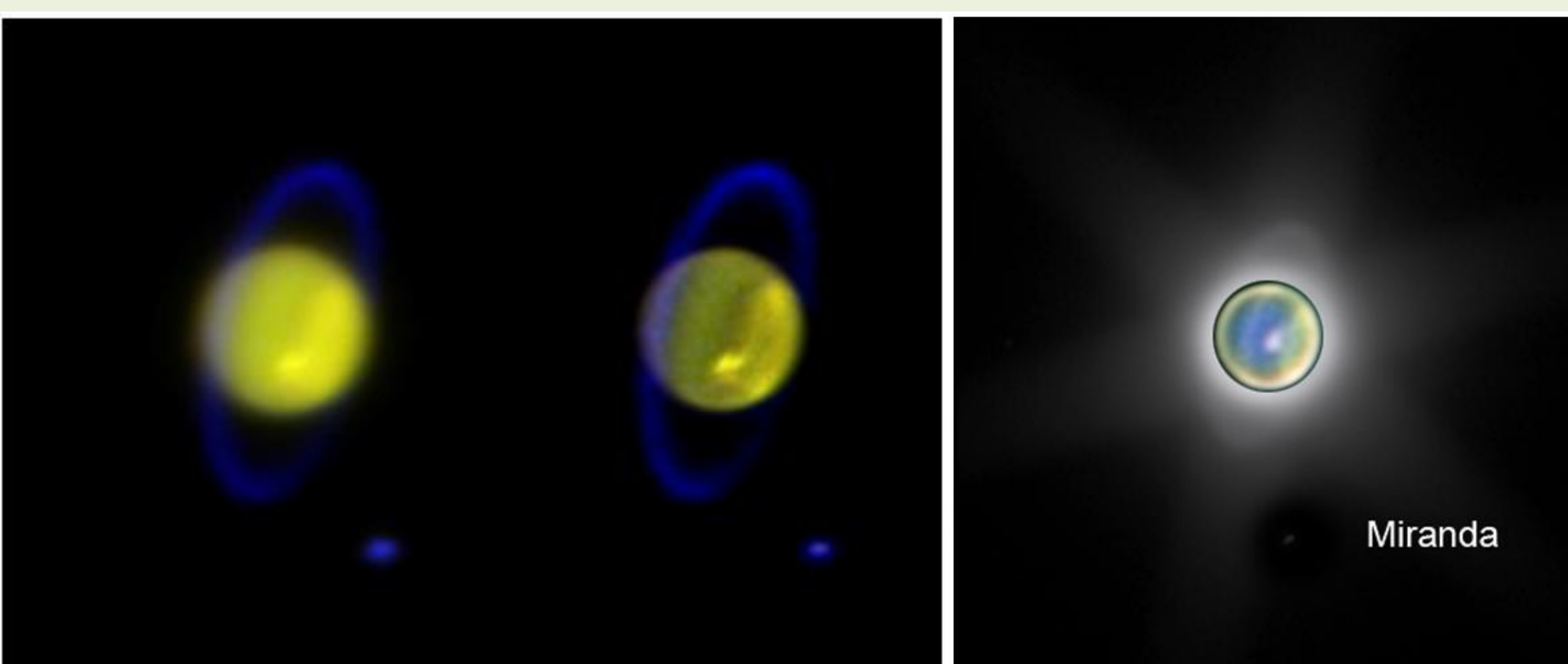
## 1 Urano: Contexto científico

Urano tiene su eje de rotación inclinado  $97.8^\circ$  y su atmósfera presenta largas estaciones en un ciclo anual de 84.3 años. Tras el paso por su equinoccio en el año 2007 se espera un periodo de cambios en la actividad atmosférica del planeta que aconseja el seguimiento regular de su atmósfera. En el año 2014 se produjo una actividad convectiva muy intensa en Urano descubierta por el telescopio Keck y observada posteriormente por telescopios como Gemini o el telescopio espacial Hubble. Esta actividad llegó a producir estructuras atmosféricas visibles con telescopios de aficionados.



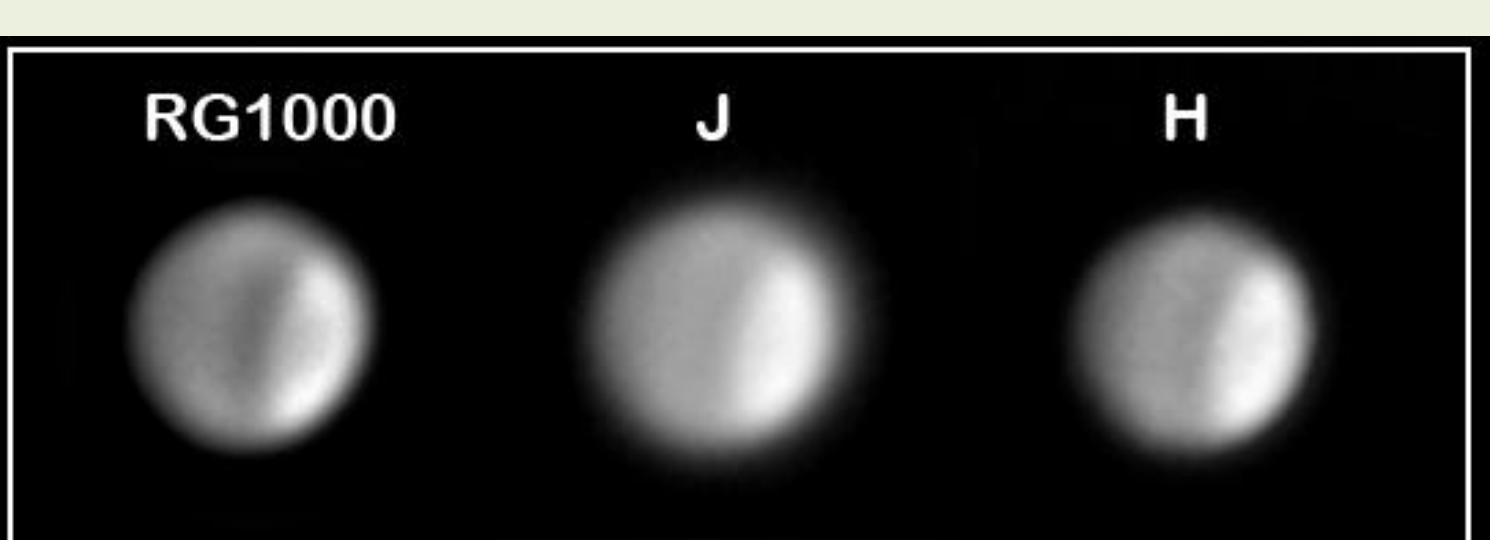
**Izquierda:** Urano en banda H (1.6  $\mu\text{m}$ ) observado por el telescopio Keck de 10 m con óptica adaptativa. Numerosas estructuras atmosféricas son evidentes en esta imagen. La **estructura etiquetada como 2** creció en tamaño y brillo en las siguientes semanas hasta ser detectable por astrónomos aficionados utilizando telescopios de 40 cm. La niebla polar que cubre el hemisferio sur se desarrolló durante el año 2014. **Crédito:** de Pater et al. 2015. **Derecha:** Ejemplo de observación amateur de la **estructura 2**.

## 2 Urano: Observaciones desde telescopios en España



**Izquierda:** Urano observado por el William Herschell con **NAOMI/INGRID (decomisionado)** en óptica adaptativa en bandas Hclear, Hcon y Ks. Fecha: 15 de octubre de 2014. Esta es la imagen de mayor resolución espacial del planeta después de Keck, Gemini y Hubble obtenida en 2014.

**Derecha:** Urano observado por **GTC** con el instrumento **OSIRIS** en filtros r' (640 nm), I' (771 nm) y z' (970 nm). La observación se hizo sobre una pequeña región de interés en modo fast-read out permitiendo adquirir unas 130 imágenes por filtro en bloques de 15 minutos de duración.

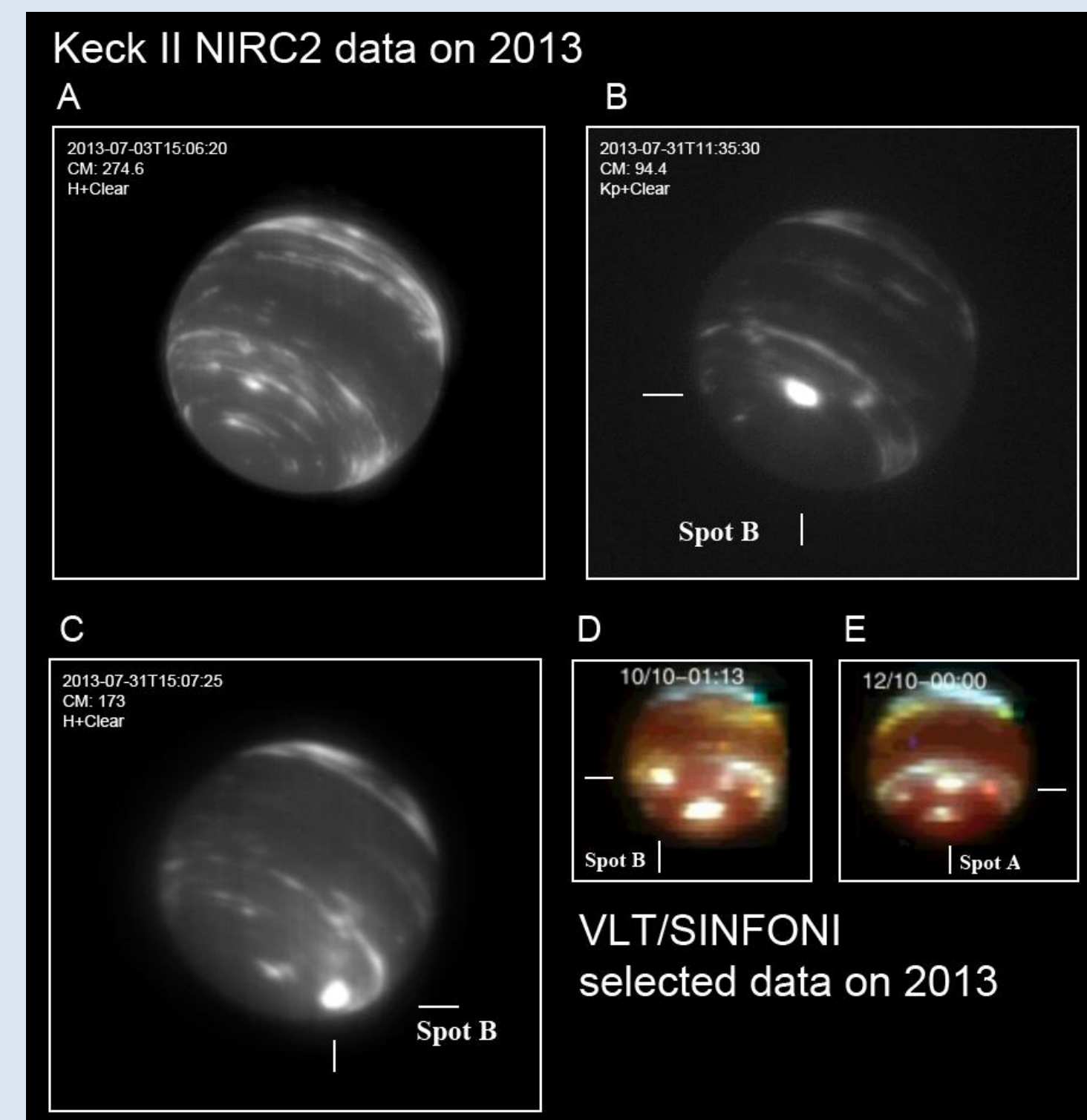


**Observaciones regulares desde Calar Alto (2.2m) con PlanetCam UPV/EHU.** Utilizando nuestro instrumento de "imagen afortunada" PlanetCam observamos Urano unas dos veces al año de manera complementaria a otros programas. El monitoreo frecuente nos permite detectar la presencia o no de actividad convectiva como en las imágenes superiores. Imagen de [Mendikoa et al. \(2016\)](#)

Observaciones en infrarrojo cercano de 1 a 1.7 micras. PlanetCam permite también observar en múltiples filtros en el visible a mayor resolución espacial pero solo en bandas de absorción del metano se aprecian detalles en Urano.

## 3 Neptuno: Contexto científico

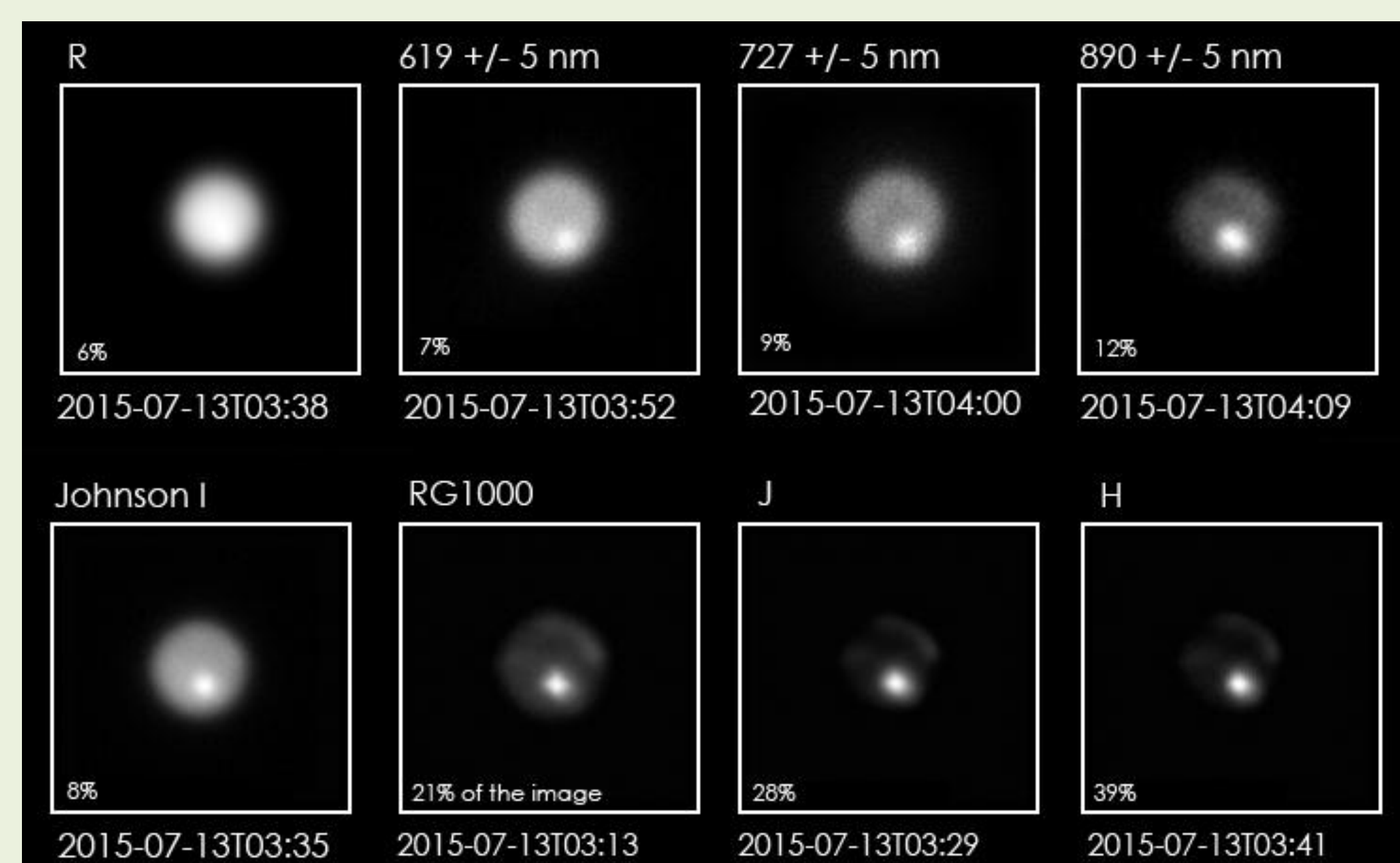
Neptuno tiene también intensas estaciones (eje de rotación inclinado  $28.3^\circ$ ) y un año de 165 años terrestres. A pesar de esa gran extensión temporal se aprecian cambios globales en Neptuno en escalas de pocos años vinculadas a la aparición de bandas o cinturones de nubes y nieblas en la atmósfera superior. De manera regular también aparecen estructuras de gran tamaño



Observaciones con instrumentos de óptica adaptativa en telescopios como Keck o VLT permiten estudiar la atmósfera de Neptuno. Sin embargo esta es una atmósfera muy dinámica que requiere mayor frecuencia de observación. Neptuno solo se ha observado 200 noches en 25 años sumando todas las observaciones efectuadas con Keck, VLT y HST. **Crédito:** Imágenes Keck: de Pater et al. (sin publicar, actualmente datos públicos). Imágenes VLT: Irwin et al. (2015).

En 2013 estructuras brillantes como las dos marcadas en esta figura comenzaron a ser observadas por astrónomos aficionados permitiendo por primera vez estudiar los ciclos de actividad ligados a estas estructuras de gran tamaño.

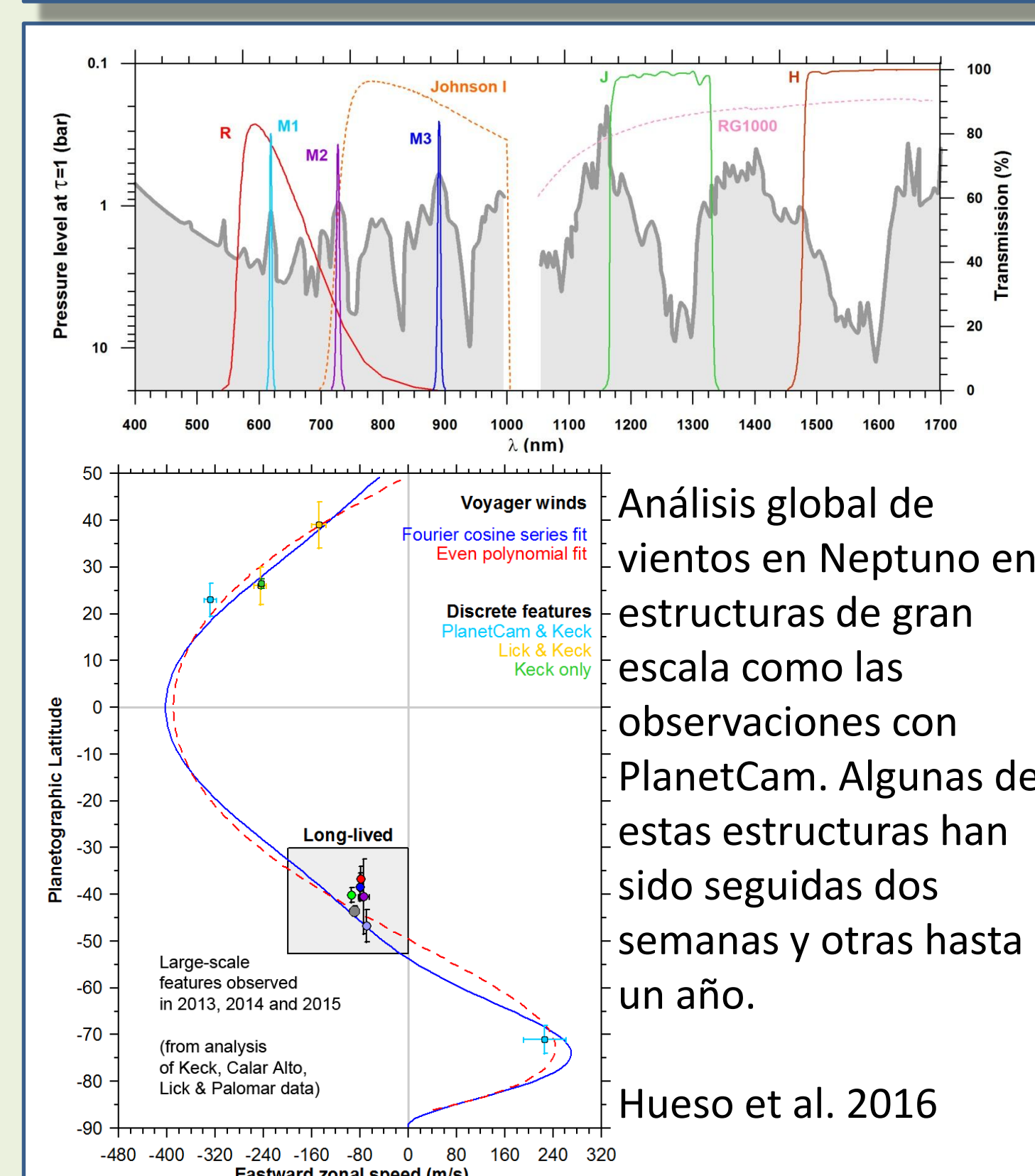
## 4 Neptuno: Observaciones en telescopios en España



Neptuno en julio de 2015 observado por **PlanetCam** en el 2.2m del observatorio de Calar Alto.

Actualmente realizamos un seguimiento de largo tiempo de estructuras atmosféricas como esta (5 tandas de observaciones en Calar Alto entre 2015 y 2016).

### Análisis



Las **observaciones en múltiples longitudes de onda** permiten estudiar la altura de las nubes. La figura muestra la profundidad de penetración de cada longitud de onda en un modelo de atmósfera libre y sin nubes. Típicamente observamos nubes altas en bandas de absorción del metano. **PlanetCam es el único instrumento actualmente capaz de caracterizar estos sistemas en el visible (0.4-1.0  $\mu\text{m}$ ) e infrarrojo de onda corta (1.0-1.7  $\mu\text{m}$ ).**

### Referencias

- de Pater et al. Record-breaking storm activity on Uranus in 2014. *Icarus*, **252**, 121-128.
- Mendikoa et al. A Two-channel Lucky Imaging Camera for Solar System Studies in the Spectral Range 0.38-1.7  $\mu\text{m}$ . *Publications of the Astronomical Society of Pacific*, **128**, 035002.
- Hueso et al. Neptune long-lived atmospheric features in 2013-2015. *Icarus*, en preparación.
- Irwin et al. Time variability of Neptune's horizontal and vertical cloud structure revealed by VLT/SINFONI and Gemini/NIFS from 2009 to 2013. *Icarus*, **271**, 418-437.