

# Seminario de Astronomía

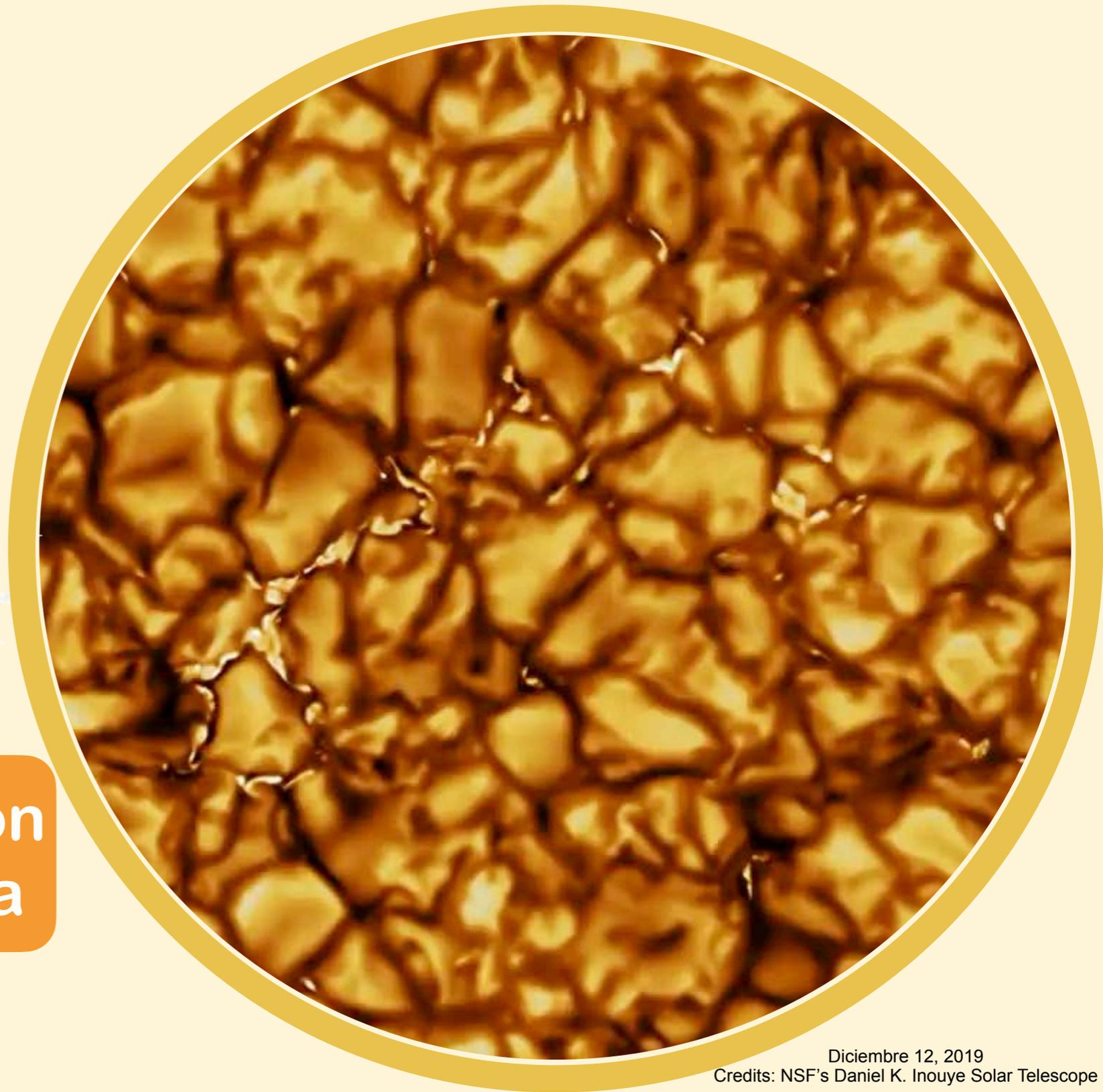
“Con los pies en la tierra y la mirada en el cielo”

Departamento de Física

Martes 27 de abril de 2021

Interacción del  
plasma y campo  
magnético a pequeña  
y gran escala en la  
atmósfera solar.

Técnicas de correlación  
y espectropolarimetría



Diciembre 12, 2019  
Credits: NSF's Daniel K. Inouye Solar Telescope

Jose Iván Campos Rozo<sup>1,2</sup>, MSc. in Astronomy  
PhD student

1. Institute of physics/IGAM - University of Graz
2. Observatorio Astronómico Nacional/Universidad Nacional de Colombia



# Para los que no me conocen...

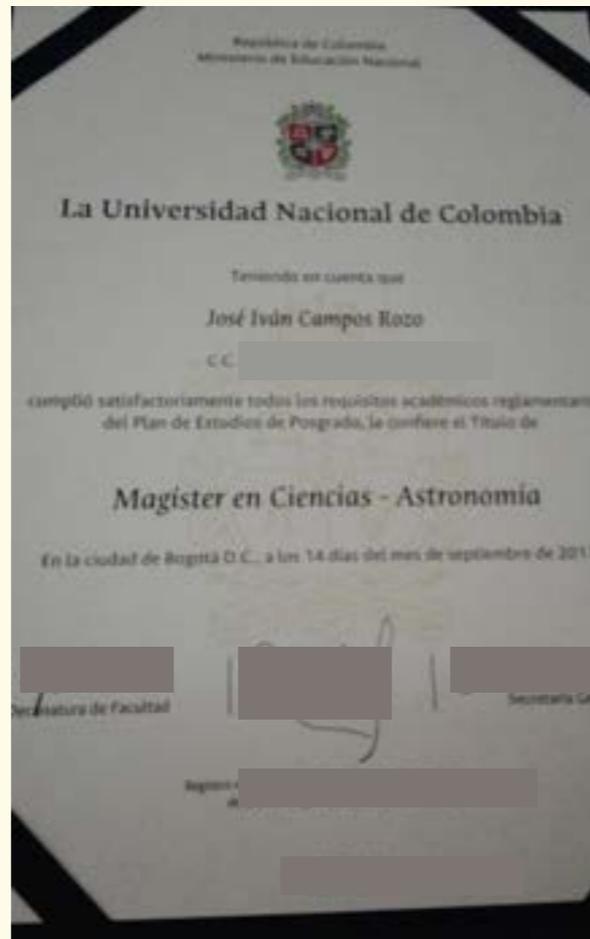


Jose Iván Campos Rozo

Físico de la Universidad Nacional de Colombia (2014)



Magister en Ciencias-Astronomía del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad Nacional de Colombia (2017)



Estudiante de doctorado en Física con énfasis en astrofísica de la Universidad de Graz, Austria. (Coming soon!!!)



Otras cosillas sobre mi:

Soy programador en Python. Hago parte del grupo de desarrollo de SunPy ( he estado un poco inactivo últimamente), para el análisis de imágenes solares basado en Python.

Apoyo y acompañamiento académico a estudiantes de pregrado y maestría para sus trabajos de investigación

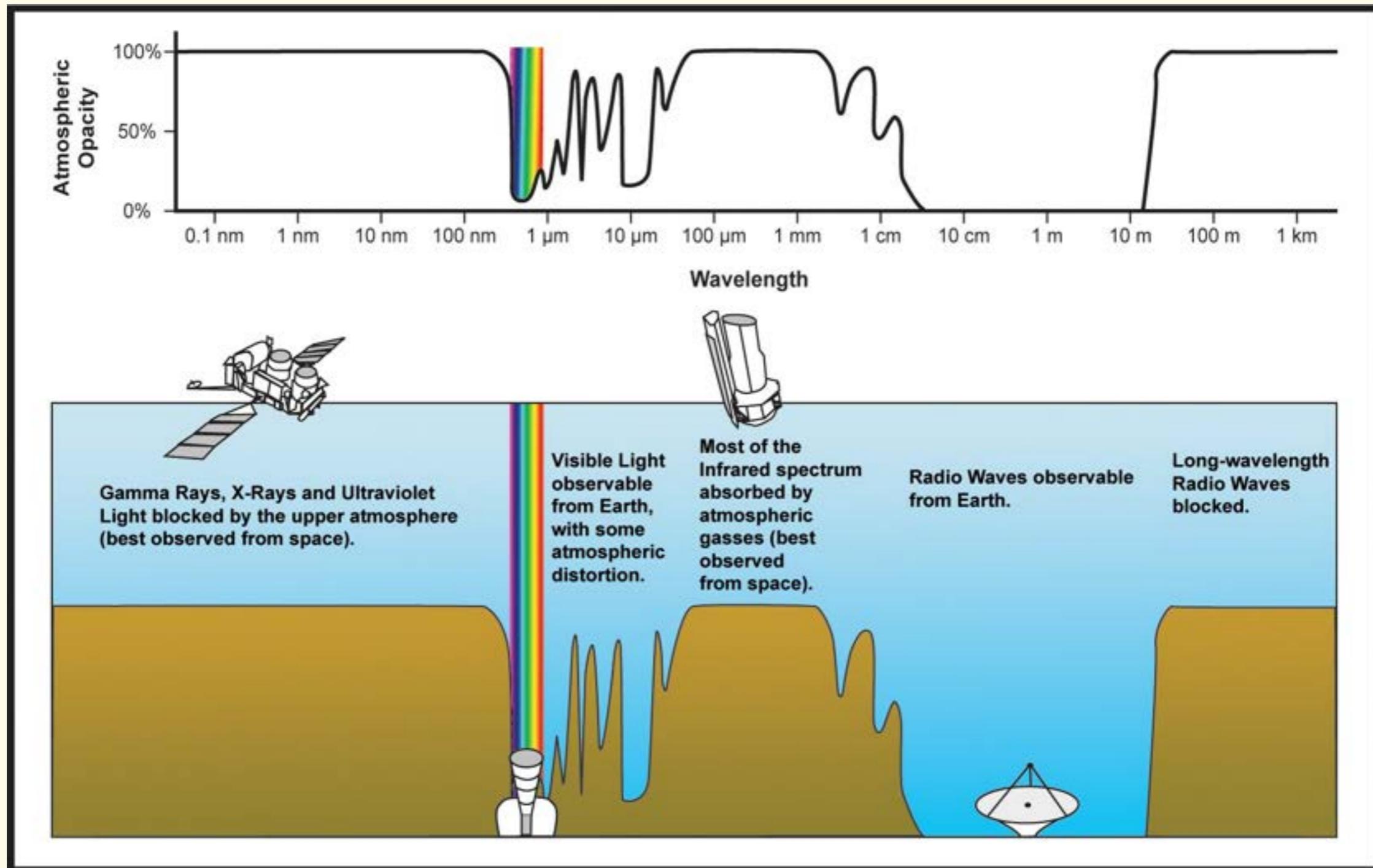
Trabajos de investigación con profesores del OAN e investigadores internacionales

Proyectos de investigación:  
Beyond research



# ¿Cómo lo observamos?

Aunque la atmósfera que rodea la tierra nos protege de la radiación que viene del exterior, es la mayor “enemiga” de los astrónomos observacionales.

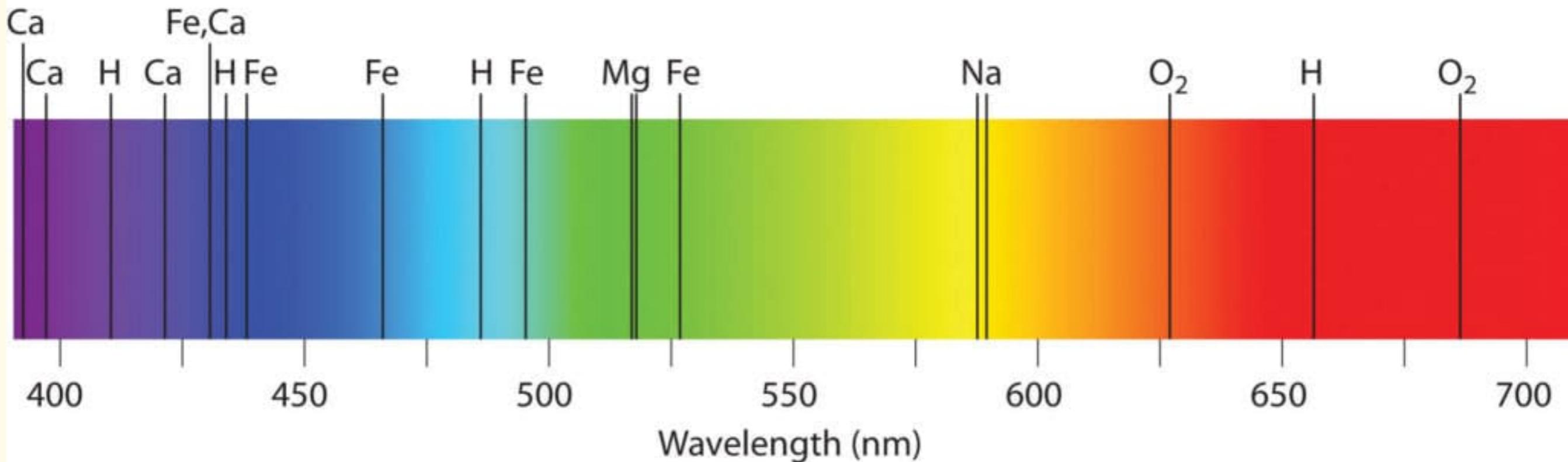


# ¿Cómo lo observamos?



Jose Iván Campos Rozo

Aún así podemos observar con un “amplio” rango espectral desde la tierra en el visible que nos permite observar diferentes estructuras sobre la superficie del Sol.



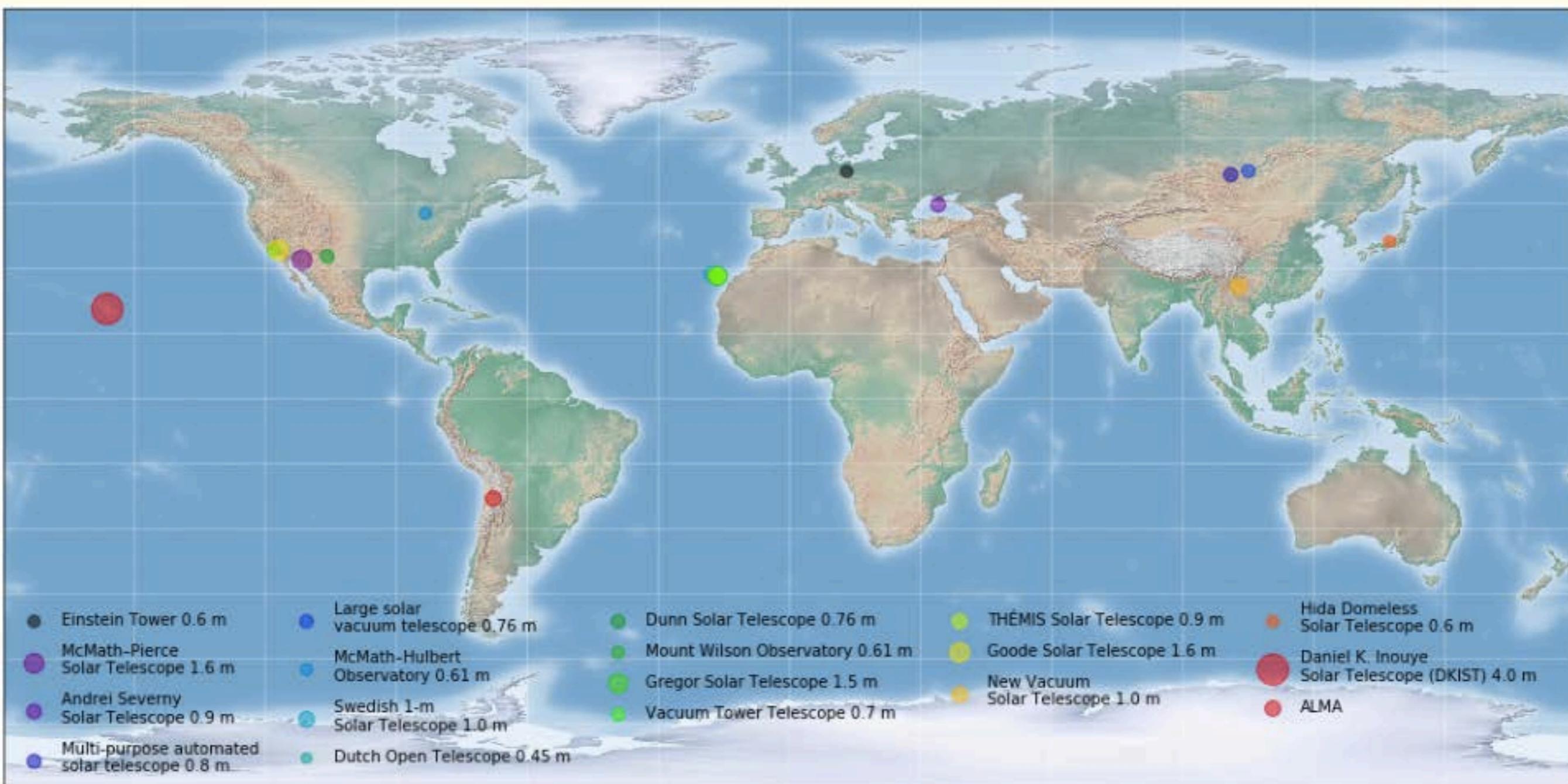
Además tenemos acceso a ciertas ventanas del infrarojo, microondas, y toda la ventana del radio que nos permite tener acceso a capas un poco más altas como la cromosfera.

# ¿Dónde lo observamos?



Jose Iván Campos Rozo

¿Hoy en día qué tenemos a nuestra disposición?

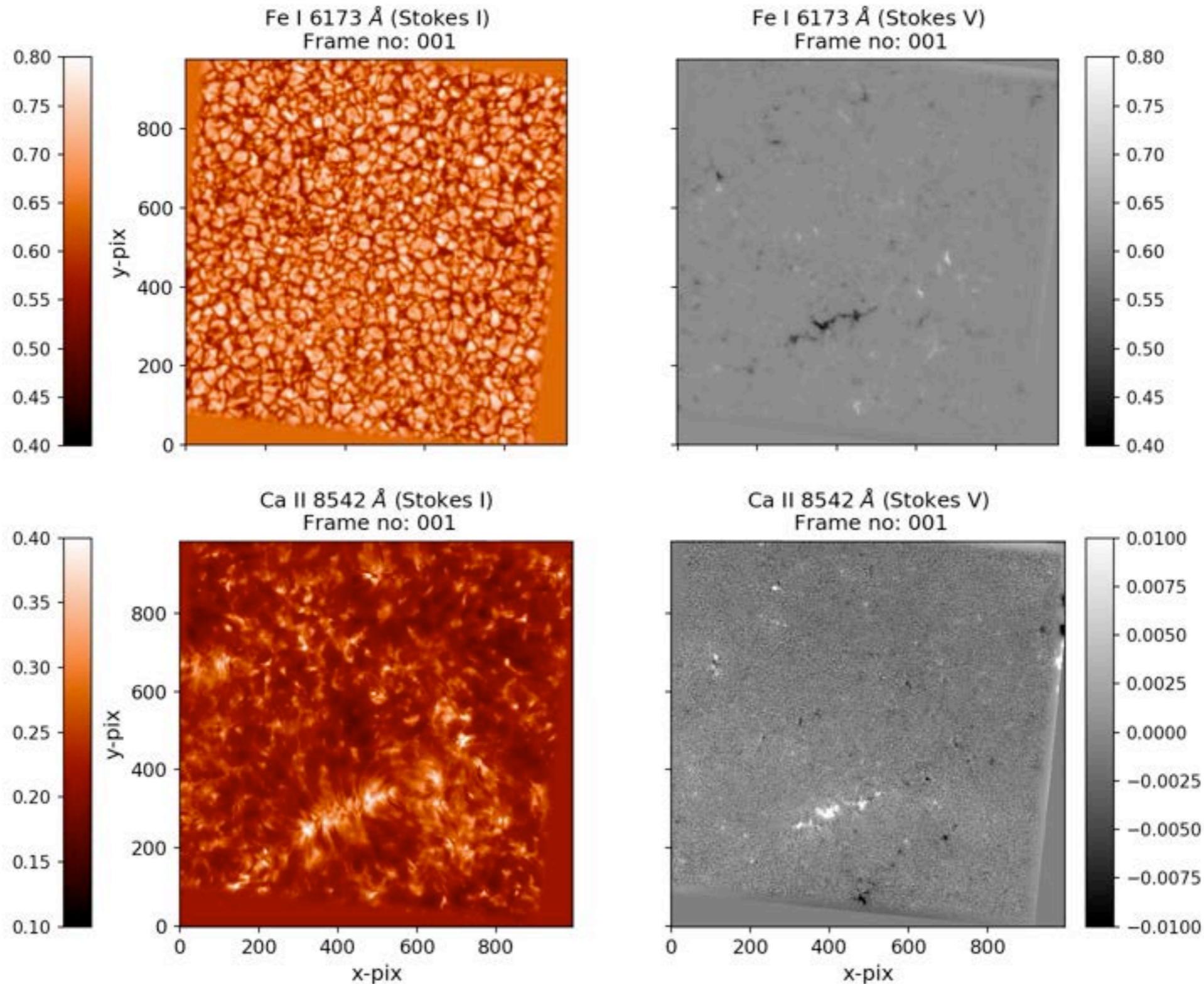


# Algunos ejemplos de lo que podemos observar desde tierra

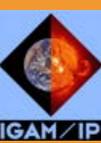


Jose Iván Campos Rozo

## Swedish 1-m Solar Telescope

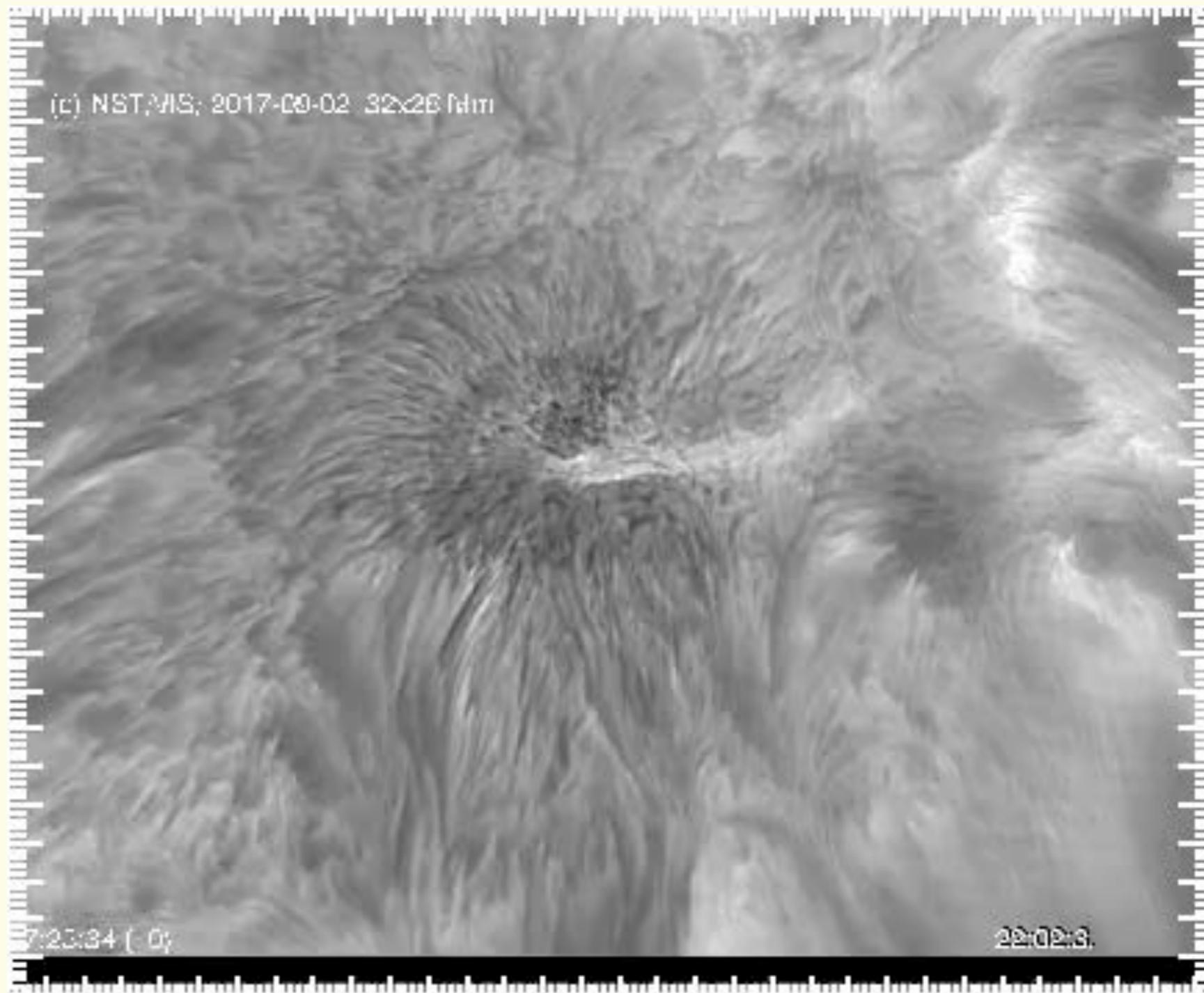


# Algunos ejemplos de lo que podemos observar desde tierra



Jose Iván Campos Rozo

## New Solar Telescope (NST)

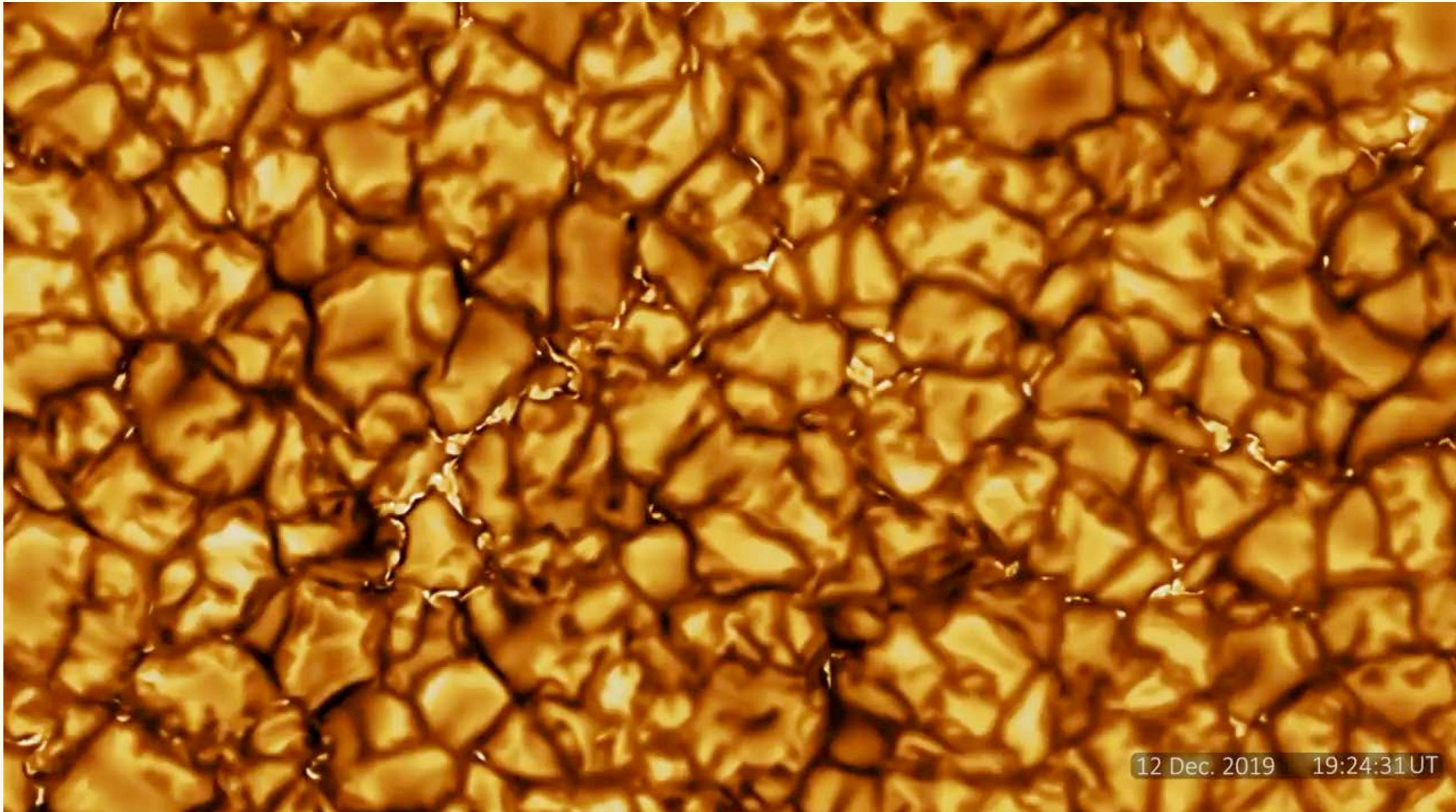


# Algunos ejemplos de lo que podemos observar desde tierra



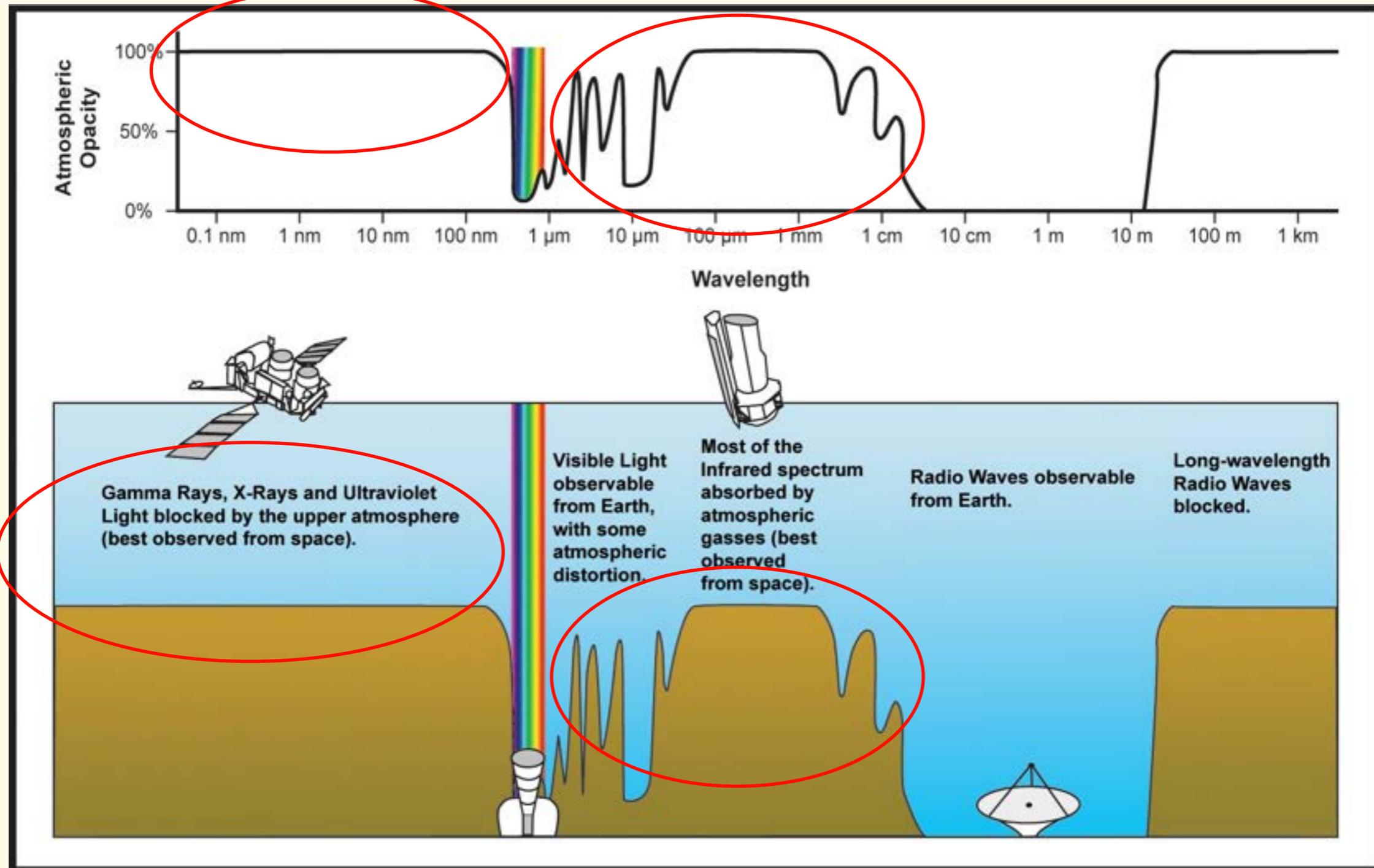
Jose Iván Campos Rozo

Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST)



# ¿Cómo lo observamos?

Todo muy bonito hasta ahora, pero y entonces, ¿qué hacemos con toda la información que se nos está perdiendo?



# ¿Cómo lo observamos?



Jose Iván Campos Rozo

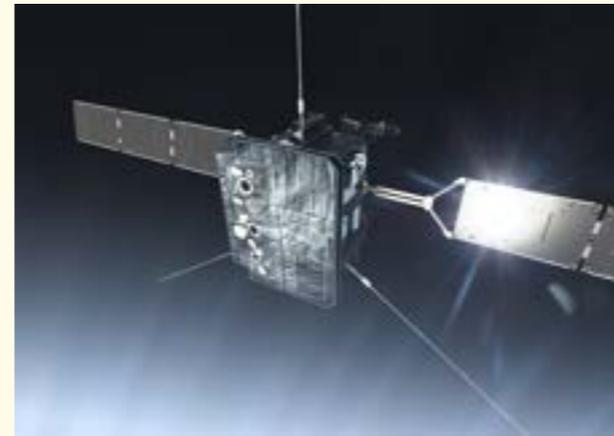
- Nos estamos perdiendo información de las atmósferas más altas del Sol.
- Hay una gran cantidad de fenómenos solares asociados a eventos altamente energéticos



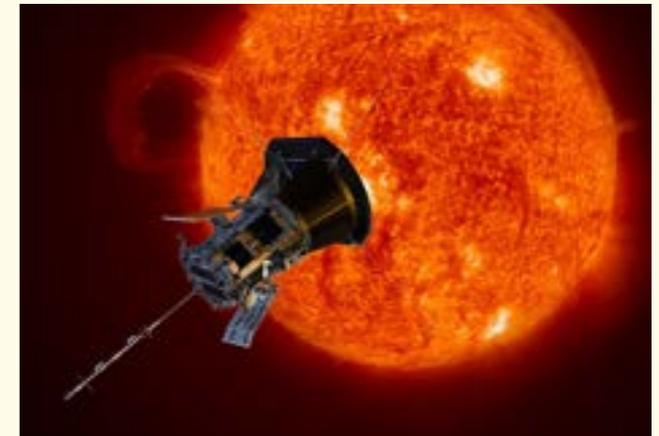
SDO



SOHO



Solar Orbiter



Parker Solar Probe



HINODE

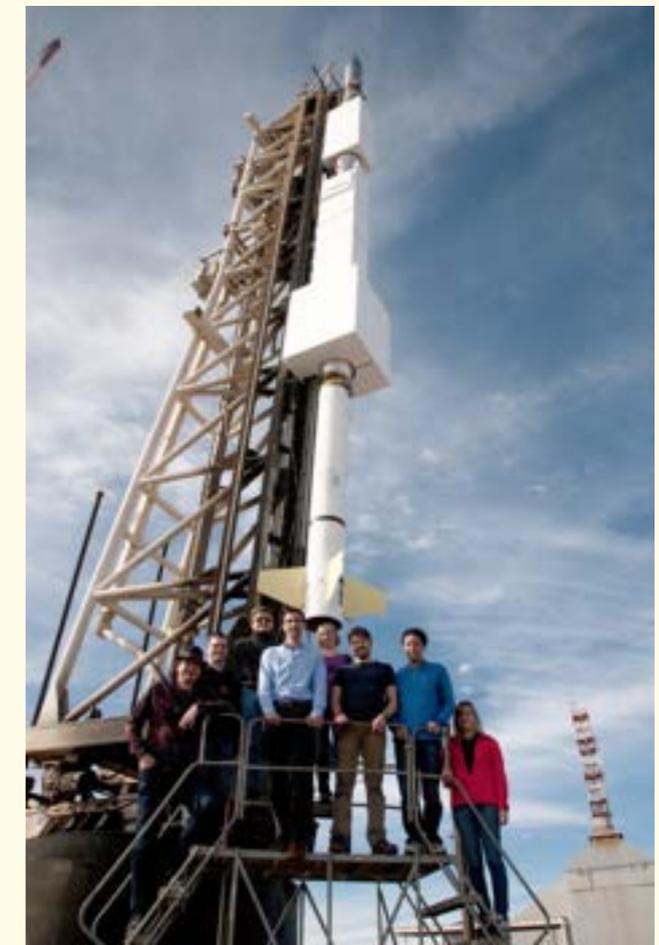


IRIS



RHessi

FOXSI-2

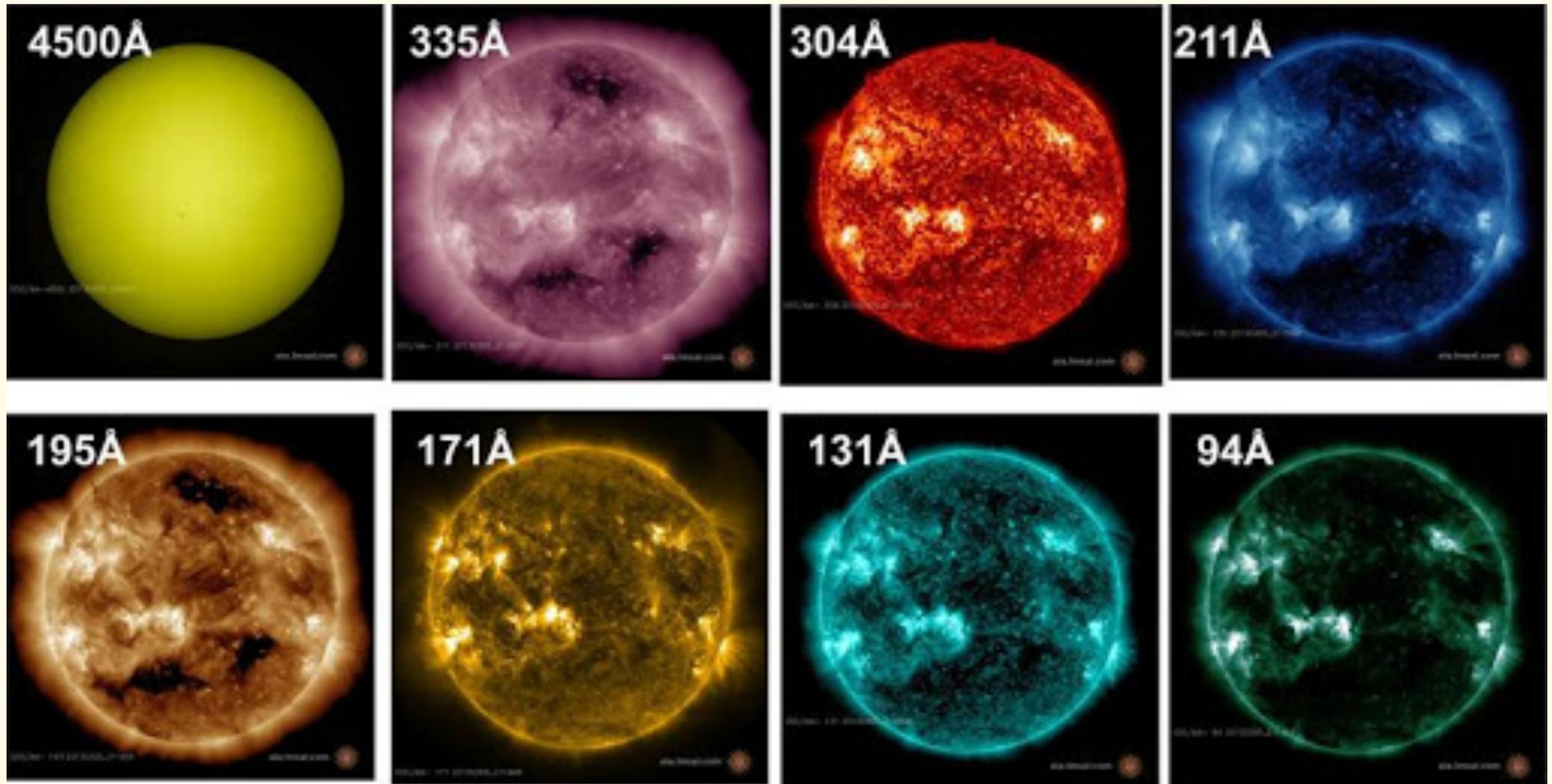


# ¿Cómo lo observamos?



Jose Iván Campos Rozo

Desde que iniciamos la conquista del espacio exterior, tenemos acceso a toda la luz, o espectro electromagnético.

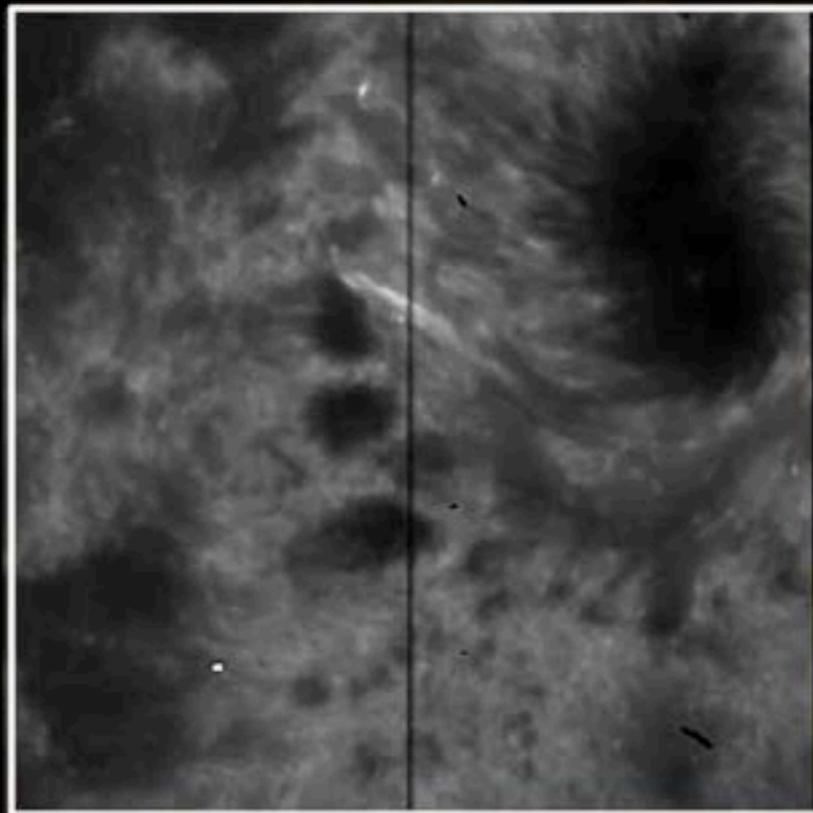


# ¿Cómo lo observamos?

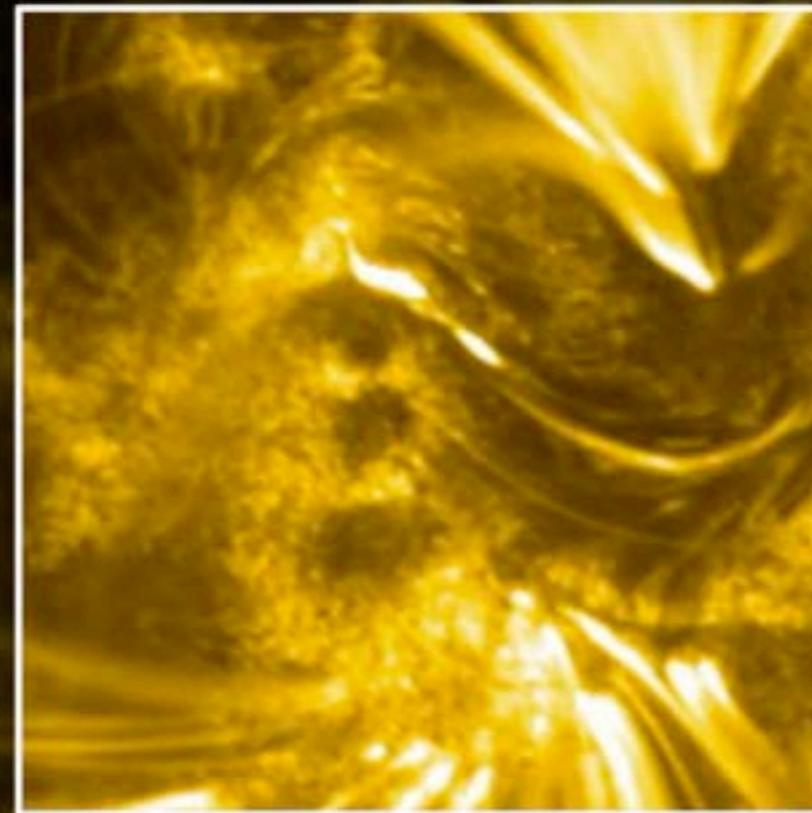


Jose Iván Campos Rozo

Algunos ejemplos de lo que podemos ver con los satélites espaciales



IRIS



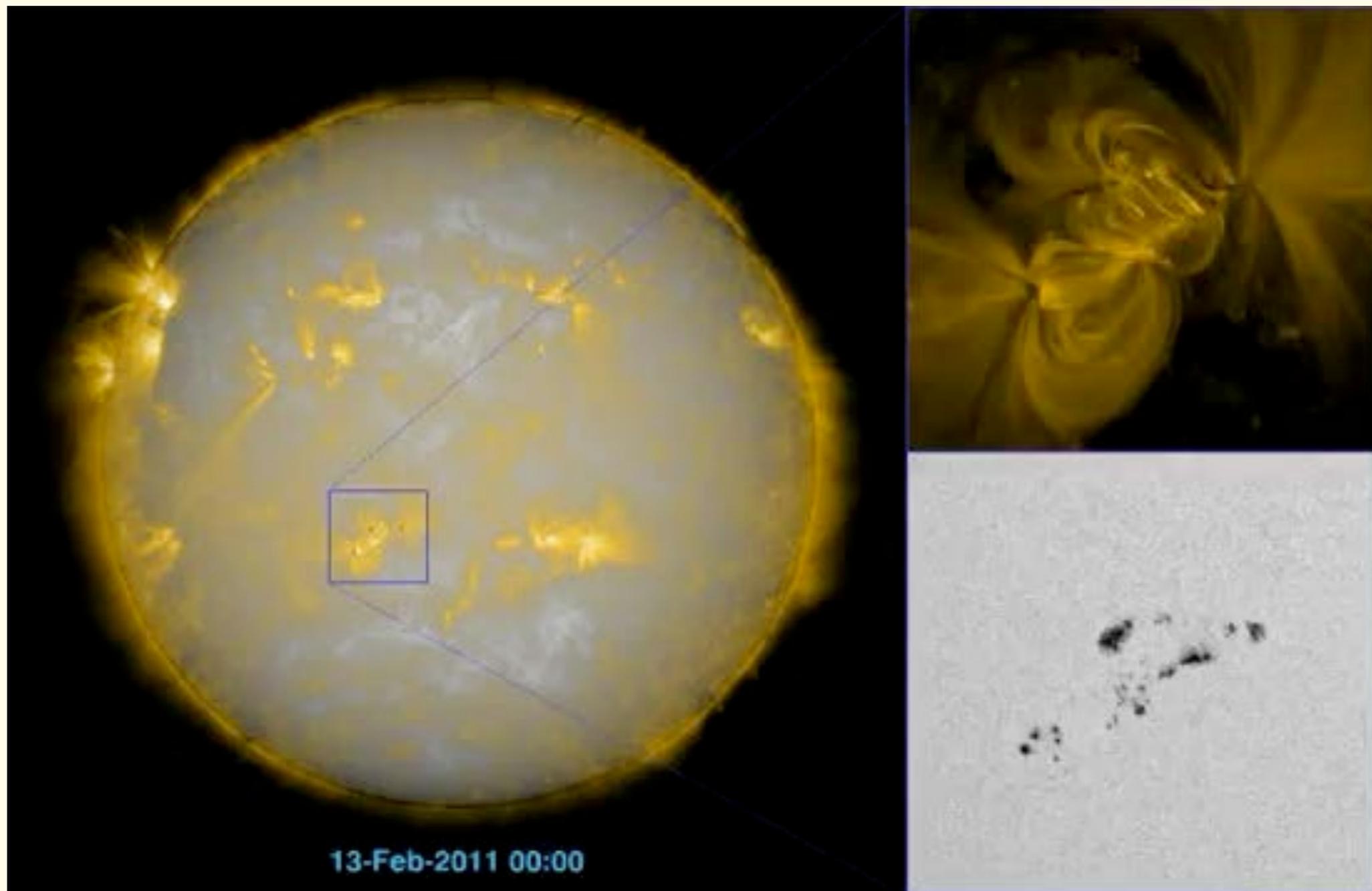
SDO

# ¿Qué ganamos cuando observamos el Sol en diferentes longitudes de onda?



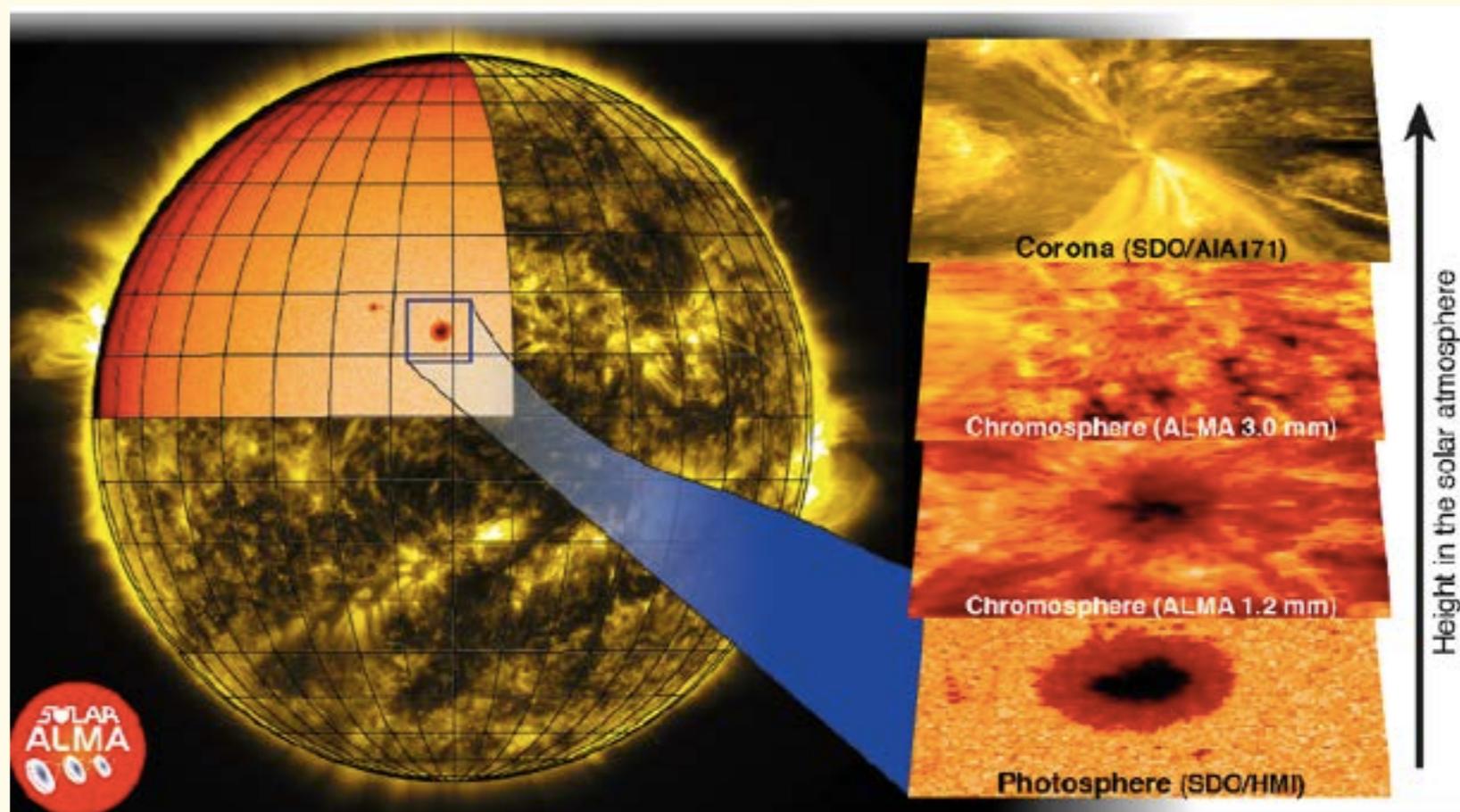
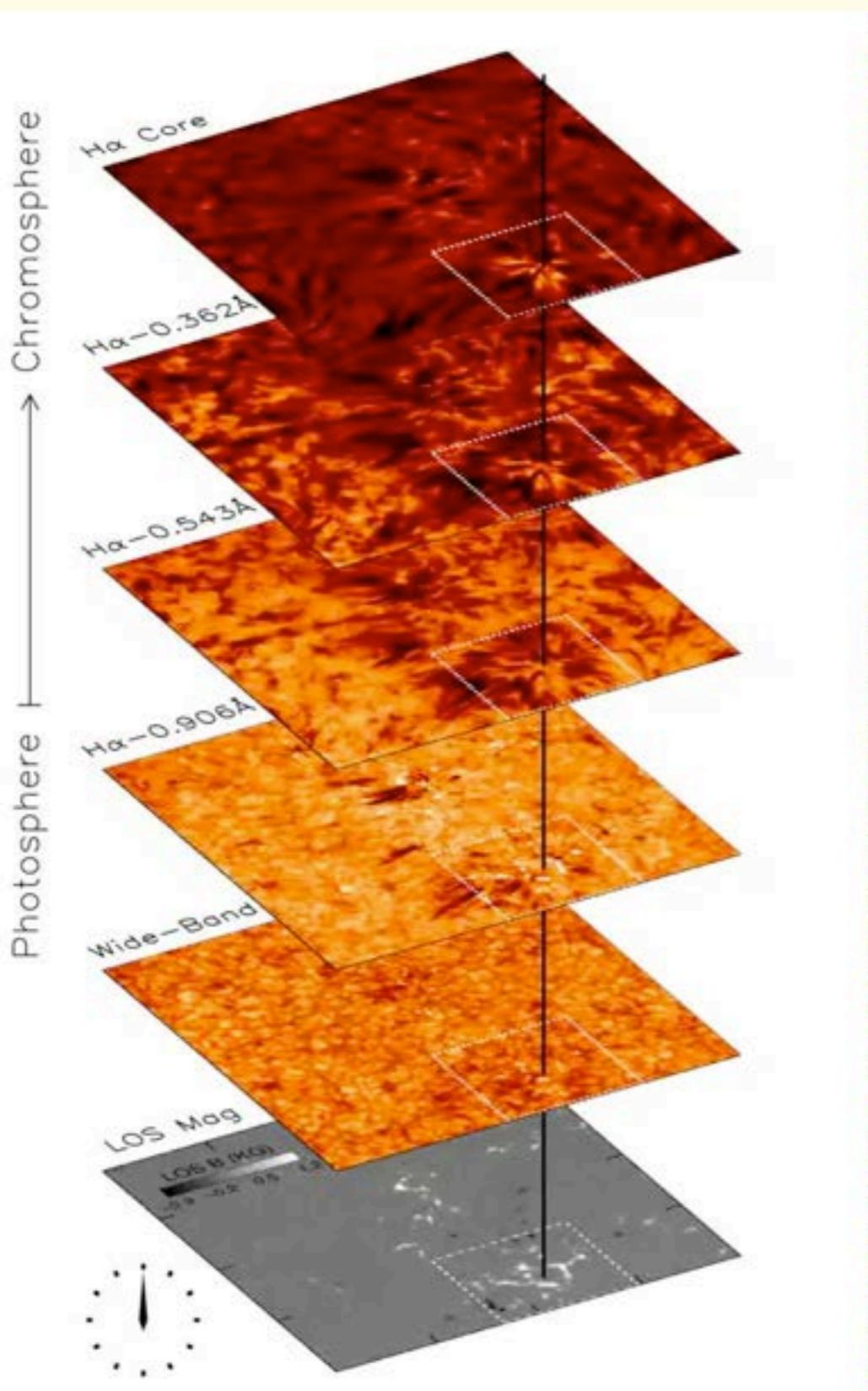
Jose Iván Campos Rozo

Observando al mismo tiempo la fotosfera y la corona solar.



# ¿Qué ganamos cuando observamos el Sol en diferentes longitudes de onda?

Las diferentes estructuras que conocemos en el Sol tienen diferentes propiedades físicas, y así mismo los filtros son sensibles a dichas características.



# ¿Qué observamos?

Los avances en las observaciones solares, así como en las cuestiones teóricas nos han llevado a descubrir un sistema complejo de estructuras en la atmósfera solar.

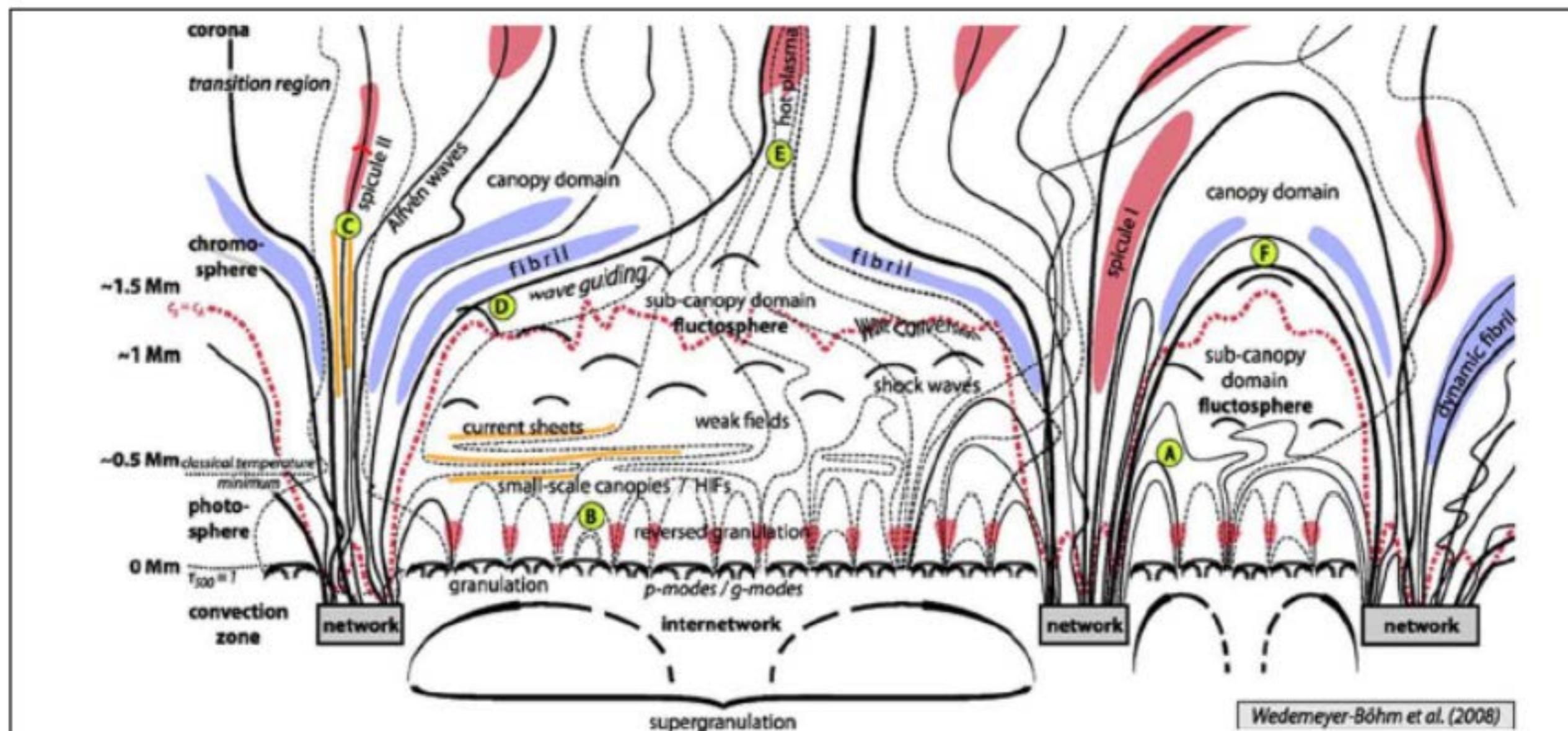


Fig. 2 Cartoon showing the structure of the lower atmosphere (Wedemeyer-Böhm et al. 2009)

# ¿Cómo estudiamos la dinámica?

## Dinámica del plasma

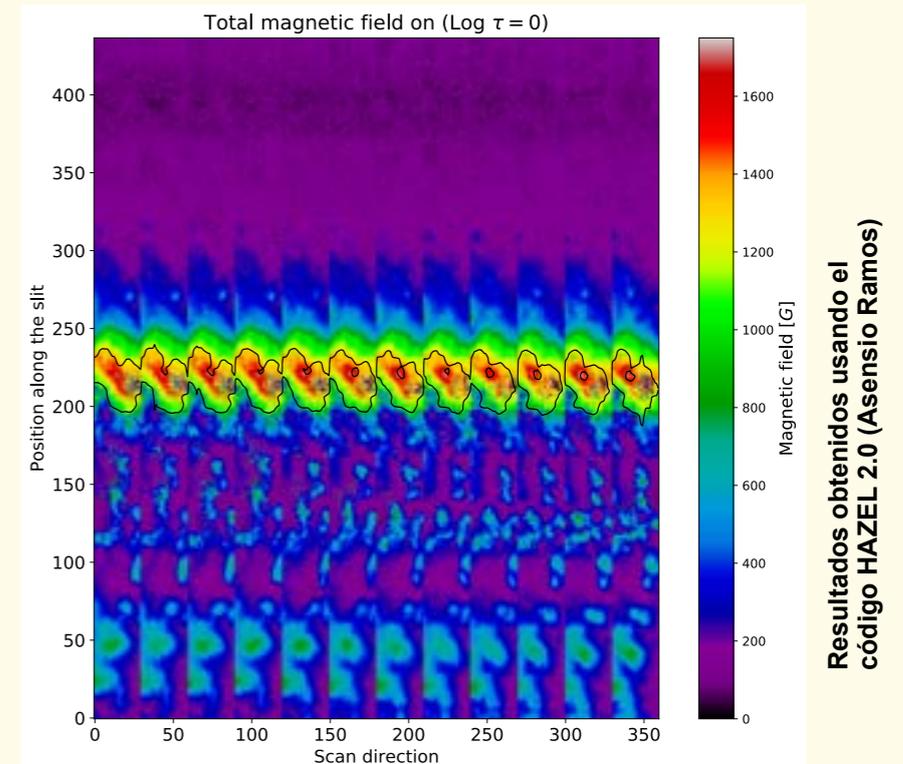
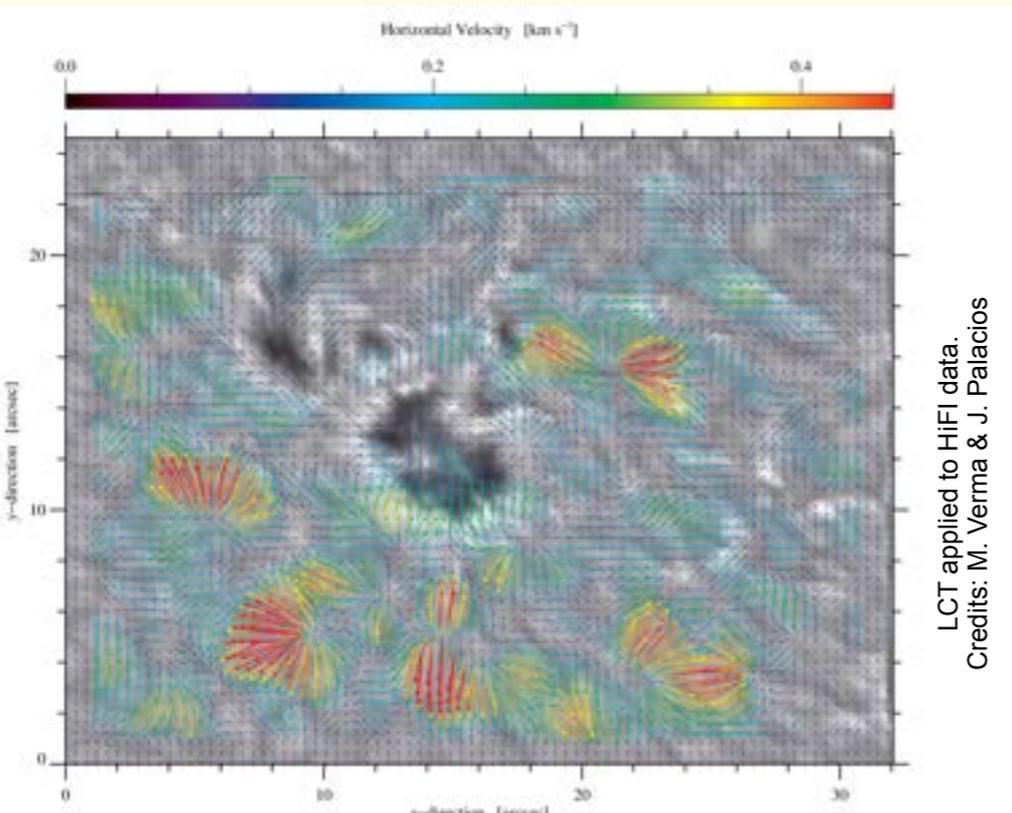
Técnicas de seguimiento de correlación local

Se pueden inferir movimientos propios calculados de la variación de las intensidades de las imágenes

## Dinámica del campo magnético

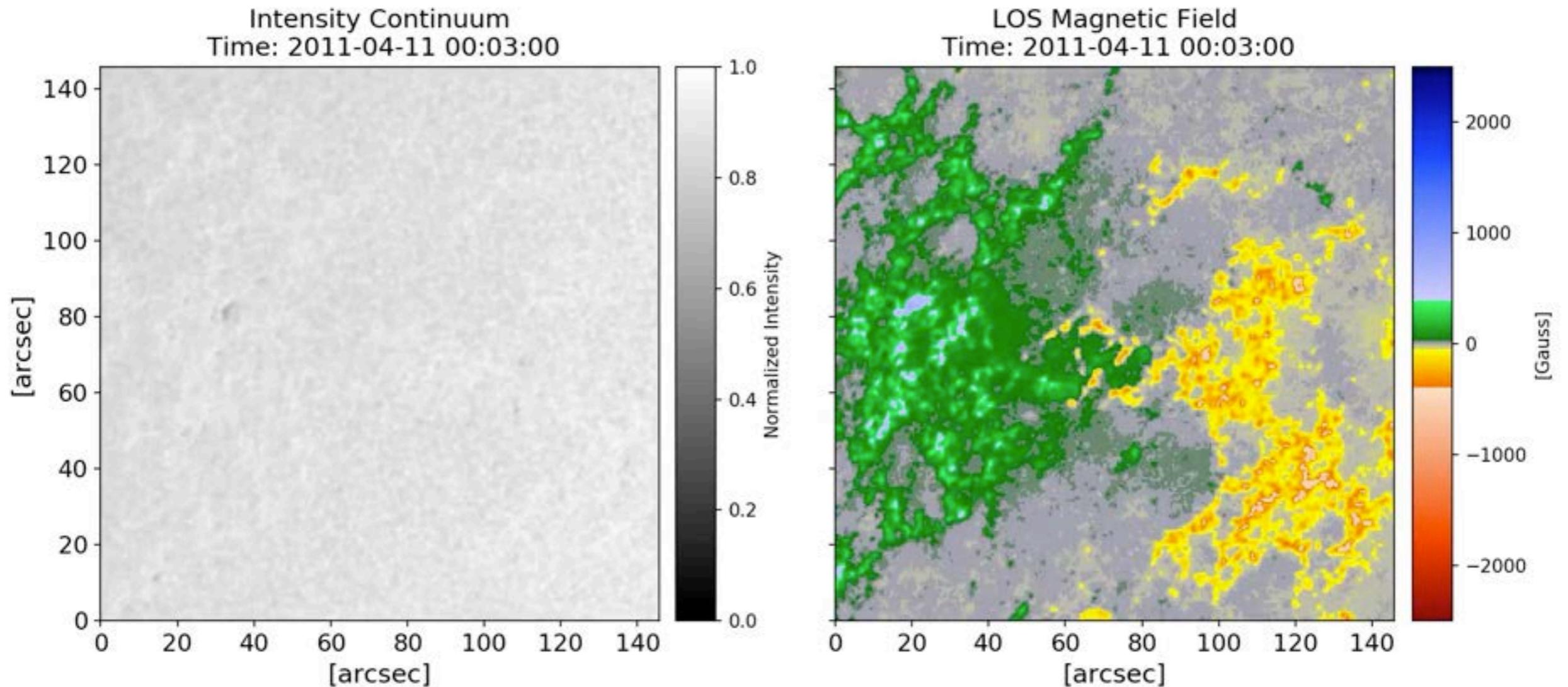
Espectropolarimetría y técnicas de seguimiento de correlación local

Se hace uso de la polarización de la luz para inferir el vector de campo magnético, y así poder analizar la dinámica de elementos magnéticos.



# Conexión entre el campo magnético y el plasma

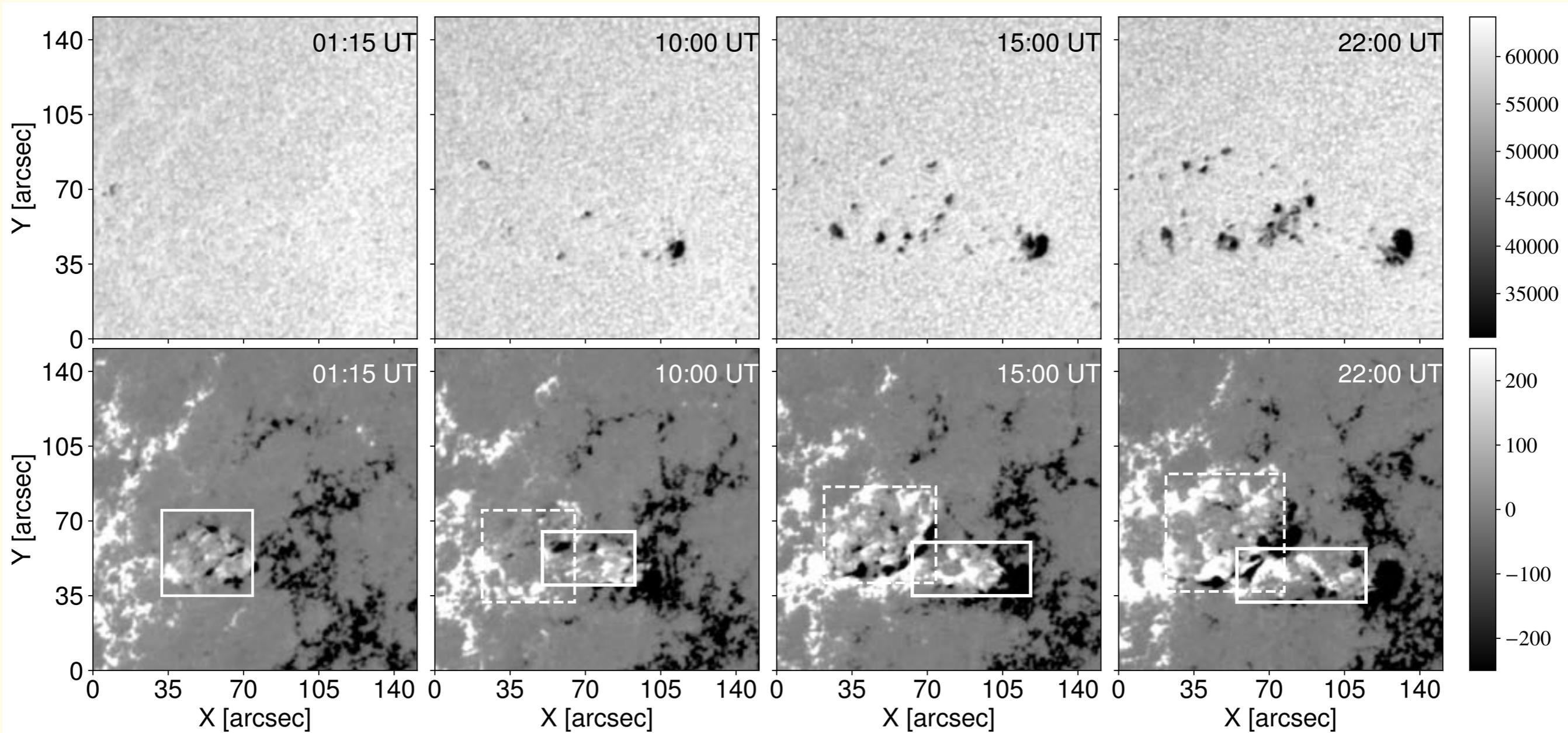
La conexión entre la dinámica del plasma y el campo magnético es bien conocida en la física.



Evolución temporal durante la formación de un región activa.

# Conexión entre el campo magnético y el plasma

Las manchas solares son una evidencia de la presencia de campo magnético en la fotosfera.



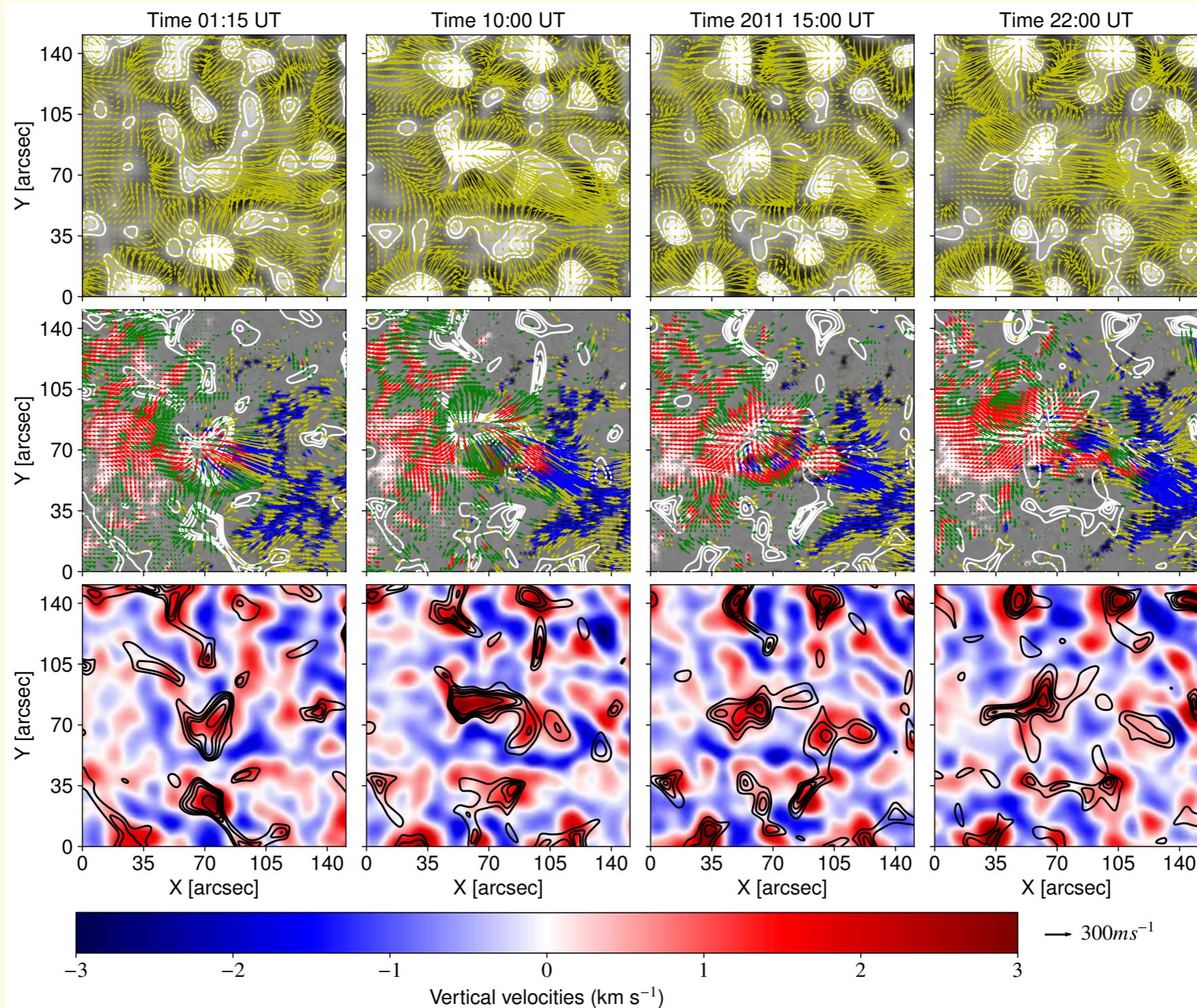
Se pueden observar claramente dos estructuras de campo magnético diferentes.

# Entendiendo el campo de movimientos propios



Jose Iván Campos Rozo

Análisis completo del campo de flujo tanto en el plasma como en el campo magnético.



# Entendiendo el campo de movimientos propios

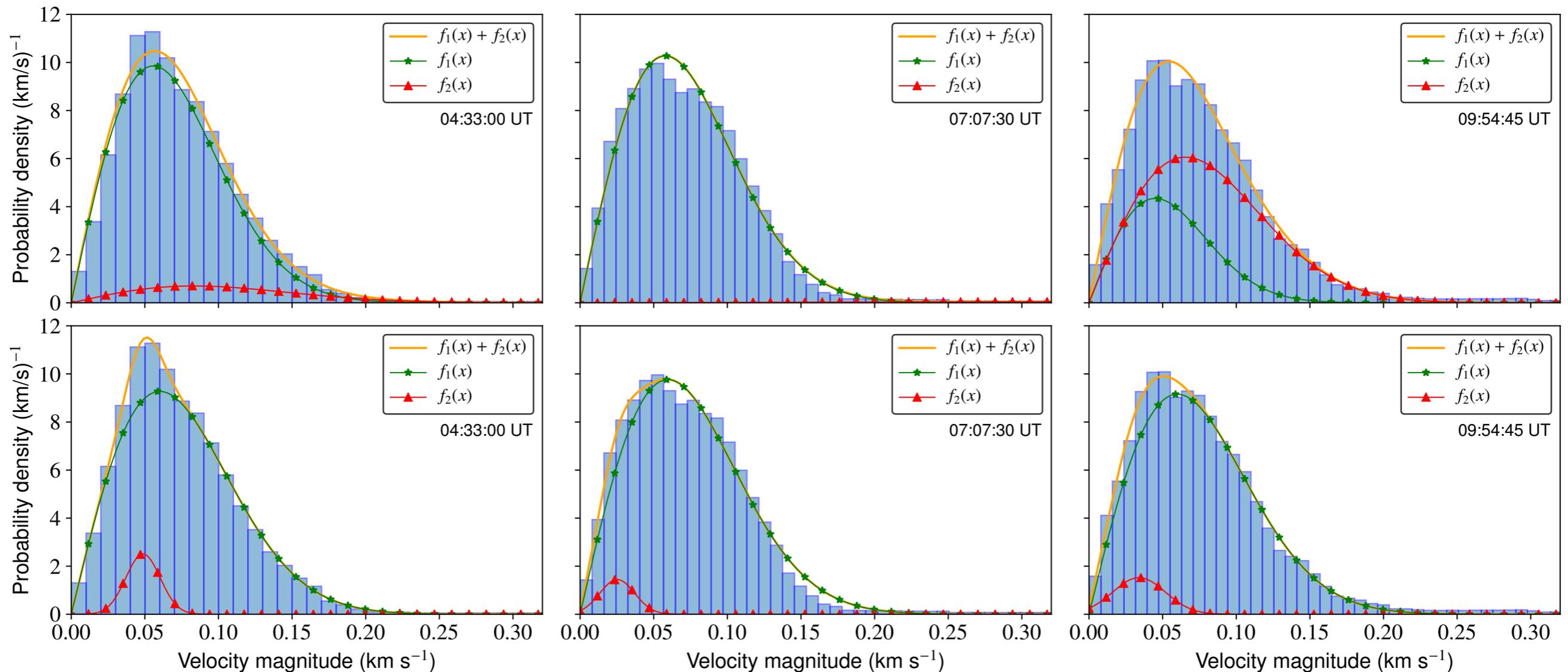
$$f(v, \sigma_{R_1}) + f(v, \sigma_{R_2}) = A_1 \cdot \frac{v}{\sigma_{R_1}^2} \exp\left(\frac{-v^2}{2\sigma_{R_1}^2}\right) + B_1 \cdot \frac{v}{\sigma_{R_2}^2} \exp\left(\frac{-v^2}{2\sigma_{R_2}^2}\right),$$

Eq 1: Sum of two Rayleigh distributions

$$f(v, \sigma_{R_3}) + f(v, \mu_G, \sigma_G) = A_2 \cdot \frac{v}{\sigma_{R_3}^2} \exp\left(\frac{-v^2}{2\sigma_{R_3}^2}\right) + \frac{B_2}{\sqrt{2\pi}\sigma_G} \exp\left(\frac{-(v - \mu_G)^2}{2\sigma_G^2}\right).$$

Eq 2: Sum of one Rayleigh distribution plus a Gaussian distribution

Testcases for the proposed combination of two component distributions for plasma intensity data

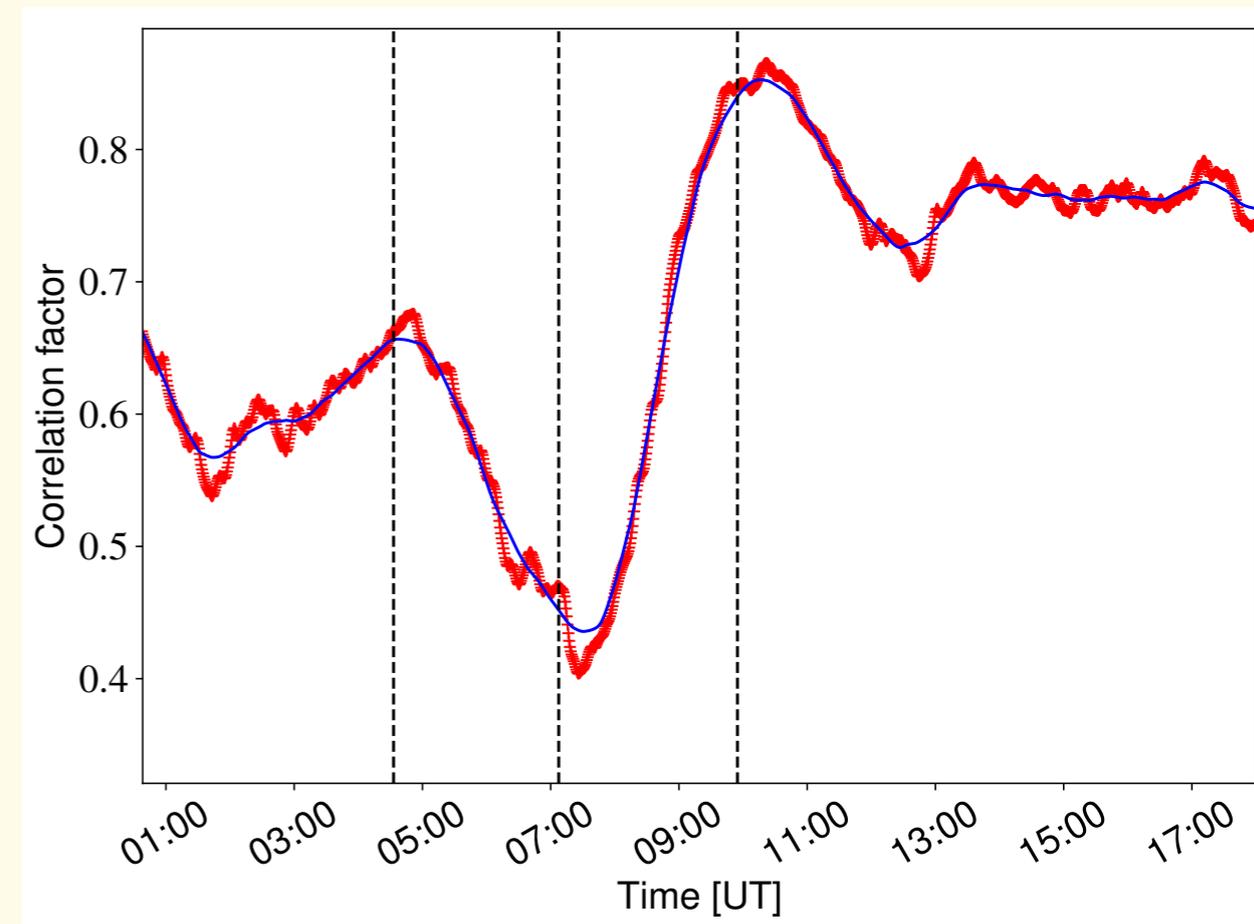
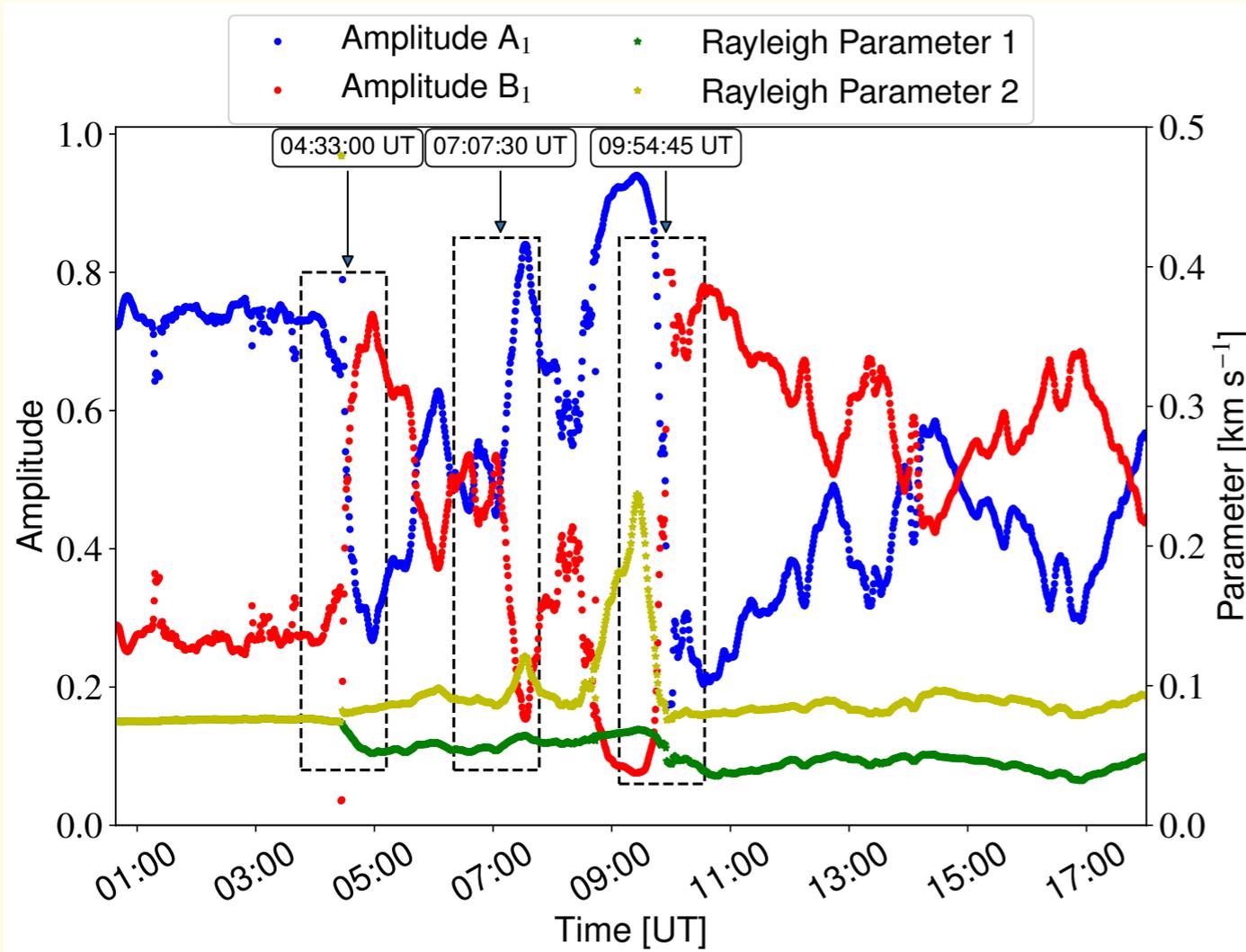


# Entendiendo el campo de movimintos propios



Jose Iván Campos Rozo

Se analiza la evolución de los parámetros obtenidos del campo de flujo.



# Campaña de Observación en GREGOR



Jose Iván Campos Rozo

Los equipos de trabajo son grandes cuando se hace observación en tierra

## Observing team:

- ◆ Dominik Utz (P. I.)
- ◆ Peter Gömöry
- ◆ Christoph Kuckein
- ◆ Horst Balthasar
- ◆ Norbert Magyar
- ◆ Jose Ivan Campos Rozo
- ◆ Stefan Hofmeister
- ◆ Otmar Kühner
- ◆ Thomas Keller (technician)

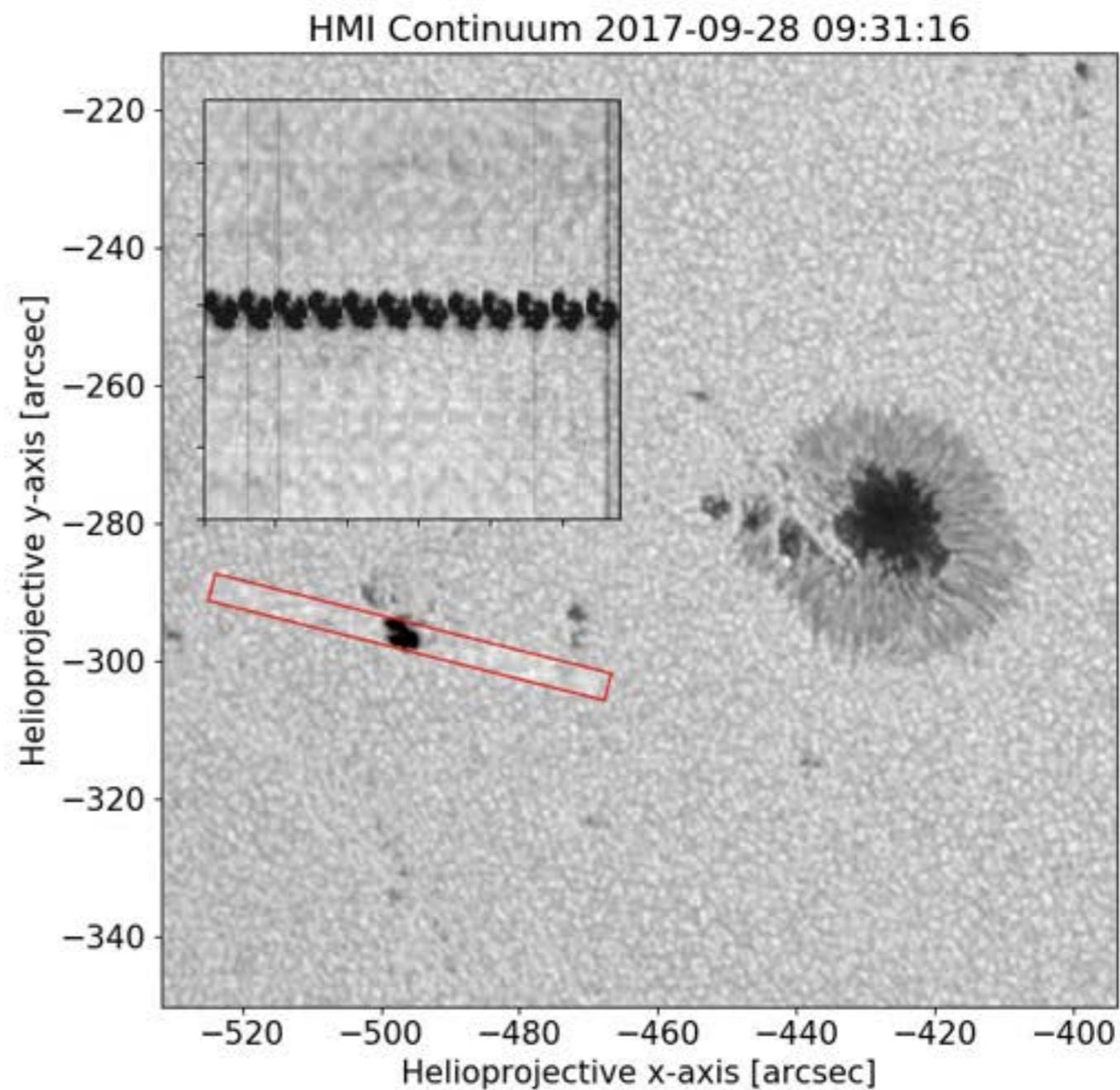
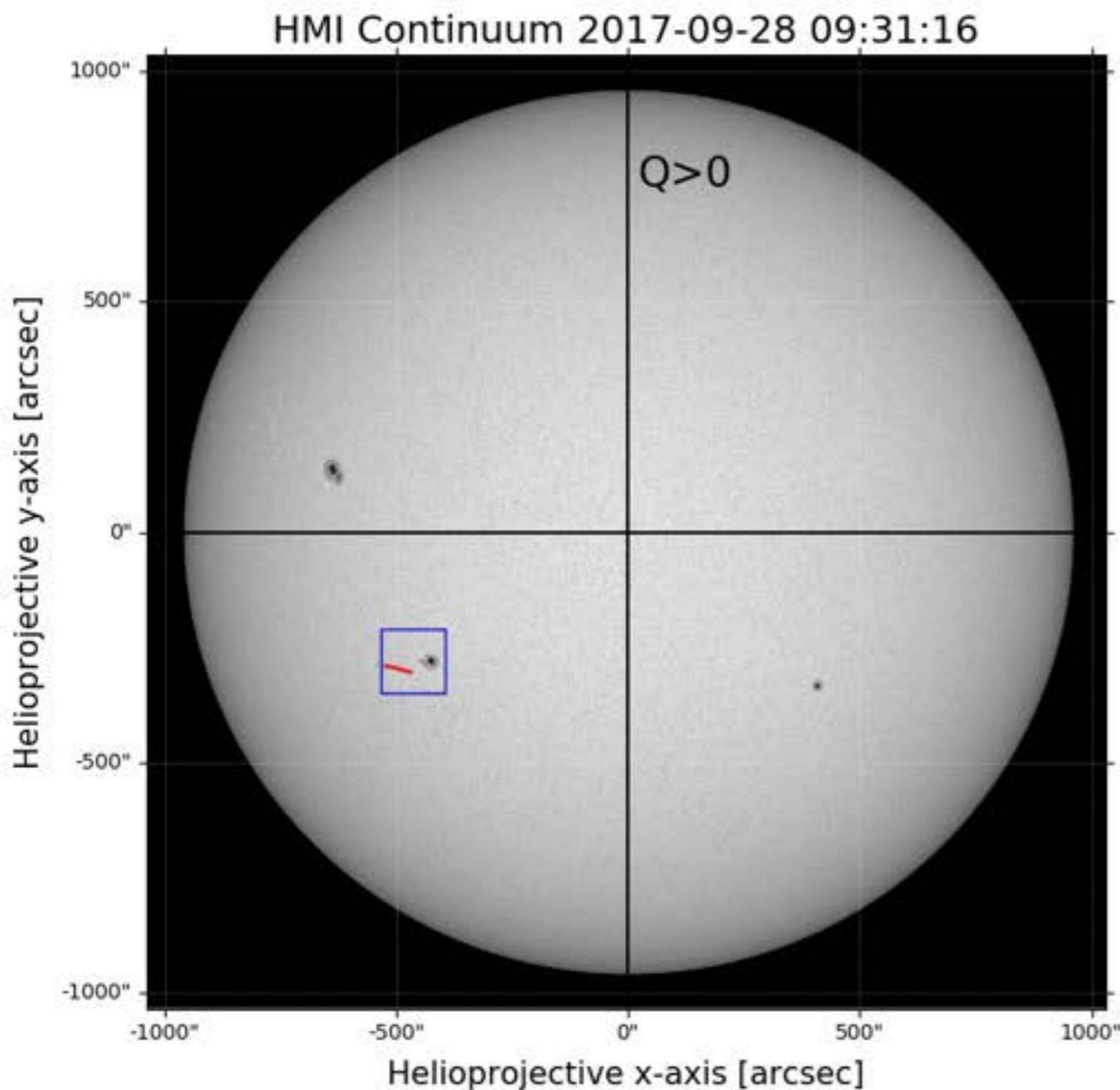
## Collaboration team:

- ◆ Sergio Gonzalez Manrique
- ◆ Meetu Verma
- ◆ Carsten Denker
- ◆ Judith Palacios
- ◆ Julius Koza
- ◆ Kilian Krikova
- ◆ Luis Bellot Rubio
- ◆ Santiago Vargas Dominguez



# ¿Cómo mejorar los resultados?

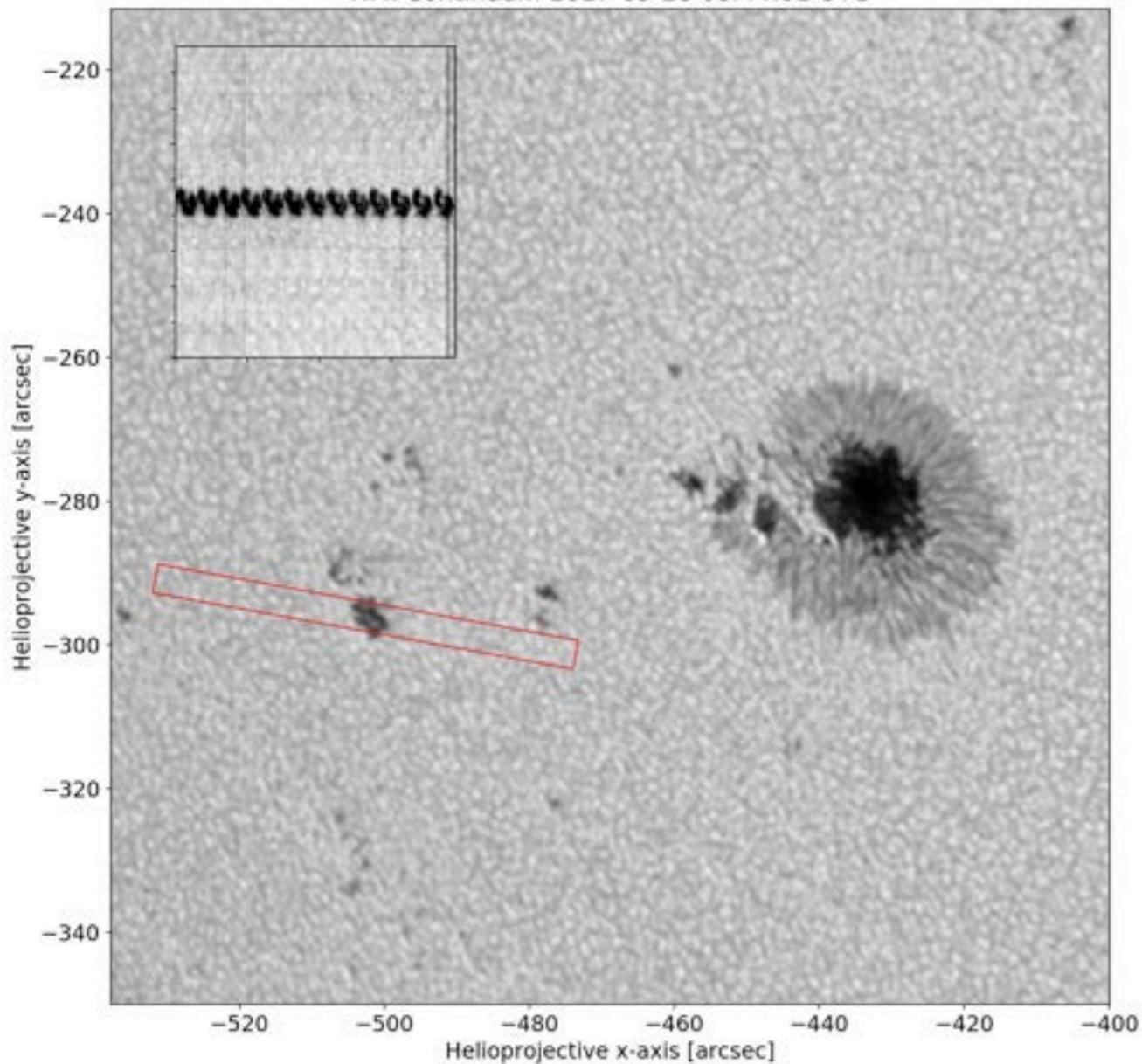
La mejor opción es combinar observaciones satelitales con observaciones terrestres.



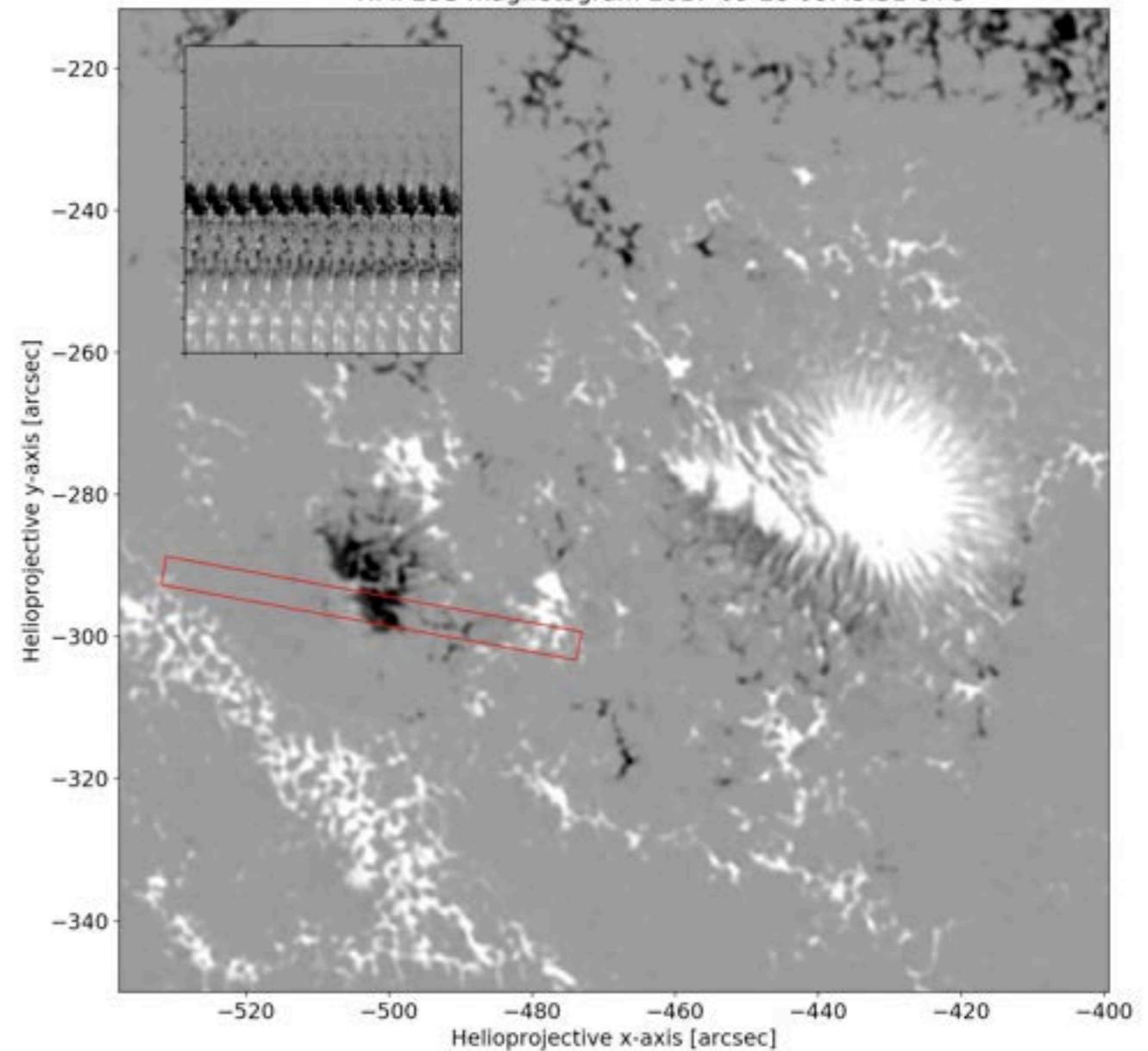
# ¿Cómo mejorar los resultados?

La mejor opción es combinar observaciones satelitales con observaciones terrestres.

HMI Continuum 2017-09-28 08:44:01 UTC



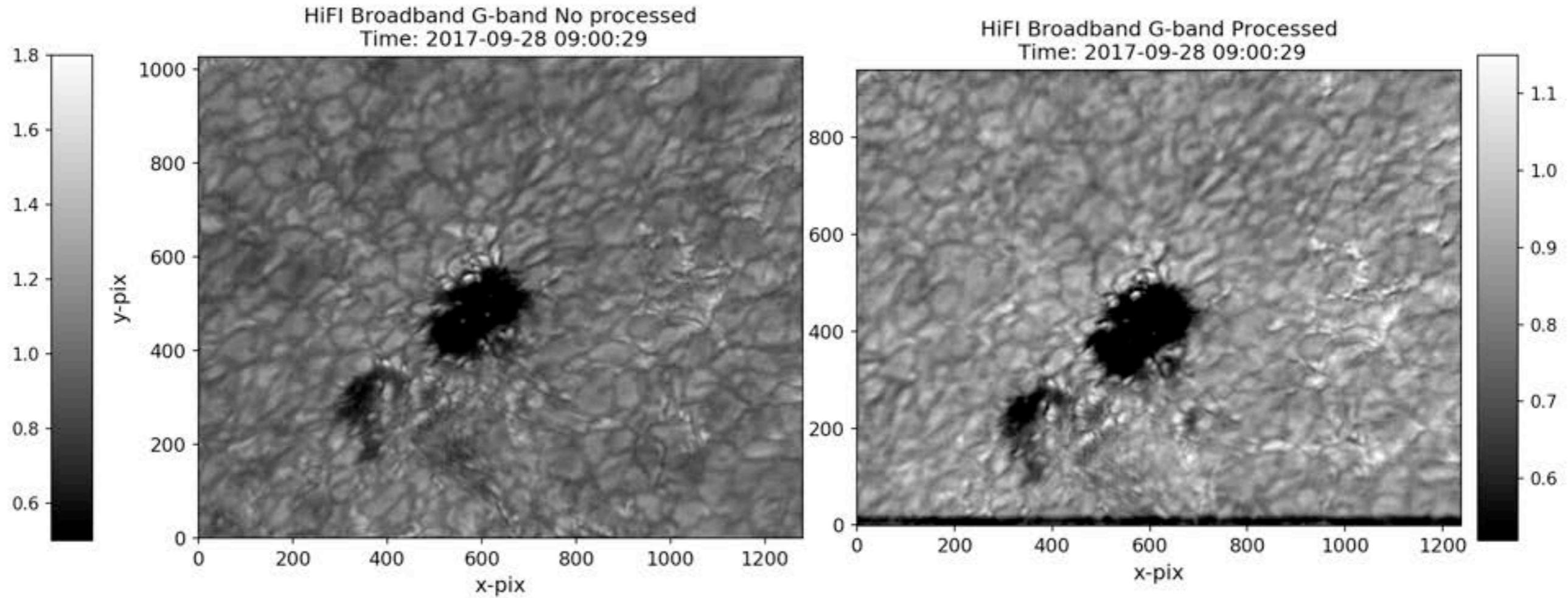
HMI LOS magnetogram 2017-09-28 08:45:31 UTC



Imágenes mejoradas usando técnicas de Deep Learning (Díaz Baso, C. J.; Asensio Ramos, A., 2018)

# ¿Cómo mejorar los resultados?

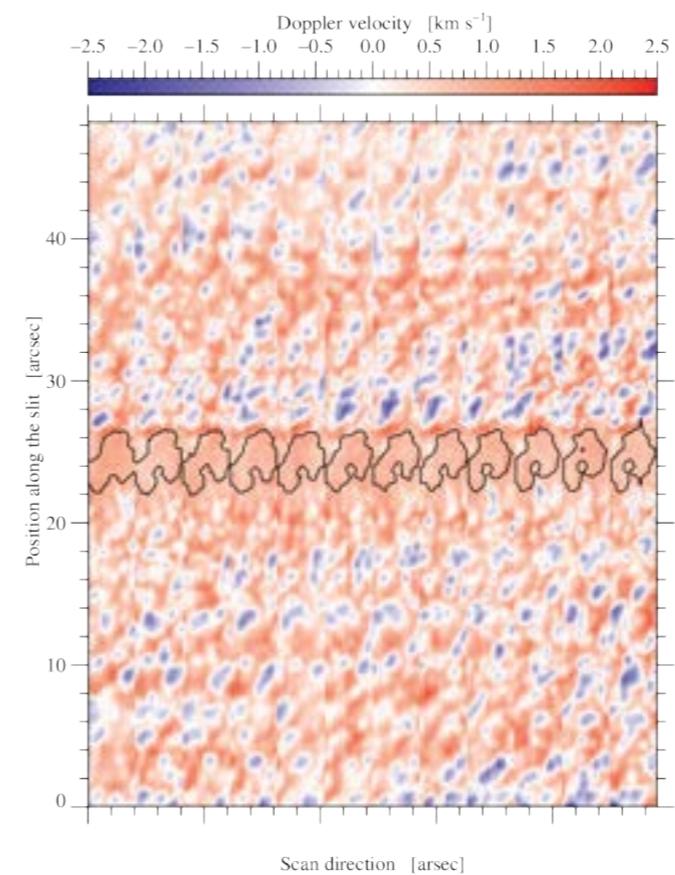
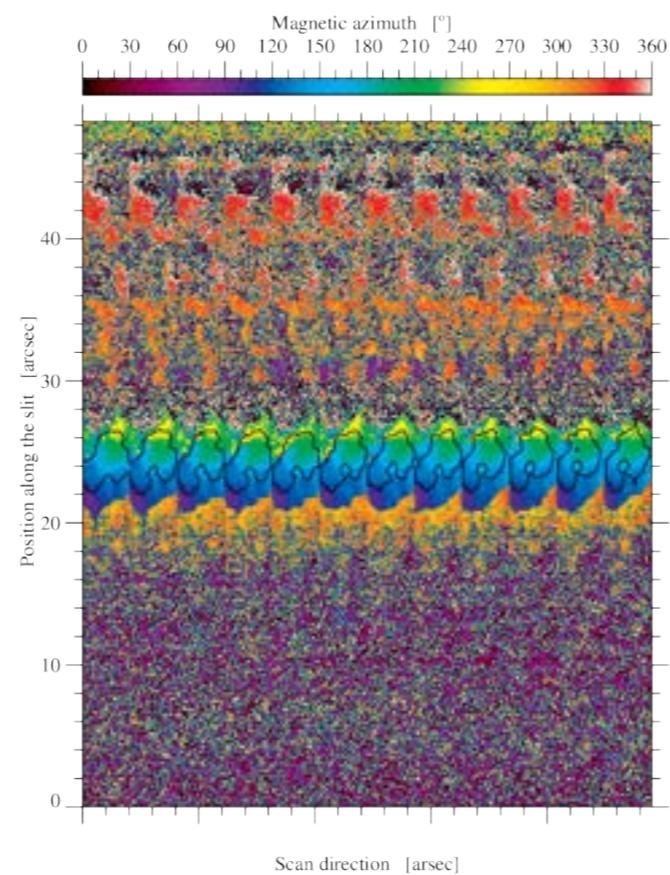
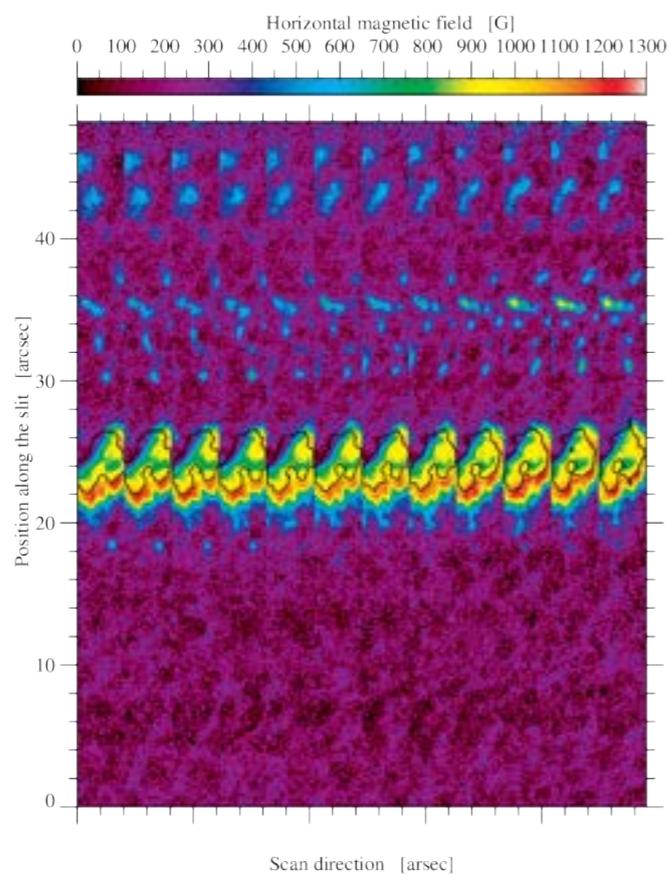
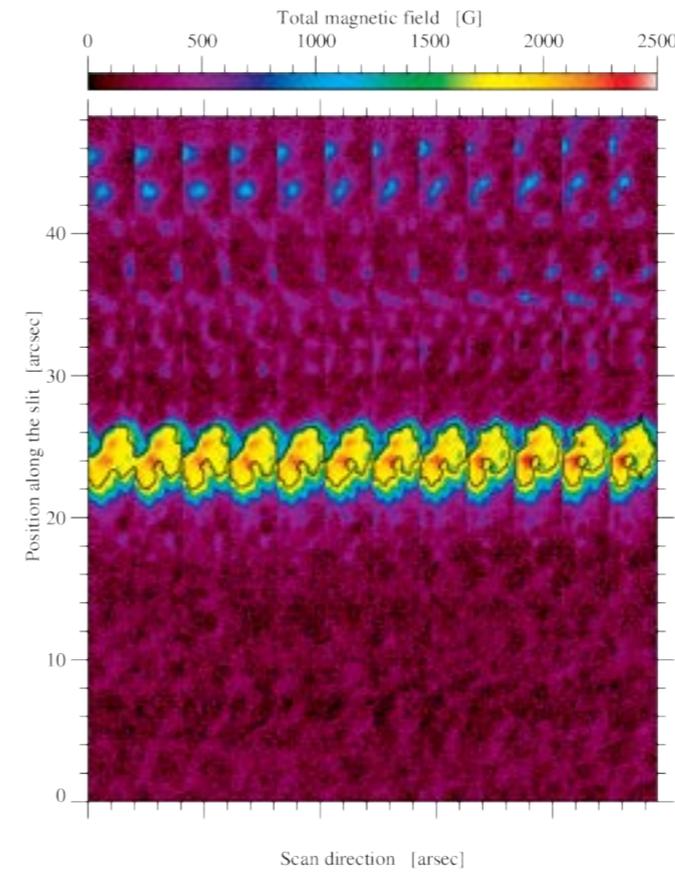
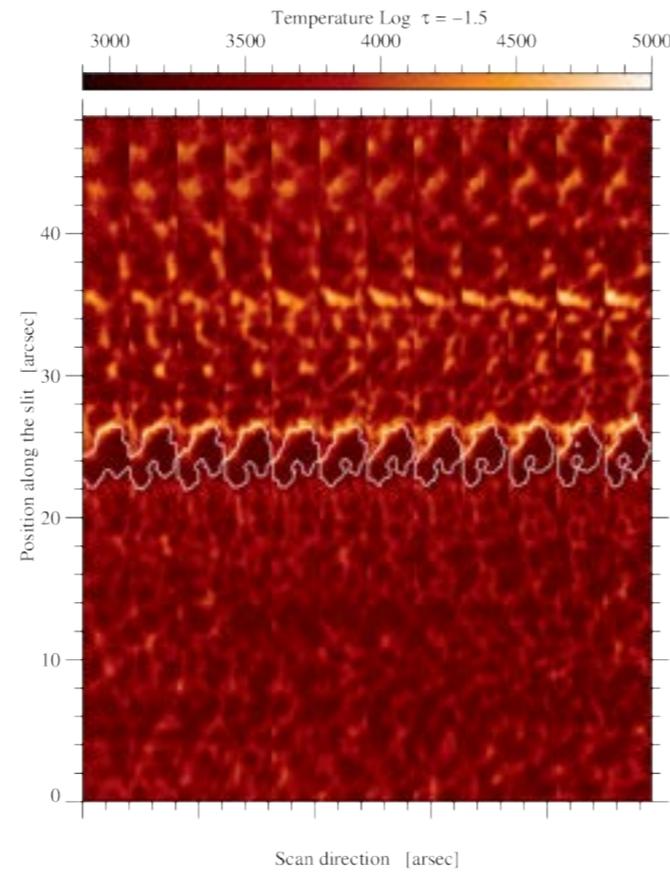
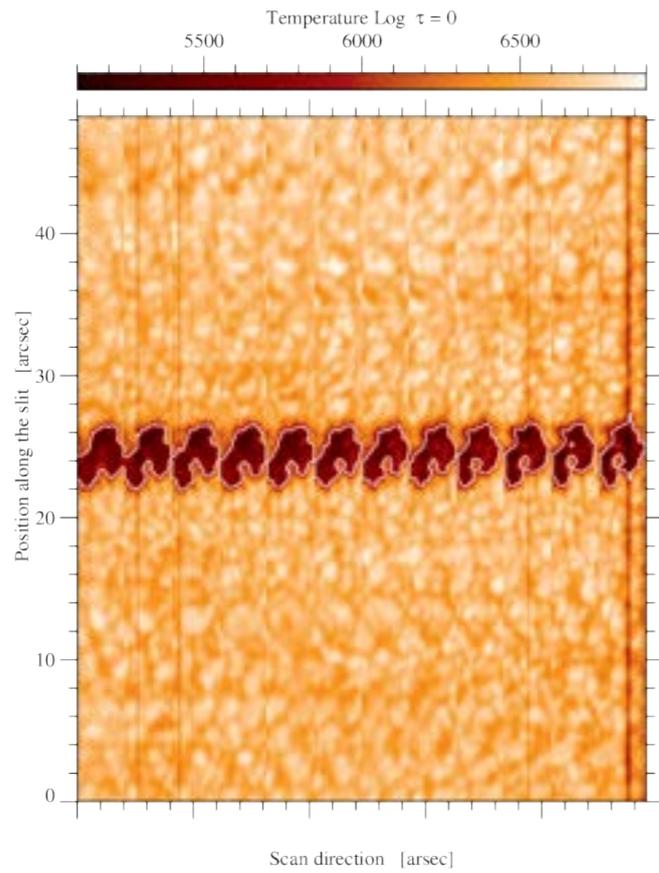
Imágenes de alta resolución de la fotosfera.



# ¿Qué podemos inferir de estos datos?



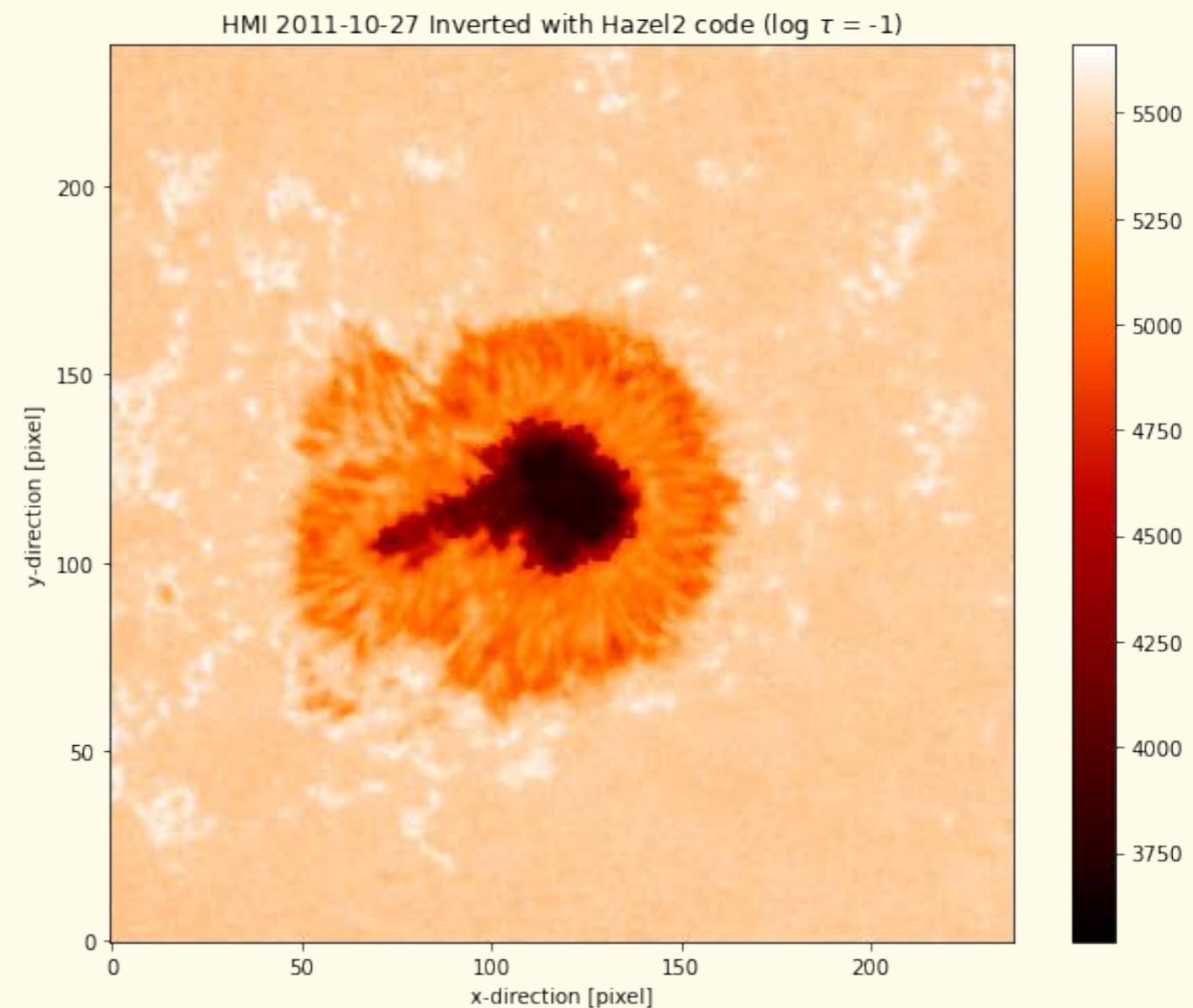
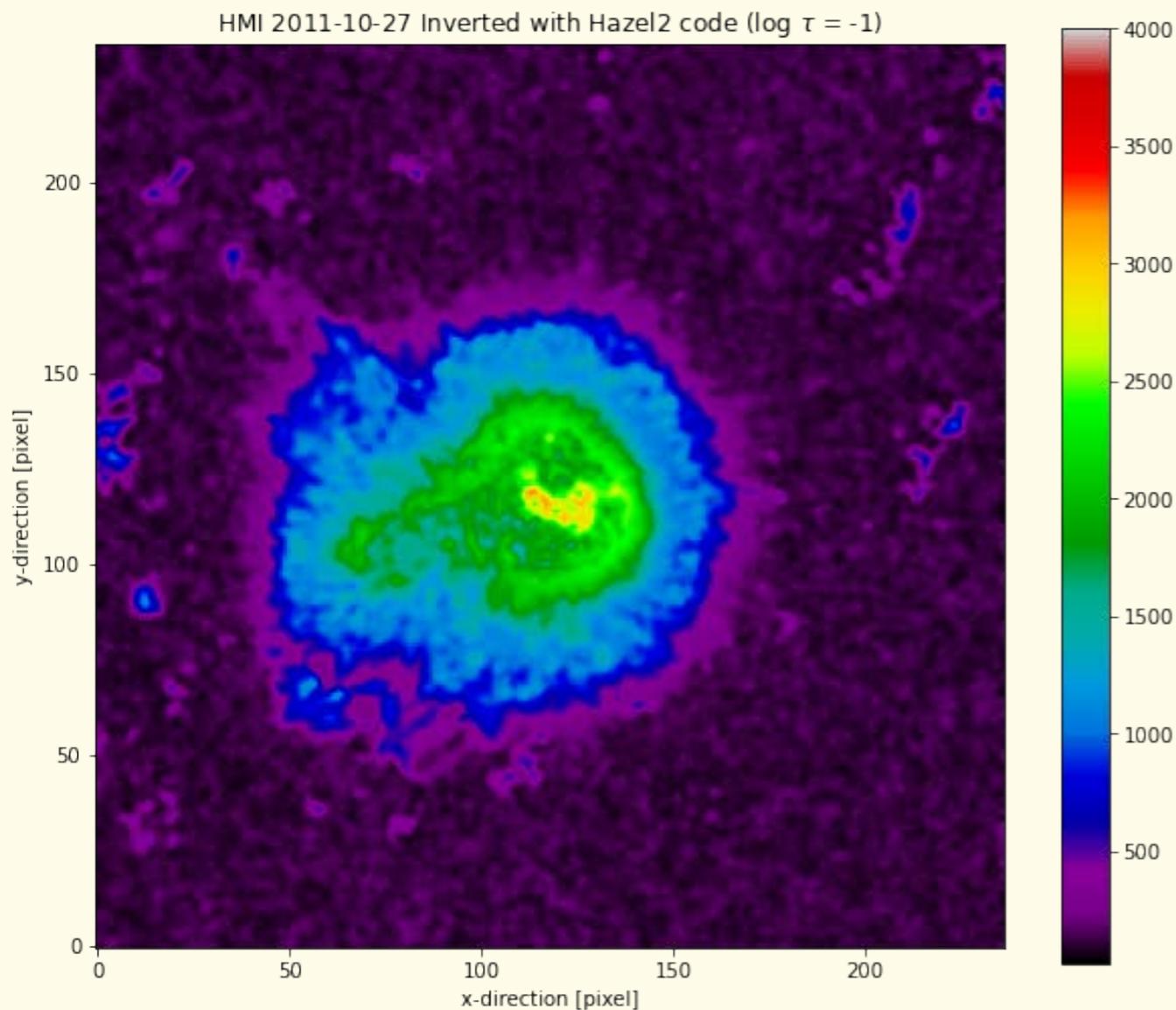
Jose Iván Campos Rozo



Resultados de inversiones usando SIR code en los datos de GRIS (Ca I line). Credits: S. Gonzalez Manrique; H. Balthasar; J. I. Campos Rozo

# ¿Qué podemos inferir de estos datos?

Otro ejemplo de resultados usando los parámetros de Stokes.  
Imágenes parte de un proyecto en el que trabajo



# Un poco de publicidad



Jose Iván Campos Rozo

Hypnus1803 / pyflowmaps

Unwatch 1 Star 0 Fork 0

Code Issues 0 Pull requests 0 Projects 0 Wiki Security Insights Settings

Package to infer horizontal velocities from intensity filtergrams, as well as magnetograms taken from the Sun.

Edit

Manage topics

6 commits 1 branch 0 releases 1 contributor MIT

Branch: master New pull request

Create new file Upload files Find file Clone download

Hypnus1803 Fixing errors Latest commit 3 minutes ago

pyflowmaps Fixing errors

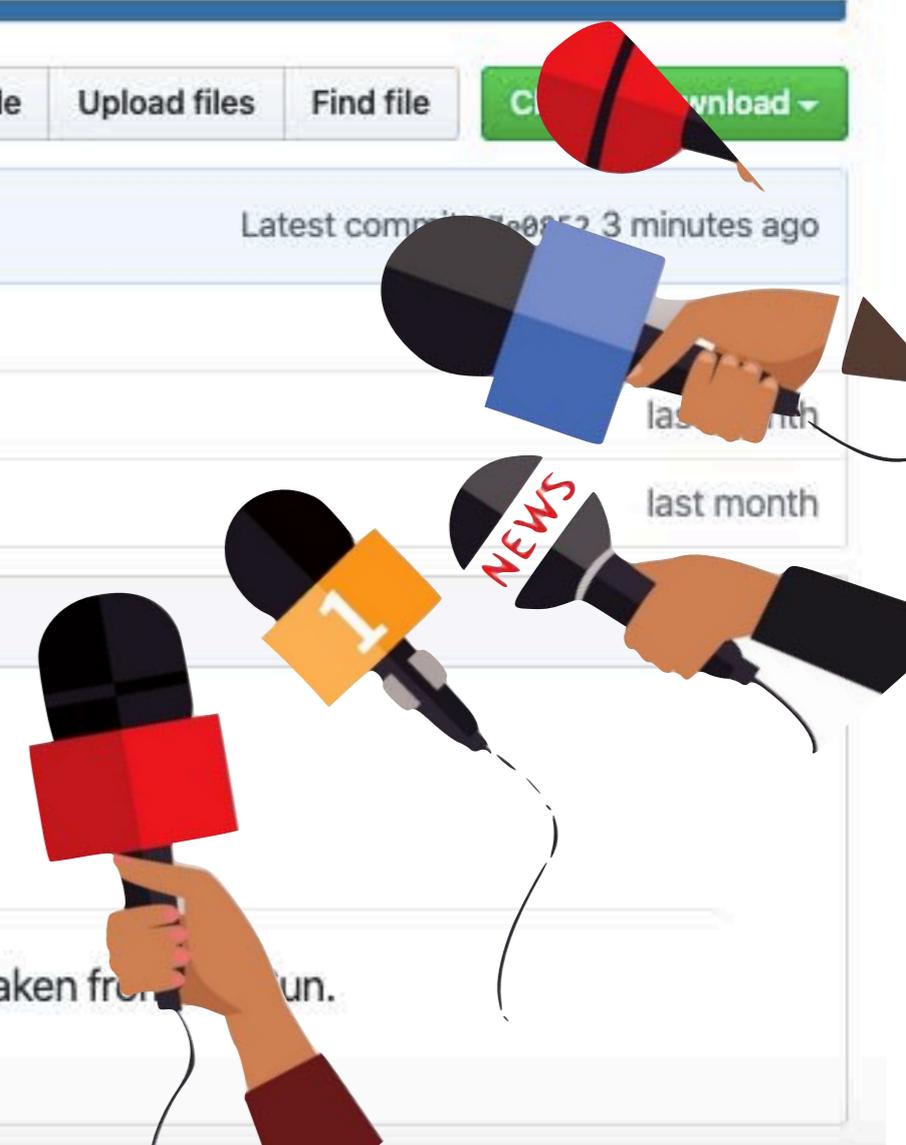
LICENSE Initial commit

README.md Initial commit

README.md

## pyflowmaps

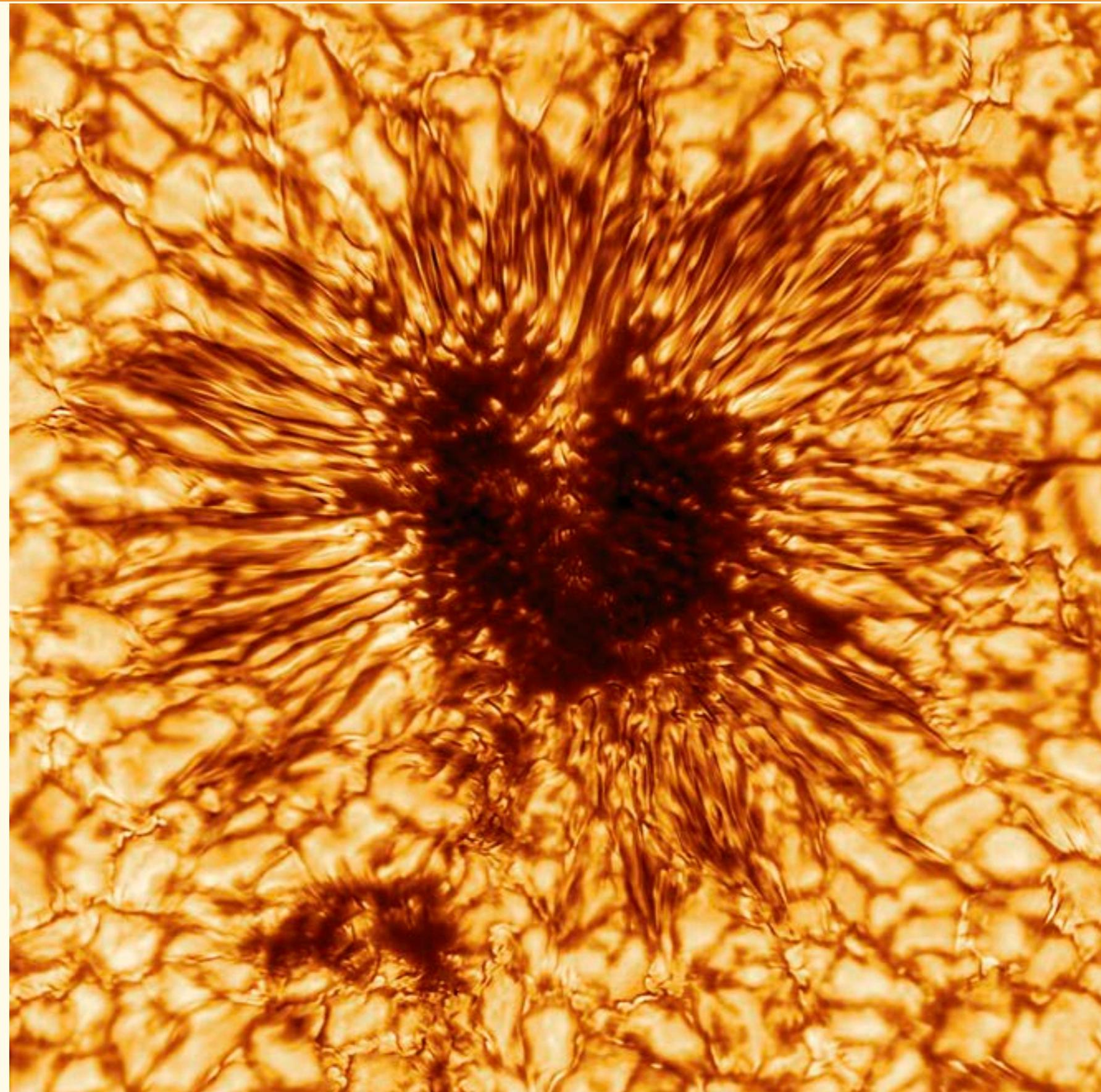
Package to infer horizontal velocities from intensity filtergrams, as well as magnetograms taken from the Sun.



# Muchas gracias!!!!!!



Jose Iván Campos Rozo



This is the first sunspot image taken on January 28, 2020 by the NSF's Inouye Solar Telescope's Wave Front Correction context viewer.