

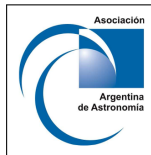
Reconstrucción tomográfica y modelado MHD-3D de la baja corona: mínimo solar actual (WHPI)

Diego G. Lloveras¹

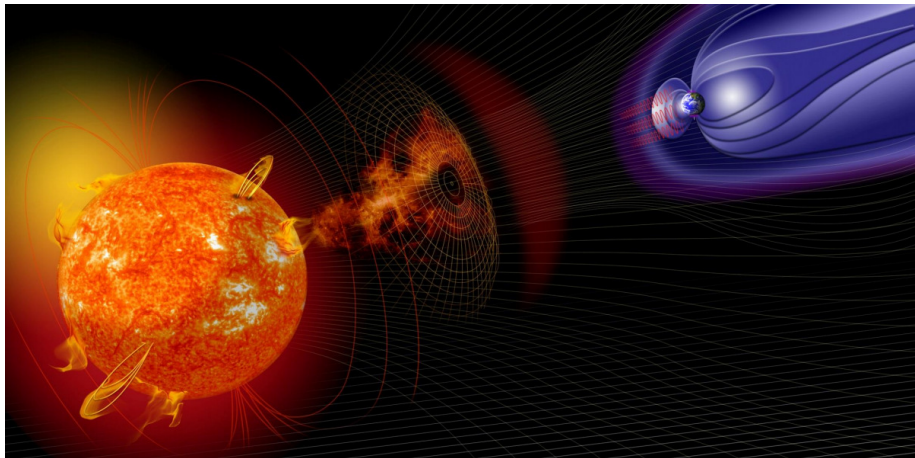
D.G. Lloveras¹, A.M. Vázquez¹, F.A. Nuevo¹, N. Sachdeva², W.
Manchester IV², B. Van der Holst² & R. Frazin²

¹Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)
CONICET-UBA, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

²Dept. of Climate and Space Sciences and Engineering (CLaSP)
University of Michigan, Ann Arbor - Michigan, USA

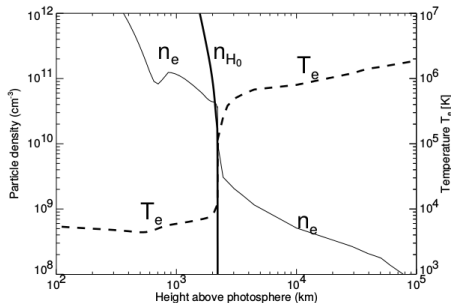
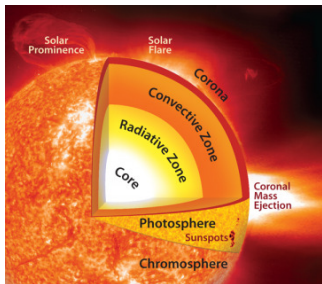


Corona Solar y la relación Sol Tierra



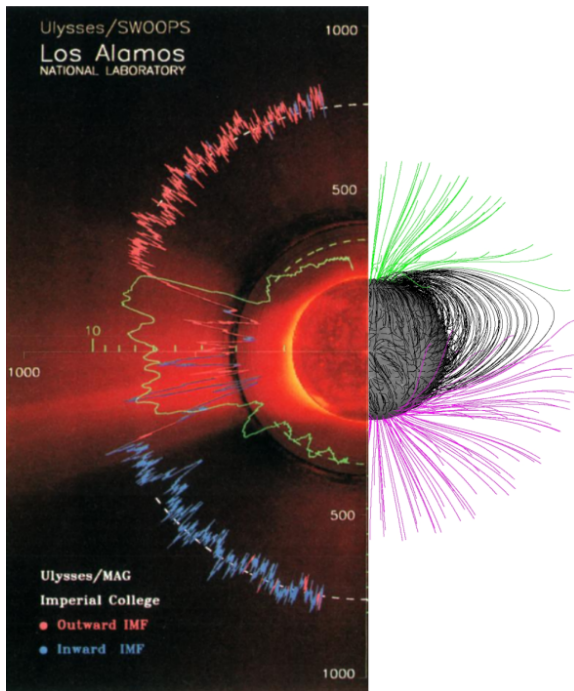
La observación y el modelado de la Corona solar resulta de gran relevancia para la comprensión de la relación Sol-Tierra, ya que en la Corona es donde el viento solar es calentado, acelerado y tienen lugar eventos impulsivos como eyecciones de masa coronal, flares, etc.

Corona Solar



Corona ($T \approx 1 - 10 \text{ MK}$, $n \approx 10^{10-7} \text{ cm}^{-3}$)

- La baja corona es ópticamente delgada y emite eficientemente en el rango EUV.



- El plasma fluye por las líneas abiertas
- Líneas abiertas de alta latitud presentan régimen rápido y de baja densidad.
- Líneas abiertas de baja latitud presentan régimen lento y de alta densidad.

McComas et al. 2000
(Journal of Geophys. Res.)

Suess et al. 2009
(Journal of Geophys. Res.)

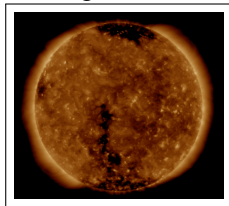
Tomografía Solar Rotacional (TSR)

El objeto de estudio es la Corona Solar.

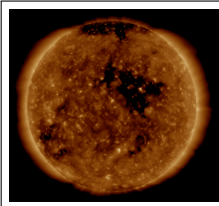
- **Corona-E:** Emisión de iones coronales en UV, EUV y X.
- **TSR-EUV** \rightarrow emisividad EUV 3D \rightarrow DEM 3D $\rightarrow N_e$ y T_e 3D
- 1^{er} TSR-EUV:
Frazin, Vásquez & Kamalabadi (ApJ 2009)
Vásquez, Frazin & Kamalabadi (SolPhys 2009)

La rotación solar provee los diferentes ángulos de visión necesarios.

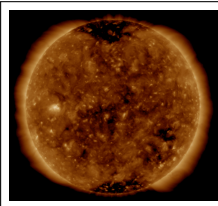
Long = 360°



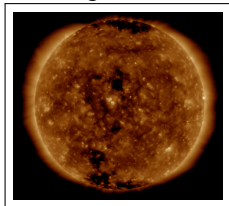
Long = 270°



Long = 180°

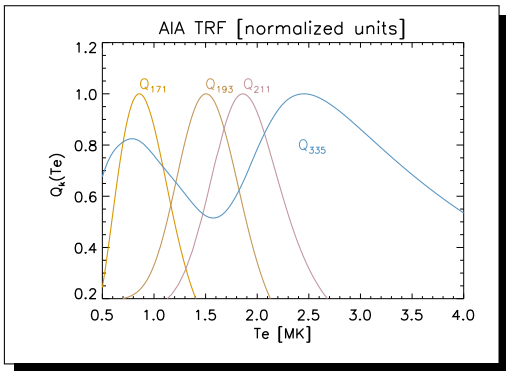
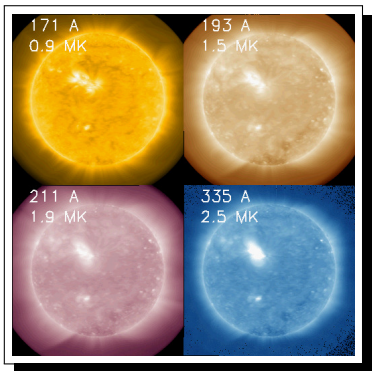


Long = 90°



Temperaturas características de la Corona Solar

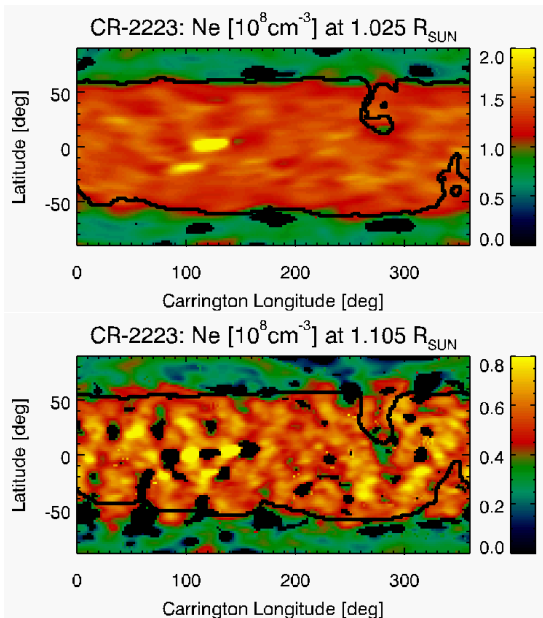
AIA/SDO 4 bandas: 0.5-4.0 MK



- $I_b = \int_{LDV} dI \mathbf{E}_b$
- $E_b = \int dT R_b(T) \text{LDEM}(T) \rightarrow \langle N_e^2 \rangle = \int dT \text{LDEM}(T)$
 $\rightarrow T_m = \frac{1}{\langle N_e^2 \rangle} \int dT T \text{LDEM}(T)$

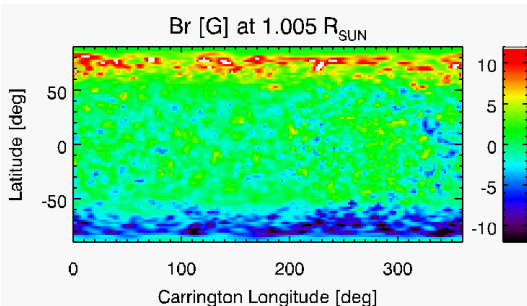
(Nuevo et al. 2015, ApJ)

Mapas de carrington tomográficos

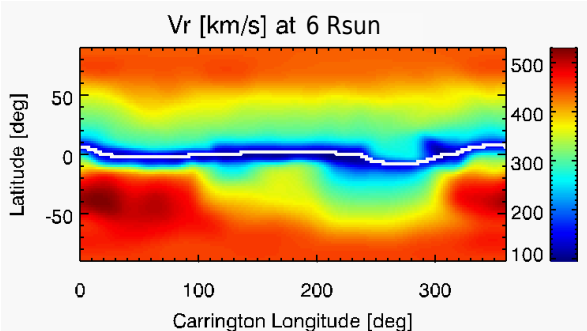
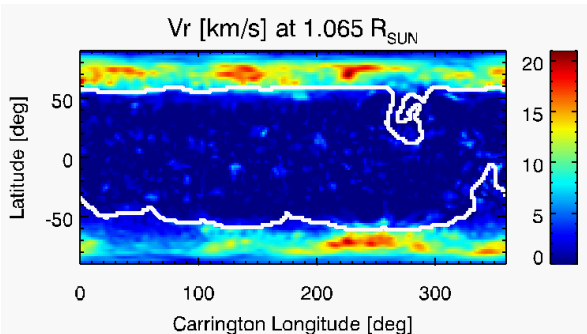


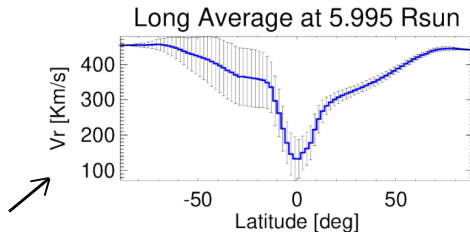
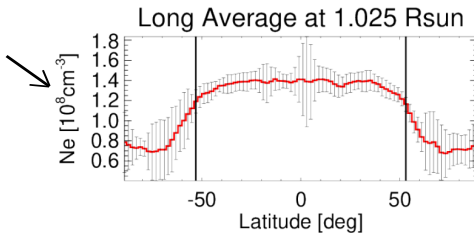
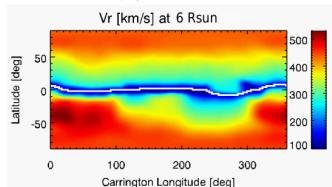
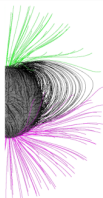
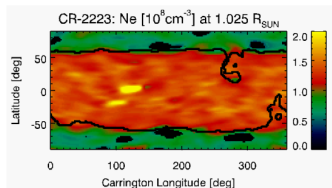
Modelo MHD-3D AWSoM

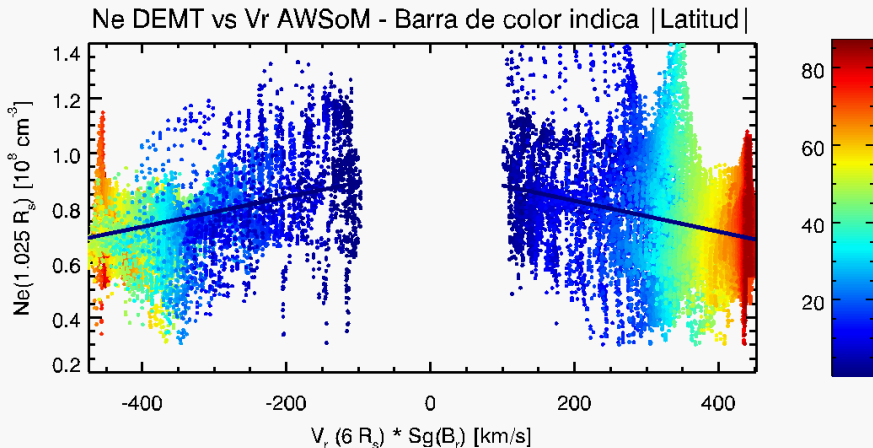
- MHD-3D: Alfvén Wave Solar Model (AWSoM), forma parte del Space Weather Modeling Framework (SWMF)
- Calentamiento coronal dado por disipación ondas de Alfvén (van der Holst et al., 2014)
- Abarca desde la cromosfera hasta 1 UA
- Magnetograma sinóptico como condición de contorno (ADAPT-GONG)



Sachdeva et al. 2019, Apj.
Lloveras et al. 2020, SolPhys.







- Determinamos tomograficamente y en forma cuantitativa, por primera vez, propiedades basales de ambas componentes del viento solar

Comentarios finales

- La Tomografía Solar Rotacional es actualmente la única técnica observacional que permite generar mapas 3D globales de Ne y Te (validar modelos MHD-3D).
- Trazando los resultados pudimos correlacionar las propiedades físicas en la base coronal obtenidas con la tomografía con las componentes rápida/lentas del viento solar dadas por el modelo MHD para cada línea magnéticamente abierta.

Trabajo futuro

- Nuevos modelados MHD utilizando magnetogramas co-centrados temporalmente con imágenes EUV, para CR-2219 y CR-2223.
- Agregado de propiedades terminales.
- Incorporación de tomografía utilizando imágenes de Lasco-C2 (LAM) para cubrir el rango $2.5 - 6.0 R_{SUN}$.