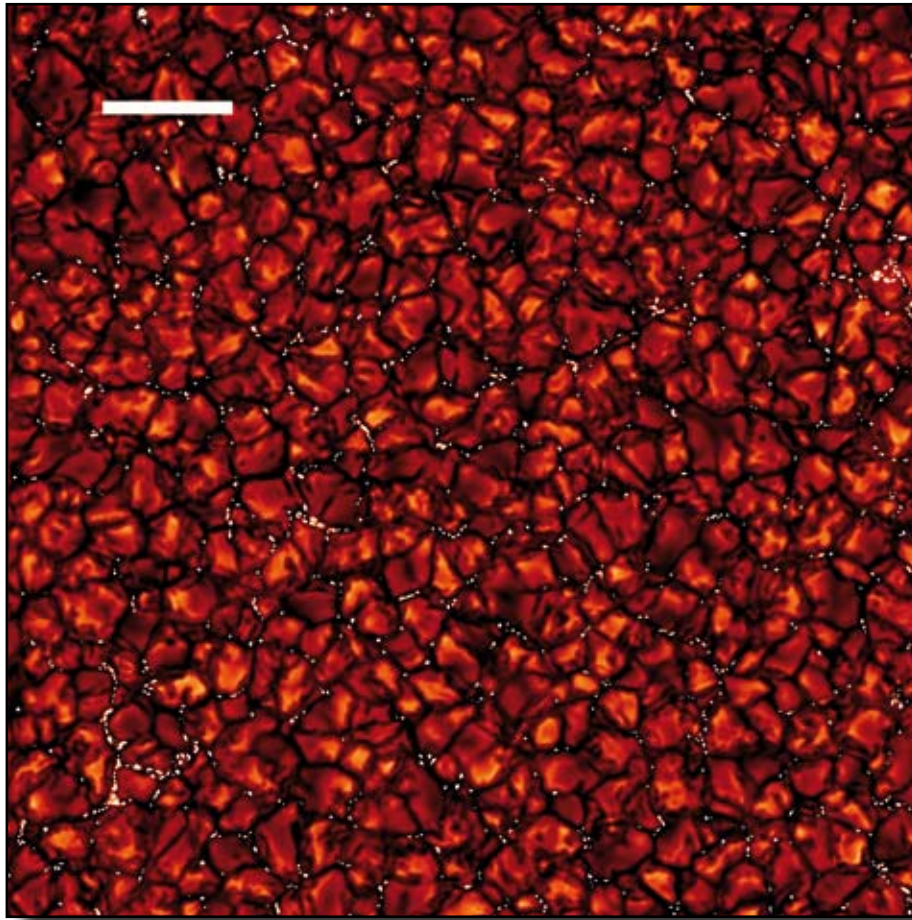




CCI  
INFORME ANUAL  
ANNUAL REPORT  
2010

A vertical column of 15 national flags is positioned to the left of the text, representing the member states of the International Scientific Committee.

**EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY**  
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE



*Campos magnéticos del sol en calma.*

*Quiet sun magnetic fields.*

## INDICE

## INDEX

PROPIEDADES ASTRONÓMICAS DE LOS OBSERVATORIOS	7	ASTRONOMICAL QUALITY OF THE OBSERVATORIES
LOGROS CIENTÍFICOS	19	SCIENTIFIC HIGHLIGHTS
NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS	41	NEW TELESCOPES AND IMPROVEMENTS
OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS	59	THE CANARIAN OBSERVATORIES

Contact address:

**Mr Campbell Warden**

**CCI Secretary**

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

E38200 - LA LAGUNA

Tenerife, Canary Islands

Phone: 34 922 605 220 & 34 628 182023

[cci@iac.es](mailto:cci@iac.es)

[www.iac.es/cci](http://www.iac.es/cci)

Edición: Campbell Warden

Traducciones: Julia Lecuona & Nigel Moore

Diseño: Gotzon Cañada

Preimpresión e impresión: Producciones Gráficas

Depósito legal: TF-852/98

# *THE EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY*

COMITÉ  
CIENTÍFICO  
INTERNACIONAL

INFORME ANUAL  
ANNUAL REPORT

CCI 2010

INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC  
COMMITTEE

**COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL**  
*“debe preparar informes anuales sobre las actividades  
científicas desarrolladas en los Observatorios”*  
Protocolo del Acuerdo de Cooperación en  
materia de Astrofísica (1979)



**INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE**  
*“should prepare annual reports on the scientific  
activities carried out in the Observatories”*  
Protocol to the Agreement on Co-operation in  
Astrophysics (1979)

## COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

España internacionalizó en 1979 los Observatorios del IAC por medio de los Acuerdos de Cooperación en Astrofísica. Hoy están presentes en el European Northern Observatory (ENO) más de sesenta instituciones científicas pertenecientes a diecinueve países que han instalado sus telescopios e instrumentos en el Obs. del Teide (Tenerife) y en el Obs. del Roque de los Muchachos (La Palma).

Estos Acuerdos Internacionales se estructuran en tres niveles: el “primer nivel” corresponde a los gobiernos; el “segundo nivel” a los consejos nacionales de investigación, que constituyen los organismos firmantes, y finalmente las instituciones usuarias (IUs) universidades y centros de investigación que firman acuerdos del “tercer nivel” con el IAC. Los Acuerdos “conceden a los Organismos Firmantes una participación efectiva en la adopción de las decisiones” a través del Comité Científico Internacional (CCI) cuyos acuerdos tienen que ser unánimes. El CCI puede crear subcomités para ser asesorado en cuestiones específicas.

Cada instalación telescópica es propiedad de una institución o consorcio, que puede ser consecuencia de una colaboración entre dos o más países. Los Acuerdos establecen un programa muy especial para promover la colaboración astronómica entre todos los astrónomos de todos los países: “El Programa del 5% de Tiempo Internacional (ITP)” cuyo tiempo de observación es asignado por el CCI. Además, la Comisión Europea, a través del proyecto OPTICON, facilita el acceso de los astrónomos de todos los países asociados al Programa Marco de la UE que realizan programas de observación astrofísica en el ENO.

## INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

In 1979 Spain internationalised the observatories of the IAC through the Agreements on Co-operation in Astrophysics. More than sixty scientific institutions of nineteen countries have now installed their telescopes and other astronomical instrumentation at the European Northern Observatory (ENO) which includes the Teide (Tenerife) and Roque de los Muchachos (La Palma) Observatories.

These Agreements are structured in three levels: the “first level” corresponds to the governments; the “second level” to the national research councils; which become the “Signatory Bodies” and finally the “User Institutions” (UIs); universities and scientific organisations signing the “third level” with the IAC. The Agreements give “the Signatory Bodies an effective voice in the decision making” through the International Scientific Committee (CCI), whose agreements require unanimity. The CCI can set up sub-committees to advise it on specific issues.

Each telescope installation is the property of an institute, university or consortium, which can be national or international. The Agreements promote astronomical collaboration between all astronomers by establishing “The CCI 5% International Time (ITP) Programme”, which is allocated by the CCI. The EC, via el proyecto OPTICON, facilitates access to astronomers from all of the countries associated to the EU’s Framework Programme who wish to participate in the research programmes at ENO.

Country		Signatory Body
	<b>Belgium:</b>	<b>Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek -Vlaanderen</b>
	<b>Denmark:</b>	<b>Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling</b>
	<b>Germany:</b>	<b>Deutsche Forschungsgemeinschaft</b>
	<b>Finland:</b>	<b>Suomen Akatemia</b>
	<b>France:</b>	<b>Centre National de la Recherche Scientifique</b>
	<b>Italy:</b>	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica</b>
	<b>Norway:</b>	<b>Norges Forskningsråd</b>
	<b>Spain:</b>	<b>Consejo Superior de Investigaciones Científicas</b>
	<b>Sweden:</b>	<b>Kungliga Vetenskapsakademien</b>
	<b>UK:</b>	<b>Science and Technology Facilities Council</b>

## USER INSTITUTION

Centre National de la Recherche Scientifique (France)  
Istituto Nazionale di Astrofisica (Italy)  
Deutsche Forschungsgemeinschaft (Germany)  
Real Instituto y Observatorio de la Armada, San Fernando (Spain)  
Kungliga Vetenskapsakademien (Sweden)  
Nordic Optical Telescope Scientific Association (Norway, Denmark, Iceland, Finland, Sweden)  
Cavendish Laboratory, Un. of Cambridge (UK)  
School of Physics and Space Research, Un. of Birmingham (UK)  
Science and Technology Facilities Council (UK)  
GRANTECAN, S.A. (Spain)  
MAGIC Consortium (Germany & Spain)  
Liverpool John Moores University (UK)  
Katholieke Universiteit Leuven (Belgium)  
University of Bradford (UK)  
Queen's University, Belfast (UK)  
Astrophysikalisches Institut Postdam (Germany)

## TELESCOPE INSTALLATION

THEMIS  
TNG  
VTT, GT  
ATC  
SST  
NOT  
VSA  
MARK-1  
ING  
GTC  
MAGIC  
LT  
MERCATOR  
BRT  
SuperWASP + SAFT  
STELLA

## DIFFERENT USER INSTITUTION

Instituto de Astrofisica de Canarias (Spain)

DOT, EARTHSHINE, EAST,  
GONG, IAC80, MONS, OGS, OTA, & TCS

## Members of the CCI in 2010

<b>President</b>	<b>Christoffel Waelkens</b>	<b>Flemish Research Foundation (FWO)</b>
<b>Vice-President</b>	<b>Francisco Sánchez</b>	<b>Instituto de Astrofisica de Canarias (IAC)</b>
	<b>Rafael Bachiller</b>	<b>Comisión Nacional de Astronomía (CNA)</b>
	<b>Marc Balcells</b>	<b>Science and Technology Facilities Council (STFC)</b>
	<b>Mats Carlsson</b>	<b>Research Council of Norway (NF)</b>
	<b>Michel Dennefeld</b>	<b>Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)</b>
	<b>Álvaro Gimenez</b>	<b>Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)</b>
	<b>Hans Kjeldsen</b>	<b>Ministry of Technology &amp; Innovation (MVTU)</b>
	<b>Oskar von der Lühe</b>	<b>Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)</b>
	<b>Lorenzo Moreno</b>	<b>Universidad de La Laguna (ULL)</b>
	<b>Tommaso Maccacaro</b>	<b>Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)</b>
	<b>Göran Scharmer</b>	<b>Kungliga Vetenskapsakademien (KVA)</b>
	<b>Tuija Pulkkinen</b>	<b>Academy of Finland</b>
<b>Appointees</b>	<b>Elena Terlevich</b>	<b>CCI Scientific Adviser</b>
	<b>Campbell Warden</b>	<b>CCI Secretary</b>

## CCI Sub-Committees

### Finance Sub-Committee (FSC)

#### Wolfgang Schmidt - KIS (Chair)

Pedro Álvarez - GTC  
Johannes Andersen - NOT  
Rafael Aray - IAC  
Benno Hinnekint - FWO  
Bjorn Jacobsen - RCN  
Dan Kiselman - KVA  
Guy Lauvergeon - CNRS  
Juan Martinez - ING  
Emilio Molinari - INAF  
Masahiro Teshima – MAGIC  
Iain Steele - LT  
Klaus Strassmeier - STELLA  
Rachel Miles – Secretary

### Teide Operation Sub-Committee (SOT)

#### Bernard Gelly - THEMIS (Chair)

Alex Oscoz - IAC  
Miquel Serra - OT SITE MANAGER  
Michael Sigwarth - KIS  
Michael Weber - STELLA

### Site Properties Sub-Committee (SUCOSIP)

#### Casiana Muñoz-Tuñón - IAC (Chair)

Johannes Andersen - NOT  
Felix Bettonvil - DOT  
Gert Raskin - Mercator  
Bernard Gelly - THEMIS  
Oskar v d Luhe - GT & VTT  
Razmik Mirzoyan - MAGIC  
Valentina Zitelli - TNG  
Chris Benn - ING  
Goran Scharmer - SST  
Robert Smith - LT  
Jean Vernin - Un of Nice  
Pedro Álvarez - GTC

### ORM Operation Sub-Committee (OSC)

#### Thomas Augusteijn - NOT (Chair)

Pedro Álvarez - GTC  
Markus Garczarczyk - MAGIC  
Felix Bettonvil - DOT  
Emilio Molinari - TNG  
José-Luis Muiños - ATC  
Juan-Carlos Pérez - ORM SITE MANAGER  
Gert Raskin - Mercator  
Juerg Rey - ING  
Iain Steele - LT  
Antonia Varela – IAC

## INTRODUCCION DEL VICEPRESIDENTE

Hace cincuenta años que llegué a Canarias para determinar si las cumbres de las Islas reunían las condiciones exigidas por la moderna astronomía para la observación con grandes telescopios. Y pronto me convencí, cuando acumulé varios años de prospección astronómica, que los cielos de Canarias eran excelentes, por lo que había que abrirlos a la comunidad científica internacional.

En la década de los setenta, astrónomos de varios países confirmaron con sus mediciones que tanto el Observatorio del Teide en Tenerife, como el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma, tenían condiciones astronómicas excepcionales. Y durante largos años negociamos las condiciones para abrir nuestros observatorios, que se plasmaron en un tratado multinacional: el Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica y su Protocolo; mas los diferentes Convenios firmados con las instituciones usuarias de los observatorios.

Se ha visto como la astrofísica española se situaba a un nivel destacado en muy pocos años, impulsada por las colaboraciones entre veteranos investigadores expertos y sabios, con jóvenes españoles listos y motivados. Este efecto del Acuerdo de Cooperación es muy notorio en el caso de España, dado nuestro mínimo nivel de partida, pero también pueden reconocerse los beneficios que el tratado ha propiciado hasta en las comunidades astronómicas europeas más avanzadas.

No tengo la menor duda de que el marco de facilidades mutuas que supone el Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica ha sido, y sigue siendo, de gran utilidad para el desarrollo de la

Astrofísica. Y las instituciones usuarias pueden estar seguras de que el IAC está dispuesto a negociar cualquier actualización de los diferentes Convenios bilaterales que mejore su eficiencia.

Durante los últimos años hemos tenido que asistir a maniobras para forzar un nuevo tratado, que han terminado en la denuncia del existente por los países escandinavos. Y ahora sus correspondientes instituciones usuarias se ven forzadas a negociar con el IAC convenios diferentes, para que sus excelentes telescopios continúen en Canarias. Reconozco que todo esto me ha producido una gran tristeza. Pero, como he dicho repetidas veces en el CCI, estamos decididos a paliar las consecuencias, ayudando a nuestros colegas afectados para que puedan continuar usando nuestros observatorios.

En este año 2010 ESO tomó la decisión de no emplazar el E-ELT en Canarias, que aquí recibimos con desconsuelo y preocupación. Alguno de los problemas consecuentes los analizaba yo en una carta a Nature previa a tal decisión. Y ya estamos viendo que el telescopio ha perdido un anillo (notoria merma en resolución espacial), y su construcción está demorada. La verdad es que Europa, al no emplazar el E-ELT en el ORM, ha perdido la oportunidad de ponerse sin dilación en cabeza de la astronomía con telescopios súper gigantes.

Quiero terminar subrayando que nuestros observatorios de Canarias siguen siendo, por su extraordinaria calidad astronómica y sus ventajas operativas, un lugar especialmente atractivo para los más avanzados telescopios del inmediato futuro.

Prof Francisco Sánchez

## INTRODUCTION BY THE VICE-PRESIDENT

Fifty years have passed since I first arrived in the Canary Islands to determine whether the conditions on the heights of these Islands really were good enough for modern astronomy with large telescopes. After several years of astronomical prospecting, I became convinced that the Canary Islands' skies were outstanding and that it was necessary to open them to the international scientific community.

Astronomers from a variety of countries continued testing throughout the 1970s, confirming that conditions for astronomy at the Teide Observatory in Tenerife, and the Roque de los Muchachos Observatory on La Palma, were indeed exceptional. Many long years were then spent negotiating the terms for our observatories to be opened up, which ultimately became a multinational treaty: the Agreement and Protocol on Cooperation in Astrophysics and the various Third Level Agreements that were signed with the user institutions.

Spanish astronomy was quickly on the ascendancy, fuelled by the combination of wise and experienced international researchers with intelligent, highly motivated, young Spaniards. The impact of the Agreement on Cooperation was particularly remarkable in Spain, due to the low base from which we were starting, but its benefits were also felt in Europe's more advanced astronomical communities.

I am in no doubt that the joint facilities made available through the Agreement on Cooperation in Astrophysics have been, and continue to be, of great value to the progress of Astrophysics. I would like the user institutions to know that the IAC is open to the

renegotiation of any of the bilateral Agreements, so as to update them for improved efficiency.

In recent years we have witnessed a series of manoeuvres aimed at forcing the adoption of a new Treaty and this has terminated with the withdrawal by the Scandinavian countries. The corresponding user institutions now find that, in order for their excellent telescopes to continue operating in the Canary Islands, they will have to negotiate new agreements with the IAC. These events have caused me a great deal of sadness. However, as I have said many times during the CCI meetings, we are determined to mitigate the consequences by helping our colleagues who have been affected to find a way to continue to use our observatories.

During this year of 2010 the European Southern Observatory took the decision not to site the E-ELT in the Canaries; news which we received here with sadness and concern. I had already set out some of the likely consequences of such a decision in a letter to Nature before the announcement was made. We are now witnessing how the telescope has lost a ring of mirrors (noticeably decreasing the spatial resolution) and that its construction has been delayed. The truth is that by not siting the E-ELT at the ORM, Europe has lost an opportunity to take pole position in the field of super-giant telescope astronomy.

I would like to end by emphasising that our observatories in the Canary Islands continue, by virtue of their extraordinary conditions for astronomy and their logistical advantages, to be a very attractive proposition as the site for the most advanced telescopes of the immediate future.

Prof Francisco Sánchez

## EXPERIMENTOS DE ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO DE LARGA DISTANCIA ENTRE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

La aparición de aplicaciones y tecnología basadas en los fundamentos de la física cuántica está revolucionando la teoría de la información. La comunicación cuántica explota el extraño comportamiento de la naturaleza a su más pequeña escala para transmitir información entre elementos asociados pero separados en la distancia. La transferencia de información se basa en principios de la física cuántica, que no tienen equivalente en

la física clásica. La unidad de información cuántica es el “qubit” (un bit de información “grabado” en una propiedad de física cuántica, como puede ser la polarización de un fotón, el nivel de energía de un átomo, etc.). Además, la información puede codificarse en las correlaciones (no clásicas) entre dos (o más) partículas (p. ej., fotones o átomos), llamadas “entrelazamientos”.

*Figura 1: Estación óptica terrestre de la ESA en la isla de Tenerife (izquierda) de noche, con La Palma a lo lejos a la derecha y el Teide de fondo.*



*Figure 1: ESA's Optical Ground Station on the island of Tenerife (left) at night, with La Palma in the distance at right and Mount Teide in the background.*

## LONG-DISTANCE QUANTUM ENTANGLEMENT EXPERIMENTS BETWEEN THE CANARY ISLANDS' OBSERVATORIES

The emergence of applications and technologies based on the foundations of quantum physics has revolutionized our understanding of information theory. Quantum communications exploit the weird behaviour of nature on its smallest scales to send information between separated partners. The transfer of information is based on quantum physics principles with no equivalent classical counterpart. The unit of quantum information is the “qubit” (a bit of information “stamped” in a quantum physical property, for instance the polarization of a photon, the energy

level of an atom, etc.). Moreover, information can be encoded in the (non-classical) correlations between two (or more) particles (e.g. photons or atoms) called “entanglement”.

The quantum physics properties of “superposition of states” and “entanglement” lead to innovative methods of information processing (e.g. quantum key distribution, quantum teleportation, quantum dense coding) and computation, with some algorithms more powerful than their classical counterparts.

Las propiedades cuánticas de la “superposición de estados” y “entrelazamiento” han llevado al desarrollo de métodos innovadores de procesamiento de la información (p. ej., distribución cuántica de llaves, teleportación cuántica, codificación densa cuántica) y computación, con algunos algoritmos más potentes que sus homólogos clásicos.

La comunicación y la tecnología cuánticas tendrán un gran impacto en nuestra forma de comunicar o procesar información, de modo similar a cómo usamos el entorno espacial en misiones científicas para mejorar nuestro entendimiento de la física fundamental. La teoría de la información cuántica nos abre nuevas formas de comunicación, que podrían potencialmente dejar obsoletos a los sistemas de comunicación clásicos en términos de seguridad (distribución cuántica de llaves), capacidad del canal (codificación densa cuántica), eficiencia (complejidad de las comunicaciones cuánticas) y capacidades computacionales (teleportación cuántica, computación cuántica).

Durante años, la Agencia Espacial Europea (ESA) ha investigado cómo beneficiarse de la tecnología cuántica en aplicaciones espaciales. La distribución del entrelazamiento entre distancias representativas de enlaces espacio-tierra se demostró con éxito mediante los experimentos llevados a cabo por un equipo europeo dirigido por la Universidad de Viena (Austria) y el Instituto Max Planck (Alemania) en las Islas Canarias en 2005. El experimento consistió en un enlace en espacio abierto interinsular entre el Observatorio del Roque de Los Muchachos en La Palma (emplazamiento del transmisor) y el Observatorio del Teide en Tenerife (emplazamiento del receptor, en el telescopio de 1 metro de la Estación Óptica Terrestre de la ESA – ver figura 1), situados a 144 km de distancia. La pérdida de transmisión total de este enlace atmosférico horizontal es comparable a la pérdida de conexión entre un satélite situado en una órbita terrestre baja y un receptor en tierra.

Quantum communications and quantum technologies will have a major impact on how we communicate or process information, as well as on how we will use the space environment in scientific missions to enhance our understanding of fundamental physics. Quantum Information Theory enables new ways of communication, which potentially could outperform classical communications systems in terms of security (quantum key distribution), channel capacity (quantum dense coding), efficiency (quantum communications complexity) and computational capabilities (quantum teleportation, quantum computing).

For a number of years, the European Space Agency (ESA) has been examining how quantum technologies may benefit space applications. Distribution of entanglement along distances representative of links from space-to-ground was successfully demonstrated by experiments carried out by a European team led by Vienna University (Austria) and Max Planck Institute (Germany) in the Canary Islands in 2005. This consisted in a

free-space inter-island link experiment between the Roque de los Muchachos Observatory, La Palma (transmitter's location) and the Teide Observatory, Tenerife (receiver's location at the ESA's Optical Ground Station 1 meter telescope – see Figure 1), 144 km apart. The overall end-to-end transmission loss of this horizontal atmospheric link is comparable to the link loss between a satellite in low Earth orbit and a receiver on the ground.

Additional experiments have been performed by the Vienna group in the period 2009-2010, using an inter-island configuration similar to the one mentioned above. In one experiment (see Figure 2), Vienna University has demonstrated the successful transmission of entangled photon pairs (i.e., the two entangled photons were transmitted towards Tenerife instead of only one photon, as realized in 2005's experiment) over a 144 km free-space link. The received entangled states have excellent, noise-limited fidelity, even though they are exposed to extreme attenuation dominated by turbulent



Figura 2: Imagen de satélite de Tenerife y La Palma, con el emplazamiento de ambos observatorios marcado, y una vista general del esquema del experimento. En el ORM, La Palma, se usó un interferómetro Sagnac para crear pares de fotones entrelazados de banda estrecha. Se emplearon controladores manuales de polarización (PCO) y un diodo láser auxiliar (ALD) para el alineamiento de la polarización. Los pares de fotones se transmitieron mediante un par de telescopios montados sobre una plataforma giratoria situada a una distancia de 144 km del receptor (la OGS en el Observatorio del Teide). La plataforma del telescopio trasmisor se conectó activamente a un láser de diodos

(BLD-B) instalado en la OGS. De la misma forma, el telescopio receptor de la OGS registraba la posición virtual de un láser de diodos instalado en el trasmisor (BLD-A). En el OGS se recogieron los haces de fotones superpuestos y se guiaron hacia el módulo de detección mediante un sistema de espejos. Este módulo consistía en un cubo divisor de haz 50/50 (BS) y dos analizadores de polarización (A, B). Cada uno de estos analizadores estaba formado por una placa de media-onda ( $HWP_A$ ,  $HWP_B$ ), un cubo divisor de haz polarizador (PBS) y dos fotodiodos de avalancha que permiten detectar fotones individuales ( $D_{A'}^T$ ,  $D_{A'}^R$ ,  $D_{B'}^T$ ,  $D_{B'}^R$ ) situados en los puertos de salida de transmisión (T) y de reflexión (R) del correspondiente PBS.

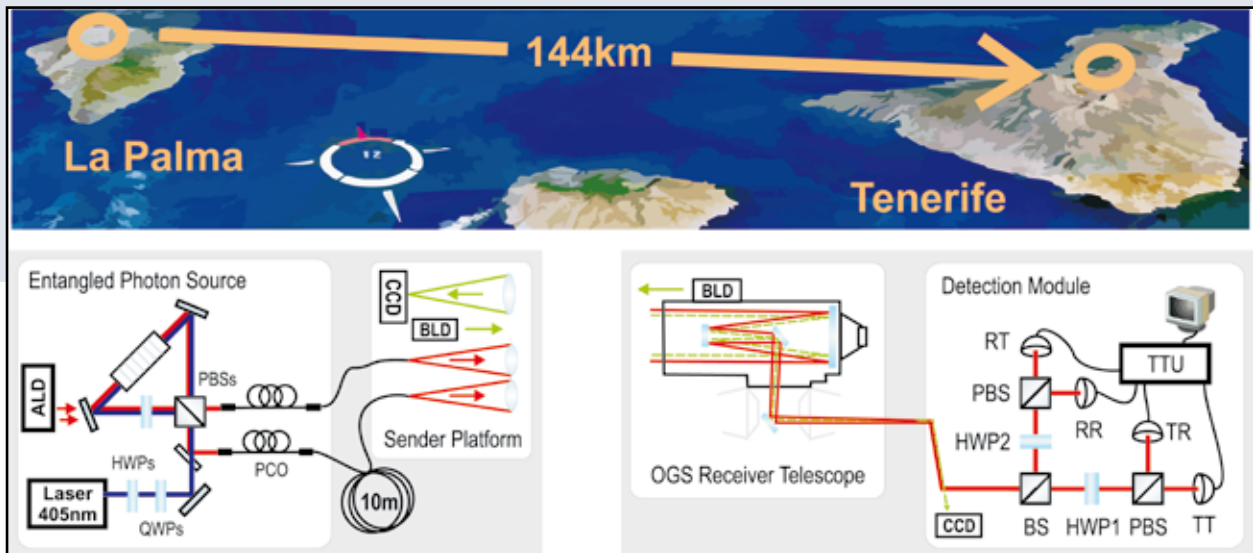
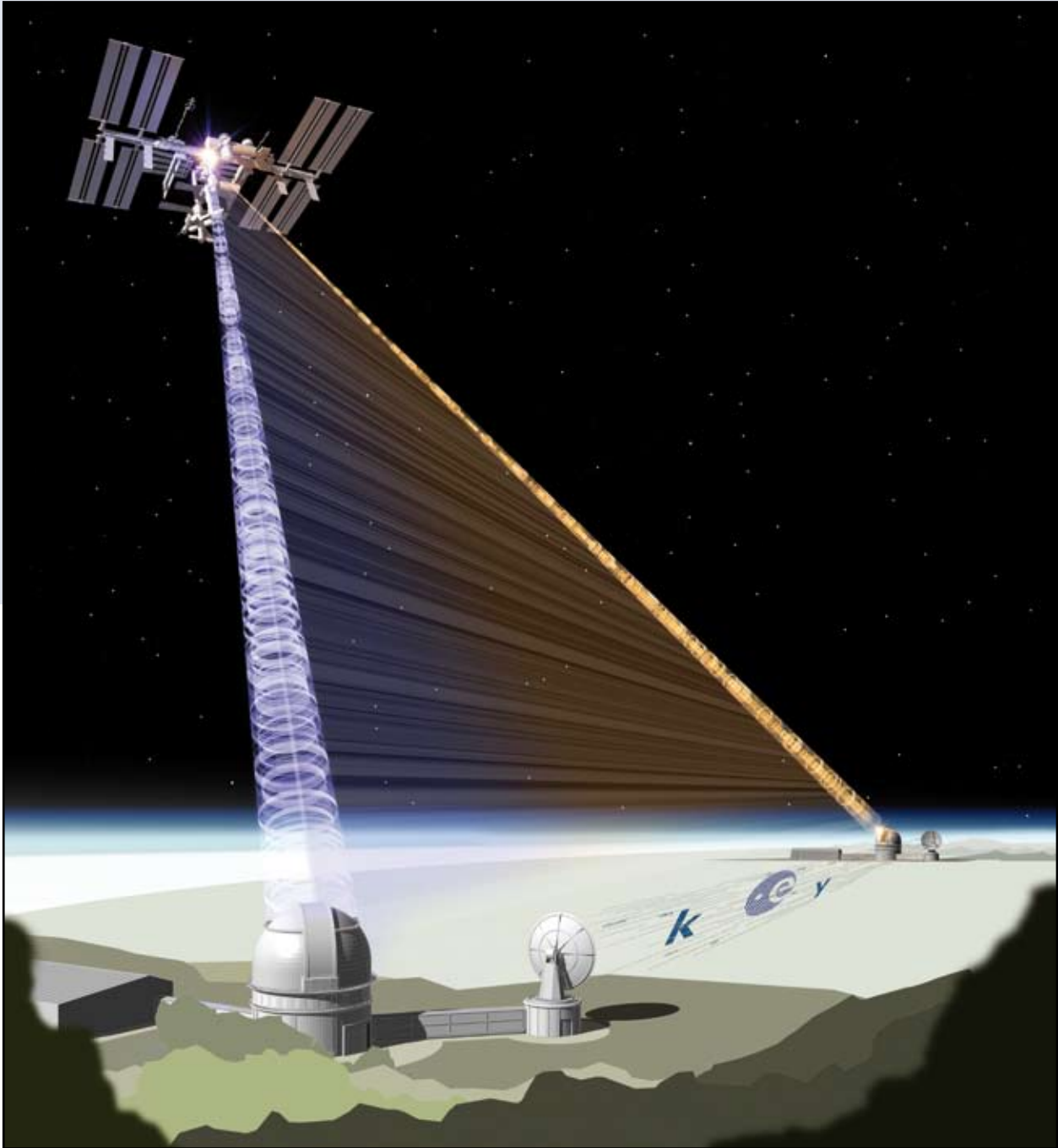


Figure 2. Satellite image of Tenerife and La Palma, with the site of both Observatories marked, and an overview of the experimental scheme. At the ORM on La Palma, a Sagnac down-conversion source created narrow-band entangled photon pairs. Manual polarization controllers (PCO) and an auxiliary laser diode (ALD) were used for polarization alignment. The photon pairs were transmitted by a pair of telescopes mounted on a rotatable platform at a distance of 144 km to the receiver (the OGS at the Teide Observatory). The transmitter telescope platform was actively locked to a 532nm beacon laser diode (BLD-B)

attached to the OGS. Likewise, the OGS receiver telescope tracked the virtual position of a 532nm beacon laser attached to the transmitter (BLD-A). At the OGS, the overlapping photon beams were collected and guided to the detection module by a system of mirrors. This module consisted of a 50/50 beamsplitter cube (BS), and two polarization analysers (A, B). Each of these analysers was formed by one half-wave plate ( $HWP_A$ ,  $HWP_B$ ), a polarizing beamsplitter cube (PBS) and two single-photon avalanche photodiodes ( $D_{A'}^T$ ,  $D_{A'}^R$ ,  $D_{B'}^T$ ,  $D_{B'}^R$ ) placed in the transmitted (T) and the reflected (R) output port of the respective PBS.

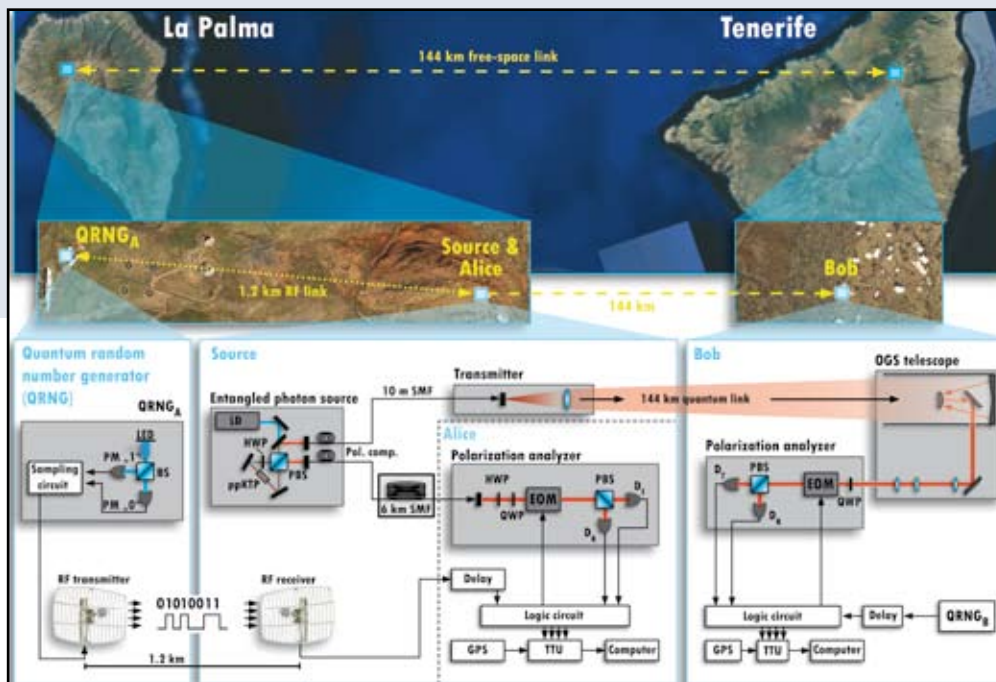
**Figura 3: Representación artística de la distribución de pares de fotones entrelazados usando la Estación Espacial Internacional (EEI). Los pares de fotones entrelazados se distribuyen simultáneamente a dos emplazamientos terrestres separados, permitiendo así tanto experimentos fundamentales de física cuántica como aplicaciones novedosas como la distribución cuántica de llaves (DCC)**



**Figure 3. Artist's impression of distributing pairs of entangled photons using the International Space Station (ISS). Entangled photon pairs are simultaneously distributed to two separated locations on Earth, thus enabling both fundamental quantum physics experiments and novel applications such as quantum key distribution (QKD)**

**Figura 4: Estructura del experimento.** El experimento Bell se realizó entre los observatorios del IAC en las islas de La Palma y Tenerife a una altura de 2.400 m. Un diodo láser de 405 nm (LD) bombeó un cristal de potasio titanyl fosfato polarizado periódicamente (ppKTP), que formaba parte de un interferómetro Sagnac basado en la polarización, para generar pares de fotones entrelazados en el estado básico  $\psi$ . Uno de los fotones de cada par se envió a través de un rollo de fibra óptica monomodo de 6 km de longitud (SMF) al instrumento “Alice”, que está situada junto a la fuente. El analizador de polarización de “Alice” consistía en placas de media-onda y de cuarto-de-onda (HWP, QWP), un modulador electro-óptico (EOM), un separador de haces polarizador (PBS) y dos fotodetectores (DT, DR). Un generador cuántico de números aleatorios (QRNGA) situado a una distancia de 1,2 km y compuesto por un diodo emisor de luz (LED), un separador de rayos 50/50 (BS) y dos fotomultiplicadores (PMs), generaron bits aleatorios que se enviaron a “Alice” a través de una conexión de radio de 2,4 GHz. Los bits

aleatorios se usaron para conmutar el EOM, determinando si el fotón entrante era medido en la base de polarización lineal  $22,5^\circ/112,5^\circ$  o en la  $67,5^\circ/157,5^\circ$ . Una unidad que recordaba los pasos del tiempo (TTU), conectada al estándar temporal del sistema de posicionamiento global (GPS) y compensada para pequeñas desviaciones de hasta 10 nanosegundos registró todos los eventos de detección (tiempo de llegada, canal detector e información de la configuración) en el disco duro local. El otro fotón se condujo a un telescopio trasmisor y se envió a través de un enlace óptico en espacio abierto de 144 km a “Bob”, en el Observatorio del Teide en Tenerife. El fotón entrante fue recibido por el telescopio de 1 m de la estación óptica terrestre (OGS) de la Agencia Espacial Europea. Se midieron los fotones en el analizador de polarización de “Bob” (activado mediante un generador cuántico de números aleatorios QRNGB igual, pero independiente), bien en la base de polarización lineal horizontal ( $0^\circ$ )/vertical ( $90^\circ$ ), o en la de  $45^\circ/135^\circ$ . La adquisición de datos por “Bob” fue equivalente a la de “Alice”.



**Figure 4. Experimental setup.** The Bell experiment was carried out between the IAC's Observatories on the islands of La Palma and Tenerife at an altitude of 2,400 m. A 405-nm laser diode (LD) pumped a periodically poled potassium titanyl phosphate (ppKTP) crystal in a polarization-based Sagnac interferometer, to generate entangled photon pairs in the  $\psi$ -singlet state. One photon per pair was sent through a 6-km-long, coiled optical single-mode fiber (SMF) to Alice (located next to the source). Alice's polarization analyzer consisted of half- and quarter-wave plates (HWP, QWP), an electro-optical modulator (EOM), a polarizing beam splitter (PBS) and two photodetectors (DT, DR). A quantum random number generator (QRNGA) located at a distance of 1.2 km, consisting of a light emitting diode (LED), a 50/50 beam splitter (BS), and two photomultipliers (PMs), generated random bits which were sent to Alice via a 2.4 GHz radio link. The random bits

were used to switch the EOM, determining if the incoming photon was measured in the  $22.5^\circ/112.5^\circ$  or  $67.5^\circ/157.5^\circ$  linear polarization basis. A time-tagging unit (TTU), locked to the global positioning system (GPS) time standard and compensated for small drifts up to 10 ns, recorded every detection event (arrival time, detector channel, and setting information) onto a local hard disk. The other photon was guided to a transmitter telescope and sent through a 144-km optical free-space link to Bob at the Teide Observatory on Tenerife. The incoming photon was received by the 1-m optical ground station (OGS) telescope of the European Space Agency. At Bob's polarization analyzer (triggered by an equal but independent quantum random number generator QRNGB), the photons were measured in either the horizontal ( $0^\circ$ )/vertical ( $90^\circ$ ), or the  $45^\circ/135^\circ$  linear polarization basis. Bob's data acquisition was equivalent to Alice's.

El grupo de Viena realizó experimentos adicionales en 2009-2010, usando una configuración interinsular similar a la arriba mencionada. En un experimento (ver figura 2), la Universidad de Viena demostró la transmisión exitosa de pares de fotones entrelazados (es decir, los dos fotones entrelazados se transmitieron en dirección a Tenerife en lugar de transmitir un solo fotón, como fue el caso del experimento de 2005) a través de un enlace en espacio abierto de 144 km. Los estados entrelazados recibidos presentaron una excelente fidelidad, limitada por el ruido, pese haber estado expuestos a una atenuación extrema dominada por efectos de turbulencia atmosférica. La pérdida de canal total de 64 dB se corresponde con el régimen de atenuación estimado para un escenario de distribución de dos fotones vía satélite (ver figura 3). Se ha confirmado que los estados de dos fotones recibidos se mantienen altamente entrelazados, violando la desigualdad Clauser–Horne–Shimony–Holt en más de cinco desviaciones estándar. Desde un punto de vista fundamental, estos resultados muestran que los fotones no sufren prácticamente decoherencia durante su vuelo de 0,5 msec a través del aire, lo cual alienta futuros escenarios de comunicaciones cuánticas a nivel mundial.

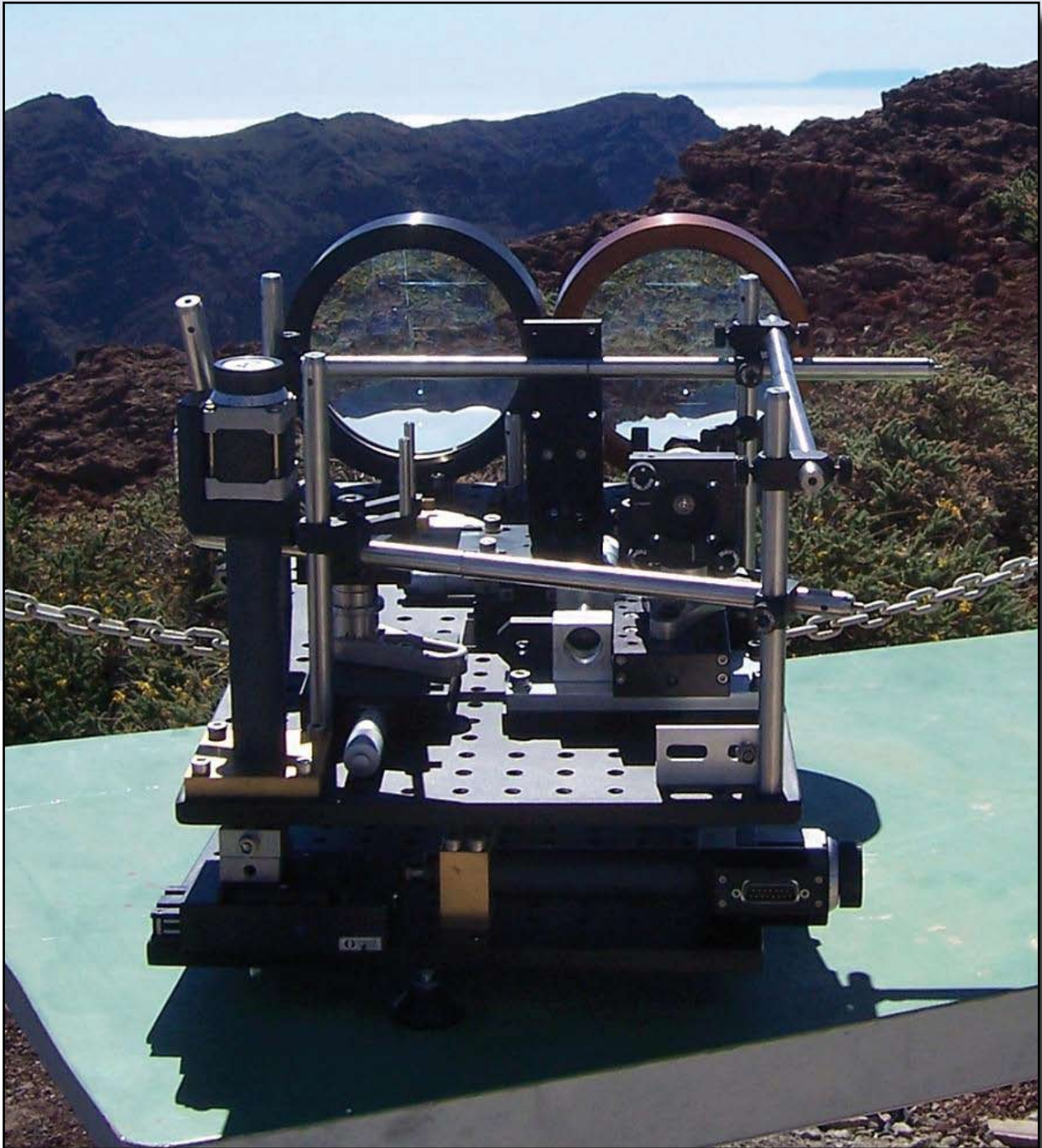
En otro ensayo, la Universidad de Viena logró quebrar experimentalmente la propiedad física de realismo local en condiciones de libre albedrío (o libertad de elección). El teorema de Bell muestra que las teorías realísticas locales conllevan grandes restricciones en las correlaciones observables entre diferentes sistemas, dando lugar a la desigualdad de Bell, que puede violarse experimentalmente usando estados cuánticos entrelazados. El teorema de Bell se basa en los principios físicos de realismo, localidad y en poder configurar de manera arbitraria (libre albedrío) el dispositivo usado para las mediciones. Debido a limitaciones prácticas en los experimentos, se producen “agujeros” que permiten que todavía se puedan explicar las violaciones observadas mediante teorías realísticas locales. Uno de los principales retos pendientes de la física cuántica actual es lograr violar la desigualdad de Bell, cerrando simultáneamente todos esos agujeros. El experimento realizado entre La Palma y Tenerife (ver figura 4) violó la desigualdad de Bell, mientras cerraba simultáneamente el agujero de localidad y actuaba sobre el agujero de libertad de elección, cerrando también este último con un conjunto razonable de presunciones.

atmospheric effects. The total channel loss of 64 dB corresponds to the estimated attenuation regime for a two-photon satellite communication scenario (see Figure 3). It has been confirmed that the received two-photon states are still highly entangled by violating the Clauser–Horne–Shimony–Holt inequality by more than five standard deviations. From a fundamental point of view, these results show that the photons are subject to virtually no decoherence during their 0.5-msec long-flight through air, which is encouraging for future worldwide quantum communication scenarios.

In another experiment, Vienna University has experimentally violated local realism with freedom of choice. Bell’s theorem shows that local realistic theories place strong restrictions on observable correlations between different

systems, giving rise to Bell’s inequality, which can be violated in experiments using entangled quantum states. Bell’s theorem is based on the assumptions of realism, locality, and the freedom to choose between measurement settings. In experimental tests, “loopholes” arise that allow observed violations to still be explained by local realistic theories. Violating Bell’s inequality, while simultaneously closing all such loopholes, is perceived as one of the most significant unresolved challenges in fundamental physics today. The experiment performed between La Palma and Tenerife (see Figure 4) did violate Bell’s inequality while simultaneously closing the locality loophole and addressing the freedom-of-choice loophole, also closing the latter within a reasonable set of assumptions.

*Figura 5: El telescopio trasmisor "Alice" en La Palma que se usó para transmitir fotones entrelazados hacia "Bob" en Tenerife.*



*Figure 5: Alice's transmitter telescope in La Palma that was used to transmit entangled photons towards Bob on Tenerife.*

## CAMPAÑA DE CARACTERIZACIÓN ASTRONÓMICA EN EL ORM

Se ha continuado la campaña de caracterización en Las Moradas, a 300m al oeste de GTC (Figura 1) y en MAGIC (Figura 2). Ambos sitios fueron seleccionados por la ESO y el IAC como posibles candidatos en el ORM para albergar el EELT.

En las Moradas se dispone de un MASS-DIMM (Multi-Aperture Scintillometer Sensor-Differential Image Motion Monitor) sobre una torre de 5m y una estación meteorológica automática (AWS) equipada con sensores meteorológicos estándar para proporcionar datos de dirección y velocidad de viento (10m), presión barométrica, humedad relativa y temperatura del aire (2m). En MAGIC se dispone

**Figura 1: Estación astroclimática en Las Moradas (ORM), consistente en un MASS-DIMM sobre torre de 5m (izquierda) y una estación meteorológica equipada por sensores meteorológicos estándar (derecha).**



**Figure 1: Weather station at Las Moradas (ORM), consisting of a MASS-DIMM on a 5m high tower (left) and a weather station with standard weather sensors (right).**

## ORM ASTRONOMICAL CHARACTERISATION CAMPAIGN

Characterisation is continuing at Las Moradas, 300m to the west of the GTC (Figure 1) and at MAGIC (Figure 2). Both sites were identified by ESO and IAC as possible ORM candidates for the E-ELT.

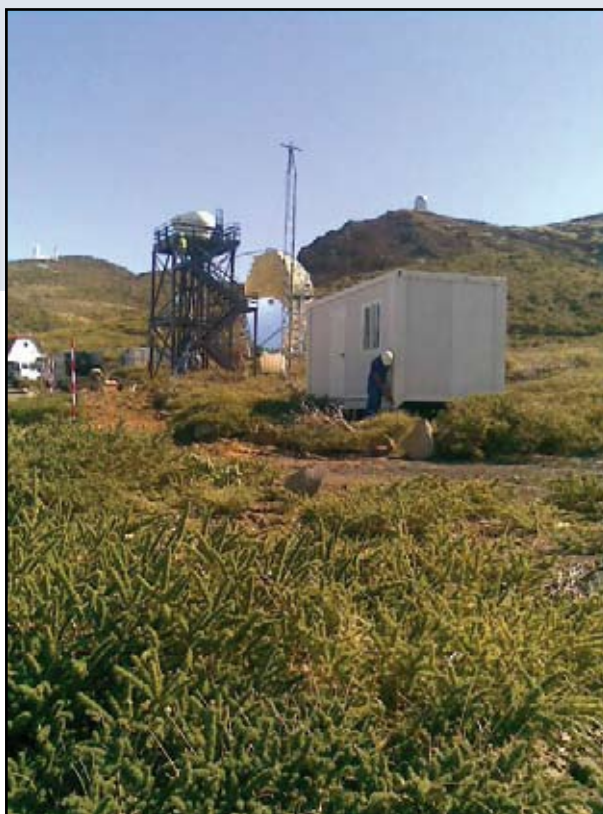
Las Moradas has a MASS-DIMM (Multi-Aperture Scintillometer Sensor-Differential Image Motion Monitor) mounted on a 5m high tower and an automatic weather station (AWS) with standard weather sensors to provide information about wind direction and speed (10m), barometric pressure, relative humidity and air temperature (2m). MAGIC has a DIMM (Automatic DIMM) on a 10m high tower and an AWS similar to the one at Las Moradas.

de un DIMMA (DIMM Automático) sobre una torre de 10m y de una AWS similar a la de Las Moradas.

El MASS-DIMM y el DIMMA son equipos automáticos operados remotamente desde el ORM por los técnicos del MASS-DIMM y por los TOTs (Técnicos Operación Teide).

También se ha desarrollado e instalado en las inmediaciones del TNG un DIMM y se ha usado el procedimiento clásico del cálculo del seeing a partir de la varianza estadística del desplazamiento de dos imágenes de una misma estrella obtenidas previamente por medio de un prisma situado en la pupila de entrada de un telescopio de pequeñas dimensiones. A grandes rasgos el TNG-DIMM se ha construido usando un telescopio Celestron CGE1100

**Figura 2: Estación astroclimática en MAGIC, consistente en un DIMMA (o DIMM Automático) sobre una torre de 10m y una estación meteorológica.**



**Figure 2: Astroclimatic station at MAGIC, consisting of a DIMMA (or Automatic DIMM) on a 10m high tower and a weather station.**

The MASS-DIMM and the DIMMA are automatic, operated remotely from the ORM by MASS-DIMM technicians and by TOTs (Teide Observatory Operation Technicians).

A DIMM has also been installed in the neighbourhood of the TNG and the archetypal procedure for the seeing calculation from the statistical variance of two images of the same star (which were obtained

de 2800 mm. de focal, una cámara CCD Matrix Vision mvBlueFox de 8 bits, 640x480 píxeles, 5.6  $\mu\text{m}/\text{píxel}$ , resultando 0.43 arc-sec/píxel y una máscara con dos pupilas de 80 mm. y una distancia interpupilar de 198 mm.

Se ha dispuesto que el TNG-DIMM tenga la posibilidad de funcionar tanto de manera remota, pudiéndose operar automáticamente desde cualquier lugar con acceso a internet, como en modo manual, permitiendo su movilidad y portabilidad a cualquier lugar donde se desee instalar para realizar test y pruebas ocasionales.

**Figura 3** Dos imágenes del TNG-DIMM. (a) La torre y la cúpula que lo alberga con el TNG al fondo. (b) El TNG-DIMM con Grantecan en segundo plano.



**Figure 3:** Two images of the TNG-DIMM. (a) The tower and the dome that houses it with the TNG in the background. (b) The TNG-DIMM with Grantecan in the background.

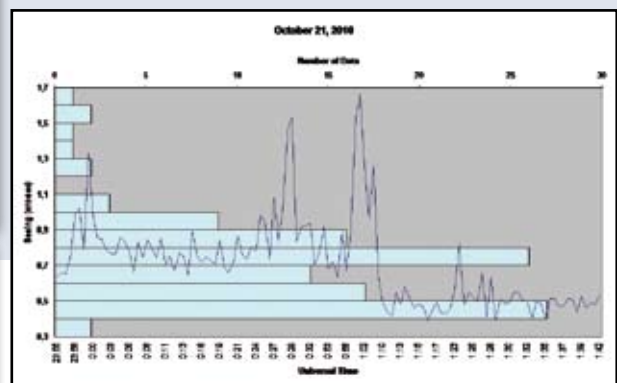
previously using a prism located at the entrance pupil of a small telescope) has been used. Broadly speaking the TNG-DIMM has been built using a Celestron CGE1100, with a focal distance of 2800 mm., a CCD camera Matrix Vision mvBlueFox, 8-bit, 640x480 pixels, 5.6  $\mu\text{m}/\text{píxel}$ , resulting 0.43 arc-sec/píxel, and a mask with two pupils of 80 mm. separated by an interpupillary distance of 198 mm.

The TNG-DIMM has the ability to run either remotely, so that it can be operated automatically from anywhere with internet access, or manually, so

Durante la fase de prueba se han contrastado las medidas del TNG-DIMM con el seeing medido sobre las imágenes tomadas con la cámara y espectrógrafo LRS. Dichas medidas se han tomado en condiciones medioambientales lo más parecidas posibles, montando el TNG-DIMM dentro de la cúpula del TNG. Como resultado de tales medidas se ha verificado una relación lineal entre ambos con una correlación de hasta el 92%.

El TNG DIMM también ha sido calibrado por el IAC Site Testing Group, ejecutando el software del IAC DIMM sobre las imágenes proporcionadas por el TNG DIMM. En agosto se elaboró un informe de la comparación de las medidas de seeing proporcionadas por ambos instrumentos: DIMMA (MAGIC) y MASS-DIMM (LAS MORADAS). Se concluye que en general hay buen acuerdo entre ambos instrumentos.

**Figura 4** Gráfica del seeing medido por el TNG-DIMM durante la noche del 21 de Octubre.



**Figure 4:** Graph showing seeing measurements for the TNG-DIMM during the night of the 21st October.

that it is mobile and portable to any location where installation is required for test and laboratory trials.

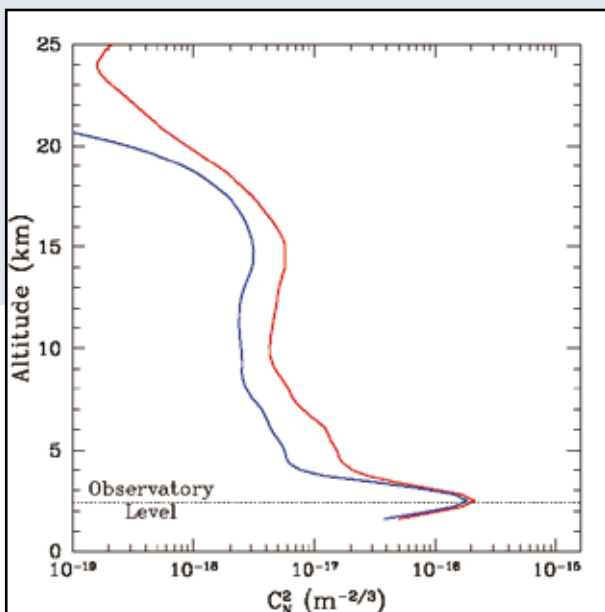
During testing, the TNG-DIMM's seeing measurements were compared to those for full width at half maximum using measurements taken from images obtained with the LRS camera and spectrograph. The measurements were obtained in environmental conditions that were as similar as possible to the site, by mounting the TNG-DIMM in the TNG dome. The result was confirmation of a linear relationship between the TNG-DIMM and LRS with a correlation coefficient of up to 92%.

The TNG-DIMM has also been calibrated by the IAC Site Testing Group by executing the IAC-DIMM software on the images produced by the TNG-DIMM. In August a report was produced comparing seeing measurements from both instruments - DIMMA (MAGIC) and MASS-DIMM (LAS MORADAS). It concluded that, in general, the two instruments were very compatible.

## LA CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS TURBULENCIAS ÓPTICAS DEL OBSERVATORIO DEL TEIDE

### TCS

La caracterización de la estructura de las turbulencias ópticas en un emplazamiento astronómico requiere una base de datos adecuada de la constante de estructura del índice de refracción,  $C_N^2(h)$ . Desde noviembre de 2002 hasta enero de 2009 se ha estado realizando observaciones generalizadas de detección y caracterización del centelleo (SCIDAR, en sus siglas en inglés) para monitorizar  $C_N^2(h)$  en el Observatorio del Teide. La base de datos  $C_N^2(h)$  del Teide incluye datos útiles de 153 noches de mediciones SCIDAR generalizadas obtenidas con el telescopio Carlos Sánchez, de 1,5 m. Se ha analizado la sobreestimación en la medida de la fuerza de las



turbulencias, como consecuencia del procesamiento generalizado de datos de SCIDAR, para todas las estrellas dobles y todas las combinaciones de planos de análisis usadas en las observaciones. Si no se toma en cuenta dicha sobreestimación de la turbulencia, la mediana del seeing total y del ángulo isoplanático derivados de los perfiles de turbulencia en la base de datos son de 0,70 y 2,47 segundos de arco, respectivamente.

Se han recalibrado todas las  $C_N^2(h)$  derivadas, corrigiendo esta sobreestimación. La estructura de turbulencia óptica estadística sobre el Observatorio del Teide se deriva combinando las 93.662  $C_N^2(h)$  individuales que constituyen la base de datos en este emplazamiento. Más del 85 por ciento de la turbulencia óptica total se concentra en capas de baja altitud (<5 km por encima del nivel del mar). La estructura de la turbulencia óptica presenta una evolución de las capas tanto en fuerza como en altitud. Únicamente la concentración de turbulencia

*La media (línea roja) y la mediana (línea azul) de los 93.662 perfiles de turbulencia obtenidos en el Observatorio del Teide desde noviembre de 2002 hasta enero de 2009. Se ha eliminado la turbulencia de la cúpula y los perfiles se corrigieron del error inducido durante el procesamiento SCIDAR generalizado. La línea de puntos horizontal indica la altitud del observatorio (2.400 m).*

*Average (red line) and median (blue line) of the 93662 turbulence profiles obtained at Teide Observatory from November 2002 to January 2009. Dome seeing is removed and profiles were corrected for the error induced during generalized SCIDAR processing. The dotted horizontal line indicates the observatory altitude (2400 m).*

## THE CHARACTERIZATION OF THE OPTICAL TURBULENCE STRUCTURE AT THE TEIDE OBSERVATORY

### TCS

The characterization of the optical turbulence structure at an astronomical site requires a proper data base of the refractive-index structure constant,  $C_N^2(h)$ . Generalized SCIntillation Detection and Ranging (SCIDAR) observations to monitor  $C_N^2(h)$  have been obtained at Teide Observatory during the period 2002 November–2009 January. The Teide  $C_N^2(h)$  data base includes useful data from 153 nights of generalized SCIDAR measurements obtained at the 1.5-m Carlos Sánchez Telescope. The overestimation of the turbulence strength, as a consequence of generalized

SCIDAR data processing, has been analysed for all double stars and analysis-plane combinations used in the observations. If this overestimation of the turbulence is not taken into account, the median total seeing and isoplanatic angle derived from the turbulence profiles in the data base are 0.70 and 2.47 arcsec, respectively.

All the derived  $C_N^2(h)$  have been recalibrated, correcting for this overestimation. The statistical optical turbulence structure above Teide Observatory is derived by combining the 93,662 individual  $C_N^2(h)$  that constitute the data base at this site. More than 85 per cent of the total optical turbulence is concentrated in low-altitude layers (<5 km above sea level). The optical turbulence structure presents an evolution

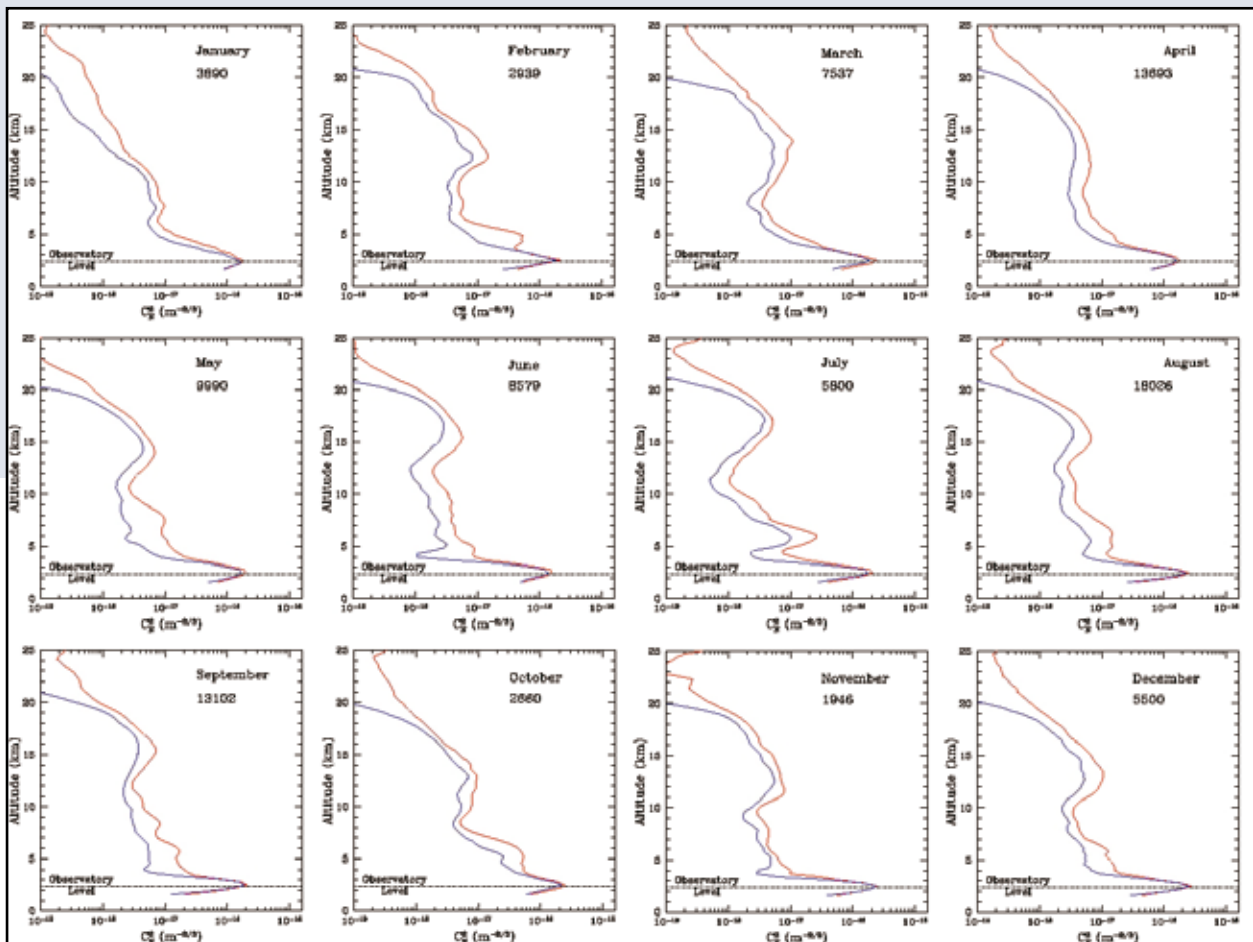


a nivel del observatorio muestra una turbulencia de fuerza similar a lo largo de un año estándar. Los valores de la mediana del seeing total y del ángulo isoplanático de  $\varepsilon_0 = 0,64$  segundos de

arco y  $\theta_0 = 2,83$  segundos de arco demuestran las excelentes cualidades del Observatorio del Teide como emplazamiento astronómico para implementar sistemas de óptica adaptativa.

*La media (línea roja) y la mediana (línea azul) mensual estadística de los perfiles de turbulencia del Observatorio del Teide (Tenerife, Islas Canarias, España), obtenidas combinando perfiles individuales derivados de mediciones SCIDAR generalizadas desde noviembre de 2002 hasta enero de 2009. Se eliminó la turbulencia de la cúpula siguiendo el procedimiento propuesto en Fuensalida et al. (2008). También se eliminaron los errores inducidos por el procesamiento de datos SCIDAR generalizados siguiendo el método de Ávila*

*y Cuevas (2009). El eje horizontal representa la fuerza de la turbulencia (en una escala logarítmica). El eje vertical corresponde a la altitud sobre el nivel del mar. La línea de puntos horizontal indica la altitud del observatorio (2.400 m). Estos perfiles constituyen la evolución estadística estacional de la estructura de turbulencias ópticas atmosféricas sobre el Observatorio del Teide. Las etiquetas en la esquina derecha de cada gráfico indican el mes y el número de perfiles de turbulencia individuales combinados.*



*Statistical monthly average (red line) and median (blue line) turbulence profiles for Teide Observatory (Tenerife, Canary Islands, Spain) obtained by combining individual profiles derived from generalized SCIDAR measurements from 2002 November–2009 January. Both the effect of dome seeing and of the errors induced by generalized SCIDAR data processing were removed. The horizontal axis represents the turbulence*

*strength (on a logarithmic scale). The vertical axis corresponds to the altitude above sea level. The dotted horizontal line indicates the observatory altitude (2400 m). These profiles constitute the statistical seasonal evolution of the atmospheric optical turbulence structure above Teide Observatory. The labels at the right corner of each plot indicate the month and the number of individual turbulence profiles combined.*

of the layers in both strength and altitude. Only the turbulence concentration at the observatory level shows similar turbulence strength over a standard year. The median values of total seeing and

isoplanatic angle of  $\varepsilon_0 = 0.64$  arcsec and  $\theta_0 = 2.83$  arcsec demonstrate the excellent quality of the Teide Observatory astronomical site for the implementation of adaptive optics systems.



# LOGROS CIENTÍFICOS

## CONTENIDO

POTASIO: DETECTADO POR PRIMERA VEZ EN LA ATMOSFERA DE UN PLANETA EXTRASOLAR	20
EXOPLANETAS	22
CoRoT-9b	23
INVESTIGANDO LA NATURALEZA BINARIA DE OBJETOS EVOLUCIONADOS	24
SIMULACIONES DE TUBOS DE FLUJO MAGNÉTICO EMERGENTES QUE ORIGINAN GRÁNULOS ANORMALES	26
SIN SEÑALES TODAVÍA DEL CICLO SOLAR 25 EN LA OSCILACIÓN TORSIONAL	29
MAGNETO-CONVECCIÓN A PEQUEÑAS ESCALAS	30
UN FILAMENTO EN LA LÍNEA ESPECTRAL H-ALPHA	32
FORMACIÓN DE ESTRELLAS MASIVAS EN GALAXIAS CERCANAS	34
MOLÉCULA DE ANTRACENO EN EL MEDIO INTERESTELAR	35
TOMA DE IMÁGENES DOPPLER	36
FOTOMETRÍA DEL CÚMULO NGC7092	37
POLARIMETRÍA DE LAS AURORAS DE MERCURIO: UN AVANCE FUNDAMENTAL PARA LA MEDIDA DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE MERCURIO	38

## CONTENTS

THE FIRST DETECTION OF POTASSIUM IN AN EXTRASOLAR PLANET	20
EXOPLANETS	22
CoRoT-9b	23
PROBING THE BINARY NATURE OF EVOLVED OBJECTS	24
SIMULATIONS OF RISING MAGNETIC-FLUX TUBES YIELD ABNORMAL GRANULES.	26
NO SIGNATURE YET OF SOLAR CYCLE 25 IN THE TORSIONAL OSCILLATION	29
SMALL SCALE MAGNETO-CONVECTION	30
A FILAMENT IN THE H-ALPHA SPECTRAL LINE	32
FORMATION OF MASSIVE STARS IN NEARBY GALAXIES	34
ANTHRACENE MOLECULE IN THE INTERSTELLAR MEDIUM	35
DOPPLER IMAGING	36
CLUSTER PHOTOMETRY OF NGC7092	37
POLARIMETRY OF THE AURORAS OF MERCURY: A CRITICAL STEP TOWARDS MAPPING MERCURY'S MAGNETIC FIELD	38

# SCIENTIFIC HIGHLIGHTS

## POTASIO: DETECTADO POR PRIMERA VEZ EN LA ATMOSFERA DE UN PLANETA EXTRASOLAR

### GTC

Gracias al esfuerzo realizado en observaciones desde tierra y desde el espacio, se han descubierto hasta la fecha más de 500 planetas extrasolares (exoplanetas). A pesar del gran número de planetas disponibles para su estudio, sólo se ha detectado la atmósfera de un puñado de ellos. Una de las razones principales de porqué se ha detectado tan pocas atmósferas exoplanetarias, radica en que las observaciones necesarias para este tipo de medida son difíciles de realizar, ya que la señal que se puede esperar de una atmósfera es muy débil y requiere datos extremadamente precisos. La cámara con filtro sintonizable (FS) del instrumento OSIRIS instalado en el Gran Telescopio Canarias es una herramienta única que nos permite realizar observaciones de alta precisión para detectar atmósferas exoplanetarias.

Para poder detectar una atmósfera exoplanetaria con esta herramienta es necesario orientarla específicamente a planetas que pasan frente a su estrella anfitriona, lo que llamamos tránsitos. Durante el tránsito, se observa una reducción del brillo de

la estrella, proporcional al área del planeta que parece estar bloqueando la luz estelar. Es entonces cuando los átomos y moléculas de la atmósfera planetaria pueden absorber la luz estelar adicional a longitudes de onda específicas. Por lo tanto, la cantidad de luz solar bloqueada por el planeta y su atmósfera puede variar con la longitud de onda, dependiendo de los compuestos químicos presentes en la atmósfera del planeta. El GTC/OSIRIS FS es único ya que puede usarse para observar un tránsito planetario a longitudes de onda específicas que pueden detectar la composición de la atmósfera de un planeta mediante una técnica conocida como espectrofotometría de banda estrecha de tránsito.

Los modelos teóricos predicen que en las atmósferas de planetas calientes gigantes los dos elementos químicos que más absorben son el sodio y el potasio. Hasta la fecha, se ha detectado sodio en las atmósferas de sólo tres exoplanetas, pero mediante técnicas diferentes a las aquí descritas. Las primeras detecciones de potasio en la atmósfera de un planeta extrasolar se basan en observaciones hechas con el GTC/OSIRIS usando la técnica arriba descrita. Si bien dichas detecciones representan un avance significativo en el campo exoplanetario, lo que las hace aún más interesantes es que revelan la diversidad de las atmósferas exoplanetarias.

## THE FIRST DETECTION OF POTASSIUM IN AN EXTRASOLAR PLANET

### GTC

Thanks to the efforts of both ground- and space-based searches, there are currently over 500 known extrasolar planets (exoplanets). Even with this vast number of exoplanets available to study, only a handful of planets have had their atmosphere detected. One of the primary reasons why so few exoplanetary atmospheres have been detected is that the observations required for this type of measurement are difficult to conduct, as the expected signal from an atmosphere is small and requires very-high-precision data. The tuneable filter (TF) imager on the OSIRIS instrument installed on this telescope is a unique tool that allows us to obtain high-precision observations to detect exoplanetary atmospheres.

In order to detect an exoplanetary atmosphere with this tool, it was necessary to specifically target planets that pass in front of, or transit, their host star. During a transit event, a decrease in the star's brightness is observed, which is proportional to the area of the planet that appears to be blocking the starlight. Atoms and molecules in a planet's atmosphere can then absorb additional starlight

at specific wavelengths. Therefore, the amount of starlight blocked by the planet and its atmosphere can vary with wavelength, depending on the species present in the planet's atmosphere. The GTC/OSIRIS TF is unique because it can be used to observe a planetary transit at specific wavelengths that can probe the composition of a planet's atmosphere, which is a technique known as narrow-band transit spectrophotometry.

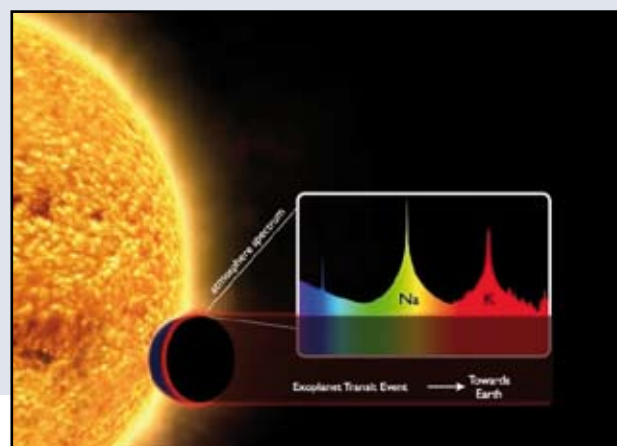
For atmospheres of hot, giant planets, models predict that two of the strongest absorbing species are sodium and potassium. To date, sodium has been detected in the atmospheres of just three exoplanets, but with different techniques than what is described here. The first detections of potassium in the atmosphere of an extrasolar planet are based on observations made with the GTC/OSIRIS using the technique described above. While these detections are a significant advancement in the exoplanet field, what makes these observations even more interesting is that they reveal the diversity of exoplanetary atmospheres.

A transit of the Jupiter-size planet HD 80606b in January 2010 was observed. By measuring the amount of light blocked by the planet and its atmosphere at different wavelengths around the predicted potassium feature, the UF group found evidence that potassium was acting as an absorber in

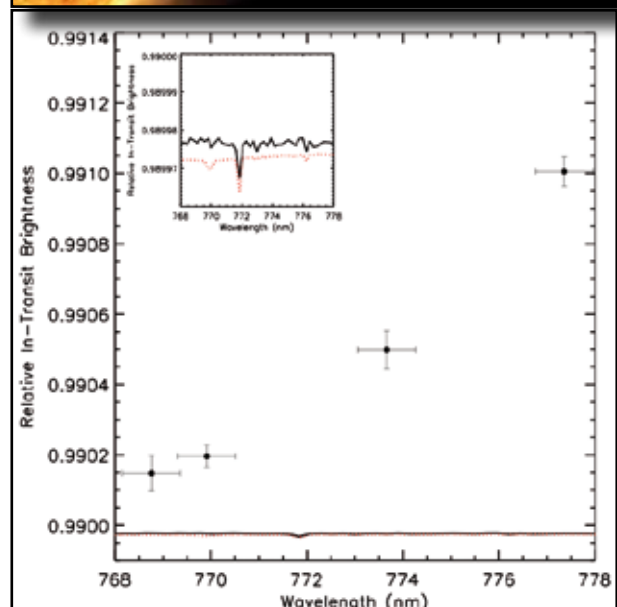
Se observó un tránsito del planeta HD 80606b, del tamaño de Júpiter, en enero de 2010. Midiendo la cantidad de luz bloqueada por el planeta y su atmósfera a las longitudes de onda de la banda de absorción del potasio predicha, el grupo de la Universidad de Florida halló la pruebas de que el potasio actuaba como absorbedor en la atmósfera de HD 80606b. Sorprendentemente, la diferencia medida de cuánta luz era absorbida en las diferentes longitudes de onda observadas era mucho mayor que la predicha, y debido a esta gran diferencia, se ha planteado la hipótesis de que el potasio de la atmósfera del planeta se encuentra en la capa superior de la atmósfera planetaria o exosfera. Además, existe evidencia de que en la atmósfera superior se producen vientos muy fuertes que desplazan levemente la longitud de onda donde absorbe el potasio. Dado que HD 80606b posee una órbita extremadamente excéntrica, similar a la de un cometa, así como el periodo orbital más largo de cualquier planeta que transite conocido (111 días), se trata de un planeta gigante bastante atípico. Teniendo en cuenta las propiedades orbitales únicas de HD 80606b, y que este planeta sufre considerables variaciones de temperatura a lo largo de su órbita, no resulta sorprendente que las observaciones muestren que la atmósfera del planeta sea de una naturaleza excepcionalmente caótica.

También se realizaron observaciones similares del tránsito del planeta XO-2b, dando como resultado la detección de absorción debida al potasio en su atmósfera concordante con las predicciones de los modelos. A diferencia de HD 80606b, XO-2b es un planeta caliente "típico", de un tamaño similar al de Júpiter, con una órbita circular de corta duración. Las observaciones de la atmósfera de estos dos planetas con el GTC/OSIRIS han abierto un nuevo subcampo en la investigación exoplanetaria y han demostrado que esta herramienta puede usarse para detectar las propiedades atmosféricas de un diverso grupo de exoplanetas.

**Tránsito del planeta HD 80606b, del tamaño de Júpiter, en enero de 2010**



HD 80606b's atmosphere. Surprisingly, the measured difference in how much starlight was absorbed at the different observed wavelengths was much larger than predicted, and because of this large difference, it is hypothesized that the potassium in the planet's atmosphere is located in the planet's uppermost atmosphere, or exosphere. Furthermore, there is evidence that very strong winds may be present in the upper atmosphere that have slightly shifted the wavelength where potassium is absorbing. Since HD 80606b has a highly eccentric, comet-like orbit as well as the longest orbital period (111 days) of any known transiting planet, it is a fairly atypical giant planet. Considering the unique orbital properties of HD 80606b, and that this planet undergoes significant temperature swings as it travels along its orbit, it is no surprise that observations show that the planet's atmosphere might have a uniquely chaotic nature. Similar transit observations of the planet XO-2b have also been conducted and resulted in the detection of absorption due to potassium in XO-2b's atmosphere, which generally agreed with model predictions. In contrast to HD 80606b, XO-2b is a "typical" hot, Jupiter-size planet in a circular, short-period orbit. Observations of these two planets' atmospheres with the GTC/OSIRIS have opened up a new realm in the exoplanet field and have proved that this tool can be used to probe the atmospheric properties of a diverse group of exoplanets.



**Transit of the Jupiter-size planet HD 80606b in January 2010.**

## EXOPLANETAS

### SuperWASP & WHT

Uno de los exoplanetas de periodo corto más fascinantes de los que se han descubierto hasta ahora es WASP33-b, es el único exoplaneta que orbita una estrella A5, en tan solo 1,22 días y su radio es 1,5 veces el de Júpiter. El generador de imágenes ACAM del WHT fue utilizado para detectar, tanto su emisión térmica, a una longitud de onda de 0,91 micrones, como los eclipses del planeta por su estrella anfitriona. El grado de ocultación es de sólo 0,9 mili-magnitudes, lo que corresponde a una temperatura de brillo de 3.466 K, lo que con-

firma que WASP-33b es el exoplaneta más caliente conocido. También se midieron oscilaciones múltiples no radiales en la estrella anfitriona en escalas temporales de aproximadamente una hora, lo que confirma su naturaleza delta Scuti. Con toda probabilidad, a WASP-33B le aguarda un destino aciago. Se cree que estos Júpiteres tan cercanos, hinchados y calientes pueden ser destruidos debido a fuertes interacciones mareomotrices con sus estrellas anfitrionas, en escalas temporales de tan sólo unas pocas decenas de millones de años.

*Orión ascendiendo sobre el SuperWASP.*



*Orion rising above SuperWASP.*

## EXOPLANETS

### SuperWASP & WHT

One of the most fascinating short-period exoplanets discovered so far is WASP33-b; it is the only exoplanet that orbits an A5-star, in just 1.22 days, and has a radius 1.5 times that of Jupiter. The ACAM imager on the WHT was used to detect thermal emission from it at a wavelength of 0.91 micron and the eclipse of the planet by the host star. The occultation depth is just 0.9 milli-magnitude, which corresponds to a brightness temperature of 3466K, and

confirms WASP-33b as the hottest known exoplanet. Multiple, non-radial oscillations in the host star on time-scales of approximately one hour were also measured, lending support for its delta Scuti nature. Most likely an unpleasant fate awaits WASP-33b. It's believed that such close-in, bloated, very-hot Jupiters can be destroyed by strong tidal interactions with their host stars on time-scales of just a few tens of millions of years.

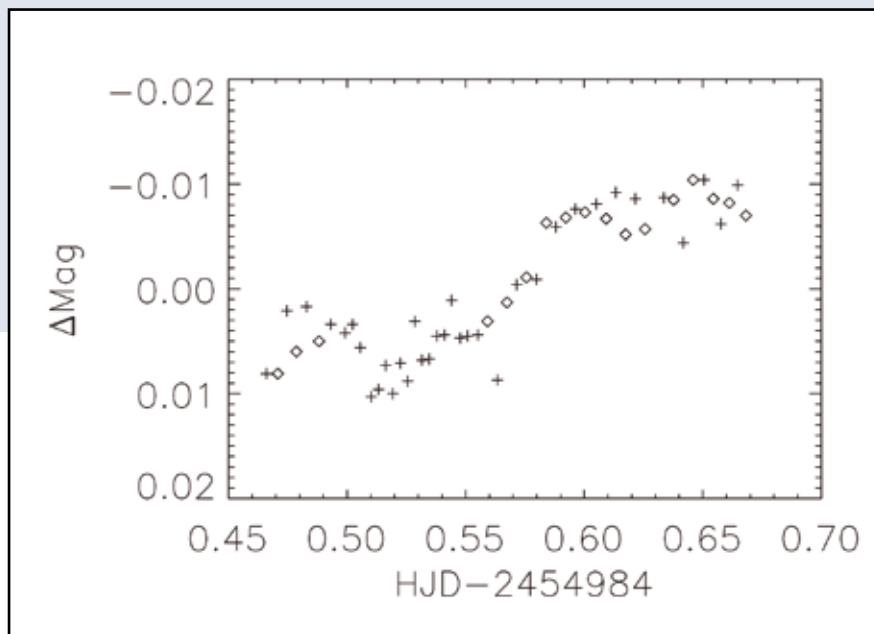
## CoRoT-9b

### IAC80

De entre los más de 400 exoplanetas conocidos, aproximadamente unos 70 planetas transitan alrededor de su estrella central, una situación que permite derivar sus parámetros básicos y facilita la investigación de sus atmósferas. Algunos planetas de periodo corto, incluyendo el primer exoplaneta terrestre (CoRoT-7b), se han descubierto mediante una misión espacial diseñada para encontrar planetas más pequeños y distantes que los que pueden verse desde la tierra. Uno de ellos es CoRoT-9b, que orbita con un periodo de 95,274 días y una excentricidad baja de  $0,11 \pm 0,04$  alrededor de una estrella similar al Sol. La distancia de su periastron, de 0,36 unidades astronómicas, es con mucho la mayor de entre todos los planetas que transitan, lo que produce una temperatura fotosférica 'templada', estimada entre 250 y 430 K. A diferencia del resto de planetas en tránsito

que se conocían con anterioridad, el tamaño actual de CoRoT-9b no debería haberse visto afectado por procesos de disipación del calor de marea. De hecho, el planeta puede describirse bien mediante modelos de evolución estándar con una composición interna inferida similar a la de Júpiter y Saturno.

El IAC80 fue el primer telescopio en detectar un tránsito de CoRoT-9b tras su identificación en los datos de CoRoT. Estas observaciones sirvieron para verificar que el tránsito procede de la estrella objeto de estudio y no de algún contaminante cercano. Desde ese momento, y reforzado por observaciones de velocidad radial realizadas con otros telescopios, CoRoT-9b pasó a ser considerado una detección fiable, siendo el primer planeta de temperaturas moderadas en el que se ha podido medir la masa y el radio.



*Curva de luz en dos colores (cuadrados: V; cruces: R), a partir de los datos del IAC80, de la salida de un evento de tránsito, con un aumento de brillo de 0,01 mag.*

*Two-colour light curve (squares: V; crosses: R), from IAC80 data, of the departure of a transit event, with a bright increase of 0.01mag.*

## CoRoT-9b

### IAC80

Of the over 400 known exoplanets, there are about 70 planets that transit their central star, a situation that permits the derivation of their basic parameters and facilitates investigations of their atmospheres. Some short-period planets, including the first terrestrial exoplanet (CoRoT-7b), have been discovered using a space mission designed to find smaller and more distant planets than can be seen from the ground. One of them is CoRoT-9b, which orbits with a period of 95.274 days on a low eccentricity of  $0.11 \pm 0.04$  around a solar-like star. Its periastron distance of 0.36 astronomical units is by far the largest of all transiting planets, yielding a 'temperate' photospheric temperature estimated to be between 250 and 430 K. Unlike previously known transiting planets, the present size of CoRoT-9b should not have been

affected by tidal heat dissipation processes. Indeed, the planet is found to be well described by standard evolution models with an inferred interior composition consistent with that of Jupiter and Saturn.

The IAC80 was the first telescope in detecting a transit of CoRoT-9b after its identification in the CoRoT data. These observations served to verify that the transit comes from the target star and not from any close contaminant. From this moment, and reinforced by radial velocity observations made with other telescopes, CoRoT-9b was considered as a reliable detection, being the first planet with temperate temperatures in which both the mass and the radius have been measured.

## INVESTIGANDO LA NATURALEZA BINARIA DE OBJETOS EVOLUCIONADOS

### MERCATOR

La combinación HERMES+Mercator cubre un nicho específico en la infraestructura internacional de la astrofísica observacional: permite una monitorización detallada a largo plazo; principalmente de fuentes estelares. El espectrógrafo de alta resolución es un complemento ideal para las misiones espaciales astrosismológicas, por ejemplo para complementar las misiones espaciales Kepler y CoRot. Las misiones espaciales suministran curvas de luz de una calidad sin precedentes, pero obtenidas en luz blanca. Los espectros adicionales de alta resolución permiten un análisis espectral completo que incluye la determinación de parámetros fundamentales, rotaciones de superficie y la composición fotosférica. En consecuencia ha sido posible usar las desviaciones de un espaciado de periodos uniforme de los modos de gravedad de estrellas masivas para determinar las dimensiones del núcleo convectivo y por tanto cuantificar la magnitud de la convección extendida.

Probablemente, uno de los temas más importantes que dominan el debate en la investigación internacional sobre la evolución final de estrellas de masa baja e intermedia es el impacto de la

naturaleza binaria en nuestra comprensión global de esta evolución estelar tardía. En efecto, de las interacciones entre la envoltura holgada de una (súper)gigante y la atracción gravitatoria de una acompañante nace un variopinto zoo de peculiares objetos evolucionados. El equilibrio entre las superficies equipotenciales (Roche Lobes) y el radio estelar son los ingredientes clave en los canales teóricos pero, debido a la fuerte presión de la radiación de la estrella AGB en un sistema binario cerrado, el potencial de Roche clásico pierde su validez y la ratio entre la fuerza de la presión de la radiación y la atracción gravitatoria se convierte en un ingrediente crítico en los modelos teóricos.

Hermes se usa ampliamente para investigar la naturaleza binaria de objetos evolucionados. Ya que se estima que las órbitas sean de uno a incluso varios años, este programa es un proyecto de largo plazo. Los resultados se muestran en la Figura, donde se representa la órbita descubierta de BD+46.442. Gracias a este programa, ahora se ha descubierto que la variabilidad H-alfa de algunos objetos está en fase con el movimiento orbital y que el perfil similar a P-sigma aparece en una conjunción superior. El modelo es el de un disco de acrecimiento alrededor de la acompañante que induce el flujo rápido. Durante la conjunción superior, el componente brillante evolucionado es eclipsado por el rápido flujo polar del disco de acrecimiento.

## PROBING THE BINARY NATURE OF EVOLVED OBJECTS

### MERCATOR

The HERMES+Mercator combination fills a specific niche in the international infrastructure for observational astrophysics: it allows for detailed long-term monitoring programmes; mainly of stellar sources. The high-resolution spectrograph is an ideal complement to asteroseismology space missions, for example to complement the Kepler and CoRot space missions. The space missions provide light curves with unprecedented quality, but obtained in white light. Additional high-resolution spectra allow for full spectral analysis including fundamental parameter determination, surface rotations and photospheric composition. As a result it has been possible to use the deviations from a uniform period spacing of gravity modes in massive stars to probe the dimensions of the convective core and hence quantify the extent of the convective overshoot.

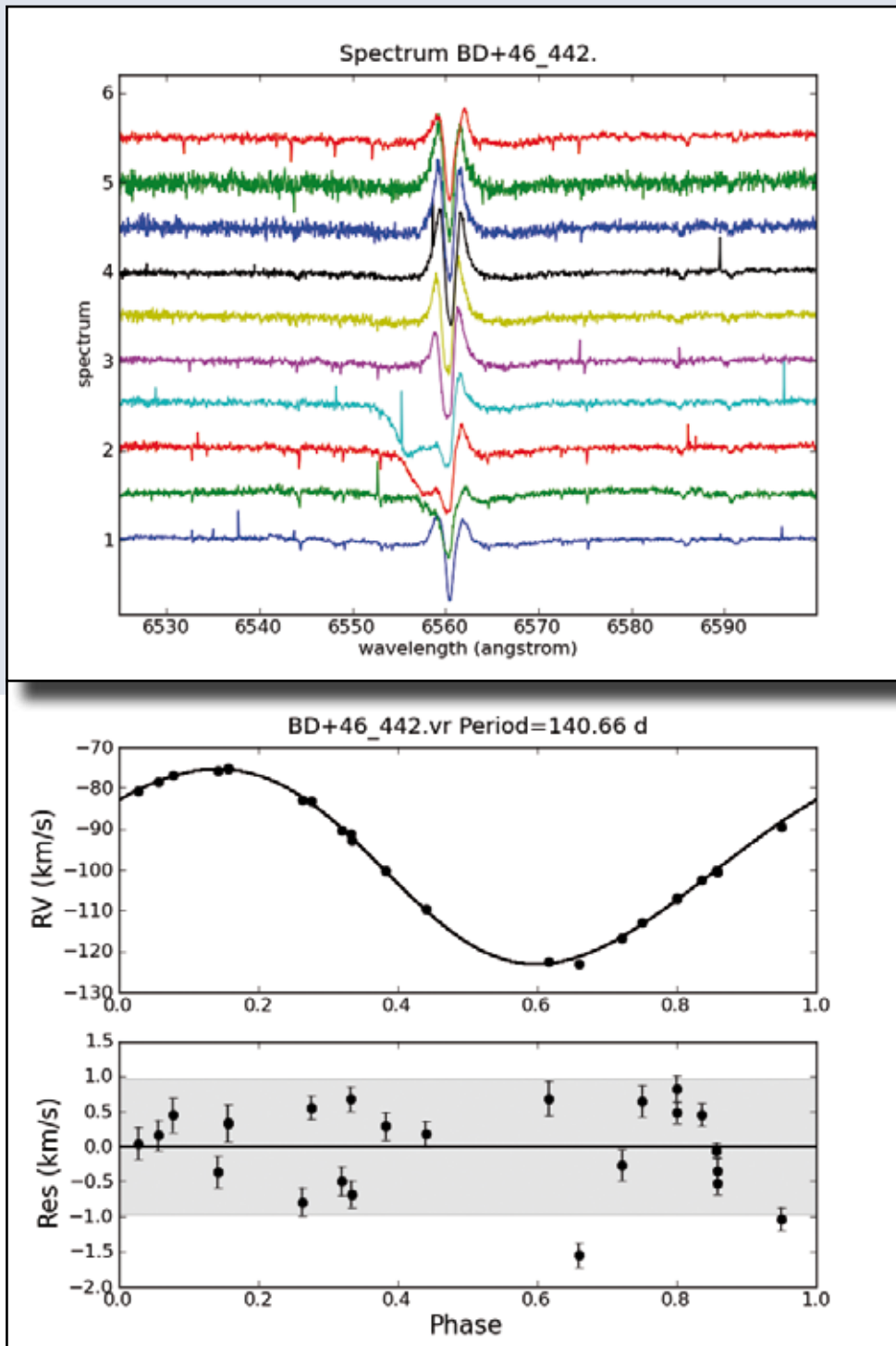
Arguably one of the most important issues that govern the international research discussion on the final evolution of low- and intermediate-mass stars is the impact of binarity on our global understanding of this late stellar evolution. Indeed, a rich zoo

of peculiar, evolved objects are born from the interactions between the loosely bound envelope of a (super)giant, and the gravitational pull of a companion. The balance between the equipotential surfaces (Roche Lobes) and the stellar radius are the key ingredients in theoretical channels but, owing to the strong radiation pressure of the AGB-star in a close binary system, the classical Roche potential is no longer valid and the ratio of the radiation pressure force to the gravitational attraction becomes a critical ingredient in the theoretical models.

Hermes is used extensively to probe the binary nature of evolved objects. As the suspected orbits are one to even several years, this project is a long-term program. Results are illustrated in Figure, which shows the discovered orbit of BD+46.442. Thanks to this program, it has now been discovered that the H-alpha variability in some objects is phased with orbital motion and that the P-Cygni like profile appears at superior conjunction. The model is that of an accretion disc around the companion which drives the fast outflow. During superior conjunction, the evolved bright component is eclipsed by the polar fast outflow of the accretion disc.



Estas figuras muestran la órbita del objeto evolucionado no estudiado BD+46.442 (este objeto muestra un exceso infrarrojo que indica la presencia de un disco de polvo) y la variabilidad del perfil de la línea H-alfa. El perfil de caparazón comúnmente presente se altera en fases de conjunción superior (2º, 3º y 4º perfil contando desde abajo). Se interpreta como que el componente luminoso evolucionado queda eclipsado por el flujo del disco de acrecimiento que rodea la acompañante (probablemente no evolucionada). La presencia de un disco de acrecimiento alrededor de la acompañante es con toda probabilidad una característica común de las binarias post-AGB.



These figures give the orbit of the unstudied evolved object BD+46.442 (which shows an infrared excess indicative of the presence of a dusty disc) and the H-alpha line profile variability as observed on BD+46.442. The commonly present shell profile is altered on phases of superior conjunction (2nd, 3rd and 4th profile from bottom to top). The interpretation is that the evolved luminous component is eclipsed by the outflow of the accretion disc around the (likely unevolved) companion. The presence of an accretion disc around the companion is very likely a common characteristic of post-AGB binaries.

## **SIMULACIONES DE TUBOS DE FLUJO MAGNÉTICO EMERGENTES QUE ORIGINAN GRÁNULOS ANORMALES**

### **DOT**

Se ha realizado simulaciones numéricas sobre emergencia de flujo magnético a través de una capa de convección granular ascendiendo por la fotosfera y penetrando en la cromosfera. Estas simulaciones han mostrado cadenas de gránulos alargados con formas singulares, siendo su elongación perpendicular a la dirección del campo magnético (ver Figura 1).

Este mismo tipo de patrón granular anormal se ha detectado en una secuencia de imágenes del DOT (ver Figura 2). Esta secuencia de imágenes se tomó en el período de inicio del DOT durante una prueba técnica. Las observaciones se hicieron en G-band (430.5 nm; líneas moleculares de CH), el primer canal instalado en el sistema multicanal del DOT. Se detectó una fulguración pequeña en una imagen del disco solar entero tomada desde satélite con baja resolución. Puesto que el DOT no estaba comprometido con un programa concreto de observación, se pudo enfocar el telescopio inmediatamente hacia este evento, sacando partido de su capacidad para observar con alta resolución. La película que resultó de esta observación mostraba

extrañas formaciones de gránulos y puntos brillantes. Este fenómeno se observó directamente pero no se pudo dar por entonces ninguna justificación del mismo. Hoy en día estas formaciones de gránulos alargados se explican mediante la emergencia de fuertes campos magnéticos en la superficie solar.

Este resultado ha conducido a la aplicación más frecuente del DOT en la actualidad, como seguidor de filamentos y regiones activas en desarrollo. Se trata de observar la región del Sol en donde se producen estos eventos, pero desde mucho antes de su inicio, lo que proporciona la oportunidad de aprender sobre su origen. El amplio campo de visión así como la alta resolución del telescopio representan una gran ventaja para este tipo de investigaciones. Recientemente se ha iniciado en el DOT la producción automática de mosaicos de imágenes; proporcionando películas con amplios campos de visión y alta resolución sin precedentes (ver la sección Nuevos Telescopios y Mejoras).

La granulación se muestra en escala de grises que representa los movimientos verticales: brillante significa hacia arriba y oscuro hacia abajo. La escala de la derecha comprende desde 6 km/s hacia arriba (brillante) que se da en el centro de los gránulos, hasta -8 km/s hacia abajo (oscuro) que se encuentra en los canales intergranulares. Estos tonos brillantes

## **SIMULATIONS OF RISING MAGNETIC-FLUX TUBES YIELD ABNORMAL GRANULES.**

### **DOT**

Numerical simulations of the emergence of magnetic flux through a granular convection layer, upward through the photosphere and into the chromosphere, have been carried out. These simulations showed strings of strangely formed elongated granules, with the elongation perpendicular to the direction of the magnetic field (see Figure 1).

It has been recognized that a movie of the DOT revealed the same type of deviating granule pattern (see Figure 2). This movie was made in the starting period of the DOT during technical tests. The observations were in the G-band (430.5nm CH molecular lines), the first channel of the DOT multi-channel system.

There was a notification of a small flare on the satellite image of the whole sun in low resolution. Because the DOT is not tied to an observation campaign, it could be pointed immediately to this target and advantage taken of its high-resolution capability. The resulting movie showed strange patterns of granules and bright points. This fact was of course

seen directly, but no explanation could be given. Now the strange patterns of elongated granules are explained by a strong magnetic field rising upward to the solar surface.

This result has also led to the current use of the DOT to follow filaments and developing active regions, not only for observation of the events itself, but already long before the start of an event. This can provide the opportunity to learn how events originate. A large field of view in high resolution is advantageous for such investigations. Recently, the automatic production of large-field mosaics was developed at the DOT; giving unprecedented large-field high-resolution movies (see the section New Telescopes and Improvements).

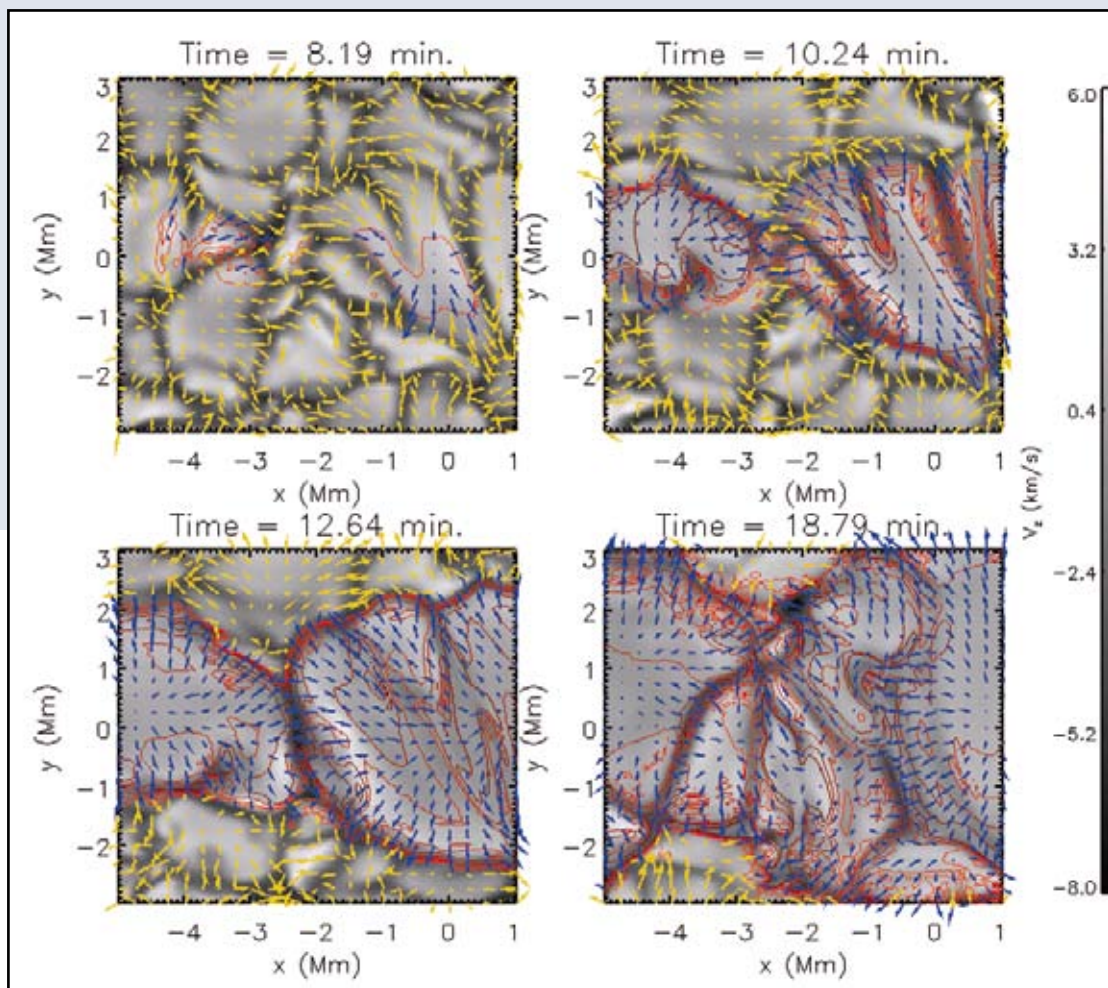
The granulation is represented by grey shading corresponding to vertical motion, bright is upward and dark is downward. A scale at the right side ranges from 6 km/sec upward (bright) occurring in the granule centres, to -8 km/sec downward (dark), being

y oscuros se corresponden con la intensidad de luz que se aprecia en las imágenes de granulación, ya que el gas ascendente en los centros granulares es

unos cuantos cientos de grados más caliente (6500 K) y por consiguiente más brillante que el gas que retorna hacia el interior en los canales oscuros.

**Figura 1: Simulaciones numéricas con ordenador de tubos de flujo magnético horizontales, paralelos a la dirección X, que ascienden a través de la superficie solar hasta la cromosfera, dando lugar a la aparición de granulación anormal. En la figura se muestra el resultado de uno de estos cálculos. El campo recogido en la imagen es de 6 x 6 Mm (1 Mm = 1000 km) y está centrado en la posición donde el tubo de flujo magnético, deformable y ascendente, irrumpe en la fotosfera. Esta posición se encuentra**

**en las coordenadas  $x = -2$  Mm e  $y = 0$  Mm después de transcurrir 8.19 min desde que se incluyó en el modelo el tubo de flujo, a 1.8 Mm por debajo de la superficie solar (panel superior izquierdo). En estas coordenadas y entre granulación normal, aparecen los primeros gránulos anómalos con campo magnético más intenso. Los otros tres paneles de la figura muestran el desarrollo posterior de los gránulos anómalos con tamaños inusualmente grandes y alargados en la dirección Y.**



**Figure 1: Numerical computer simulation of a horizontal magnetic flux tube parallel to the x-direction and rising through the solar surface into the photosphere, showing the appearance of anomalous granulation. The result of an example of a numerical calculation run is shown. The image fields of 6 by 6 Mm (1Mm = 1000 km) are centred on the location where the magnetic field of the rising and deforming flux tube first comes into the**

**photosphere. This location is at  $x = -2$  Mm and  $y = 0$ , after 8.19 minutes from the start of the flux-tube addition 1.8 Mm below the solar surface (see upper left panel), where between normal granulation the first anomalous granules with a stronger magnetic field arise. The following three panels show the further development of anomalous granules with abnormally large size and elongated in the y-direction.**

found in the lanes between the granules. These bright and dark colours correspond to the light intensities seen in the granulation images, because the rising

gas in the granule centres is a few hundred degrees warmer (6500 degrees), hence brighter, than the gas falling back down in the dark lanes.

En la Figura 2 se presenta una imagen de la película obtenida con el DOT en la que se aprecian gránulos reales, alargados y anormalmente grandes. Las pequeñas flechas representan el campo de velocidades horizontales. Las flechas son amarillas si la fuerza del campo magnético es menor que 100 Gauss y azules si es mayor. En las regiones con flechas azules, se representan con líneas rojas las isolíneas de intensidad de campo a saltos de 100 Gauss.

**Figura 2: Imagen de una película obtenida con el DOT el 21 de Octubre de 1999 durante una pequeña fulguración. A lo largo de la línea blanca se pueden apreciar grandes gránulos anormales que están alargados en dirección perpendicular a esta línea blanca en acuerdo con las simulaciones numéricas recientes de un campo magnético intenso ascendiendo a través de la fotosfera. Esta larga cadena de gránulos alargados en dirección perpendicular a la línea que une los centros de la cadena se dirige hacia afuera de la línea que une las dos regiones con manchas. Como se ve en la película, alrededor de esta línea de conexión entre las manchas hay pequeñas cadenas de gránulos alargados cuyas líneas de los centros se orientan aproximadamente en perpendicular a la línea entre las manchas (ver la película en: <http://dot.astro.uu.nl>)**

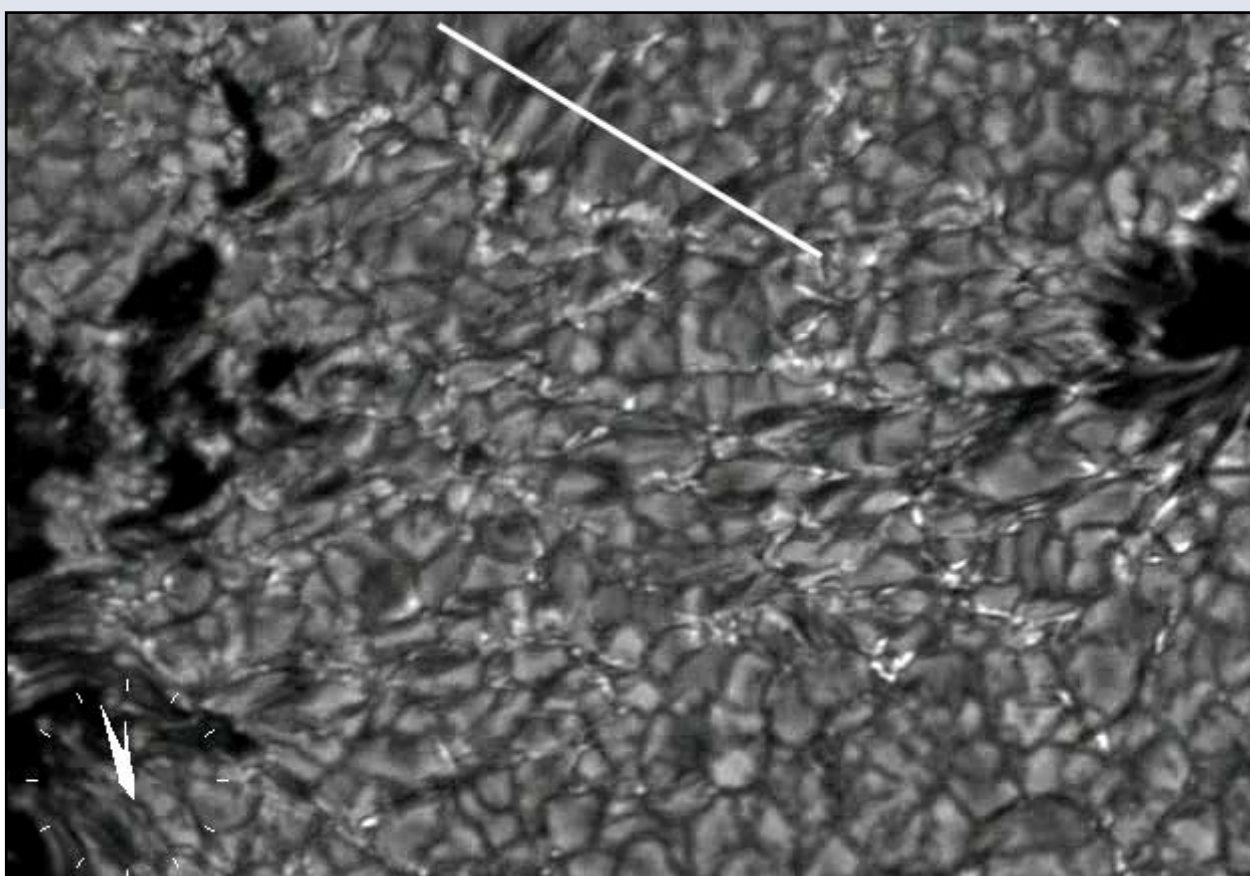


Figure 2 presents an image from the DOT movie showing the abnormally large and elongated granules in reality. The small arrows represent the horizontal velocity field. The arrows are yellow if the magnetic field strength is lower than 100 Gauss and blue if higher. In the regions with blue arrows, contours for the magnetic field strength are indicated in red lines; each contour indicates a 100-Gauss higher field strength.

**Figure 2: Image from the DOT movie during a small flare on 21 October 1999. Along the white line there are abnormally large granules visible, which are elongated perpendicular to this white line in accordance with the recent numerical simulations of a strong magnetic field coming upward through the photosphere. This long chain of granules elongated perpendicular to the chain centre line is directed sideward away from the connecting line of the two spot regions. Around this spot-connecting line, there are short chains of elongated granules with short centre lines often roughly perpendicular to the spot-connecting line (see the movie at <http://dot.astro.uu.nl>)**

## SIN SEÑALES TODAVÍA DEL CICLO SOLAR 25 EN LA OSCILACIÓN TORSIONAL

### GONG

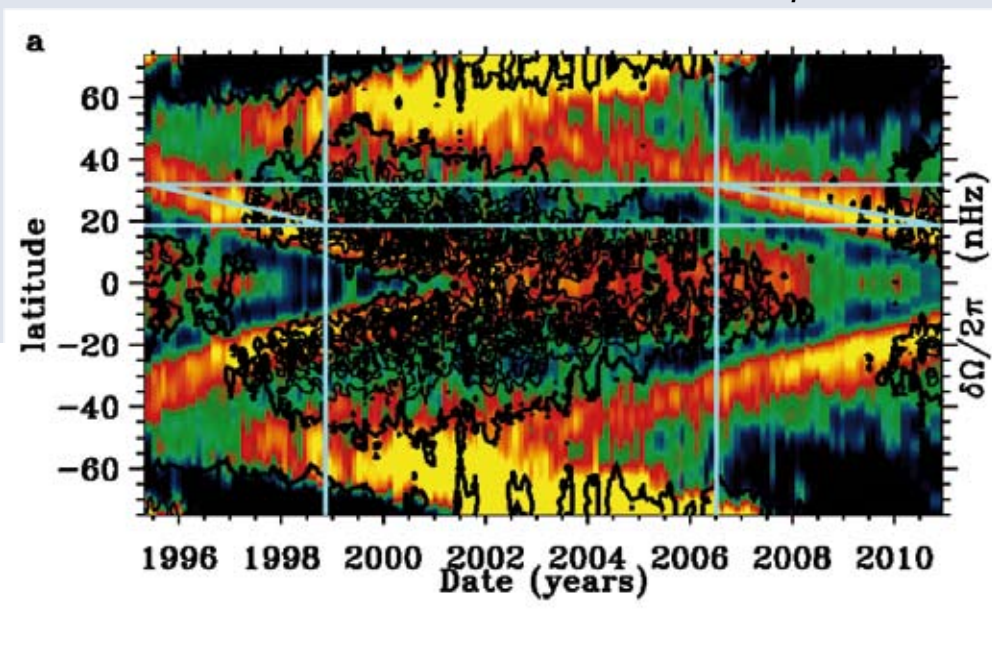
Los grandes flujos en el Sol están estrechamente correlacionados con el ciclo magnético solar. La heliosismología permite observar la oscilación torsional (un flujo zonal residual de este a oeste) bajo la superficie solar. Dos líneas de rotación más rápidas que la media – en dirección al ecuador y en dirección al polo – siguen el ciclo solar en diferentes fases.

Las observaciones heliosismológicas a largo plazo han permitido caracterizar el comportamiento de dichos flujos durante más de un ciclo solar. The recent solar minimum has been peculiar; longer than average. Las observaciones heliosísmicas de la

oscilación torsional muestran que la rama orientada hacia el ecuador del ciclo 24 está migrando más lento de lo habitual.

Todavía más sorprendente es el hecho de que, a diferencia de la rama orientada al polo del ciclo 24, que apareció alrededor de 1997 (unos 12 años de que el campo magnético apareciera en la superficie) la rama orientada al polo del ciclo 25 aún no ha aparecido.

*Residuos de la velocidad de rotación solar mostrando la oscilación torsional a 7Mn bajo la superficie solar. Los contornos superpuestos muestran la fuerza bruta del campo magnético de la superficie longitudinal desde intervalos de 5 G. Las líneas verticales y horizontales sirven para comparar el comportamiento de las ramas orientadas al ecuador y al polo (en rojo/amarillo) en diferentes fases durante el ciclo solar. Mientras que la rama polar que se dirige al ciclo 24 empezó alrededor de 1997, todavía no hay*



*señal de la que lleva al ciclo 25. Dado que el ciclo solar tiene una duración media de 11-12 años, esta nueva rama tiene un retraso de 1-2 años.*

*Solar rotation rate residuals showing the torsional oscillation at 7Mm below the solar surface. Overlaid contours show the gross*

## NO SIGNATURE YET OF SOLAR CYCLE 25 IN THE TORSIONAL OSCILLATION

### GONG

Large flows in the Sun are highly correlated with the solar magnetic cycle. The torsional oscillation (an east-west residual zonal flow) can be seen below the solar surface with helioseismology. Two branches of faster-than-average rotation – equatorward and poleward – follow the solar cycle at different phases.

Long term helioseismology observations have resulted in the characterization of the behaviour of these flows for more than one solar cycle. The recent solar minimum has been peculiar; longer than average. Helioseismic observations of the torsional

*longitudinal surface magnetic field strength at 5 G intervals. Vertical and horizontal lines facilitate a comparison between the behaviour of the equatorward and polar branches (in red/yellow) at different phases during the solar cycle. While the polar branch leading to cycle 24 started around 1997, there is no sign yet of the one leading to cycle 25. Since the solar cycle has an average extension of 11-12 years, there is a delay of 1-2 years in the new one.*

oscillation show that the equatorward branch for cycle 24 is migrating more slowly than usual.

Even more surprising is that, unlike the poleward branch for cycle 24 that appeared around 1997 (about 12 years before the magnetic field appeared at the surface) the poleward branch for cycle 25 has not yet shown up.

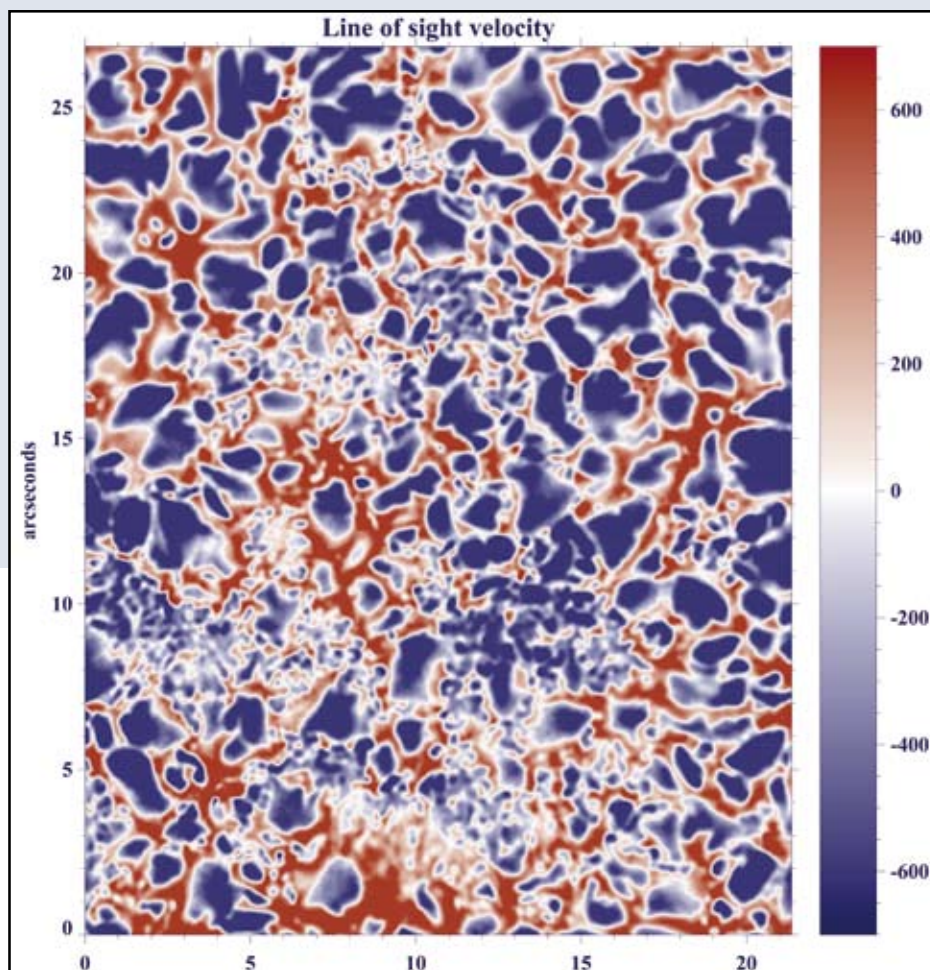
## MAGNETO-CONVECCIÓN A PEQUEÑAS ESCALAS

### SST

La magneto-convección ha sido el centro de interés en varias investigaciones recientes. En diferentes configuraciones de campo magnético se ha detectado directamente por primera vez convección invertida, al observar flujos ascendentes y descendentes con

una resolución de  $\sim 0''.15$ . Estas observaciones se fundamentan en datos en la línea Fe I 630.2 nm obtenidos con el SST/CRISP, un espectro-polarímetro tipo Fabry-Perot.

La Figura 1 muestra varios ejemplos de flujos ascendentes a pequeña escala, rodeados por flujos descendentes. Sus tamaños característicos son de  $\sim 0''.3$ , es decir 4 veces menores que las celdas de



*Figura 1: La velocidad en la línea de visión en esta área facular, donde el campo magnético en la línea de visión es de varios cientos de gauss, muestra varios ejemplos de flujos ascendentes a pequeña escala (por debajo del segundo de arco) en azul, rodeados por flujos descendentes con forma de anillo en rojo. Esto muestra por primera vez claramente las pequeñas escalas espaciales de la magneto-convección granular.*

*Figure 1: The LOS velocity in this plage area, where the LOS magnetic field is several hundred gauss, shows several examples of small-scale (sub-arcsec) upflows (blue) surrounded by ring-shaped downflows (red). This demonstrates for the first time clearly the small spatial scales of granular magneto-convection.*

## SMALL SCALE MAGNETO-CONVECTION

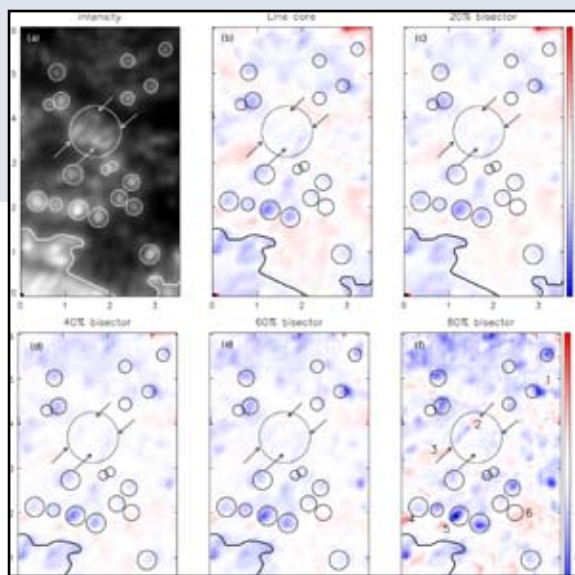
### SST

Magneto-convection has been the focus of several recent investigations. Overturning convection has been directly observed for the first time in different configurations of magnetic field, by observing both upflows and downflows at  $\sim 0''.15$  resolution. These observations were based on Fe I 630.2 nm data collected with SST/CRISP, a Fabry-Perot based spectro-polarimeter.

Figure 1 shows several examples of small-scale upflows, surrounded by downflows. Typical sizes are  $\sim 0''.3$ , or four times smaller than field-free granulation cells. This demonstrates for the first time magneto-convection in so-called abnormal granulation, i.e., plage regions with strong magnetic flux concentrations. The magnetic field is several hundred gauss and the typical velocities of the upflows and downflows range from hundreds of  $\text{m s}^{-1}$  to circa  $1\text{km s}^{-1}$ .

granulación libres de campo. Esto demuestra, por primera vez, la existencia de magneto-convección en la llamada granulación anormal, es decir, en regiones faculares con fuertes concentraciones de flujo magnético. El campo magnético es de varios cientos de gauss y las velocidades típicas de los flujos ascendentes y descendentes están en el rango desde cientos de  $\text{m s}^{-1}$  hasta  $1 \text{ km s}^{-1}$ . Las componentes en la línea de visión de los campos magnéticos y el campo de flujo se calcularon mediante inversiones Milne-Eddington. La transición a magneto-convección a pequeña escala parece ocurrir cuando el campo magnético alcanza una fuerza promedio de 600-800 G sobre regiones extensas. Estos resultados son consistentes con

**Figura 2:** Los dos puntos umbrales dentro del círculo grande confirman resultados recientes de simulaciones. Hay flujo ascendente en una banda estrecha oscura central y flujo descendente en los puntos extremos de dicha banda. El bisector de la línea al 80% muestra el campo de velocidad en la línea de visión en la fotosfera, mientras que el panel referente al centro de la línea corresponde a capas 200-300 km por encima.



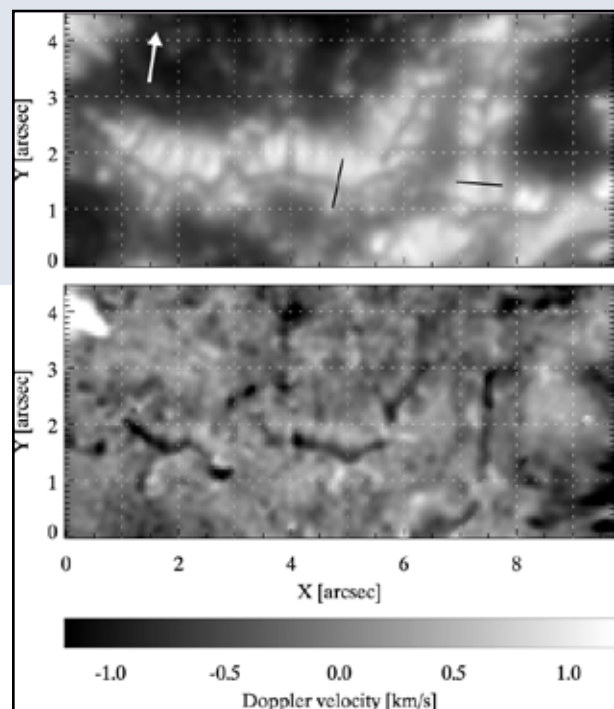
**Figure 2:** The two umbral dots in the large circle confirm recent simulation results. There is upflow in a dark central lane and downflow at the end points of the lane. The 80% bisector shows the LOS velocity field in the photosphere, while the line core tile corresponds to layers elevated by 200–300 km.

The line of sight (LOS) components of the magnetic fields and the flow field were calculated using Milne–Eddington inversions. The transition to small-scale magneto-convection appears to happen when the magnetic field reaches an average strength of 600–800 G over extended regions. These results are consistent with recent MHD simulations of convection in strong magnetic fields, although a synthetic data set with quite the same magnetic flux density does not yet seem to exist.

simulaciones MHD recientes, de convección en campos magnéticos fuertes, aunque datos sintéticos con densidad de flujo magnético similar parecen no existir todavía.

Velocidades parecidas de flujo vertical se han observado en sombras de manchas, mostrando por primera vez evidencia directa de magneto-convección en puntos umbrales (Figura2) y en puentes de luz (Figura3). Estas observaciones apoyan los resultados de simulaciones MHD recientes, de magneto-convección en presencia de campos magnéticos fuertes. La convección invertida es consecuencia de los procesos físicos fundamentales.

**Figura 3:** Puente de luz. Arriba: Intensidad; Abajo: velocidad Doppler. Obsérvese un flujo ascendente (velocidad negativa, en oscuro) co-espacial con la estructura estrecha y oscura en el centro y flujos descendentes en las estructuras adyacentes.



**Figure 3:** Light-bridge. Top: Intensity; Bottom: Doppler velocity. Note upflow (negative velocity, dark) co-spatial with the central dark lane and the downflows in adjacent structures.

Similar vertical flow velocities have been observed in sunspot umbrae, demonstrating for the first time direct evidence of magneto-convection in umbral dots (Figure 2) and light-bridges (Figure 3). These observations support the results of recent MHD simulations of magneto-convection in the presence of strong magnetic fields. The basic physical process at work is overturning convection.

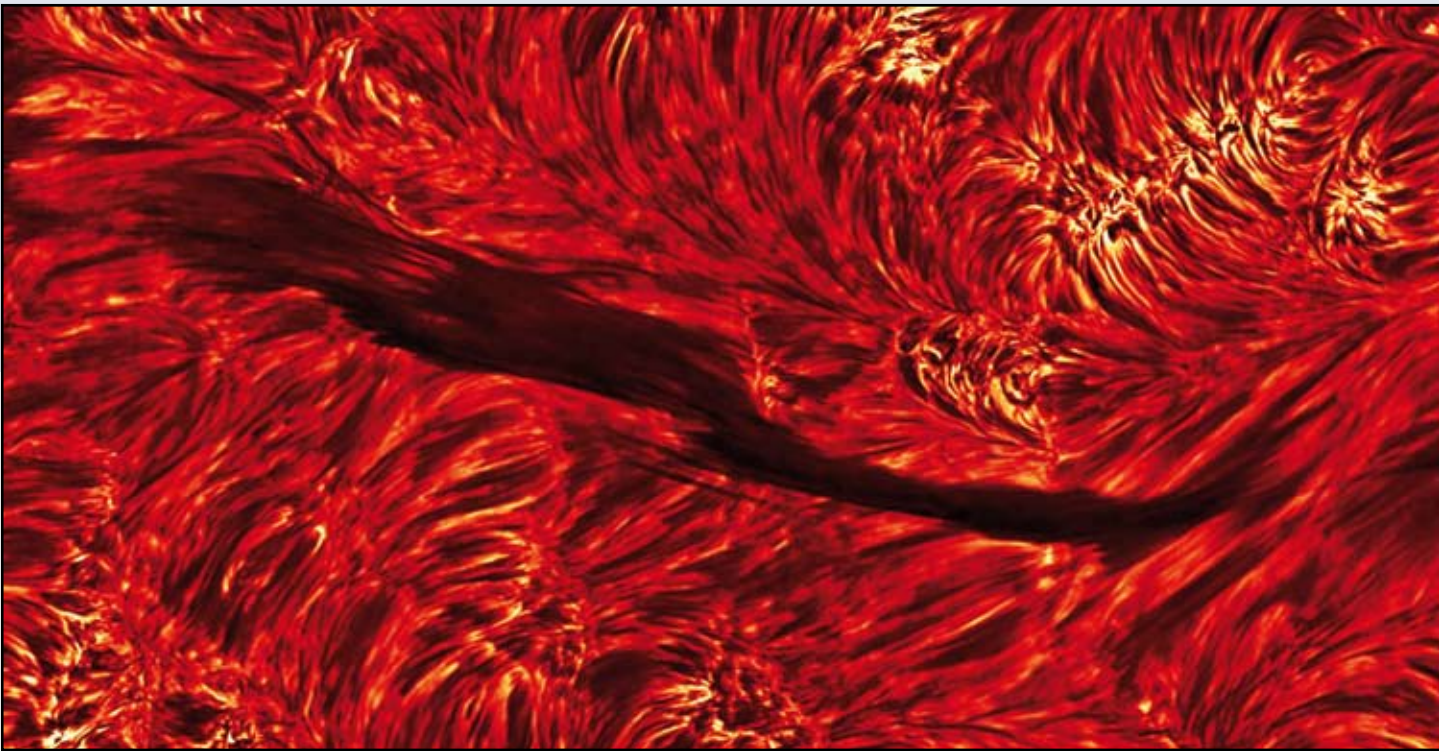
## UN FILAMENTO EN LA LÍNEA ESPECTRAL H-ALPHA

### DOT

Esto es una imagen de alta resolución de un filamento en la línea espectral H-alfa.

Los filamentos son sistemas complejos de grandes y continuamente cambiantes hilos de gas ionizado, mucho más densos que la tenue atmósfera solar externa, la corona. Se los denomina prominencias cuando son visibles sobresaliendo del borde solar, formando múltiples arcos luminosos. Estos arcos parecen estructuras oscuras cuando se ven frente a la superficie solar, más brillante. La imagen es un

mosaico de varios campos ópticos. Las estructuras filamentosas se tornan claramente visibles gracias a la alta resolución. Los hilos siguen la dirección del campo magnético. Por lo tanto, estas imágenes de alta resolución H-alfa representan mapas de las direcciones del campo. Los filamentos se forman a lo largo de las lindes donde el campo magnético cambia de polaridad. Las estructuras deshilachadas a ambos lados del filamento muestran los campos magnéticos descendentes del filamento hacia la atmósfera



## A FILAMENT IN THE H-ALPHA SPECTRAL LINE

### DOT

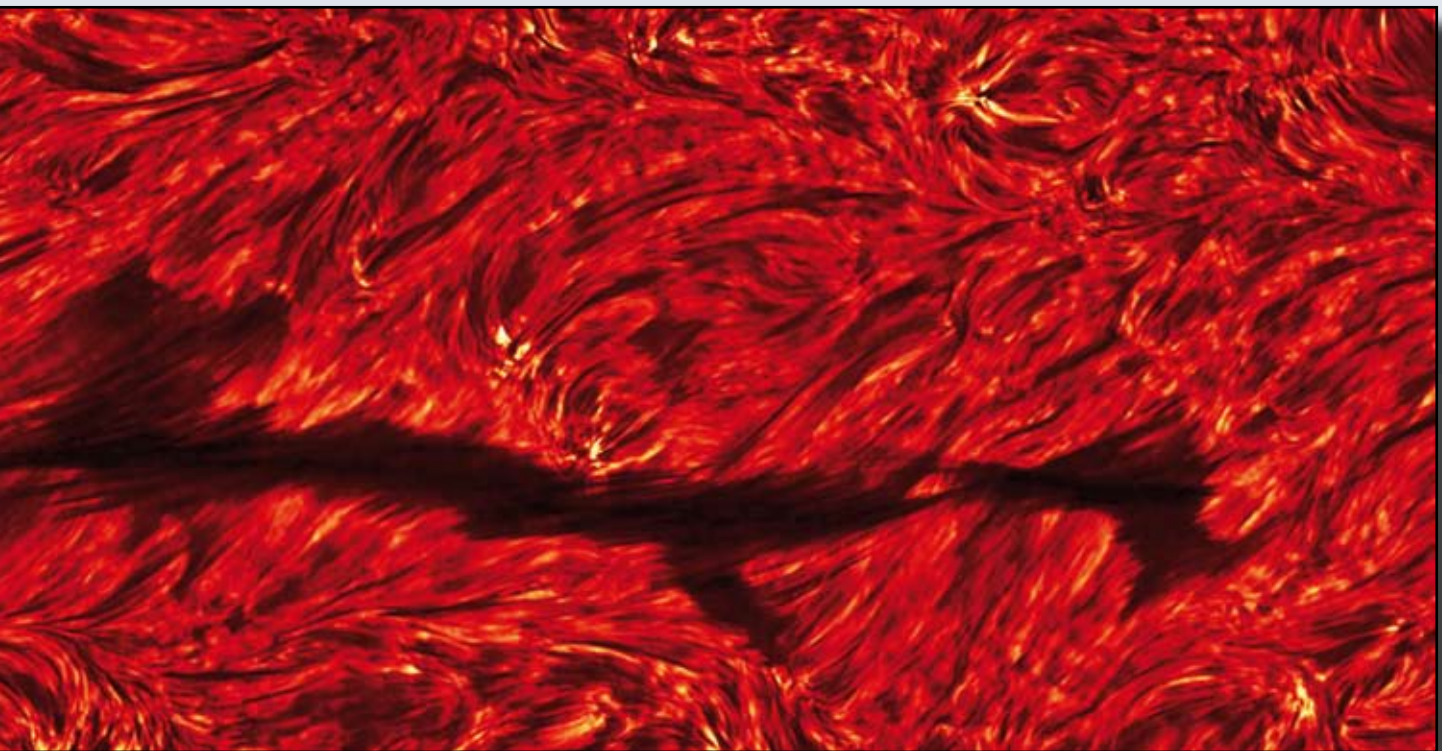
This is a high-resolution image of a filament in the H-alpha spectral line. Filaments are complex systems of large, continuously changing threads of denser ionized gas in the much thinner outer solar atmosphere, the corona. They are called prominences when visible outside the solar rim as multiple bright arches. The arches appear as dark structures when seen in front of the brighter solar surface. The image

is a mosaic of several camera fields. The threaded structures become clearly visible in high resolution. The threads follow the direction of the magnetic field. Hence, these high-resolution H-alpha images represent maps of the field directions. Filaments form along boundaries where the magnetic field changes polarity. The frayed structures on both sides of the filament show the downward magnetic fields from



más cercana a la superficie solar. Las regiones brillantes de estructura fina cercanas al filamento son posiblemente regiones en la atmósfera solar inferior donde se está produciendo una reconexión de campos magnéticos de pequeña escala. Los campos magnéticos y la energía se almacenan en los filamentos. A consecuencia de ello, los filamentos pueden entrar en erupción. Las erupciones de gran fuerza afectan a la tierra, por ejemplo, la luz polar.

Además, los filamentos largos transportan campos magnéticos a las regiones polares del Sol por lo que participan en el ciclo solar, que dura unos 11 años. En 2010 se inició un programa para realizar un seguimiento intensivo del desarrollo de los filamentos en el DOT, que es eminentemente apropiado para dicho estudio gracias a su alta resolución de campo amplio.



the filament to the atmosphere nearer to the solar surface. Fine-structured bright regions next to the filament possibly are regions in the lower solar atmosphere where reconnection of small-scale magnetic fields is going on. Magnetic fields and energy are stored in the filaments. Consequently, filaments can erupt. Strong eruptions have effects on the earth, for instance polar light. In addition, long

filaments transport magnetic fields to the solar Polar Regions and hence participate in the solar cycle of about 11 years. A program to follow intensively the developments of filaments was started in 2010 at the DOT, which is eminently suitable for this study because of its large-field high-resolution capability.

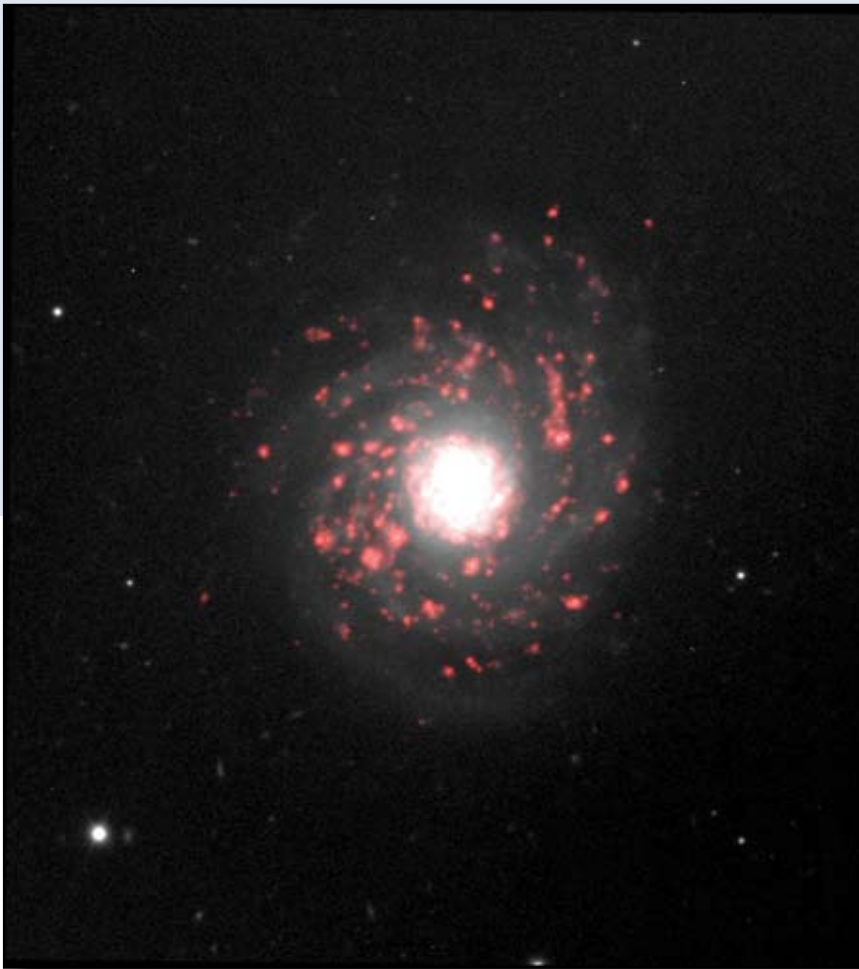
## FORMACIÓN DE ESTRELLAS MASIVAS EN GALAXIAS CERCANAS

### NOT

La formación reciente de estrellas masivas en galaxias queda marcada mediante regiones de gas hidrógeno caliente e ionizado. Se ha empleado tanto el NOT como otros telescopios, para llevar a cabo un amplio y ambicioso programa de observaciones de regiones de formación de estrellas masivas en 156 galaxias cercanas. La excelente calidad de imágenes del NOT ha proporcionado imágenes profundas de banda estrecha de las regiones activas emisoras de

hidrógeno, resaltadas mediante la substracción de la luz de la población subyacente de estrellas más antiguas en cada una de las galaxias.

Este proyecto comprende también observaciones a longitudes de ondas de radio submm para estudiar la emisión lineal y continua de moléculas interestelares y polvo en estas regiones de formación estelar. La combinación de todos estos nuevos datos con las imágenes de archivo posibilitará estudiar a fondo la relación entre los diferentes estadios del gas frío y caliente y la formación de polvo y estrellas a lo largo de toda la gama de tipos de galaxia recogidos en la muestra.



*La imagen muestra la galaxia en espiral NGC 4041, observada usando el ALFOSC en el NOT. Las regiones emisoras que marcan el lugar de formación de estrellas masivas jóvenes aparecen en rojo brillante, mientras que la imagen del fondo marca la tenue población de estrellas de mayor edad, que definen la estructura en espiral de la galaxia.*

*The Figure shows the spiral galaxy NGC 4041, observed using ALFOSC at the NOT. The emission regions marking the formation sites of young, massive stars are shown in bright red, while the background image traces the smooth population of older stars, which outlines the spiral structure of the galaxy.*

## FORMATION OF MASSIVE STARS IN NEARBY GALAXIES

### NOT

The recent formation of massive stars in galaxies is marked by regions of hot, ionized hydrogen gas. The NOT, and several other telescopes, have been used to carry out a large, ambitious programme of observations of regions of massive star formation in 156 nearby galaxies. The excellent image quality of the NOT has provided deep narrow-band images of the active, hydrogen-emitting regions, highlighted by subtracting the light of the underlying older population of stars in each galaxy.

This project also comprises observations at submm radio wavelengths to study the line and continuum emission of interstellar molecules and dust in these star forming regions. The combination of all of these new data with the archival images will make it possible to study in depth the relation between the different stages of cold and warm gas, dust and star formation across the whole range of galaxy types in the sample.

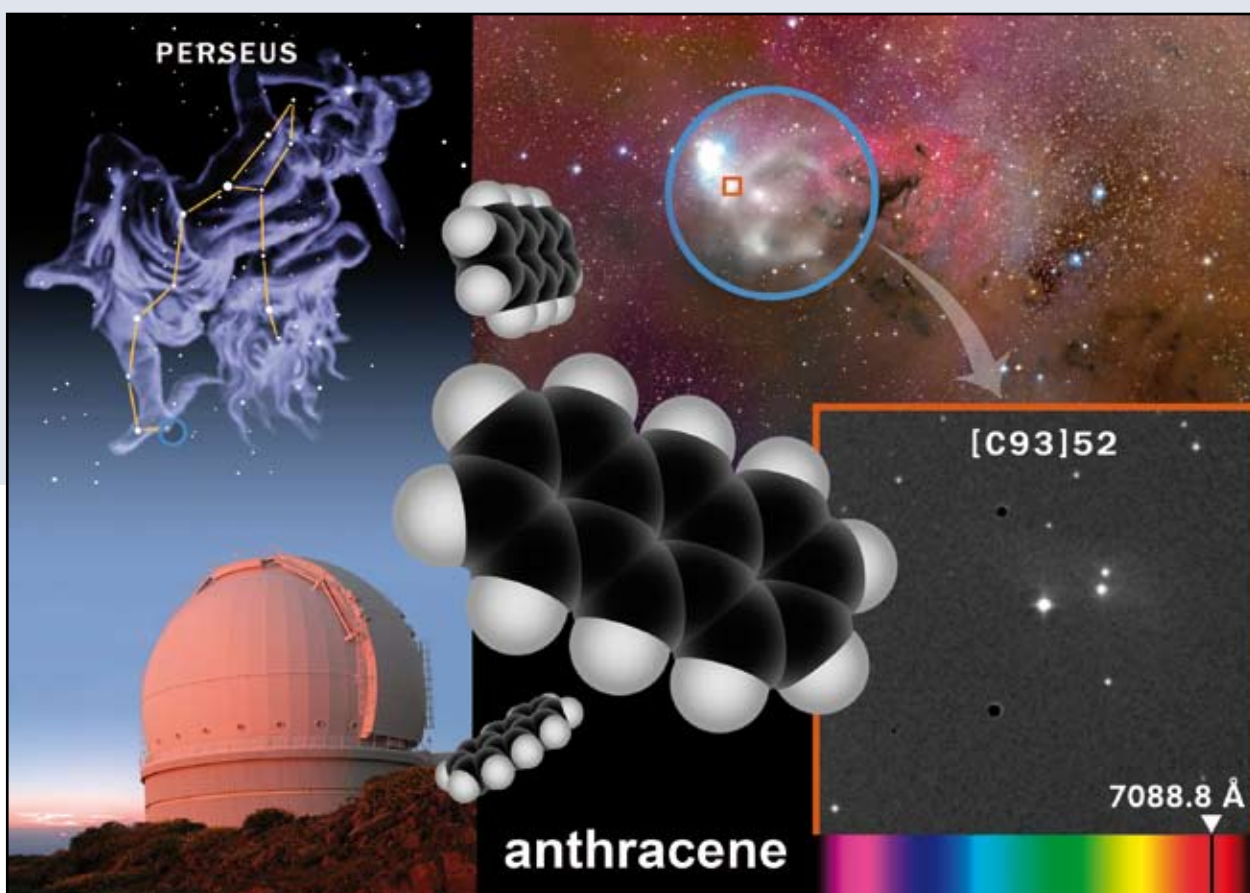
## MOLÉCULA DE ANTRACENO EN EL MEDIO INTERESTELAR

### WHT

Con los telescopios WHT y el telescopio Hobby-Eberly, en Texas, se ha identificado evidencias de la existencia de la molécula de antraceno en el medio interestelar. La molécula, que está formada por tres anillos bencénicos, ha sido identificada en nubes moleculares en la línea de visión del complejo de formación estelar de Perseo. En esa misma región se ha identificado con anterioridad otros hidrocarburos policíclicos más simples. Sometidos a radiación ultravioleta y combinados con agua y

amoníaco, estos hidrocarburos pueden producir aminoácidos y otras moléculas esenciales en el desarrollo de la vida. Su detección sugiere que buena parte de los componentes clave en la química prebiótica terrestre podrían estar presentes en el material interestelar. La Figura muestra la estructura de la molécula de antraceno superpuesta en una imagen de la región de formación estelar de Perseo.

*La estructura de la molécula de antraceno superpuesta en una imagen de la región de formación de Perseo, un diagrama de la constelación del Perseo, y un espectro de luz visible indicando la posición de la línea espectral usada en la identificación del antraceno.*



## ANTHRACENE MOLECULE IN THE INTERSTELLAR MEDIUM

### WHT

Scientists at the WHT and the Hobby-Eberly Telescope in Texas have discovered evidence of the presence of the anthracene molecule in the interstellar medium. This molecule, which contains three benzene rings, has been found in molecular clouds in the line of vision of the Perseus star forming region. Simpler polycyclic hydrocarbon molecules have previously been discovered in this same region. When exposed to ultraviolet radiation and

*The structure of the anthracene molecule superimposed on an image of the Perseus star forming region, a diagram of the Perseus constellation and a visible light spectrum showing the position of the spectral line used to identify the anthracene molecule.*

combined with water and ammonia, these hydrocarbons can form amino acids and other molecules that are needed for life to develop. Their discovery suggests that many of the key components of the earth's prebiotic chemistry may be present in the interstellar material. The image shows the structure of the anthracene molecule superimposed on an image of the Perseus star forming region.

## TOMA DE IMÁGENES DOPPLER

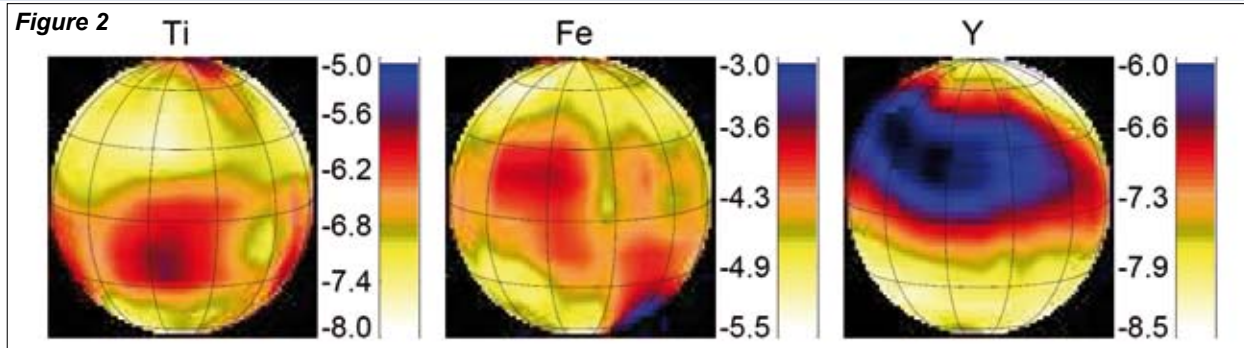
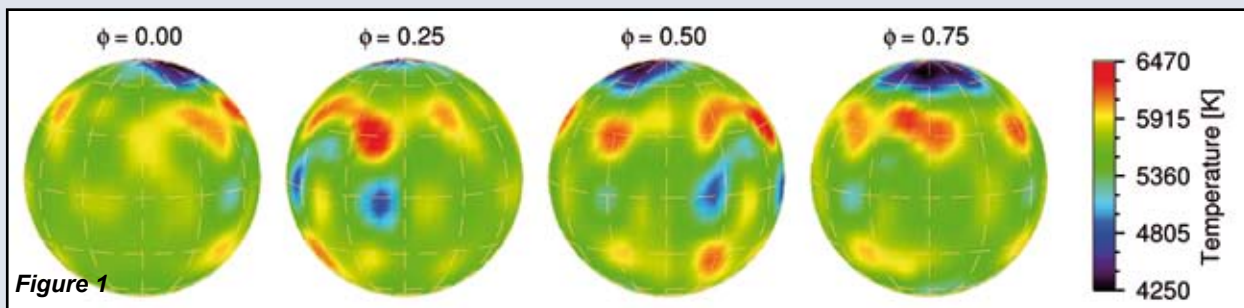
### STELLA

La gigante sola G0 31 Comae, de rápida rotación, ha supuesto un misterio debido a la ausencia de variabilidad fotométrica, a pesar de sus fuertes emisiones cromosféricas y coronales. Se ha realizado fotometría de luz blanca de alta precisión con el satélite MOST y espectroscopía óptica echelle de alta resolución con la nueva instalación robótica STELLA. Las imágenes Doppler (ver Figura

1) muestran una gran mancha polar asimétrica,  $\approx 1600$  K más fría que  $T_{\text{eff}}$ , y varias características pequeñas de baja a media latitud que son  $\approx 300\text{--}400$  K más cálidas, y que posiblemente sean de origen cromosféricas. El hecho de haber recuperado una gran mancha solar polar, a pesar de que el número de Rossby supere la unidad, y por tanto no se espera una dinamo (envoltura) eficiente,

**Figura 1: Imagen Doppler de temperatura ortográfica de 31 Com, invertida de la línea de 549,7 nm FeI. Muestra cuatro fases rotacionales. Se emplearon un total de 1.487 líneas espectrales para eliminar el ruido de la línea de 549,7 nm FeI, aplicando un procedimiento PCA que usa casi todas las órdenes echelle en el formato SES.**

**Figura 2: La distribución de elementos de la línea de 456,3 nm Ti II (izquierda), la línea de 492,39 nm Fe II (centro) y la línea de 490,01 nm Y II (derecha) tal y como se obtuvo con STELLA/SES y TLS al tiempo que se realizaban mediciones paralelas de campo magnético con el espectrógrafo SOFIN en el NOT.**



**Figure 1: Orthographic temperature Doppler image of 31 Com, inverted from the FeI 549.7-nm line. Four rotational phases are shown. A total of 1487 spectral lines were used to denoise the FeI 549.7 line by applying a PCA procedure that uses almost all echelle orders in the SES format.**

**Figure 2: The element distribution from the Ti II 456.3nm line (left), the Fe II 492.39nm line (middle), and the YII 490.01nm line (right) as obtained with STELLA/SES and TLS at the time of parallel magnetic-field measurements with the SOFIN spectrograph at the NOT.**

## DOPPLER IMAGING

### STELLA

Because of the absence of photometric variability, despite its strong chromospheric and coronal emissions, the single rapidly-rotating G0 giant 31 Comae, in the Hertzsprung-Gap, has been a puzzle. High-precision, white-light photometry has been carried out with the MOST satellite and high-resolution optical echelle spectroscopy with the new STELLA robotic facility. The Doppler images (see

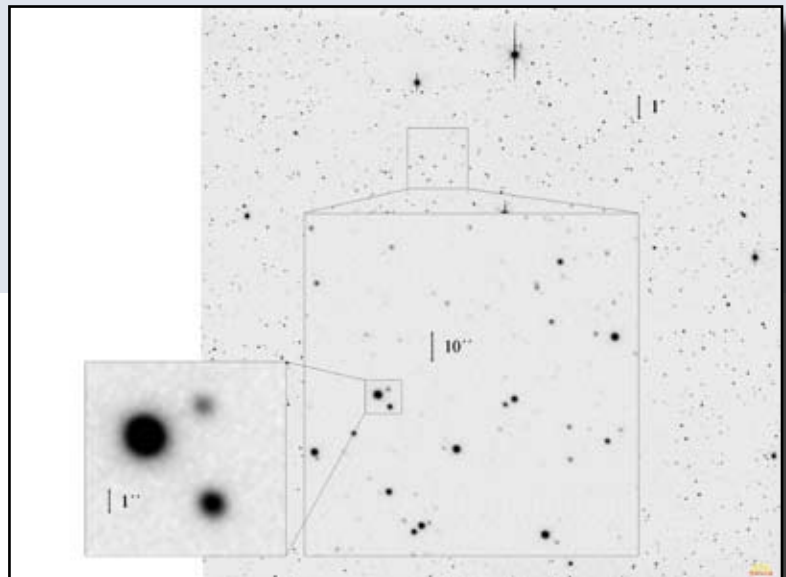
Figure 1) show a large, asymmetric polar spot, cooler than  $T_{\text{eff}}$  by  $\approx 1600$  K, and several small low-to-mid latitude features that are warmer by  $\approx 300\text{--}400$  K, which are possibly of chromospheric origin. That a big polar starspot has been recovered, despite the Rossby number being larger than unity, and thus no efficient (envelope) dynamo expected, leads to the conclusion that it is more likely that 31 Com

lleva a la conclusión de que es más probable que 31 Com albergue un campo magnético fósil predominantemente poloidal, más bien que un campo generado por dinamo.

Se ha obtenido por primera vez una imagen Doppler de la estrella primaria del grupo de HgMn en el sistema AR Aur; que es una binaria eclipsante joven tardía de tipo B y doble línea. Se aplicó un proceso de captación de imágenes Doppler para reconstruir la distribución de Fe e Y sobre la superficie de la primaria, usando series temporales espectroscópicas del STELLA-I/SES realizando un trabajo coordinado con el TLS/Coudé en Alemania y el NOT/SOFIN en La Palma. Las imágenes de la Figura 2 muestran una considerable evolución en la distribución de elementos y sobreabundancias entre 2005 y 2009.

*Un ejemplo de exposición de NGC 7092, obtenido el 5 de agosto, en la banda Sloan r. El tiempo de exposición fue de 40 seg, lo que lleva a una limitación de magnitud 21. El seeing medido fue de 1,3 segundos de arco (ver adjunto). El FOV total es de 22x22 minutos de arco.*

*An example exposure of NGC 7092 obtained on Aug 5th 2010 in the Sloan r bandpass. The exposure time was 40 sec, leading to limiting magnitude of 21 mag. The seeing was measured to be 1.3 arcsec (see insert). The total FOV is 22x22 arcmin.*



## FOTOMETRÍA DEL CÚMULO NGC7092

### STELLA

Se ha llevado a cabo la puesta a punto de STELLA-II y WiFSIP con los datos obtenidos del cúmulo abierto NGC7092. Este cúmulo de 280 millones de años formará parte del programa SOCS, el “Estudio de Cúmulos Abiertos STELLA”. El objeto de SOCS es el estudio de los periodos rotacionales y los parámetros absolutos de una muestra, cuidadosamente seleccionada, de estrellas frías de una secuencia de edad de cúmulos abiertos entre los 40 y los 4.000 millones de años. La imagen de la Figura es una exposición durante 40 seg en la banda Sloan r, obtenida en agosto en condiciones atmosféricas normales. El software SExtractor halló 7.023 fuentes más brillantes que la decimonovena magnitud de fotometría en esta imagen en particular. A fecha de noviembre de 2010, NGC752 y NGC1647 están siendo observados en modo monitorización, pero con el STA CCD parcialmente averiado.

## CLUSTER PHOTOMETRY OF NGC7092

### STELLA

Commissioning data with STELLA-II and WiFSIP were obtained with the open cluster NGC7092. This 280-Myr old cluster will be part of the SOCS program, the “STELLA Open Cluster Survey”. SOCS targets on the rotational periods and absolute parameters of a well-selected sample of cool stars from an age sequence of open clusters between 40 Myr to 4 Gyrs. The one image shown in the figure was exposed for 40 sec in the Sloan r band in August 2010 under average sky conditions. The SExtractor software found 7023 sources brighter than 19th magnitude for photometry in this particular image. As of November 2010, NGC752 and NGC1647 are being observed in monitoring mode, but with the partially malfunctioning STA CCD.

harbours a fossil predominantly poloidal magnetic field, rather than a dynamo-generated field.

A Doppler image has been obtained for the first time of the primary star of HgMn peculiarity in the system AR Aur, which is a young late B-type double-lined eclipsing binary. A Doppler Imaging procedure was applied to reconstruct the distribution of Fe and Y over the surface of the primary, using spectroscopic time series from STELLA-I/SES in a concerted effort with TLS/Coudé in Germany and NOT/SOFIN on La Palma. The images in Figure 2 show a remarkable evolution of the element distribution and overabundances between 2005 and 2009.

## POLARIMETRÍA DE LAS AURORAS DE MERCURIO: UN AVANCE FUNDAMENTAL PARA LA MEDIDA DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE MERCURIO

### THEMIS

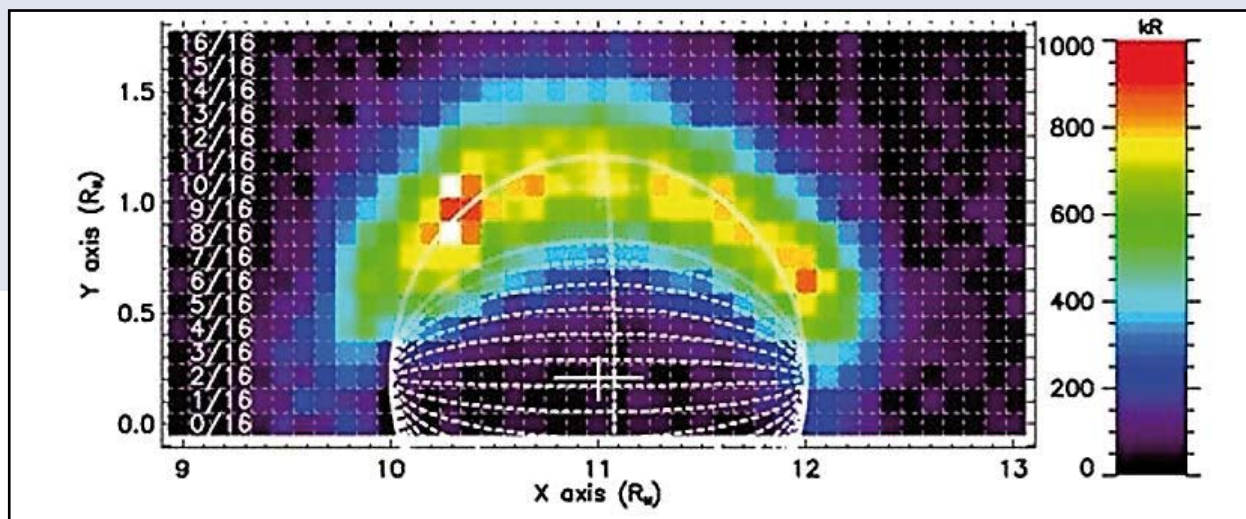
THEMIS ha conseguido un gran avance en su objetivo de medir los campos magnéticos del planeta Mercurio: la primera medida de la polarización lineal en las líneas de Na emitidas por la exosfera de Mercurio.

Este telescopio solar puede observar Mercurio a lo largo de todo el día, permitiendo así el estudio de la variabilidad de su exosfera, muy sensible a las condiciones del viento solar. La luz emitida no es

sino luz solar dispersada por los átomos de Na de la exosfera y, como en todo fenómeno dispersivo, está polarizada. La cantidad de polarización depende de las posiciones respectivas del Sol, la Tierra y Mercurio, pero también del campo magnético del planeta que modifica el estado cuántico de los átomos de Na.

Para medir la polarización de esa luz, los instrumentos de THEMIS tienen que enfrentarse a los bajos flujos luminosos recibidos comparados con la luz del cercano sol, o la de nuestro cielo azul diurno. Al ser una emisión desde un átomo muy frío, también se requiere una alta resolución espectral para discernir la polarización de la línea de aquella luz reflejada en

*Observaciones de la exosfera de Mercurio por THEMIS, plasmado como mapa de la emisión de sodio*



## POLARIMETRY OF THE AURORAS OF MERCURY: A CRITICAL STEP TOWARDS MAPPING MERCURY'S MAGNETIC FIELD

### THEMIS

THEMIS has made a huge leap forward in its goal to measure the magnetic field of the planet Mercury by obtaining the first ever measurement of linear polarization in its exosphere's Na emission lines.

This solar telescope can observe Mercury all day long. This facilitates the study of the variability of its exosphere, which is highly dependent on the conditions of the solar wind. The light detected is actually solar light scattered by the atoms of Na in the exosphere and, as with any scattering process, the reemitted light should be polarized. The amount of polarization depends on the relative positions of the

*THEMIS observation of Mercury's exosphere (map of sodium emission).*

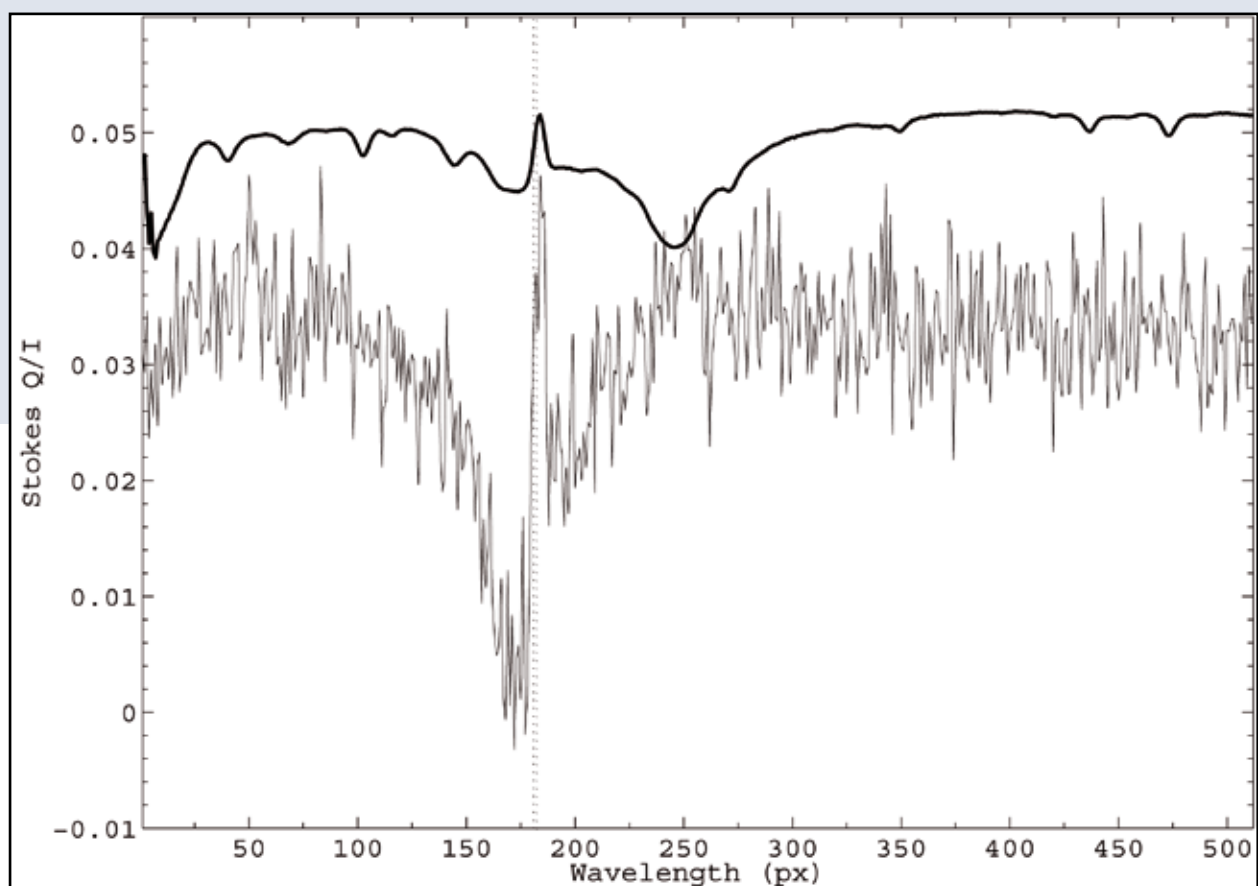
Sun, Mercury and the Earth, but also on the magnetic field of the planet which modifies the quantum state of the Na atoms.

To measure the polarization in this scattered light, THEMIS instruments had to cope with the extremely low amounts of light arriving compared to the scattered light of the nearby Sun, and the light scattered by our Earth's atmosphere. Since the re-emission occurs at very low temperatures, a high spectral resolution was also required to isolate the polarization of the emitted light from that of the solar light reflected on the surface of Mercury. The perfect

la superficie de Mercurio. Una perfecta manipulación del espectrógrafo y del polarímetro y un cuidadoso estudio de todas las fuentes de señales espurias durante 3 años han concluido con este éxito: la medida de la polarización predicha en la exosfera de Mercurio.

En THEMIS se plantea ya el siguiente desafío: detectar las variaciones espaciales y temporales de esta polarización, variaciones que son la señal del campo magnético del planeta. Los primeros ensayos de medida tendrán lugar coincidiendo con la entrada en la órbita de Mercurio de la sonda Messenger de la NASA, en el segundo semestre de 2011.

*El espectro de la luz emitida se muestra en la figura, con un trazo más grueso. En la misma figura, el trazo fino muestra la amplitud de la polarización lineal en función de la longitud de onda. Indicada en posición con líneas verticales discontinuas, el pico de emisión de los átomos de Na y su polarización.*



control of the spectrograph and the polarimeter instruments and a careful handling of all sources of spurious signals during 3 years have finally led to this first: a measurement of the predicted polarization on Mercury's exosphere.

*The spectrum of the map of light is shown as the thick line. The thin line presents the amplitude of linear polarization measured as a function of wavelength. The emission peak of the Na atoms in the exosphere and its polarization is indicated with vertical dashed lines.*

THEMIS moves now to the next step: detecting the spatial and temporal variations of this polarization that are the signature of the magnetic field of the planet. First attempts to map the magnetic field will be made coinciding with the entry in Mercury's orbit of NASA's Messenger space probe, in the second half of 2011.





# NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS

## CONTENIDO

SST	42
THEMIS	44
DOT	46
IAC80	48
TCS	49
WHT	50
GONG	51
QUIJOTE	52
SuperWASP	54
MERCATOR	56

## CONTENTS

SST	42
THEMIS	44
DOT	46
IAC80	48
TCS	49
WHT	50
GONG	51
QUIJOTE	52
SuperWASP	54
MERCATOR	56

# NEW TELESCOPES AND IMPROVEMENTS

## ADQUISICIÓN DE DATOS EN TIEMPO REAL Y SISTEMA DE CONTROL DEL INSTRUMENTO

### TELESCOPIO SOLAR SUECO

En el SST se ha desarrollado e instalado un software completamente nuevo para la adquisición de datos y control del instrumento

El nuevo sistema sustituye a una colección de viejos programas que no daban abasto para manejar las cámaras rápidas que se instalaron en los últimos años, con sus altos ritmos de toma de datos. Además, en los últimos años había aumentado la complejidad de los instrumentos post-foco en el SST, exigiendo la sincronización de diferentes dispositivos y la propagación de cambios de estado de un dispositivo a otro. El resultado fue la pérdida ocasional y mal etiquetado de los datos así como un incómodo mantenimiento del software.

El nuevo sistema se ha diseñado para tener control centralizado sobre todas las operaciones del sistema relacionadas con cámaras, obturadores, filtros, etc..., así como etiquetado y almacenamiento de datos.

Una parte crucial en el diseño es la separación de operaciones complejas que requieren mucho tiempo de ejecución, tales como la organización de datos e interacción con el usuario, de la parte de control del sistema que es muy crítica en el tiempo. Mientras que el diseño es modular, todos los dispositivos actúan bajo el estricto control de la unidad central. Esta parte del sistema está construida en Linux en tiempo real, reduciendo las esperas de tiempo por debajo del régimen del microsegundo.

La manipulación de datos y operaciones en los dispositivos son todas controladas por un servidor central que puede transferir los datos en un formato de fácil manejo a las estructuras que permiten su ejecución en tiempo real. La interface gráfica de usuario se conecta externamente y solo proporciona una interpretación visual de las estructuras de control. Transfiere todas las manipulaciones del usuario al servidor para su compilación y ejecución.

## REAL-TIME DATA ACQUISITION AND INSTRUMENT CONTROL SYSTEM

### SWEDISH SOLAR TELESCOPE

A completely new, in-house developed, software for data acquisition and instrument control has been installed at the SST.

The new system replaces a patchwork of old programs, which could not quite cope with the high data rates of the fast cameras installed during the last few years. In addition, over the last few years, the complexity of the post-focus instruments of the SST had increased, demanding the synchronization of different devices and propagation of changes of state from one device to another. The result was occasional loss and mislabelling of data and cumbersome software management.

The new system is designed to have centralized control over all system operations involving cameras, shutters, filters, etc., as well as data labelling and storage. Crucial to the design is the separation of complex and time consuming operations, such as data organization and user interfacing, from the time-critical control part of the system. While the design is modular, all devices operate under strict control of a central unit. This part of the system is built on

real-time Linux, bringing timing latencies down to the microsecond regime.

Data manipulation and device operations are all controlled by a central server, which maps user friendly input to execution-ready structures for the real-time part. The graphical user interface connects externally and only provides a visual interpretation of the control structures. It relays all user manipulations to the server for parsing and execution. The initial configuration is read from a database, providing a starting point for the user to specify changes of observing sequences as desired.

The physical camera devices are managed by separate camera servers that are configured to control a specific type of camera as configured in the database. The main link to the camera servers is a network link, but in addition there is a 1MHz serial link connecting the camera servers and a special purpose real-time numbering device in the sequencer, and a trigger line connected directly to the camera or to the frame grabber board connected to the camera.

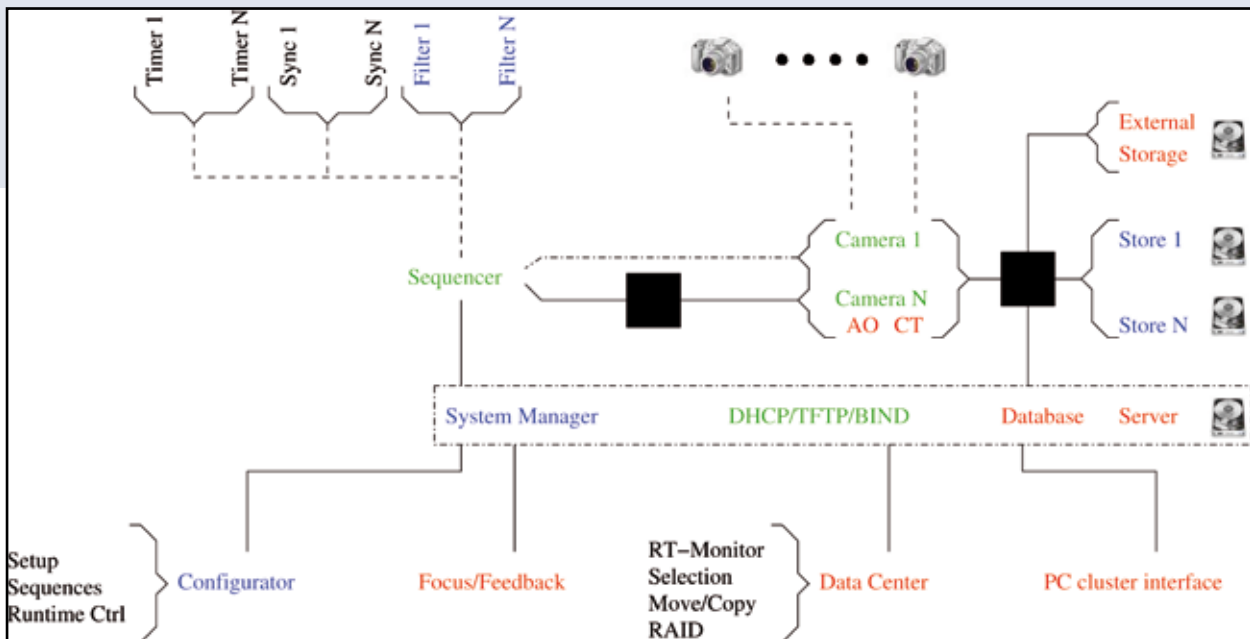
La configuración inicial se lee en una base de datos, proporcionando un punto de partida para que el usuario especifique los cambios que desee en las secuencias de observación.

Los dispositivos físicos de cámara son gestionados por diferentes servidores de cámara configurados para el control de un tipo particular de cámara según está especificado en la base de datos. El principal enlace con los servidores de cámara es un enlace de red, pero además hay un enlace en serie operando a 1MHz que conecta los servidores de cámara y un dispositivo en el secuenciador especialmente dedicado a la numeración en tiempo real, y una línea de disparo conectada directamente a la cámara o la tarjeta "frame grabber" conectada a la cámara.

Durante la adquisición de datos, la información sobre el estado actual del sistema se agrupa con el número en tiempo real formando un paquete de información que es emparejado, en el servidor de cámara, con la imagen a la que se refiere dicha información. A continuación se realiza el etiquetado de la imagen y cualquier otra instrucción de post-procesado.

Los datos se almacenan mediante un enlace de red en servidores de almacenamiento con una capacidad total de 45 TB. Al final del día los observadores transfieren los datos a sus medios de almacenamiento o directamente a su Instituto de origen mediante internet. Finalmente los servidores de almacenamiento se vacían dejando el sistema preparado para un nuevo día de observaciones. Un esquema del sistema se muestra en la Figura.

**Dibujo esquemático del sistema. Las líneas continuas representan enlaces de red ordinarios; las líneas discontinuas son enlaces a equipos externos y son operados en tiempo real.**



**Schematic drawing of the system. Solid lines are ordinary network links, dashed lines are dedicated hardware specific links, operated in real-time.**

During acquisition, the current system state information is packed in a frame-info message together with the real-time number. This is matched in the camera server to the frame to which it applies, after which the frame labelling and any other post-processing instructions are applied.

The data is stored over a network link on storage servers with a total capacity of 45 TB. At the end of the day, the observers transfer the data to their own media or directly to their home institute over the internet. Finally, the storage servers are emptied, making the system ready for a new day of observations. A schematic layout of the system is given in Figure.

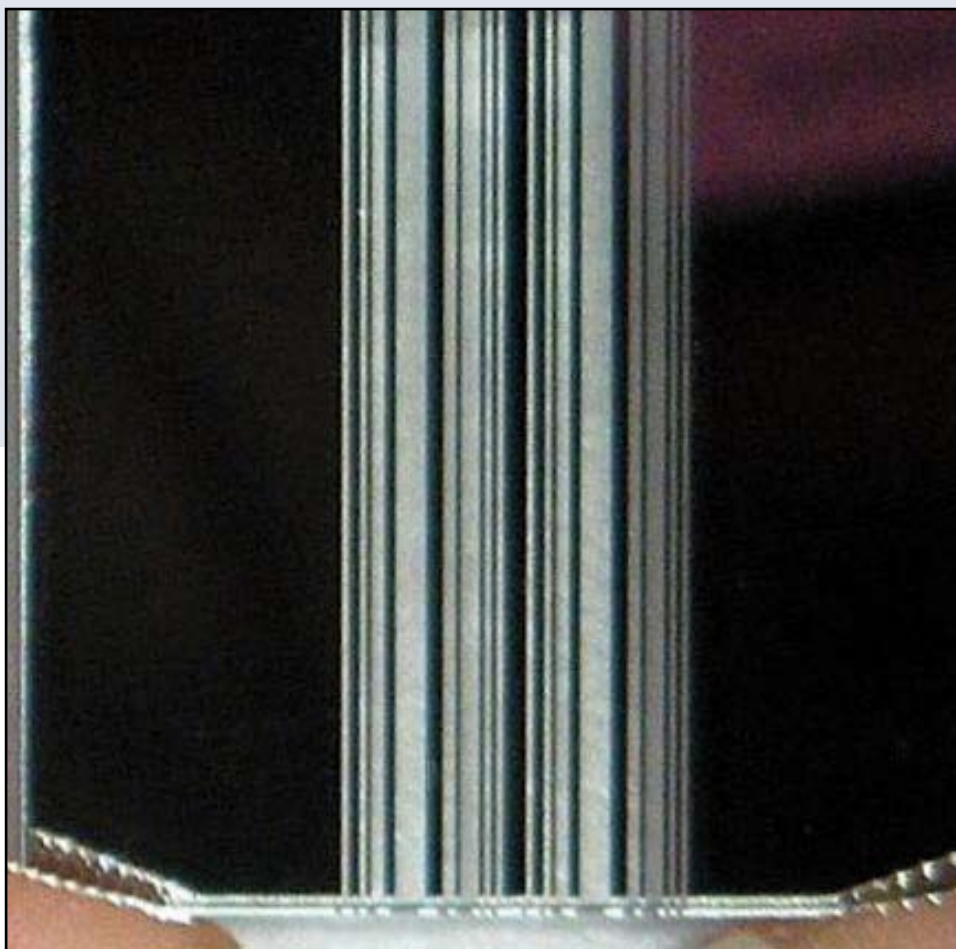
## MULTIPLEXADO ESPECTRAL PARA EL NUEVO ESPECTRÓGRAFO TRI-DIMENSIONAL

### THEMIS

El equipo de operación ha desarrollado un nuevo aparato de espectroimagenaría que, conservando las ventajas de los clásicos espectrógrafos de red, proporciona imágenes monocromáticas. La información contenida en los espectros unidimensionales no basta en la investigación solar puntera. Se requiere observar el espectro en toda una región simultáneamente y con cadencia suficiente para seguir la dinámica del plasma solar. Con este objetivo, el equipo de THEMIS ha desarrollado su instrumentación y en 2010 se ha implementado con

éxito el multiplexado espectral en su instrumento de espectroimagenaría TUNIS.

TUNIS es un espectrógrafo de doble paso sin rendija de entrada. Una rendija espectral selecciona 30mA del espectro en cada punto de la imagen solar, antes de reconstruir ópticamente la imagen en el segundo paso. Esta imagen está hecha con canales de 30mA del espectro. Obtener el espectro completo requiere un barrido de longitudes de onda. Evitar ese barrido es el objetivo del multiplexado espectral en TUNIS. Varias rendijas espectrales (31 en el prototipo) se colocan siguiendo un patrón en longitudes de onda que garantiza ciertas propiedades matemáticas de gran utilidad para el demultiplexado. Con tales rendijas se miden en cada punto de la



*Las 31 rendijas del prototipo de multiplexado espectral de TUNIS.*

*The 31 slits of the first multiplexing prototype for TUNIS.*

## SPECTRAL MULTIPLEXING TESTED IN A NEW 3-DIMENSIONAL SPECTROGRAPH

### THEMIS

The THEMIS staff has been developing a new spectroimaging device that retains the advantages of the classical grating spectrographs, while providing series of monochromatic images. The information provided by one-dimensional spectra is no longer sufficient for cutting-edge solar research, and users now require access to the full spectra over images

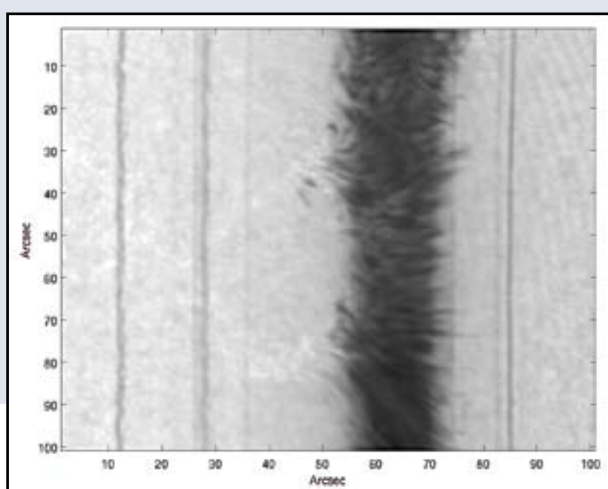
taken simultaneously in all points of the field, hopefully with a temporal cadence high enough to follow up the dynamics of the solar plasma. With this goal in mind the THEMIS team has been developing its instrumentation, and during 2010 successfully tested spectral multiplexing for its spectroimaging instrument TUNIS.

TUNIS is a double-pass spectrograph with no entrance slit. A spectral slit selects 30mA of the spectra of every point of the field, and the image is optically reconstructed after the second pass. The

imagen no uno sino 31 canales del espectro, cada uno de 30mÅ, superpuestos. El demultiplexado, realizado por software sobre los datos, recupera la intensidad de cada uno de los segmentos espectrales individualmente y eso para cada punto de la imagen.

No solo los espectros se miden simultáneamente en toda la imagen, sino que las 31 rendijas multiplican el flujo de luz unas 17 veces, lo que redundará en la calidad de imagen, gracias a los tiempos de exposición más cortos. Este nuevo modo instrumental se ofrece ya a los astrónomos de THEMIS en 2011.

***Imagen de la fotosfera del sol en calma, observada en torno a la línea H $\alpha$ , mostrando una de las capas de longitud de onda demultiplexada.***



***Quiet Sun photosphere observed in the H $\alpha$  spectral region: The picture shows one of the “slices” in the image’s wavelength after demultiplexing.***

resulting image is hence made of a piece of spectrum 30mÅ wide. To reconstruct the full spectrum, a scan in wavelength was required. To avoid this scanning process, spectral multiplexing has been implemented in TUNIS. Several slits (31 in the first prototype) have been opened. They are distributed following a particular optical pattern in wavelength that ensures some useful mathematical properties needed for de-multiplexing purposes. With such a setup, not one but 31 pieces of 30mÅ are superimposed and measured simultaneously. After the de-multiplexing operation is made by software, the full spectrum, observed simultaneously, is recovered at all the points in the image.

Not only that spectra are measured simultaneously in all points of the image, but the 31 slits result in a 17-fold increase in the detected light, making for shorter exposures in benefit of image quality. This new instrumental mode is open to THEMIS users starting in 2011.

## PELÍCULAS EN MOSAICO DE CAMPO AMPLIO Y ALTA RESOLUCIÓN

### TELESCOPIO ÓPTICO HOLANÉS

Las películas con un campo de visión superior a lo normal para los telescopios de alta resolución ofrecen una mejor comprensión de los procesos que tienen lugar en el Sol, como pueden ser el desarrollo de filamentos y regiones activas y sus posibles interacciones. Al surgir nuevas regiones activas, éstas pueden influir su propio entorno hasta el punto de provocar la erupción de un filamento cercano.

Un método para formar campos de visión amplios es formar un mosaico de varios campos, que son captados a gran velocidad sucesivamente mediante un telescopio rápido que se va enfocando de campo en campo. A lo largo de la última temporada se programó uno de dichos ciclos de enfoque automático. Después, el observador puede marcar con el ratón el campo total deseado en la imagen completa del Sol que ofrece el telescopio-guía. El telescopio-guía está equipado con un filtro H-alfa y un contraste de imagen electrónicamente mejorado para obtener una buena visibilidad de los filamentos y prominencias. El número y posiciones de los subcampos se calculan automáticamente y se representan mediante un conjunto de puntos luminosos que indican el centro de los subcampos dentro del rectángulo que marca el campo total en la pantalla del ordenador con

## LARGE-FIELD HIGH-RESOLUTION MOSAIC MOVIES

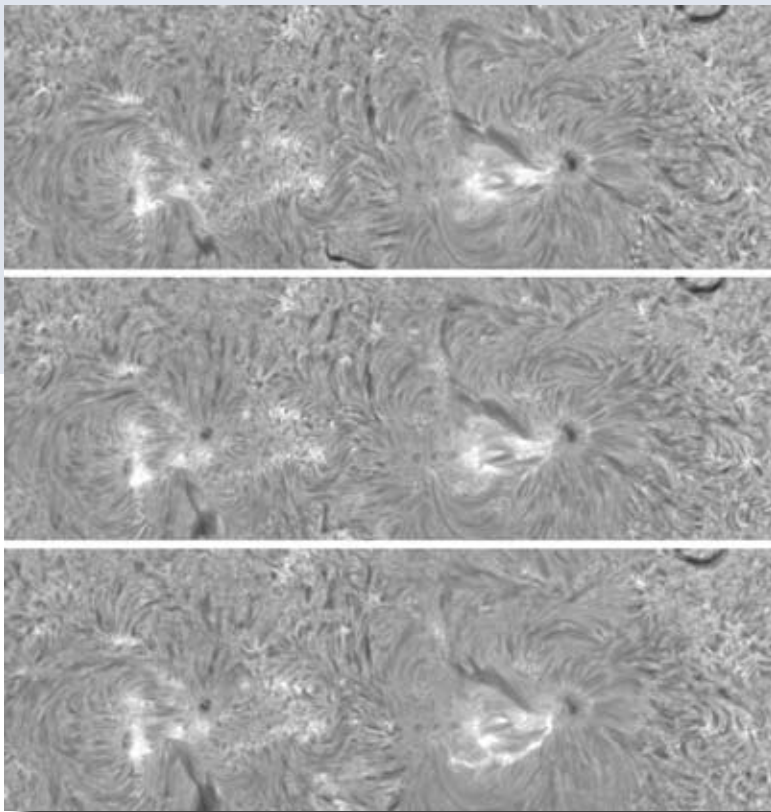
### DUTCH OPTICAL TELESCOPE

Movies with fields of view larger than normal for high-resolution telescopes will give a better understanding of processes on the Sun, such as filament and active-region developments and their possible interactions. New active regions can influence, by their emergence, their environment to the extent of possibly serving as an igniter of the eruption of a nearby filament.

A method for the formation of large fields of view is the junction to a mosaic of several fields, which are taken quickly after each other by fast telescope pointing from field to field. Such a pointing cycle was automated during the last season. Now the observer can draw with the computer mouse the desired total field in the guider-telescope image of the whole Sun. The guider telescope is equipped with an H-alpha filter and electronic enhancement of contrast in the image for good visibility of filaments and prominences. The number and positions of the subfields are calculated automatically and represented by an array of bright points indicating the subfield centres inside the drawn rectangle of the total field on the computer screen with the whole-sun image. When the exposures start the telescope repeats automatically the sequence

**Figura 1:** El 13 de noviembre de 2010 se grabaron películas en mosaico a lo largo de varias horas en condiciones de excelente calidad astronómica. Aquí se muestran tres imágenes en mosaico sucesivas de una película en el centro de la línea H-alfa (656,28 nm). Cada mosaico está compuesto por 12 imágenes, 6 en dirección horizontal y 6 en vertical. El campo del mosaico es de 480x165 arcsec. La línea H-alfa se muestreó en 7 posiciones espectrales, en el centro de la línea y en 3 posiciones alternadas la zona roja y de la azul. Aquí sólo se muestra el centro de la línea. Se realizaron 20 exposiciones breves en cada posición espectral. Se realizaron  $7 \times 20 = 140$  exposiciones estrictamente simultáneas en el continuo rojo cercano y otros canales, en este caso la banda G, el continuo azul y la línea H de calcio. Las imágenes del continuo rojo se usarán en la reconstrucción speckle de Keller-Von der Lüche de las imágenes H-alpha, de las que se obtendrán imágenes con una resolución limitada a la

difracción, 0,3 arcsec. Este proceso consume mucho tiempo de ordenador en el caso de las películas y aún no ha sido realizado. La selección de imágenes aquí mostradas son las mejores de cada una de las muestras de 20 imágenes. Se tarda 30 segundos en realizar las 140 exposiciones por cada posición de campo. El telescopio tarda 3 seg en reposicionarse. Por lo tanto, en este caso la duración del ciclo por cada sub-imagen es de 33 seg y el ciclo del mosaico dura  $12 \times 33,0 = 396$  seg. La imagen superior es la primera y la inferior es la última de las tres imágenes sucesivas tomadas durante la tarde, alrededor de las 16 h. La imagen inferior muestra en el lado derecho del centro de la imagen, debajo a la izquierda del punto, un canal muy iluminado (fulguraciones). Este canal brillante no está presente en los mosaicos anteriores. En la imagen del medio sólo se percibe una leve luminosidad a lo largo de dicho canal. El contraste de las estructuras en el campo que rodea la zona brillante es aparentemente menor en el mosaico inferior que en los otros dos mosaicos



superiores, porque el programa con el que se representan los mosaicos en la pantalla posee una adaptación de contraste automática que permite mostrar claramente todos los contrastes de los datos de la pantalla.

red continuum images will be used for Keller-Von der Lüche speckle reconstruction of the H-alpha images, which will lead to images with the diffraction limited resolution, 0.3 arc sec. This process is computer-time consuming for movies and has not yet been carried out. The frame-selected images that are shown here are the best of each sample of 20 images. The time required for the 140 exposures per field position is 30 seconds. The repositioning time of the telescope is 3 sec. Hence, cycle time per sub image in this case is 33 sec and mosaic cycle time is

$12 \times 33 = 396$  sec. The top image is the earliest and the bottom image the latest of the three successive images taken in the afternoon around 16 hours. The bottom image shows on the right side of image centre, bottom left of the spot, a channel, which is heavy brightening (flaring). This bright channel is not present in the preceding mosaics. In the middle image, there is only some weak brightening present along this channel. The contrast of the structures in the field around the brightening is seemingly lower in the bottom mosaic than in the two mosaics above, because the program for representing the mosaics on the screen has an automatic contrast adaptation so that it can show clearly all contrasts of the data on the screen.

**Figure 1:** Mosaic movies over many hours with good seeing were taken on November 13, 2010. Three successive mosaic images of a movie in H-alpha line centre (656.28 nm) are shown here. Each mosaic consists of 12 images, 6 in the horizontal and 2 in the vertical directions. The mosaic field is 480x165 arc sec. The H-alpha line was sampled in 7 spectral positions, line centre and alternating in 3 positions of the red and blue line wing. Only the line centre is shown here. In each spectral position, 20 short exposures were made. Strictly simultaneously, there were  $7 \times 20 = 140$  exposures in the nearby red continuum and other channels, in this case the G-band, blue continuum and Calcium H line. The

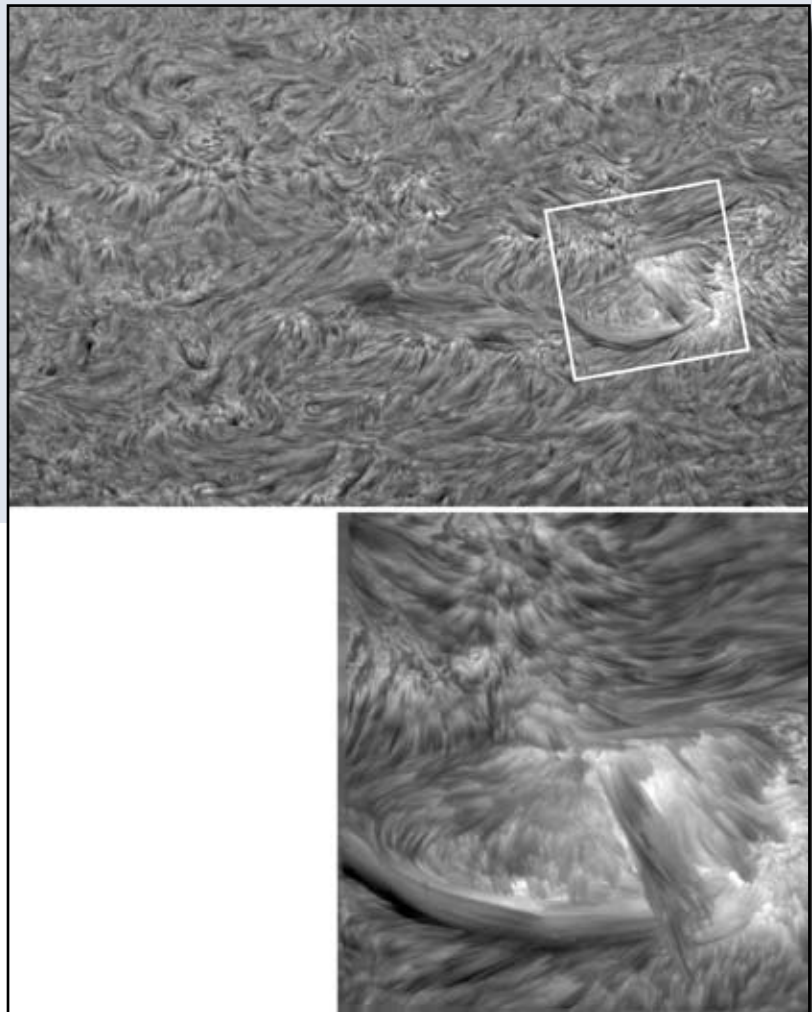
la imagen completadel Sol. A continuación, se pueden iniciar las exposiciones y el telescopio repite automáticamente la secuencia de los subcampos. También se programa la producción automática de imágenes fijas, incluyendo el desenfocado y el movimiento rápido sobre el disco solar del campo de imagen.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un mosaico con 12 subcampos. La cadencia temporal de la película en forma de mosaico depende del número

de subcampos. La ciencia podrá beneficiarse en el futuro de la combinación del SST, con su mayor resolución espacial posible en alta cadencia temporal de una película mono-campo, con el campo de gran tamaño de las películas en mosaico del DOT; véase la Figura 2.

Una de las principales ventajas de las observaciones combinadas del SST y el DOT es que estos dos telescopios vecinos disfrutan simultáneamente de periodos de excelente calidad astronómica.

**Figura 2: El DOT observó un filamento de región activa, mosaico en el panel superior, y el SST, la imagen de resolución superior en el panel inferior. Cuando se captaron estas imágenes aún no se había implementado el programa de películas en mosaico automáticas. El mosaico en el panel superior fue hecho a mano y con reconstrucción speckle. Está compuesto por  $5 \times 2 = 10$  subcampos y mide  $260 \times 148$  arcsec. El rectángulo blanco muestra la posición aproximada del campo de visión del SST, que es de unos  $56 \times 56$  arcsec. La imagen en mosaico muestra el canal completo del filamento y el contexto del mismo.**



**Figure 2: An active region filament was observed by the DOT, mosaic in top panel, and the SST, highest-resolution image in the bottom panel. At this time the automatic mosaic movie program had not yet been implemented. The mosaic in the top panel was made by hand and is speckle reconstructed. It consists of  $5 \times 2 = 10$  subfields and measures  $260 \times 148$  arc sec. The white rectangle shows the approximate position of the SST's field of view, which is about  $56 \times 56$  arc sec. The mosaic image shows the complete filament channel and the context of this filament.**

of the subfields. Automatic production of flats is also programmed, including defocusing and fast motion over the solar disk of the image field.

An example of mosaics of 12 subfields is shown in Figure 1. The time cadence of the mosaic movie depends on the number of subfields. Future science can be benefited by the combination of the highest

possible spatial resolution of the SST in high time cadence of a single-field movie, with the very large field of the DOT mosaic movies, see Figure 2.

A major advantage of combined SST and DOT observations is that the two neighbouring telescopes enjoy good seeing simultaneously.

## CAMELOT

### IAC80

En lo que respecta a los datos de CAMELOT, la CCD del IAC80, hay dos novedades muy importantes. La primera es el desarrollo de una pipeline de reducción automática de los datos, corrigiéndolos de bias y de flat-field. La segunda es la aplicación de un programa para incluir la astrometría de las imágenes en sus cabeceras. Ambos programas se están ejecutando cada noche, de manera que los astrónomos - tanto los presenciales como los que requieren observaciones de servicio - se llevan los datos reducidos y con su astrometría. Todos

estos avances hacen que los datos de CAMELOT puedan mandarse al Observatorio Virtual, (OV) con quien se está colaborando desde hace ya tiempo. El esfuerzo para adaptarse a sus estándares ha sido grande, pero ha finalizado con éxito. Además de los datos, las características de los filtros del IAC estarán en una base de datos del OV. Finalmente, se ha comenzado a sistematizar la caracterización de CAMELOT mediante el uso de un script automático, lo que ayudará a conocer en todo momento el estado del sistema.

*El Telescopio Carlos Sánchez está a la derecha con el IAC80 detrás a la izquierda.*



*The Carlos Sánchez Telescope is on the right in the foreground with the IAC80 in the background on the left.*

## CAMELOT

### IAC 80

The IAC 80's CCD, CAMELOT, delivers two significant advances in data processing. First, it has an automatic data reduction pipeline to correct for bias and flat-field. Second, it has software to add astrometric data to its headers. These two programmes run every night so that the astronomers - whether they are on site or requesting service observations - receive reduced data together with the related astrometric readings. Data from CAMELOT can therefore be sent to the Virtual Observatory (VO),

which we have been collaborating with for some time. Adapting to the VO's standards has been hard work, but has now been successfully completed. Information about the properties of IAC filters will be held in the VO's database together with the data. Work has also begun on characterising CAMELOT using an automatic script and this will help to make information about the status of the system available at any given moment.

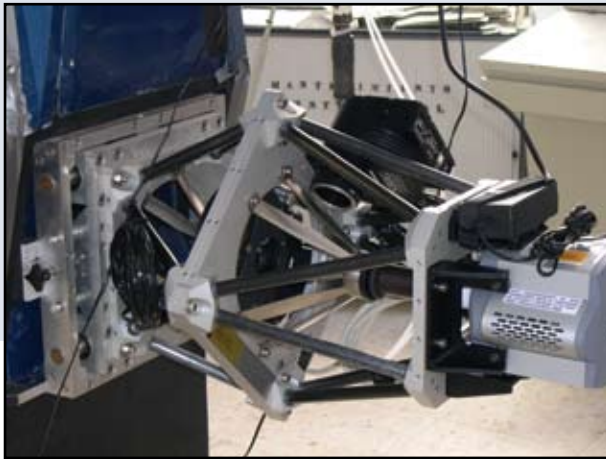


## FastCam

### TELESCOPIO CARLOS SÁNCHEZ

FastCam, en su versión del TCS, ha tenido dos desarrollos destacables durante 2010. El primero es la llegada, integración, pruebas e instalación definitiva de la nueva optomecánica (ver Figura 1). Esta optomecánica ha aportado robustez y precisión al instrumento, que tiene ya su configuración cuasi-definitiva. El segundo desarrollo ha sido la nueva versión de la interfaz de usuario, totalmente renovada, mucho más útil, versátil e intuitiva. A estas modificaciones hay que añadir la incorporación de una refrigeración adicional con ciclo cerrado para disminuir aún más la temperatura y estabilizarla.

**Figura 1: FastCam con la nueva optomecánica instalados en el TCS.**



**Figure 1: FastCam with the new optomechanical system installed in the TCS version.**

## FastCam

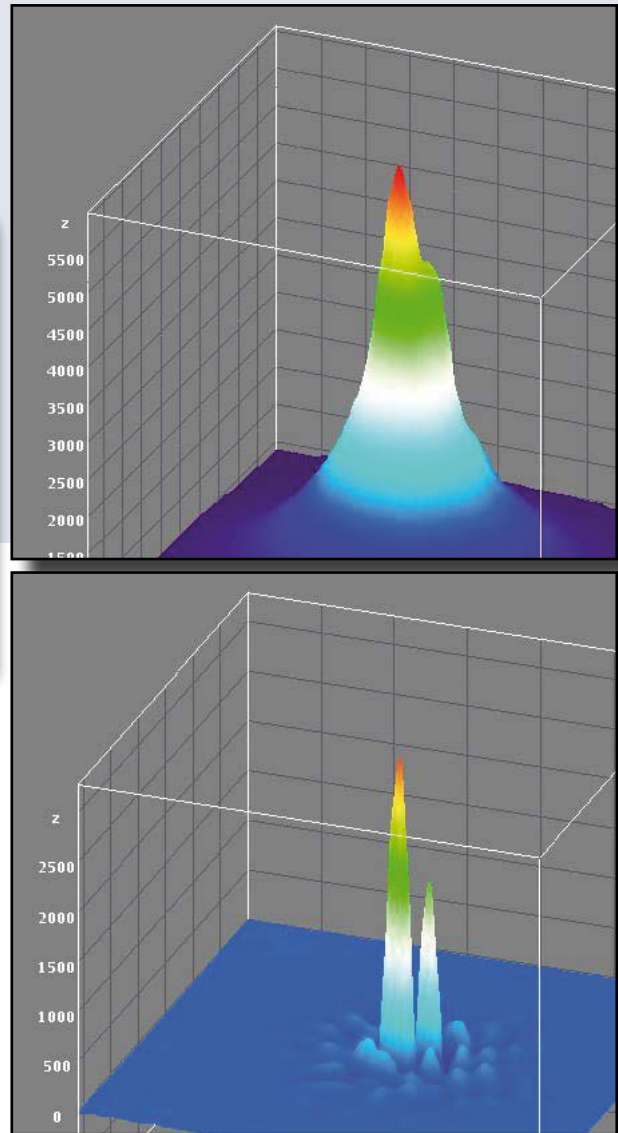
### THE CARLOS SÁNCHEZ TELESCOPE

FastCam, in its TCS version, underwent two notable developments in 2010. The first was the arrival, assembly, commissioning and fitting of the new optomechanical system (see Figure 1). The optomechanics system brought durability and improved accuracy to the instrument, which is now in near-final configuration. The second development was a new version of the user interface, which was completely overhauled to make it much more user friendly, flexible and intuitive. FastCam was also fitted with additional closed circuit refrigeration to keep it cooler and more stable.

Improvements were also made in data processing, with assistance from the UPCT (Technical University of Cartagena, Spain). These included new data reduction routines, designed in the ImageJ

environment, which use wavelets to minimise the wings of stars, detect objects that are very closed and improve the accuracy of information about the centroids of objects.

**Figura 2: Ejemplo del uso de los nuevos algoritmos para la reducción de los datos de FastCam: resolución de un sistema binario antes y después de usar el algoritmo.**



**Figure 2: Example of the use of new algorithms to reduce FastCam data; the resolution of a binary system before and after of using the algorithm.**

environment, which use wavelets to minimise the wings of stars, detect objects that are very closed and improve the accuracy of information about the centroids of objects.

## CANARY

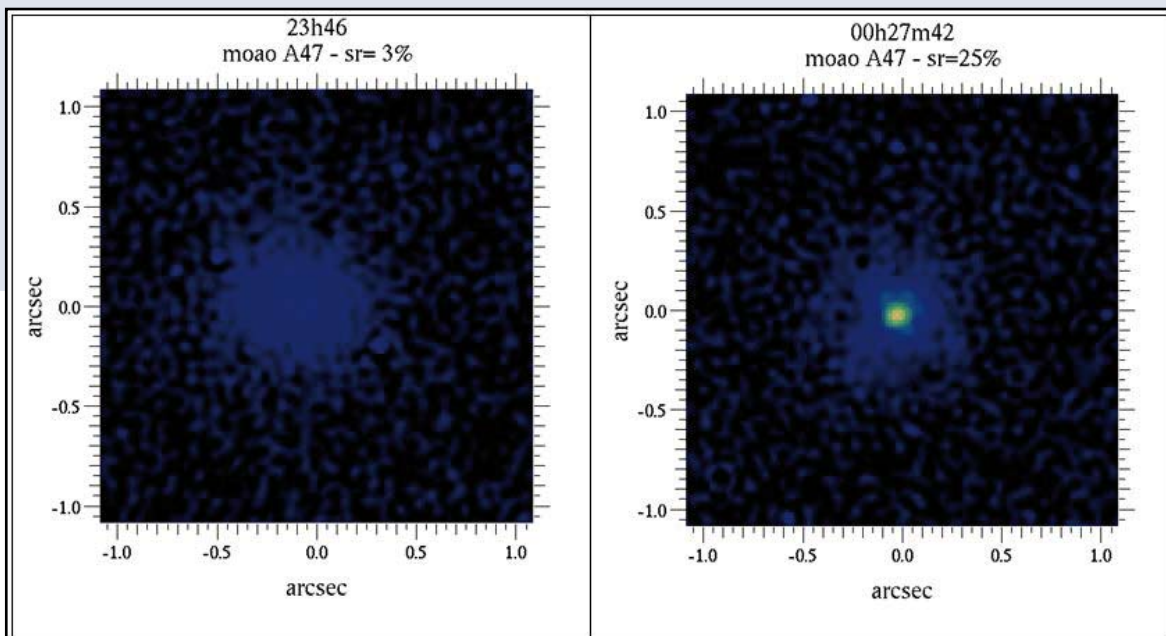
### TELESCOPIO WILLIAM HERSCHEL

El WHT sigue usándose como plataforma para realizar prototipos y ensayos de tecnologías que permitirán desarrollar futuras técnicas de observación. Esto es especialmente importante en el caso de aquellas tecnologías que serán necesarias para el futuro Telescopio Europeo Gigante (E-ELT). En septiembre de 2010, el WHT albergó las primeras pruebas en cielo de CANARY, un sistema dedicado a comprobar los principios e implementación práctica de las ópticas adaptativas multiobjeto (MOAO). CANARY emplea tres sensores de frente de onda sobre tres estrellas guía fuera de eje para computar mediante tomografía la turbulencia atmosférica que sufre el objetivo científico situado en eje. Un espejo deformable de lazo abierto aplica una compensación a tiempo real al objetivo en eje. El análisis de los resultados obtenidos en cielo en septiembre

muestra que los resultados de las MOAO son tan buenos como los de las ópticas adaptativas convencionales.

La imagen de la izquierda muestra una estrella sin corrección, mientras que la imagen de la derecha muestra la misma estrella fotografiada con la corrección MOAO, gracias a ello se recupera el límite de difracción del WHT. CANARY es un proyecto desarrollado por un equipo dirigido por científicos de Durham, Edimburgo y Marsella. Esta demostración allana el camino de EAGLE, un instrumento complejo que proporcionará una toma de imágenes de alta definición para estudiar simultáneamente hasta 20 galaxias del universo temprano, separadas hasta 5 arcmin, usando el futuro E-ELT.

**La imagen de la izquierda muestra una estrella a longitudes de onda cercanas al infrarrojo (1,6 micrones) tal y como la capta el telescopio. La imagen de la derecha muestra la misma estrella, tomada 42 minutos después a través de CANARY.**



## CANARY

### WILLIAM HERSCHEL TELESCOPE

The WHT continues to be used as a platform for prototyping and testing technologies that will enable future observational techniques. Nowhere is this more important than with those technologies that will be needed for the future European Extremely Large Telescope (E-ELT). In September 2010 the WHT hosted the first on-sky tests of CANARY, a system devoted to test the principles and practical implementation of multi-object adaptive optics (MOAO). CANARY uses three wave-front sensors on three off-axis guide stars to compute by tomography the atmospheric turbulence suffered by the science target placed on-axis. An open-loop deformable mirror applies a real-time compensation to the on-axis tar-

**The figure shows, on the left, the image of a star at near-infrared wavelengths (1.6 micron) as delivered by the telescope. On the right is an image of the same star, taken 42 minutes later through CANARY.**

get. The analysis of the results obtained on sky in September shows that MOAO performs as good as conventional adaptive optics.

The Figure shows, on the left, the image of a star without correction; on the right, the same star imaged with MOAO correction, recovers the diffraction limit of the WHT. CANARY is being developed by a team led by scientists in Durham, Edinburgh and Marseille. The present demonstration paves the way for EAGLE, a complex instrument that will deliver sharp imaging for the study of up to 20 galaxies of the early Universe at a time, up to 5 arcmin apart, using the future E-ELT.

## HELIOSISMOLOGÍA

### GONG

Desde 1995 el programa del Global Oscillation Network Group (GONG – Red de Oscilación Global) ha estado llevando a cabo un estudio detallado de la estructura interna y la dinámica del Sol mediante el uso de herramientas de heliosismología. Está formado por una red de seis estaciones de tacómetros solares extremadamente sensibles y estables, situados alrededor de la Tierra, de los que se obtienen medidas precisas del espectro de las pulsaciones globales del Sol. Una de estas estaciones está situada en el Observatorio del Teide.

A lo largo de los años, se ha ido actualizando a GONG, sin dejar de observar continuamente el Sol. Actualmente, los productos científicos proporcionados por GONG incluyen dopplergramas de alta-media resolución, magnetogramas fotosféricos en la línea de visión e imágenes del disco entero, lo cual ha ampliado considerablemente su alcance científico y

***Imagen H-alfa tomada por el instrumento GONG. Se está produciendo una fulguración en el hemisferio norte, alrededor del borde Este, originada en una región activa que aún no había rotado lo suficiente para ser visible desde la Tierra.***

***H alpha image taken by the GONG instrument. A flare is erupting in the Northern hemisphere, around the East limb, and originated in an active region that had not yet rotated to face the Earth.***

## HELIOSEISMOLOGY

### GONG

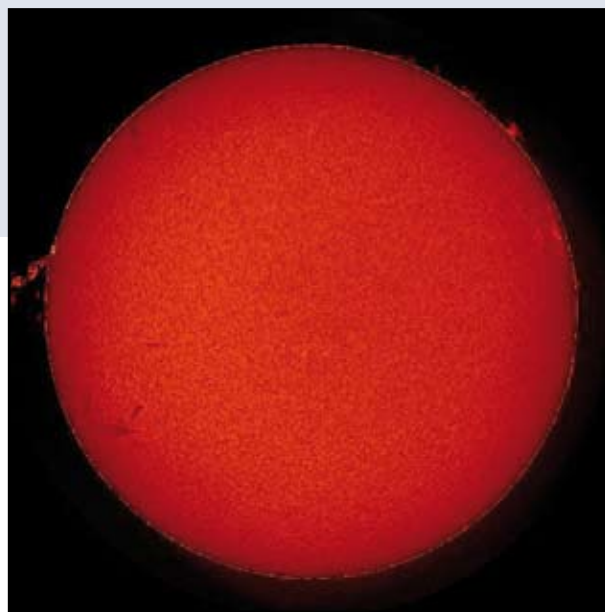
The Global Oscillation Network Group (GONG) program has been operating since 1995. It was originally designed to conduct a detailed study of the solar internal structure and dynamics by using global helioseismology tools. It is a six-station network of extremely sensitive and stable solar velocity imagers, located around the Earth, which obtains nearly continuous observations of the Sun's five-minute oscillations. One of these stations is located at the Teide Observatory.

GONG has been upgraded throughout the years, while keeping the continuous observations of the Sun., GONG products currently include medium-high resolution Dopplergrams, Line-Of-Sight photospheric magnetograms and continuum images; which have

capacity operativa. Los métodos heliosismológicos locales aplicados a las imágenes obtenidas por GONG proporcionan imágenes diarias de la cara oculta del Sol que son usadas para realizar previsiones del clima espacial (<http://gong.nso.edu/data/farside>).

De forma similar, los datos de GONG se usan para calcular diariamente magnetogramas sinópticos y mapas de agujeros coronales y pronto serán también una fuente para predecir los vientos solares (<http://gong.nso.edu/data/magmap>).

Durante los dos últimos años, GONG ha desarrollado y emplazado en todos sus nodos una serie de instrumentos adicionales que proporcionan imágenes en H-alfa con alta cadencia temporal y con un tamaño de pixel de ~1.0 arcsec.



broadened considerably its scientific reach and operational capabilities. Local helioseismology methods applied to GONG images provide daily images of the far-side of the Sun for space weather forecasters (<http://gong.nso.edu/data/farside>). Similarly, GONG magnetic products are used to calculate daily synoptic magnetograms and coronal hole maps and will soon become a source for solar wind predictions (<http://gong.nso.edu/data/magmap>).

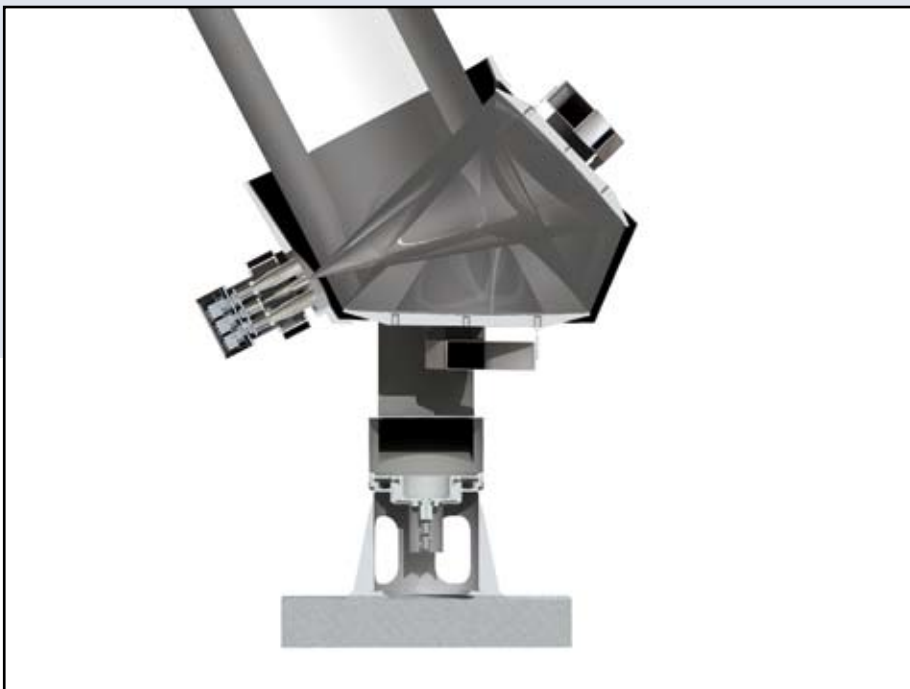
During the last two years GONG has developed and deployed at all of its sites a series of H alpha instruments that provide high-cadence images with a pixel size of ~1.0 arcsec.

## FONCO CÓSMICO DE MICROONDAS

### QUIJOTE

El "QUIJOTE (QUI JOint Tenerife) CMB Experiment", tiene por objetivo caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM), y otros procesos de emisión galáctica y extra-galáctica en el rango 10-42 GHz a grandes escalas (1 grado de resolución).

Las medidas del experimento QUIJOTE complementarán a baja frecuencia y permitirán mejorar la corrección de contaminación galáctica a las que está obteniendo el satélite Planck. Serán las más sensibles obtenidas hasta la fecha para caracterizar la polarización de la emisión sincrotrón y la emisión anómala de microondas de nuestra Galaxia en ese rango de frecuencias y permitirán estudiar la polarización de la señal cosmológica.



*Diseño óptico de uno de los telescopios QUIJOTE.*

*The optical design of one of the QUIJOTE telescopes.*

## COSMIC MICROWAVE BACKGROUND

### QUIJOTE

The "Quijote (QUI JOint TEnerife) CMB Experiment" aims to characterise polarisation in the Cosmic Microwave Background (CMB) and other galactic and extra-galactic emissions processes at wide intervals (1 degree resolution) in the 10 - 42 GHz range.

Low frequency data from the QUIJOTE experiment, together with information from the Planck telescope, will help us develop improved techniques for correcting for galactic contamination. The data obtained on the properties of polarisation in synchrotron and anomalous microwave emission in our Galaxy will be the most accurate to date for this range of frequencies, and it will also be used in work on polarisation in the cosmological signal.

### The project will have two phases:

The first phase is a microwave telescope with two instruments in its focal plane that are designed to measure polarisation, which will be installed at the Teide Observatory in 2011. The first multi-frequency instrument (MFI), which will have 8 measuring channels for each of the four frequencies of 11, 13, 16 and 18 GHz and two additional channels for detecting at 30 GHz, was at an advanced stage of assembly at IAC laboratories at the end of 2010. Commissioning and the first observations with the MFI are expected to take place during the first half of 2011.

The second QUIJOTE instrument will have fifteen 30 GHz sensors and has been designed to operate with sufficient sensitivity to detect a component

El segundo instrumento de QUIJOTE constará de 15 receptores a 30GHz, y ha sido diseñado para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de  $r=0.1$ . Dicha componente de ondas gravitatorias deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados “modos-B”. La detección de dichos modos-B con esa amplitud abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época de inflación. La primera fase del experimento QUIJOTE está financiada completamente.

**Primer telescopio QUIJOTE en los talleres del IAC.**



**The first QUIJOTE telescope in the IAC workshops.**

of primordial gravitational waves with a tensor to scalar ratio of  $r=0.1$ . This type of gravitational wave component leaves a signature on the power spectrum of CMB polarisation in the form of what are known as “B modes.” Detecting B modes across this range of frequencies will give us extraordinary new inroads into the physics of inflation. The first phase of the QUIJOTE experiment is already fully funded.

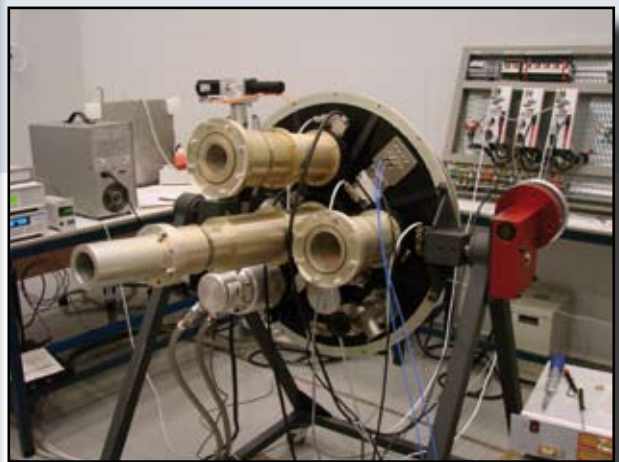
The second phase was approved in 2010 and will largely be funded by the Consolider-Ingeniero project “Exploring the Physics of Inflation.” This second

La segunda fase ha sido aprobada en 2010 y será financiada en gran medida a través del proyecto Consolider-Ingenio “Exploring the Physics of Inflation”. Esta segunda fase contempla la construcción de un segundo telescopio y un tercer instrumento a 42 GHz que también estarían ubicados en el Observatorio del Teide.

Para alcanzar los objetivos científicos centrales del experimento, los mapas finales de la señal polarizada a cada una de las seis frecuencias tendrán que cubrir un área de varios miles de grados cuadrados, con una sensibilidad entre 1 y 3 microK por haz. Se prevé que las observaciones se extiendan a lo largo de varios años.

El experimento QUIJOTE-CMB está desarrollado por un Consorcio liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias en el que participan el Instituto de Física de Cantabria y las Universidades de Manchester y de Cambridge.

**Primer instrumento QUIJOTE (MFI), con tres de las cinco bocinas instaladas.**



**The first QUIJOTE instrument (MFI) with three of the five receivers fitted.**

phase will involve building a second telescope and a third 42 GHz instrument, which will also be sited at the Teide Observatory.

To meet the experiment’s goals, the final maps of the polarised signal at each of the six frequencies will need to cover an area of several thousand square degrees, with a sensitivity of between 1 and 3 microK per beam. The observations are expected to continue for several years.

The QUIJOTE-CMB experiment has been devised by a Consortium led by the Instituto de Astrofísica de Canarias, which includes the Universities of Manchester and Cambridge.

## PLANETAS EXTRASOLARES

### SuperWASP

SuperWASP lleva funcionando correctamente desde su mejora mecánica, realizada en verano de 2008. Las lentes Canon están formadas por grupos de 16 lentes, uno de cuyos elementos parece tener una sensibilidad térmica extrema. La mejora de 2008 consistió en calentar las lentes y mantenerlas a temperatura constante todo el año, además de acondicionar el aire de la sala de instrumental del recinto del SuperWASP. Los datos recogidos desde entonces muestran una gran estabilidad en la temperatura lenticular y, tal y como era de esperar, ello se ha visto reflejado en la calidad y consistencia de las imágenes estelares.

Durante este año, SuperWASP ha funcionado en modo totalmente robótico; necesitando solamente un poco de monitorización de QUB. La transferencia y reducción de datos en la línea de datos de exoplanetas de QUB también han sido autónomas. Se obtuvieron datos de un total de unas 285 noches.

*El calefactor del SuperWASP. Cada lente tiene un termoacoplador y una envoltura que aporta calor y es monitorizado por un controlador digital de última generación con una precisión de hasta 0,1° C.*

*The SuperWASP heater upgrade. Each lens has a thermocouple and heating jacket and is monitored by a state of the art digital controller accurate to 0.1C.*

Como es habitual en el estudio de tránsitos, se necesita al menos una temporada completa de observaciones para detectarlos. Esto se debe a que las señales son difíciles de discriminar de la variabilidad atmosférica, y su visibilidad depende de su ventana de observación. Debido a cuestiones instrumentales derivadas de la mejora de 2008, se decidió continuar observando los mismos campos a lo largo de 2010. Esta decisión ha resultado rentable, ya que se han mejorado las técnicas de detección multiestacional (y de cámara). En consecuencia, las detecciones de tránsito pueden clasificarse en función de si fueron detectables (durante el mismo periodo) en años anteriores. Esto ha cosechado un gran éxito, ahora la mayoría de tránsitos que pasan



## EXTRASOLAR PLANETS

### SuperWASP

SuperWASP has continued to work well since its mechanical upgrade in summer 2008. The Canon lenses have 16 lens groups, one element of which seems to have extreme temperature sensitivity. The upgrade from 2008 consisted of not only heating the lenses, keeping them at the same temperature all year round, but also air conditioning the instrument room of the SuperWASP enclosure. Data since that time showed great stability in the lens temperatures and, as expected, this was reflected in quality and consistency of the stellar images.

During the year SuperWASP has run in a fully robotic mode; requiring only a little monitoring from QUB. The data transfer and reduction in the exoplanet pipeline at QUB was also autonomous. Overall, data was obtained on about 285 nights.

As is usual with transit surveys, at least one complete season of observations is needed to detect transits. This is because the signals are difficult to discern against atmospheric variability and their visibility depends on their window function. Due to instrumental issues following the 2008 upgrade, it was decided to continue observing the same fields throughout 2010. This has paid dividends because multi-season (and camera) detection techniques have been developed. Consequently, the transit detections can be ranked on whether they are detectable (at the same period) in previous years. This has been extremely successful and now transits that pass this test are generally genuine events. There have been two outcomes to this:

The number of false positives that are taken for follow up spectroscopy has been vastly reduced.

esta prueba suelen ser eventos genuinos, con los siguientes dos resultados:

Se ha reducido enormemente el número de falsos positivos que se seleccionaban para realizar un seguimiento espectroscópico.

Ha aumentado considerablemente el número de planetas detectados con radio y masa inferior al de Júpiter. Durante el último barrido de confirmación del OHP (L'Observatoire de Haute Provence) de 1,93 m, se determinó que 4 (ó 5) de cada 20 objetos eran planetarios – una tasa de acierto indudablemente excelente.

A lo largo del año se desarrollaron también otras mejoras para el instrumento NG-WASP. Este proyecto tiene el objetivo científico de ser capaz de detectar rutinariamente objetos del tamaño de

Neptuno alrededor de estrellas de tipo solar y superterras alrededor de objetos de tipo tardío. En la práctica, esto significa que será posible detectar tránsitos con una profundidad de 0,002 magnitudes. El prototipo NG-WASP ya ha demostrado que esta pretensión es realmente factible, pero depende en gran medida de la calidad de la noche.

Durante 2010 se ha iniciado asimismo la construcción del telescopio de seguimiento SuperWASP-Alsubai o SAFT. La crisis financiera ha causado que la manufacturación del telescopio vaya más lento de lo previsto, sin embargo ello ha permitido preparar adecuadamente su emplazamiento (ver fotografía de abajo). El SAFT ha pasado ya las pruebas de fábrica y actualmente está siendo preparado para su envío a La Palma. La construcción del SAFT ha corrido a cargo de Optical Mechanics Inc (Iowa), que también fabricó la montura del SuperWASP.

*La plataforma y la cúpula del SAFT tomada cerca del telescopio solar sueco.*

*The SAFT platform and dome from near the Swedish Solar Telescope.*



The number of planets with radius and mass less than Jupiter that have been detected has greatly increased. During the last OHP (L'Observatoire de Haute Provence) 1.93m confirmation run 4 (or 5) out of 20 objects have been determined to be planetary – an excellent hit rate by any standards.

During the year further development for the NG-WASP instrument was also carried out. This project has the science goals of being routinely able to detect Neptune sized objects around solar type stars and super-earths around later type objects. Practically speaking this means that it will be possible to detect 0.002 magnitude deep transits. The

NG-WASP prototype has now demonstrated that this is actually a feasible proposition, but is highly dependent on the quality of the night.

2010 has also seen the start of construction of the SuperWASP-Alsubai Follow up Telescope or SAFT. The financial crash meant the manufacture of the telescope proceeded slower than expected, however this made it possible to prepare the site properly (see picture above). The SAFT has now passed its factory acceptance tests and is currently being prepared to ship to La Palma. The SAFT is built by Optical Mechanics Inc (Iowa), who also manufactured the SuperWASP mount.

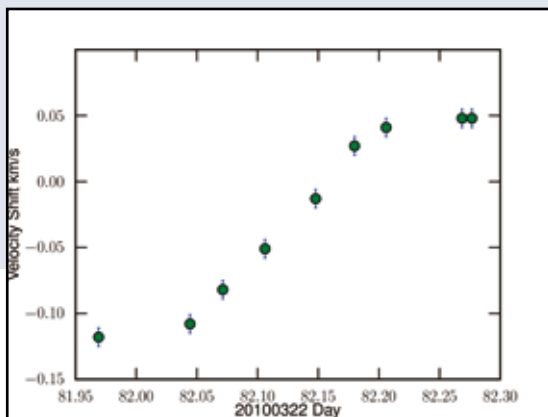
## HERMES

### Mercator

En solo un año, el espectrógrafo Mercator Echelle de alta eficiencia y resolución (HERMES) se ha convertido en la herramienta fundamental del telescopio Mercator, habiendo obtenido 8.941 espectros científicos a lo largo del año. El trabajo principal se ha concentrado en la infraestructura periférica y las instalaciones de software: el sistema de aclimatación, la interfaz gráfica de usuario para el observador y el sistema de reducción de datos (SRD).

Es indispensable contar con una buena aclimatación para obtener la máxima estabilidad de longitud de onda del espectrógrafo. Desarrollamos un sistema para albergar la mesa de control del espectrógrafo, que está dentro de su caja con aislamiento pasivo, dentro de dos habitaciones aisladas con control activa. Mediante un control activo de dos capas, obtenemos una estabilidad de temperatura absoluta, con una desviación de 0,01 K. El resultado es

**Figura 1: Variaciones de la velocidad radial obtenidas durante la noche del 22 de marzo de 2010. El desplazamiento se corresponde adecuadamente con la presión atmosférica.**



**Figure 1: Radial velocity variations obtained during the night 22 March 2010. The shift correlates well with the atmospheric pressure.**

## HERMES

### Mercator

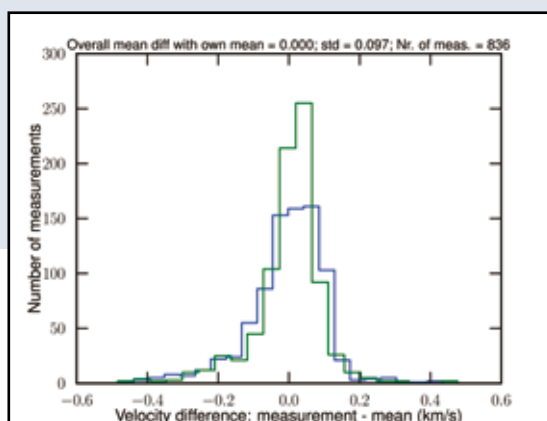
In one year the High Efficiency and Resolution Mercator Echelle Spectrograph (HERMES) turned into the workhorse instrument of the Mercator telescope and during the year 8,941 science spectra were obtained. The main work has been concentrated on the peripheral infrastructure and software installations: the acclimatisation system, the graphical user interfacing for the observer and the Data Reduction System (DRS).

To obtain the highest wavelength stability of the spectrograph, a good acclimatisation is indispensable. We developed a system with two embedded and actively controlled isolated rooms over the spectrograph table in its passively isolated box. By a two-layered active control, we obtain absolute temperature stability, with a 0.01K deviation. This results in a stable instrument. The dominant instrumental radial velocity variation is induced by the atmospheric pressure deviation during the night. This is illustrated in Figure 1, where we show the radial velocity stability during a night.

un instrumento estable. La variación de la velocidad radial instrumental dominante es inducida por la variación de la presión atmosférica durante la noche. Esto queda reflejado en la Figura 1, donde mostramos la estabilidad de la velocidad radial a lo largo de una noche.

En la Figura 2 ilustramos la estabilidad a largo plazo, mostrando los resultados obtenidos con los referentes de velocidad radial proporcionados por la UAI (Unión Astronómica Internacional). Todos los espectros se obtuvieron durante 2009-2010. En nuestro modo normal de operación, no intercalamos los espectros con imágenes de calibración de longitud de onda ThAr+Ne específicas, de lo que resulta una desviación estándar de 100 m/s para la estabilidad a largo plazo. En el caso de los programas científicos que requieren una velocidad ra-

**Figura 2: La distribución de los estándares de velocidad radial del IAU medidos durante 2009-2010. La curva azul muestra la distribución con respecto al valor de velocidad radial del IAU. La curva verde es la comparación con respecto a su propia media. En la estabilidad a largo plazo del espectrógrafo se obtiene una desviación estándar de 100 m/s. Cuando se precisa una mayor exactitud es necesario establecer un plan de calibración específico. Alcanzamos una desviación estándar de 2 m/s.**



**Figure 2: The distribution of IAU radial velocity standards measured during 2009-2010. The blue curve shows the distribution with respect to the IAU value of the radial velocity. The green curve is compared with respect to its own measured mean. A standard deviation of 100 m/s is reached for the long-term stability of the spectrograph. When higher accuracies are needed, a specific calibration plan is needed. We reach a standard deviation of 2 m/s.**

In Figure 2 we illustrate the long-term stability by showing the results obtained on radial velocity standards of the IAU (International Astronomical Union). All spectra were obtained during 2009-2010. In our normal mode of operation, we do not interleave the spectra with specific ThAr+Ne wavelength calibration frames, which results in a standard deviation of 100 m/s for the long-term stability. For highly accurate radial velocity science programmes, the spectra are interleaved with wavelength calibration light, either simultaneously using the Low Resolution Fibre (LRF), or interleaved using the High Resolution Fibre (HRF). Using this observational schedule, we reach a standard deviation of 2 m/s over a whole night.

The instrument control was further developed in 2010 and the main upgrade relevant for the observer is the installation of a dedicated pipeline on site. We developed the pipeline from scratch and coded the software in py-



dial extremadamente exacta, se intercalan los espectros con luz de calibración de longitud de onda, ya sea simultáneamente usando la fibra de baja resolución (FBR), o de forma intercalada usando la fibra de alta resolución (FAR). Usando este programa de observación alcanzamos una desviación estándar de 2 m/s a lo largo de toda una noche.

El control del instrumento se desarrolló aún más en 2010, siendo la mejora más relevante para el observador la instalación in situ de una línea de datos exclusiva. Desarrollamos la línea de datos desde cero y codificamos el software en Python, para no vernos encorsetados por las limitaciones inherentes de IRAF o MIDAS. Python era la opción lógica, ya que el control del instrumento también está codificado en python. La GUI del SRD se muestra en la Figura 3. Durante la noche, la GUI controla la línea de datos de forma automática, pero en modo "vistazo". Cuando se realizan las calibraciones matutinas, se reduce la noche por completo en lo que el observador duerme. La reducción incluye el seguimiento de comandos, la sustracción del fondo, la extracción de datos científicos, recortes cósmicos, calibración de longitud de onda y fusión de los datos. El instrumento tiene una configuración fija, de forma que el modelo del instrumento cambia únicamente cuando se produce una intervención física en la habitación del espectrógrafo.

A lo largo de la noche, el observador monitoriza el funcionamiento e interviene en caso necesario. El programa de trabajo, preparado por el observador, es interpretado por la GUI planificadora, realizando entonces sucesivamente las observaciones planificadas. Para que el ob-

**Fig. 3: Captura de pantalla de la interfaz gráfica de usuario del sistema de reducción de datos.**



**Figure 3: A screenshot of the Data Reduction System graphical user interface.**

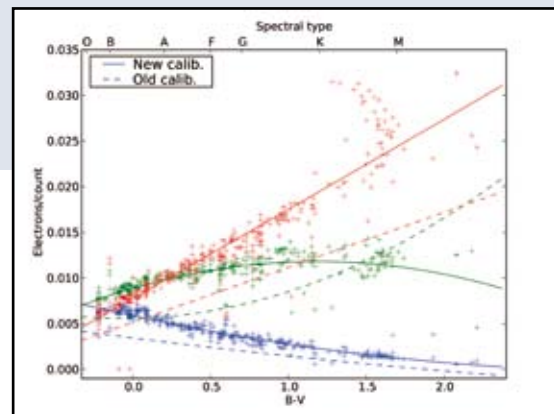
thon so we were not limited by the inherited limitations of IRAF and or MIDAS. Python was a natural choice as the instrument control is also coded in python. The DRS-GUI is illustrated in Figure 3. During the night, the GUI runs the pipeline automatically but in a quick-look mode. When the morning calibrations are performed, the full night is reduced when the observer is sleeping. The reduction includes order tracing, background subtraction, science extraction, cosmic clipping, wavelength calibration and merging. The instrument has a fixed configuration, so the instrument model only changes when there was a physical intervention in the spectrograph room.

During the night, the observer monitors the performances and intervenes when necessary. The schedule, prepared by the observer, will be interpreted by the scheduler GUI and the planned observations are performed successively. To allow the observer to monitor the accumulation of flux on the CCD, we developed and calibrated an expo-

servador pueda monitorizar la acumulación de flujo en el CCD, hemos desarrollado y calibrado un medidor de exposición. La luz, que se pierde por la degradación del ratio focal durante la transmisión por fibra, es capturada y vuelta a representar en un tubo foto-multiplicador (FM) en el recinto del espectrógrafo. La calibración se muestra en la Figura 4 y, dependiendo del color de la estrella, el sistema convierte los recuentos acumulados en el FM en una predicción de la señal adquirida en el espectro. El observador puede modificar en cualquier momento el tiempo de integración de la exposición en curso.

Con las interfaces HERMES GUI y el telescopio semi-robotico, HERMES+Mercator se ha convertido en una combinación instrumento-telescopio muy fácil de usar y de alto rendimiento. La monitorización a tiempo real con el medidor de exposición permite al usuario intervenir en cualquier momento y durante la exposición, garantizando así la calidad del espectro final resultante, siempre y cuando las condiciones climatológicas no sean demasiado malas.

**Fig. 4: La calibración del medidor de exposición. Los electrones son los electrones en el orden espectral específico y los recuentos son los del PM. Las líneas de color azul, verde y rojo muestran la calibración del orden espectral que alcanzaron su pico en las longitudes de onda centrales B, V y R. La calibración empleada en el índice de color B-V para todos los objetos es tal y como se da en SIMBAD.**



**Figure 4: The calibration of the exposure metre. Electrons are the electrons in the specific spectral order and the counts are the PM counts. The blue, green and red lines show the calibration of the spectral order peaking at the B, V and R central wavelengths. The calibration used the B-V colour index for all objects as given in SIMBAD.**

sure meter. The light, lost by focal ratio degradation during the fibre transmission, is captured and re-imaged on a photo-multiplier tube (PM) in the spectrograph enclosure. The calibration is illustrated in Figure 4 and, depending on the colour of the star, the system turns the accumulated counts on the PM into a prediction of the acquired signal on the spectrum. At any time, the observer can change the integration time of the running exposure.

With the HERMES GUI interfaces and the semi-robotic telescope, HERMES+Mercator became a very user-friendly and high performance instrument-telescope combination. The real-time monitoring with the exposure metre, allows the user to intervene at any time, and also during the exposure, so that the quality of the final resulting spectrum is assured, provided that the weather conditions are not too bad.



# LOS OBSERVATORIOS DEL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

## CONTENIDOS / CONTENTS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)	60	TEIDE OBSERVATORY (OT)
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)	61	ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY (ORM)
MIEMBROS DEL CCI	62	CCI MEMBERS



THE CANARIAN  
OBSERVATORIES

# TEIDE OBSERVATORY (OT)

- Area: 50 hectares
- Altitude: 2.390 metres
- Longitude: 16°30'35" West
- Latitude: 28°18'00" North

∅ cm	INSTRUMENT	OWNER	Year
	DIMM-SHABAR	IAC (E)	2010
20	DIMMA	IAC (E)	2010
30	EARTHSHINE	NJIT (USA)	2008
35	Bradford Robotic (BRT)	University of Bradford (UK)	2005
40 x 2	MASTER-OT	Moscow State University (R)	2012
40 X 2	Optical Telescope Array (OTA)	Telescope Society (USA)	2004
50	MONS	Mons University	1972
60	Vacuum Tower (VTT)	KIS (G)	1989
80	IAC-80	IAC (E)	1993
90	THEMIS	CNRS (F)	1996
100	SONG	Un Aarhus & Un Copenhagen (D) IAC (E)	2011
100	Optical Ground Station (OGS)	ESA (international)	1996
100 x 2 40 x 3	Las Cumbres Observatory Global Telescope Network–Teide Node	LCOGTN (USA)	2012
120 X 2	STELLA (Robotic Telescopes)	AIP (G)	2005 & 2008
150	GREGOR (GT)	KIS, USG & AIP (G)	2011
155	Carlos Sánchez (CST)	IAC (E)	1972
	QUIJOTE	IAC (E) UC & UM (UK)	2012
	<b>Solar Laboratory Instruments:</b>		
	Integral Spectrophotometer: MARK-I	UB (UK) & IAC (E)	1977
	GONG Fourier Tachometer	NSO (USA)	1996
	High Resolution Photometer EAST	NTHU (T)	2006

AIP Astrophysical Institute Postdam; CNRS Centre National de la Recherche Scientifique; ESA European Space Agency; IAC Instituto de Astrofísica de Canarias; KIS Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik; NJIT New Jersey Institute of Technology; NSO National Solar Observatory; NTHU National Tsing Hua University; UB University of Birmingham; UC University of Cambridge; UM University of Manchester; USG Universitäts Sternwarte Göttingen.

Countries: B Belgium; D Denmark; E Spain; F France; G Germany; R Russia; T Taiwan ROC; UK United Kingdom; USA United States of America

# ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY (ORM)

**Altitude:** 2.396 m.  
**Area:** 189 hectares  
**Longitude:** 17052'34" West  
**Latitude:** 28045'34" North

∅ cm	INSTRUMENT	OWNER	YEAR
Camera	SuperWASP	SuperWASP Consortium*	2004
100	& SAFT		2011
18	Automatic Transit Circle	IAC (Spain)	1984
20	Seeing Monitor (DIMM)	IAC (Spain), UN (France)	1994
20	Automatic Seeing Monitor (DIMMA)	IAC (Spain), UN (France)	2007
45	Dutch Open Telescope (solar)	UU (The Netherlands)	1997
60	Optical Telescope	KVA (Sweden)	1982
97	Swedish Solar Telescope	KVA (Sweden)	2002
120	Mercator Telescope (optical)	KUL (Belgium) IS (Belgium)	2002
200	Liverpool Telescope (robotic)	LJMU (United Kingdom)	2003
250	Isaac Newton Telescope (optical)	STFC (United Kingdom), NWO (The Netherlands), IAC (Spain)	1984
256	Nordic Optical Telescope	NOT Scientific Association (Denmark, Finland, Iceland, Norway & Sweden)	1989
350	Telescopio Nazionale Galileo (optical)	INAF (Italy)	1998
420	William Herschel Telescope (optical)	STFC (United Kingdom), NWO (The Netherlands), IAC (Spain)	1987
1,050	Gran Telescopio Canarias (optical - IR)	GRANTECAN (Spain), Un. Florida (USA) INAOE & UNAM, Mexico)	2008
1,700	Cherenkov MAGIC I	MAGIC Consortium**	2005
1,700	Cherenkov MAGIC II	MAGIC Consortium**	2008

*IAC Instituto de Astrofísica de Canarias; INAF Istituto Nazionale di Astrofisica; INAOE Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica; IS Institut Sterrenkunde; KVA Kungliga Vetenskapsakademien; KUL Katholieke Universiteit Leuven; LJMU Liverpool John Moores University; NWO Nederlands Wetenschappelijk Onderzoek; STFC Science and Technology Facilities Council; UN University of Nice; UNAM Universidad Nacional Autónoma de México; UU University of Utrecht.*

*\* SuperWASP Consortium: Universities of Cambridge, Keele, Leicester, Open, Queens Belfast & St Andrews (UK); IAC & ING (E).*

*\*\* MAGIC Consortium: Instituto de Astrofísica de Canarias (ES); Inst. Física d'Altes Energies - Un. Autònoma Barcelona (ES); Institut für Hochenergiephysik, ETH Zürich (CH); Inst. Max-Planck Munich (DE); Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy (BG); Institut für Physik, Humboldt Un zu Berlin (DE) Institut für wissenschaftliches Rechnen, Forschungszentrum Karlsruhe (DE); INFN Pisa (IT); Inst. Nuclear Research (RU); Obs. de Crimea (UC); Obs. Torola (FI); Un. de Barcelona (ES); Univ. California (USA); Un. Complutense de Madrid (ES); Un. Dortmund (DE); Un. Göttingen (DE); Un. de La Laguna (ES) Un. of Lodz (PL); Univ. GH-Siegen (DE); Un. Siena (IT); Un. Padua (IT); Un. di Udine (IT); Un. Würzburg (DE); Inst. Física Yerevan (AR); Un. Potchefstroom (PB).*

# CCI Members & Associates

(July, 2011)

**Prof Christoffel Waelkens (MERCATOR President)**  
Instituut voor Sterrenkunde, K U Leuven  
Celestijnenlaan 200 D  
B-3001 LEUVEN  
BELGIUM  
+3216 327 036  
Fax: +3216 327 999  
[christoffel@ster.kuleuven.be](mailto:christoffel@ster.kuleuven.be)

**Prof Francisco Sánchez (IAC) Vice-President**  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 220  
Fax: +34 922 605 373  
[director@iac.es](mailto:director@iac.es)

**Dr Rafael Bachiller (CNA)**  
Observatorio Astronómico Nacional  
c/ Alfonso XII, 3.  
E-28014 Madrid,  
España  
+34 91 885 5063  
Fax: +34 91.885.5062  
[r.bachiller@oan.es](mailto:r.bachiller@oan.es)

**Dr Marc Balcells (ING - STFC)**  
Isaac Newton Group of Telescopes  
38700 Santa Cruz de La Palma,  
Canary Islands, Spain  
Tel. +34 922 425 403  
[balcells@ing.iac.es](mailto:balcells@ing.iac.es)

**Prof Mats Carlsson (RCN)**  
Institute of Theoretical Astrophysics  
University of Oslo  
Sem Sælandsvei 13  
P.O. box 1029 Blindern  
N-0315 Oslo  
NORWAY  
+47 (22) 51 18 00  
[m.p.o.carlsson@astro.uio.no](mailto:m.p.o.carlsson@astro.uio.no)

**Prof Michel Dennefeld (CNRS)**  
IAP  
98bis Boulevard Arago  
75014 PARIS  
France  
+33 144 328 000  
Fax: +33 144 328 001  
[dennefeld@iap.fr](mailto:dennefeld@iap.fr)

**Dr. Hans Kjeldsen (DASTI)**  
Department of Physics and Astronomy  
University of Aarhus, building 1520  
Ny Munkegade  
DK-8000 Aarhus C  
Denmark  
+45 89 42 37 79  
[hans@phys.au.dk](mailto:hans@phys.au.dk)

**Prof Oskar von der Lühe (DFG - SUCOSIP)**  
Kiepenheuer-Institut  
Schöneckstr. 6  
D-79104 FREIBURG  
Germany  
+497 613 198 100  
Fax: +497 613 198 111  
[ovdluehe@kis.uni-freiburg.de](mailto:ovdluehe@kis.uni-freiburg.de)

**Prof Tommaso Maccacaro (INAF)**  
Istituto Nazionale di Astrofisica  
Viale del Parco Mellini 84  
00136 Roma Italy  
+39-06-3553 3310  
[presidenza@inaf.it](mailto:presidenza@inaf.it)

**J. Miguel Mas Hesse (CSIC)**  
Departamento de Astrofísica  
Centro de Astrobiología (INTA-CSIC)  
POB 78, 28691 Villanueva de la Canada,  
España  
+34 91 813 1196/1161  
[mm@cab.inta-csic.es](mailto:mm@cab.inta-csic.es)

**Prof Tuija Pulkkinen (Academy of Finland)**  
Earth Observation Unit (Head)  
Finnish Meteorological Institute  
P.O. Box 503  
FIN-00101 Helsinki  
Finland  
+358 (50) 352 2074  
[tuija.pulkkinen@fmi.fi](mailto:tuija.pulkkinen@fmi.fi)

**Prof Catalina Ruiz Pérez (ULL)**  
Vice-Rector of Research  
Universidad de La Laguna - Edificio Central  
C/ Delgado Barreto s/n  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 319 480  
Fax: +34 922 319 510  
[viinve@ull.es](mailto:viinve@ull.es)

**Prof Göran Scharmer (KVA - SUCOSIP)**  
AlbaNova University Center  
Institute for solar physics  
SE-10691 Stockholm  
Sweden  
+46 855 378 532  
Fax: +46 855 378 510  
[scharmer@astro.su.se](mailto:scharmer@astro.su.se)

**Prof Elena Terlevich**  
CCI Scientific Advisor  
INAOE,  
72000 Puebla  
Mexico.  
+52 2222663100 ext 1314  
[eterlevi@inaoep.mx](mailto:eterlevi@inaoep.mx)  
[et@ast.cam.ac.uk](mailto:et@ast.cam.ac.uk)

**Mr Campbell Warden (IAC)**  
CCI Secretary  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 220  
+34 628 182 023  
Fax: +34 922 605 373  
[campbell@iac.es](mailto:campbell@iac.es)

## SUB-COMMITTEE MEMBERS & ASSOCIATES

**Dr Pedro Alvarez (GTC - FSC + OSC)**  
Grantecan S.A.  
Centre of Astrophysics in La Palma  
Cuesta de San José, s/n  
San Antonio  
Breña Baja 38712  
LA PALMA - Islas Canarias  
+34 922 425 721  
Fax: +34 922 315 032  
[pedro.alvarez@gtc.iac.es](mailto:pedro.alvarez@gtc.iac.es)

**Prof Johannes Andersen (NOT - FSC + SUCOSIP)**  
Astronomy, Niels Bohr Institute  
Juliane Maries Vej 30  
DK - 2100 COPENHAGEN  
Denmark  
+45 35 325 934  
Fax: +45 35 325 989  
[ja@not.iac.es](mailto:ja@not.iac.es)

**Mr Rafael Arnav de la Rosa (IAC - FSC)**  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 212  
Fax: +34 922 605 210  
[rar@iac.es](mailto:rar@iac.es)

**Dr Thomas Augustejn (NOT - OSC)**  
Grupo del Telescopio Nórdico  
Apartado 474  
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
Islas Canarias  
+34 922 425 472 +34 922 405 662  
Fax: +34 922 425 475 +34 922 405 665  
[tau@not.iac.es](mailto:tau@not.iac.es)

**Dr John Baruch (BRT - SOT)**  
Head of the Cybernetics and Virtual Systems  
Department  
University of Bradford  
Bradford BD7-1DP  
+441 274 234 024  
Fax +441 274 236 600  
[john@telescope.org](mailto:john@telescope.org)

**Dr Chris Benn (ING - SUCOSIP)**  
Isaac Newton Group of Telescopes  
Edificio Mayantigo, Apartado de Correos 321  
E-38780 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
Islas Canarias  
+34 922 425 432  
[crb@ing.iac.es](mailto:crb@ing.iac.es)

**Mr Felix C.M. Bettonvil (DOT- OSC & SUCOSIP)**  
Astronomical Institute  
Princetonplein 5  
NL-3584 CC Utrecht  
The Netherlands  
+31 302 535 218/+34 922 405 571  
Fax: +31 302 535 220/+34 922 405 571  
[F.C.M.Bettonvil@uu.nl](mailto:F.C.M.Bettonvil@uu.nl)

**Prof Mike Bode (LT)**  
Astrophysics Research Institute, LJMU  
Twelve Quays House, Egerton Wharf,  
Birkenhead CH41 1LD  
United Kingdom  
+441 512 312 919  
Fax: +441 512 312 921  
[mfb@astro.livjm.ac.uk](mailto:mfb@astro.livjm.ac.uk)

**Sr Jesus Burgos (IAC)**  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
38200 - LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
Spain  
+34 922 605 203  
Fax +34 922 605 210  
[jburgos@iac.es](mailto:jburgos@iac.es)

**Professor David Carter (LT - CCI & FSC)**  
Astrophysics Research Institute,  
Twelve Quays House, Egerton Wharf,  
Birkenhead, CH41 1LD.  
United Kingdom  
+44 151 231 2914  
Fax: 0151 231 2921  
+447 968 422 400  
[dxcc@astro.livjm.ac.uk](mailto:dxcc@astro.livjm.ac.uk)

**Dr Michael FALARSKI**  
LCOGT  
6740 Cortona Dr. Suite 102  
Goleta  
CA 93117  
+1 805 880 1600  
[mfalarski@lco.net](mailto:mfalarski@lco.net)

**Dr Ramon Garcia (IAC-MAGIC)**  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 209  
Fax: +34 922 605 210  
[rgl@iac.es](mailto:rgl@iac.es)

**Dr Markus Garczarczyk (MAGIC - OSC)**  
MAGIC  
Centre of Astrophysics in La Palma  
Cuesta de San José, s/n  
San Antonio  
Breña Baja 38712  
LA PALMA - Islas Canarias  
+34 922 425 743  
[garcz@mpmmu.mpg.de](mailto:garcz@mpmmu.mpg.de)

**Dr Bernard Gelly (THEMIS - SOT)**  
THEMIS  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 314 280  
Fax +34 922 314 294  
[BGelly@themis.iac.es](mailto:BGelly@themis.iac.es)

**Dr Rob Hammerschlag (DOT)**  
Astronomical Institute  
Princetonplein 5  
NL-3584 CC Utrecht  
The Netherlands  
+31 302 535 220 & +34 922 405 571  
+31-623 539 787  
+34-680 585 113  
[R.H.Hammerschlag@uu.nl](mailto:R.H.Hammerschlag@uu.nl)

**Dr. Benno Hinnekint (Mercator - FSC)**  
Director - Research Foundation - Flanders (FWO)  
Egmontstraat 5  
B - 1000 Brussels (Belgium)  
Tel. +32 2 550 1531  
Fax +32 2 512 5890  
[hinnkint@fwo.be](mailto:hinnkint@fwo.be)

**Mr Bjørn Jacobsen (RCN - FSC)**

The Research Council of Norway  
Stensberggata 26  
PO Box 2700 St. Hanshaugen  
N 0131 Oslo  
NORWAY  
+47 22 037 366  
Fax: +47 22 037 362  
[bjac@forskningsradet.no](mailto:bjac@forskningsradet.no)

**Dr Dan Kiselman (KVA - FSC)**

The Institute for Solar Physics (KVA)  
AlbaNova University Centre  
SE-106 91 STOCKHOLM Sweden  
+46 8 55378531  
Fax: +46 - 8 55378520  
[dan@astro.su.se](mailto:dan@astro.su.se)

**Stefan Krückeberg (DFG)**

Programme Director Astrophysics & Astronomy  
DFG  
Kennedyallee 40  
D-53175 BONN  
+49 (228) 885 2477  
[Stefan.Krueckeberg@dfg.de](mailto:Stefan.Krueckeberg@dfg.de)

**Ms Cora Laforet (DFG)**

Director International Affairs  
DFG  
Kennedyallee 40  
D-53175 BONN  
+49 (228) 885 2232  
[Cora.Laforet@dfg.de](mailto:Cora.Laforet@dfg.de)

**Mr Guy Lauvergeon (INSU - FSC)**

Directeur Administratif INSU  
3, rue Michel Ange  
BP 287  
75766 PARIS Cedex 16  
FRANCE  
+33 144 964 385  
Fax: +33 144 964 978  
[guy.lauvergeon@cnsr-dir.fr](mailto:guy.lauvergeon@cnsr-dir.fr)

**Prof. Vladimir Lipunov,**

MASTER  
Sternberg Astronomical Institute  
Universitetskij pr.13  
Moscu 119992,  
Russia  
+7 916 909 58 92  
[lipunov2007@gmail.com](mailto:lipunov2007@gmail.com)

**Sr Juan Martinez (ING - FSC)**

Isaac Newton Group of Telescopes  
Edificio Mayantigo, Apartado de Correos 321  
E-38780 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
Islas Canarias  
+34 922 425 414  
Fax: +34 922 425 401  
[juan@ing.iac.es](mailto:juan@ing.iac.es)

**Ms Rachel Miles (FSC Secretary)**

Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 609 363 164  
[secsf@iac.es](mailto:secsf@iac.es)

**Dr Razmik Mirzoyan (MAGIC - SUCOSIP)**

MPI für Physik (Werner-Heisenberg-Institut)  
Föhringer Ring 6  
80805 MÜNCHEN - Germany  
+49 89 32354 328  
Fax +49 89 32354 516  
[razmik@mppmu.mpg.de](mailto:razmik@mppmu.mpg.de)

**Dr Emilio Molinari (TNG - OSC & FSC)**

DIRECTOR - INAF-TNG  
Fundación Galileo Galilei  
Rambla José Ana Fernández Pérez, 7  
38712 Breña Baja  
La Palma - Islas Canarias  
+34 922 433 666  
[molinari@tng.iac.es](mailto:molinari@tng.iac.es)

**Dr.ir. Elisabeth Monard**

Secretary General (MERCATOR - FSC)  
Research Foundation - Flanders (FWO)  
Egmontstraat, 5  
B-1000 Brussels  
Belgium  
+ 32 25 501 515  
Fax: 3 225 125 890  
[avanderwegen@fwo.be](mailto:avanderwegen@fwo.be)

**Dr José Luis Muiños (ATC - OSC)**

Real Instituto y Observatorio de la Armada  
Plaza de las Marinas, s/n  
E-11110, San Fernando. SPAIN  
+34-956-599368  
Fax +34-956-599366  
[ppmu@roa.es](mailto:ppmu@roa.es)

**Dr Casiana Muñoz-Tuñón (IAC - Chair SUCOSIP)**

Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 231  
Fax: +34 922 605 210  
[Casiana@iac.es](mailto:Casiana@iac.es)

**Dr Alex Oscoz (IAC - SOT)**

Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 242  
Fax: +34 922 605 210  
[aoscoz@iac.es](mailto:aoscoz@iac.es)

**Dr Juan Carlos Perez (ORM - OSC)**

Centre of Astrophysics in La Palma  
Cuesta de San José, s/n  
San Antonio  
Breña Baja 38712  
LA PALMA - Islas Canarias  
+34 922 425 710  
Fax: +34 922 405 501  
[jperez@iac.es](mailto:jperez@iac.es)

**Dr Don Pollacco (SuperWASP)**

Queen's University Belfast  
University Road  
Belfast  
Northern Ireland  
BT7 1NN  
+44 28 9027 3941  
[D.Pollacco@qub.ac.uk](mailto:D.Pollacco@qub.ac.uk)

**Ms Saskia Prins (MERCATOR - OSC)**

Mercator Telescope  
Observatorio del Roque de los Muchachos  
E-38700 Santa Cruz de La Palma  
Islas Canarias  
+34 922 425 412  
Fax: +34 922 425 475  
[Saskia.Prins@ster.kuleuven.be](mailto:Saskia.Prins@ster.kuleuven.be)

**Mr Dirk Raback (LT- OSC)**

Observatorio del Roque de los Muchachos  
Apartado de Correos 303  
38700 Santa Cruz de La Palma  
Islas Canarias  
+34 922 405 571  
+34 616 168471  
Fax: +34 922 405 501  
[dr@astro.livjm.ac.uk](mailto:dr@astro.livjm.ac.uk)

**Juerg Rey (ING - OSC)**

Isaac Newton Group of Telescopes  
Edificio Mayantigo  
Apartado de Correos 321  
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
Islas Canarias  
+34 922 425 421  
Fax: +34 922 425 401  
[juerg@ing.iac.es](mailto:juerg@ing.iac.es)

**Dr Wolfgang Schmidt (KIS - Chair FSC)**

Kiepenheuer Institut  
Schöneckstr. 6  
D-79104 FREIBURG  
GERMANY  
+497 613 198 162  
Fax: +497 613 198 111  
[wolfgang@kis.uni-freiburg.de](mailto:wolfgang@kis.uni-freiburg.de)

**Dr Miquel Serra-Ricart (OT - SOT)**

Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 364 +34 922 329 124  
Fax: +34 922 605 210  
[mserra@iac.es](mailto:mserra@iac.es)

**Dr Michael Sigwarth (KIS - SOT)**

Kiepenheuer Institut  
Schöneckstr. 6  
D-79104 FREIBURG  
Germany  
+497 613 198 184  
Fax: +497 613 198 111  
[msig@kis.uni-freiburg.de](mailto:msig@kis.uni-freiburg.de)

**Dr Robert Smith (LT- SUCOSIP)**

Astrophysics Research Institute, LJMU  
Twelve Quays House, Egerton Wharf,  
Birkenhead CH41 1LD  
United Kingdom  
+441 512 312 919  
Fax: +441 512 312 921  
[rjs@astro.livjm.ac.uk](mailto:rjs@astro.livjm.ac.uk)

**Prof Klaus G. Strassmeier (STELLA - FSC)**

Astrophysical Institute Potsdam  
An der Sternwarte 16  
D-14482 Potsdam  
Germany  
+493 317 499 295 (office)  
+493 317 499 223 (secretary)  
FAX: +493 317 499 200  
[kstrassmeier@aip.de](mailto:kstrassmeier@aip.de)

**Prof Iain Steele (LT)**

Director Liverpool Telescope  
Astrophysics Research Institute, LJMU  
Twelve Quays House, Egerton Wharf,  
Birkenhead CH41 1LD  
United Kingdom  
+441 512 312 919  
Fax: +441 512 312 921  
[ias@astro.livjm.ac.uk](mailto:ias@astro.livjm.ac.uk)

**Prof Masahiro Teshima (MAGIC - FSC)**

Max Planck Institute für Physik  
Werner-Heisenberg Institut  
Föhringer Ring 6  
80805 Munich  
Germany  
+4989-32354-301  
[mteshima@mppmu.mpg.de](mailto:mteshima@mppmu.mpg.de)

**Dr Antonia Varela (IAC - OSC)**

Instituto de Astrofísica de Canarias  
E-38200 LA LAGUNA  
Tenerife - Islas Canarias  
+34 922 605 266  
Fax: +34 922 605 210  
[avp@iac.es](mailto:avp@iac.es)

**Dr Jean Vernin (INSU - SUCOSIP)**

Université de Nice  
Département d'Astrophysique  
Parc Valrose  
06034 NICE CEDEX  
FRANCE  
+33 492 076 353  
Fax. +33 492 076 321  
[vernin@pleiades.unice.fr](mailto:vernin@pleiades.unice.fr)

**Dr Michael Weber (STELLA - SOT)**

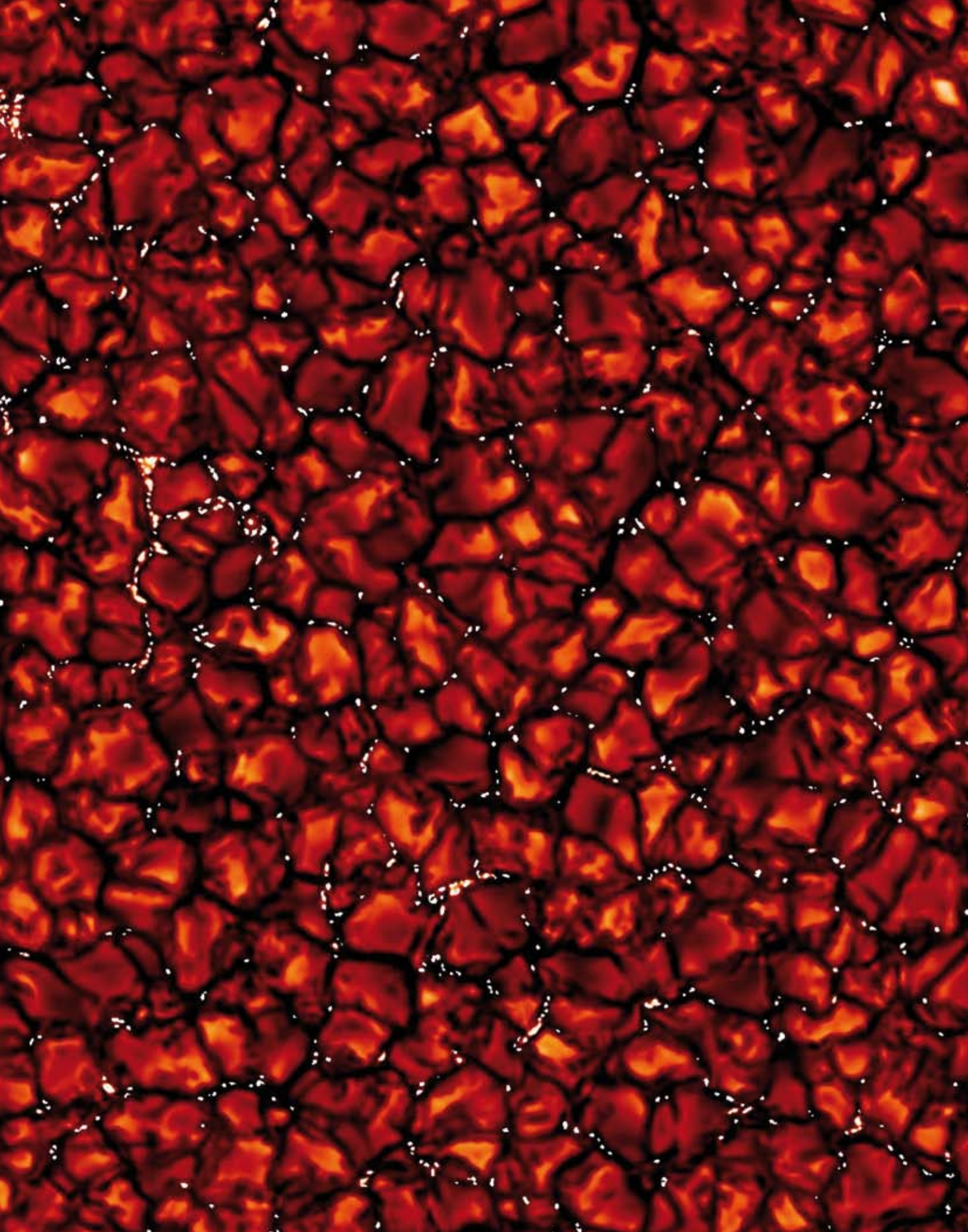
Astrophysical Institute Potsdam  
An der Sternwarte 16  
D-14482 Potsdam  
Germany  
+493 317 499 351  
[mweber@aip.de](mailto:mweber@aip.de)

**Prof. H. Van Winckel (MERCATOR)**

Instituut voor Sterrenkunde, K U Leuven  
Celestijnenlaan 200 D  
B-3001 LEUVEN  
BELGIUM  
+3216 327 036  
Fax: +3216 327 999  
[hans.vanwinkel@ster.kuleuven.be](mailto:hans.vanwinkel@ster.kuleuven.be)

**Dr Valentina Zitelli (INAF - SUCOSIP)**

Osservatorio Astronomico di Bologna  
Via Ranzani 1  
40127 Bologna - I  
+39 051 2095739  
+39 3337538768  
[valentina.zitelli@oabo.inaf.it](mailto:valentina.zitelli@oabo.inaf.it)



Comité Científico Internacional  
of the Roque de los Muchachos  
and Teide Observatories of the  
Instituto de Astrofísica de Canarias