

## Resumen de la Tesis

# “DIFFRACTION-LIMITED SPECTROPOLARIMETRY OF QUIET SUN MAGNETIC FIELDS”

(Espectropolarimetría limitada por difracción de los campos magnéticos del Sol en calma)

En esta tesis hemos presentado los primeros resultados del análisis de datos espectropolarimétricos de primera luz, de alta sensibilidad y resolución espacial, del satélite japonés *Hinode*. La resolución espacial (cerca de los 0.26 segundos de arco) nos ha permitido describir de forma fiable la distribución de las intensidades e inclinaciones, éstas por primera vez, del campo magnético del Sol en calma, particularmente del interior de la red (*internetwork*), mediante el uso de las líneas de Fe I a 630 nm. Los resultados se han obtenido tras un análisis detallado de los perfiles de Stokes observados, mediante un código de inversión de la ecuación de transporte radiativo (ETR) en su aproximación Milne-Eddington (ME), que ha sido desarrollado en la tesis. Éstos muestran que la *internetwork* está mayoritariamente poblada por campos magnéticos del orden de cientos de gauss y preferentemente horizontales. La densidad media de flujo magnético resulta ser  $85 \text{ Mx cm}^2$ , y el campo magnético promedio,  $125 \text{ G}$ ., con unos factores de llenado magnético medio del 45%, muy superiores a los obtenidos con menor resolución espacial. También hemos discriminado, por primera vez, entre gránulos e intergránulos, encontrando que el campo magnético se distribuye igualmente entre ellos y que está más inclinado en las celdas convectivas y más perpendicular en los intergránulos.

Otro resultado fundamental de la tesis es el descubrimiento de una nueva forma de emergencia de flujo magnético a través de celdas convectivas en el Sol en calma. El estudio preliminar de los perfiles de polarización asociados muestra que las líneas de campo en los gránulos tienen orientación vertical, y que la señal de flujo magnético emerge desde capas más bajas hacia la superficie.

Se ha realizado un estudio de las capacidades y limitaciones de los códigos de inversión basados en atmósferas ME. Para ello hemos utilizado simulaciones magneto-hidrodinámicas de la fotosfera solar para simular datos observacionales del espectropolarímetro de *Hinode*. Hemos analizado los efectos que la difracción del telescopio, el pixelado de la CCD y el ruido fotónico tienen sobre las observaciones simuladas, lo que nos ha permitido introducir una novedosa estrategia de inversión para corregir estos efectos (en el caso de datos reales de *Hinode*). También hemos examinado la conexión existente entre los modelos ME y las atmósferas reales, y determinado las alturas de formación de las medidas ME.

Para terminar, en esta tesis hemos presentado la deducción analítica y estudio detallado de las llamadas funciones de respuesta de las líneas espectrales que se forman en la fotosfera solar utilizando la solución de la ETR en atmósferas ME.

Esta tesis ha contribuido en la selección de la línea espectral que ha sido observada por IMaX (del inglés Imaging Magnetograph eXperiment), el magnetógrafo vectorial construido por cuatro instituciones españolas: el IAC, el INTA, el GACE, de Valencia, y el IAA, que iba embarcado en el globo estratosférico *Sunrise*.

Los resultados de esta tesis se han presentado en diversas reuniones científicas y han llevado a la publicación de los siguientes artículos (empezando por el más reciente):

- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., Del Toro Iniesta, J.C., & Vögler, A., Applicability of Milne-Eddington inversions to high spatial resolution observations of the quiet Sun, 2010, A&A, aceptado

- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., del Toro Iniesta, J.C., & Tsuneta, S., Magnetic field emergence in quiet Sun granules, 2008, A&A, 481, L33
- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., del Toro Iniesta, J.C., et al., Quiet-Sun Internetwork Magnetic Fields from the Inversion of Hinode Measurements, 2007, ApJ, 670, L61
- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., del Toro Iniesta, J.C. et al., Strategy for the inversion of Hinode spectropolarimetric measurements in the quiet Sun, 2007, PASJ, 59, 837
- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., del Toro Iniesta, J.C., Quiet-Sun Magnetic Fields from Spaceborne Observations: Simulating Hinode's Case, 2007, ApJ, 662, L31
- Orozco Suárez, D., & del Toro Iniesta, J.C., The usefulness of analytic response functions, 2007, A&A, 462, 1137

Y en preparación o enviados:

- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, L.R., Martínez Pillet, V., Bonet, J.A., Vargas Domínguez, S., & Del Toro Iniesta, J.C., Retrieval of solar magnetic fields from high-spatial resolution filtergraph data: the Imaging Magnetograph eXperiment (IMaX), 2010, A&A, enviado
- Orozco Suárez, D., Bellot Rubio, & Del Toro Iniesta, J.C., The internetwork magnetic field distribution and flux at 0.3", ApJ, en preparación

En la actualidad, el trabajo realizado en esta tesis ha evolucionado en dos vertientes de investigación. En primer lugar se están investigando las implicaciones que los niveles medios de flujo magnético e intensidad de campo encontrados tienen en el magnetismo global del Sol y su relación con aquellos obtenidos utilizando técnicas de diagnóstico basadas en el efecto Hanle. En segundo lugar, se están analizando varias emergencias de campo magnético en gránulos mediante técnicas de inversión avanzadas para conocer la naturaleza física de tal proceso.