



CCI
INFORME ANUAL
2016
ANNUAL REPORT



OBSERVATORIOS ASTROFÍSICOS DE CANARIAS



Este año la imagen de la portada es del telescopio robótico Hertzprung SONG en el Observatorio del Teide trabajando eficientemente en una de las habituales noches de cielos despejados de Tenerife. La constelación de Orión, dominando el cielo invernal en el hemisferio norte, sobre la cima del Teide.

This year's cover image shows the Hertzprung SONG robotic telescope at the Teide Observatory working efficiently in one of Tenerife's habitually clear sky nights. The Orion constellation, dominating the winter sky in the Northern hemisphere, sits on top of Mt. Teide.

INDICE INDEX

OBSERVATORIOS DE CANARIAS	6	IAC OBSERVATORIES
PREFACIO E INTRODUCCIÓN	8	PREFACE & INTRODUCTION
LOGROS CIENTÍFICOS	10	SCIENTIFIC HIGHLIGHTS
EXPERIMENTOS, NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS	34	EXPERIMENTS, NEW TELESCOPES & IMPROVEMENTS
LISTA DE CONTACTOS	51	CONTACT LIST

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
www.iac.es/cci

Edición: Campbell Warden
Traducciones: Julia Lecuona
Diseño y maquetación: Gotzon Cañada

Depósito legal: TF-852/98

OBSERVATORIOS ASTROFÍSICOS DE CANARIAS

COMITÉ
CIENTÍFICO
INTERNACIONAL

INFORME ANUAL
ANNUAL REPORT

CCI 2016

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

El Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica y su Protocolo fue firmado en 1979 y en conjunto con sus Adendas es conocido como el “Tratado Internacional de Astrofísica”. Mediante ello el IAC ha tenido una base idónea para abrir sus Observatorios de Canarias a la comunidad astronómica internacional. En 1985 se realizó su inauguración oficial y al final de ésta página se presenta la lista de países actualmente adheridos al Tratado. Su estructura consta de tres niveles: el “primer nivel” corresponde a los gobiernos; el “segundo nivel” a los consejos nacionales de investigación u organizaciones similares, que constituyen los “Organismos Firmantes”, y finalmente las “Instituciones Usuarias”, que son todas las universidades y centros de investigación que firman un acuerdo de “Tercer Nivel” con el IAC para instalar y operar sus telescopios. El IAC tiene el derecho de extender las provisiones correspondientes a las universidades e instituciones de otros países mediante un acuerdo de colaboración bilateral.

El Tratado Internacional concede 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 y grupos de trabajo para ser asesorado en cuestiones específicas (véase la sección inferior de la página en frente). El CCI tiene la obligación de producir un Informe Anual sobre la actividad llevada a cabo en estos Observatorios y también asigna el tiempo de observación del “Programa del 5% de Tiempo Internacional (ITP)”.

Actualmente hay unas setenta y cinco instituciones científicas pertenecientes a veinticinco países operando sus telescopios e instrumentos en los Observatorios de Canarias (véase las Tablas en las páginas 6 y 7). Cada instalación telescópica es propiedad de una institución o consorcio, que puede ser consecuencia de una colaboración entre dos o más países, y ellos son responsables de la contratación de su personal y de los costes de su operación. El mantenimiento y operación de la infraestructura común y sus servicios indiferenciados se financia a través de los presupuestos que son aprobados anualmente y todas las instituciones contribuyen su parte proporcional según la fórmula establecida por el CCI.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

The Agreement on Cooperation in Astrophysics and its Protocol was signed in 1979 and along with its Addenda is referred to as the “International Treaty in Astrophysics”. This provided the IAC with an ideal foundation to open its “Observatorios de Canarias” to the international astronomical community. They were formally inaugurated in 1985 and the list at the bottom of this page contains those countries that are currently adhered to the Treaty. It is structured in three levels: the “first level” corresponds to the national governments; the “second level” to their research councils or similar organisations, which are referred to as the “Signatory Bodies” and finally the “User Institutions”, which are all of those universities and research centres that have signed a “Third Level” agreement with the IAC to install and operate their telescopes. The IAC has the right to extend relevant provisions of the Treaty to universities or research centres of other countries by means of a bilateral cooperation agreement.

One of the Treaty’s provisions is to grant the “Signatory Bodies an effective voice in the decision making process” through the International Scientific Committee (known as the “CCI” from its initials in Spanish), whose decisions have to be unanimous. In turn the CCI may establish subcommittees or working groups to advise it on specific issues (see lower part of the page opposite). The CCI has the obligation to produce this Annual Report on the activity carried out in these observatories and to allocate the observing time in “the 5% International Time Program (ITP)”.

In total over seventy five scientific institutions from twenty five countries are currently operating their telescopes and instruments at the Observatorios de Canarias (see Tables on pages 6 and 7). Each telescope facility is owned by an institution or consortium, which may result from a collaboration between two or more countries. These are responsible for hiring their own staff and meeting their operation costs. Maintenance and operation of the observatories’ common facilities and undifferentiated services is financed through the budgets that are approved annually and distributed according to the formula established by the CCI.

Country	Signatory Body
 Belgium	Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek -Vlaanderen
 Germany	Deutsche Forschungsgemeinschaft
 Finland	Suomen Akatemia
 France	Centre National de la Recherche Scientifique
 Italy	Istituto Nazionale di Astrofisica
 Spain	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
 UK	Science and Technology Facilities Council

USER INSTITUTION (As defined under the International Treaty)

Centre National de la Recherche Scientifique (France)
 GRANTECAN, S.A. (Spain)
 Istituto Nazionale di Astrofisica (Italy)
 Katholieke Universiteit Leuven (Belgium)
 Kiepenheuer-Institut fuer Sonnenphysik (Germany)
 Leibniz-Astrophysikalisches Institut Postdam (Germany)
 Liverpool John Moores University (UK)
 MAGIC Consortium (Germany & Spain)
 Open University (UK)
 School of Physics and Space Research, Univ. of Birmingham (UK)
 Science and Technology Facilities Council (UK)
 Warwick University (UK)

TELESCOPE INSTALLATION

THEMIS
 GTC
 TNG
 MERCATOR
 VTT, GT
 STELLA
 LT
 MAGIC + FACT
 ART, PIRATE & COAST
 MARK-1
 Robo-DIMM
 SuperWASP + Warwick 1m

DIFFERENT USER INSTITUTION

Instituto de Astrofísica de Canarias (Spain) AMOS, CILBO, LST; DOT, EAST, EARTHSHINE, GONG, IAC80, INT, JKT, LCOGT, MAGEC, MASTER, MONS, NOT, OGS, OTA, QES, QUIJOTE, SONG, SST, TCS & XO, WHT

Members of the CCI in 2016

President	Colin Vincent	Science and Technology Facilities Council (STFC)
Vice-President	Rafael Rebolo	Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)
	Rafael Bachiller	Comisión Nacional de Astronomía (CNA)
	Francois Leblanc	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
	J Miguel Mas Hesse	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
	Oskar von der Lühe	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
	Francisco Almeida	Universidad de La Laguna (ULL)
	Nicola D'Amico	Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)
	Tuija Pulkkinen	Academy of Finland
	Christoffel Waelkens	Flemish Research Foundation (FWO)
	Appointees	Elena Terlevich
Campbell Warden		CCI Secretary

CCI Sub-Committees**ORM Common Services Committee**

Chair: Marc Balcells - ING
Secretary: Juan Carlos Pérez - ORM Site Manager
 Romano Corradi - GTC
 Oscar Blanch- MAGIC
 Emilio Molinari - TNG
 Álex Oscoz - IAC
 Saskia Prins - Mercator Telescope
 Dirk Raback - Liverpool Telescope

Site Properties Sub-Committee (SUCOSIP)

Chair: Casiana Muñoz-Tuñón - IAC
Secretary: Campbell Warden - IAC
 Romano Corradi - GTC
 Chris Benn - ING
 Bernard Gelly - THEMIS
 Oskar v d Lühe - KIS
 Razmik Mirzoyan - MAGIC
 Saskia Prins - MERCATOR
 Robert Smith - LT
 Jean Vernin - University of Nice
 Valentina Zitelli - TNG
Observer: Zoran Sodnik - ESA/OGS

Teide Common Services Committee

Chair: Michael Sigwarth - KIS
Secretary: Miquel Serra - OT Site Manager
 Bernard Gelly - THEMIS
 Álex Oscoz - IAC
 Ulrich Kolb - OU
 Michael Weber - STELLA
Observer: Zoran Sodnik - ESA/OGS

SUCOSIP Laser Guide Star Working Group

Chair: Chris Benn - ING
 Antonio Cabrera - GTC
 Julio Castro - IAC
 Christophe Dumas - TMT
 Markus Gaug - CTA
 Emilio Molinari - TNG
 Casiana Munoz-Tuñón - IAC
 Angel Otarola - TMT
 Juan Carlos Perez - IAC
 Zoran Sodnik - ESA

TEIDE OBSERVATORY (OT) - 2017

Location: Island of Tenerife (Canary Islands/Spain)	
Altitude: 2.390 m.	Area: 50 hectares
Longitude: 16°30'35" West	Latitude: 28°18'00" North

Ø cm	Instrument	Owner	Year Operational
20	Automatic Seeing Monitor (DIMMA)	IAC (ES)	2010
<u>Microwave telescopes</u>			
40	GroundBIRD Experiment	RIKEN (JP)	2018
250x2	QUIJOTE I + II	IAC, IFCA & UnC (ES); UC & UM (UK)	2012 + 2014
<u>Optical & IR telescopes</u>			
8	Earthshine	NJIT (USA)	2009
34	COAST	OU (UK)	2016
40x2	LCOGT-Teide Node	LCOGTN (US)	2015
40x2	MASTER	Sternberg Institute MSU (RU)	2014 & 2015
30x2 & 40x2	Optical Telescope Array	Telescope Society (US)	2015
40	PIRATE	OU (UK)	2017
40x1 + 45x2	MAGEC	OAM (ES)	---
50	Mons Telescope	Un. Mons (BE)	1972
70	Vacuum Tower (VTT)	L-KIS (DE)	1989
80	IAC-80	IAC (ES)	1993
90	THEMIS	CNRS (FR)	1996
100	SONG	Un Aarhus (DK) IAC (ES)	2014
100	OGS	ESA (International)	1996
120 x 2	STELLA	AIP (DE)	2005 & 2008
150	Gregor (GT)	KIS, AIP & MPS (DE)	2014
155	Carlos Sánchez Telescope (TCS)	IAC (ES)	1972
<u>Solar Laboratory Instruments:</u>			
	Integral Spectrophotometer: MARK-I	UB (UK) & IAC (ES)	1977
	GONG	NSO (US)	1996
	High Resolution Photometer EAST	IAC (ES)	2006
<u>Cameras:</u>			
	CILBO	ESA (International)	2011
	AMOS-CI	CU in Bratislava (SK)	2014
	QES	Qatar Research Foundation (QA)	2016

CILBO Canary Islands Long-Baseline Observatory; **CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique; **CU** Comenius Un.; **ESA** European Space Agency; **IAC** Instituto de Astrofísica de Canarias; **IFCA** Instituto de Física de Cantabria; **LCOGTN** Las Cumbres Observatory Global Telescope Network; **IAP** Leibniz-Institute for Astrophysics Potsdam; **KIS** Leibniz-Kiepenheuer Institute for Solar Physics; **MPS** Max-Planck-Institute for Solar System Research; **MSU** Moscow State University; **MU** Mons University; **NJIT** New Jersey Institute of Technology; **NSO** National Solar Observatory; **OAM** Observatorio Astronomico de Mallorca; **OGS** Optical Ground Station; **OU** Open University; **QES** Qatar Exoplanet Survey; **RFQ** Research Foundation of Qatar; **RIKEN** Center for Advanced Photonics; **STScI** Space Telescope Science Institute; **TCS** Carlos Sánchez Telescope; **UB** University of Birmingham; **UC** University of Cambridge; **UnC** Universidad de Cantabria; **UM** University of Manchester;

BE Belgium; **DK** Denmark; **ES** Spain; **FR** France; **DE** Germany; **JP** Japan; **QA** Qatar; **RU** Russia; **SK** Slovakia; **UK** United Kingdom; **US** United States of America.

ROQUE DE LOS MUCHACHOS OBSERVATORY (ORM) - 2017

Location: Island of La Palma (Canary Islands/Spain)	
Altitude: 2.396 m.	Area: 189 hectares
Longitude: 17 ^o 52'34" West	Latitude: 28 ^o 45'34" North

Ø cm	INSTRUMENT	OWNER &/or OPERATOR	YEAR
20	Automatic Seeing Monitor (DIMMA)	IAC (ES), UN (FR)	2004
30	Automatic Seeing Monitor (RoboDIMM)	STFC/ING (UK)	2007
<u>Optical & IR Telescopes</u>			
40 x 4	GOTO	Un. Warwick (UK)	2017
45	DOT	DOT Foundation (NL)	1997
60	Optical Telescope	KVA (SE)	1982
97	SST	Un. Stockholm (SE)	2002
100	Warwick 1m	Un. Warwick (UK)	2014
100	JKT	IAC/SARA	2015
120	MERCATOR	KUL (BE) IS (BE)	2002
200	LT	LJMU (UK)	2003
250	INT	IAC/ING (ES)	1984
256	NOT	NOTSA (DK, FI, IL, NO & SE)	1989
350	TNG	INAF (IT)	1998
420	WHT	IAC/ING (ES)	1987
1,050	GTC	GRANTECAN (ES), Un. Florida (US) INAOE & UNAM, MX)	2008
<u>Cherenkov Telescopes</u>			
	FRAM	Czech Academy of Sciences (CZ)	2017
300	FACT	FACT Collaboration*	2011
1,700x2	MAGIC I & MAGIC II	MAGIC Collaboration**	2005 & 2008
2,300	LST 1	LST Collaboration***	2017
<u>Cameras</u>			
	CILBO	ESA (International)	2011
	AMOS-CI	CU in Bratislava (SK)	2014

CILBO Canary Islands Long-Baseline Observatory; **CU** Comenius Un.; **IAC** Instituto de Astrofísica de Canarias; **ICRR** Institute for Cosmic Ray Research – University of Tokyo; **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; **SARA** The Southeastern Association for Research in Astronomy (US); **STFC** Science and Technology Facilities Council; **UN** University of Nice; **UNAM** Universidad Nacional Autónoma de México; **UU** University of Utrecht.

* **FACT Collaboration:** DE: Un. Würzburg; TU Dortmund; CH: ETH Zurich; ISDC, Un. Geneva.

** **MAGIC Collaboration:** BG: Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy, Sofia. HR: Croatian MAGIC Consortium (Rudjer Boskovic Institute, Un. Rijeka and Un. Split.) FI: Finnish MAGIC Consortium (Tuorla Observatory, Un. Turku and Dept. of Physics, Un. Oulu.) DE: DESY, Zeuthen; MPI für Physik, Munich; Un. Würzburg; T. Un. Dortmund; IN: SINP, Kolkata. IT: Un. di Udine, and INFN Trieste; INAF, Rome; Un. Siena and INFN Pisa, Siena; Un. Padova and INFN Padova, Padova; Un. Insubria and INFN Milano, Como. JP: Japanese MAGIC Consortium (ICRR, Un. Tokyo, Tokyo and Division of Physics and Astronomy, Un. Kyoto, Kyoto). PL: Un. Łódź, Lodz. ES: CIEMAT, Madrid; IAC, La Laguna; IFAE-BIST and CERES-IEEC, Un. Autònoma de Barcelona, Barcelona; ICE-CSIC, Barcelona; Un. Barcelona, Barcelona; Un. Complutense, Madrid. CH: ETH, Zurich; ISDC, Un. Geneva.

*** **LST Collaboration:** BR: CBFP, Rio de Janeiro. FR: CNRS/LAPP, Annecy. DE: MPI für Physik, Munich; Un. Hamburg; Un. Würzburg. HR: FESB, Un. Split. IN: SINP, Kolkata. IT: INFN Bari; Un. Padova and INFN Padova; INFN Perugia; Un. Siena and INFN Pisa, Siena; Un. Udine and INFN Trieste, Udine. JP: ICRR and Un. Tokyo, Tokyo; Un. Kyoto; Un. Ibaraki; Un. Nagoya; Un. Hiroshima; Un. Yamagata; Un. Waseda; Un. Konan; Un. Aoyama; Un. Saitama, Un. Kinki; KEK, Tsukuba; RIKEN and Un. Saitama, Saitama; Un. Tokai, Kanagawa, Un. Tokushima. ES: CIEMAT, Madrid; IAC, La Laguna; IFAE-BIST, Un. Autònoma de Barcelona; ICC, Un. Barcelona; Un. Complutense, Madrid. SE: Un. Stockholm. CH: ETH, Zurich.

Countries: BE Belgium; BG Bulgaria; BR Brazil; CH Switzerland; CZ Czech Republic; DK Denmark; ES Spain; FI Finland; FR France; DE Germany; HR Croatia; IL Iceland; IN India; IT Italy; JP Japan; MX Mexico; NL Netherlands; NO Norway; PL Poland; SE Sweden; SK Slovakia; UK United Kingdom; US United States of America.

PREFACIO POR EL PRESIDENTE

La segunda mitad de esta década está resultando ser uno de los períodos más emocionantes de la historia de la Astronomía en las Islas Canarias. El papel de la IAC como nuestro instituto “anfitrión” ha seguido su impresionante desarrollo con la adición de nuevas infraestructuras al grupo de telescopios que opera. Como se informó el año pasado, la propiedad del JKT fue transferida del STFC al IAC y esto ahora se ha complementado con la transferencia el 13 de enero del resto del grupo de telescopios Isaac Newton. España es actualmente el propietario más grande del telescopio en los Observatorios de Canarias, sin embargo esta situación podría cambiar drásticamente en el futuro con la instalación propuesta del CTA y la posible ubicación del Telescopio de Treinta Metros en tierra adyacente al ORM.

La Agencia Espacial Europea ha estado operando la Estación Terrestre Óptica en el Observatorio del Teide desde hace más de 20 años y hemos presentado varias veces sus emocionantes desarrollos en comunicación óptica en estos

Informes Anuales. Actualmente están negociando la instalación de telescopios más grandes y una integración más completa en la estructura de la CCI. Otros grandes proyectos destinados a los Observatorios de Canarias son el LT2 (véase pág. 42) y el Telescopio Solar Europeo (véase página opuesta y página 50). Estas perspectivas muy positivas para la evolución futura se complementan con los excelentes resultados científicos que se están logrando. Sólo algunos de ellos se incluyen en este breve informe como una muestra simbólica, junto con algunos avances tecnológicos importantes en el campo de la instrumentación y la observación remota.

A pesar de la enorme diversidad de países e instituciones participantes -como se destaca en las páginas centrales-, el espíritu original y muy positivo de cooperación aún permea nuestras discusiones bilaterales y multilaterales, mientras que la intensidad de las colaboraciones científicas entre nuestros astrofísicos y tecnólogos continúa creciendo.

Dr Colin Vincent

PREFACE BY THE PRESIDENT

The second half of this decade is proving to be one of the most exciting periods in the history of Astronomy in the Canary Islands. The role of the IAC as our host institute has continued to be enhanced with the further development of the suite of telescopes that it operates. As reported last year, the ownership of the JKT was transferred from STFC to the IAC and this has now been complemented with the transfer on January 13 of the rest of the Isaac Newton Group of telescopes. Spain is currently the owner of the Observatorios de Canarias’ largest telescopes, however this situation could change dramatically in the future with the proposed installation of the CTA and the possible siting of the Thirty Meter Telescope.

The European Space Agency has been operating the Optical Ground Station at the Teide observatory for over 20 years and we have presented their exciting developments in optical communication several

times in these Annual Reports. They are currently negotiating the installation of larger facilities and a fuller integration in the CCI’s structure. Other major projects destined for the Observatorios de Canarias are the LT2 (see page 42) and the European Solar Telescope (see opposite page and page 50). These very positive prospects for future developments are complemented by the excellent scientific results being achieved. Only a few of these are included in this brief report as a token sample, along with some important technological developments in the field of instrumentation and remote observation.

Despite the huge diversity of participating countries and institutions – as highlighted in the centre pages – the original and very positive spirit of cooperation still permeates our bilateral and multilateral discussions, while the intensity of the scientific collaborations among our astrophysicists and technologists continues to grow.

Dr Colin Vincent

INTRODUCCION DEL VICEPRESIDENTE

Este ha sido un año especialmente importante para los Observatorios de Canarias. Es un placer destacar la elección en marzo del Telescopio Solar Europeo (EST) como nueva infraestructura estratégica de Europa incluido en la “Hoja de Ruta” de ESFRI (European Strategic Forum on Research Infrastructures). EST es un proyecto para construir un telescopio solar de 4 metros de diámetro en los Observatorios de Canarias (véase pág. 50), cuyo principal objetivo científico es el estudio de la interacción entre el plasma solar y el campo magnético. Damos la bienvenida a este proyecto, alrededor del cual girará gran parte de los avances de la física solar europea en las próximas décadas. En abril se firmó el acuerdo entre la Universidad de Tokio y el IAC para la construcción de 4 telescopios Cherenkov de 23 m en el ORM y en el verano se construyó la plataforma para el primero de ellos. En septiembre se firmó el Acuerdo entre CTA gGmbH y el IAC para la instalación en el ORM del Observatorio Norte del CTA. Durante ese mes el Presidente de la Academia de Ciencias de China visitó el IAC y los Observatorios de Canarias para firmar un acuerdo de colaboración con GTC.

Este año miembros del Thirty Meter Telescope International Observatory (TIO) Board, de su Oficina de Proyecto y del Board de la Fundación Gordon and Betty Moore, visitaron el ORM. Tras un estudio técnico especializado sobre la calidad del ORM, que demostró la viabilidad de los objetivos científicos del TMT, desde este observatorio se eligió una zona adyacente al ORM en el Municipio de Puntagorda como sitio alternativo para este telescopio en caso de que no pudiera construirse en Hawái.

También ha habido importantes desarrollos en el OT, destacando la firma con el centro RIKEN de Japón para la instalación del Ground-BIRD, que vendrá a reforzar la investigación del Fondo Cósmico de Microondas que ya se está realizando con QUIJOTE (véase pág. 25 y 46). La Open University del Reino Unido decidió instalar dos telescopios en el OT y adquirir el BRT con su programa de astronomía en las aulas (véase pág. 44). Deseamos un futuro brillante a todos estos telescopios.

Profesor Rafael Rebolo

INTRODUCTION BY THE VICE PRESIDENT

This has been an especially important year for the Observatorios de Canarias. It is a pleasure to highlight the selection in March of the European Solar Telescope (EST) as new Strategic Infrastructure in Europe, after its inclusion in the ESFRI (European Strategic Forum on Research Infrastructures) Roadmap upgrade. EST is a project to construct a 4-meter solar telescope at the Canarian Observatories (see page 50). Its main scientific objective is the study of the interaction of the solar plasma with the magnetic field. We welcome this project, which will be the centre of most advances in European Solar Physics in the coming decades.

In April the agreement was signed between the University of Tokyo and the IAC for the construction of four Cherenkov telescopes of 23 m in the ORM and in the summer the platform was built for the first one. In September the Agreement between CTA gGmbH and IAC was signed for the installation in the ORM of the CTA North Observatory. During that month the President of the Chinese Academy

of Sciences visited the IAC and the Observatorios de Canarias to sign a collaboration agreement with GTC.

This year, members of the Thirty Meter Telescope International Observatory (TIO) Board, its Project Office and Board of the Gordon and Betty Moore Foundation, visited the ORM. Following a specialized technical study on the quality of the ORM that demonstrated the viability of the TMT's scientific objectives from this observatory, an area adjacent to the ORM in the Municipality of Puntagorda was chosen as an alternative site for this telescope, in case it could not be built in Hawaii. There have also been important developments at the Teide Observatory (OT), notably the signing with the RIKEN center in Japan for the installation of Ground-BIRD, which will reinforce the research of the Cosmic Microwave Background that is already being carried out with QUIJOTE (see pages 25 and 46). The UK Open University decided to install two telescopes in the OT and acquire the BRT with its astronomy program in the classroom (see page 44). We wish a very bright future for all these telescopes.

Professor Rafael Rebolo

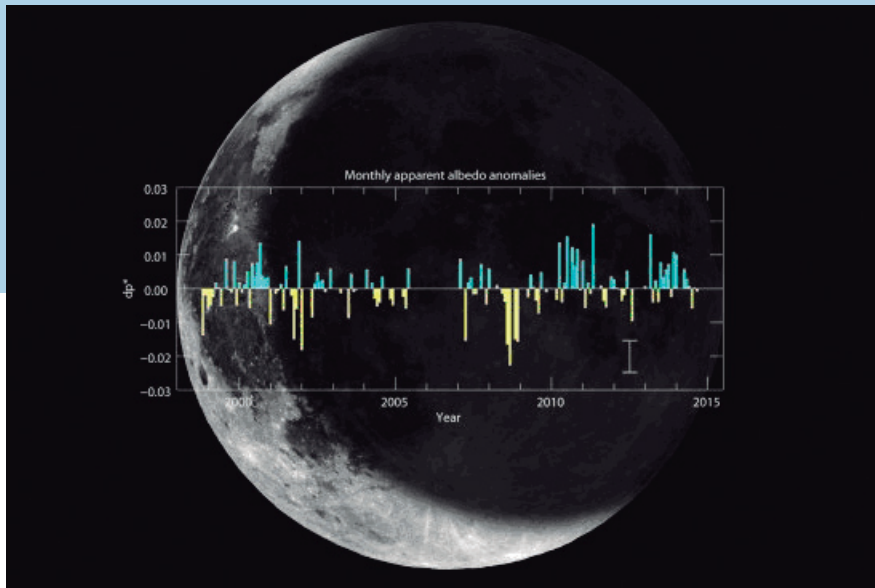
VARIACIONES EN EL ALBEDO TERRESTRE PROYECTO EARTHSHINE	11	VARIATIONS IN THE EARTH'S ALBEDO EARTHSHINE PROJECT
DETECCIÓN AVANZADA DE METEORITOS AMOS-CI	12	ADVANCED METEOR DETECTION AMOS-CI
DESCUBRIMIENTO DE UNA DE LAS GALAXIAS LEJANAS MÁS BRILLANTES CONOCIDAS HASTA LA FECHA GTC	14	DISCOVERY OF ONE OF THE BRIGHTEST DISTANT GALAXIES GTC
LA HIPÓTESIS DEL "PLANETA X" REFORZADA POR LAS OBSERVACIONES CON EL GTC DE DOS OBJETOS TRANS-NEPTUNIANOS EXTREMOS GTC	15	OBSERVATIONS OF TWO EXTREME TRANS-NEPTUNIAN OBJECTS SUPPORT THE "PLANET X" HYPOTHESIS GTC
DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL DISCO DE ACRECIÓN DE CUÁSARES MEDIANTE MICROLENTES IAC80	16	DETERMINING THE QUASAR ACCRETION DISK SIZE BY MICROLENSING IAC80
BUSCANDO LOS HOMÓLOGOS ELECTROMAGNÉTICOS DE LAS FUENTES DE ONDAS GRAVITACIONALES TELESCOPIO LIVERPOOL	18	SEARCHING FOR THE ELECTROMAGNETIC COUNTERPARTS OF GRAVITATIONAL WAVE SOURCES LIVERPOOL TELESCOPE
RAYOS GAMMA DEL UNIVERSO DE MEDIANA EDAD MAGIC	20	GAMMA-RAYS FROM THE UNIVERSE'S MIDDLE AGE MAGIC
DETECCIÓN DE VARIABILIDAD EN LA POLARIZACIÓN ÓPTICA DEL MICROQUASAR V404 Cyg/GS 2023+33 MASTER	22	OPTICAL POLARIZATION VARIABILITY DETECTION IN THE MICROQUASAR V404 Cyg/GS 2023+33 MASTER
ESTRELLAS SIMILARES AL SOL: LA BÚSQUEDA DE LA ANÁLOGA SOLAR MERCATOR	24	SOLAR-LIKE STARS: THE QUEST OF THE SOLAR ANALOGUE MERCATOR
V339 DELPHINI (Nova Del 2013) MERCATOR	24	V339 DELPHINI (Nova Del 2013) MERCATOR
POLARIZACIÓN DE LA EMISIÓN DE MICROONDAS EN NUESTRA GALAXIA QUIJOTE	25	POLARISATION OF THE MICROWAVE EMISSION IN OUR GALAXY QUIJOTE
CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA DE ESTRELLAS MASIVAS Hertzsprung SONG	28	SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION OF MASSIVE STARS Hertzsprung SONG
LA ABUNDANCIA DE OXÍGENO EN LA FOTOSFERA SOLAR VTT	29	THE ABUNDANCE OF OXYGEN IN THE SOLAR PHOTOSPHERE VTT
ROTACIÓN DIFERENCIAL ANTISOLAR STELLA-II Y SES	30	ANTI-SOLAR DIFFERENTIAL ROTATION STELLA-II & SES
ESPECTRO DE LA ATMÓSFERA DE UN EXOPLANETA STELLA-I y WIFSIP	31	A SPECTRUM OF AN EXOPLANET ATMOSPHERE STELLA-I & WIFSIP
EL OJO QUE OBSERVA EL ORIGEN DEL AGUA Y LA VIDA EN NUESTRO PLANETA TNG Y GIANO	32	THE EYE ON THE ORIGIN OF WATER AND LIFE ON OUR EARTH TNG & GIANO

LOGROS CIENTÍFICOS SCIENTIFIC HIGHLIGHTS



VARIACIONES EN EL ALBEDO TERRESTRE PROYECTO EARTHSHINE

A lo largo del periodo de 1998-2014 se han medido las variaciones en el albedo terrestre con observaciones del Earthshine. El albedo terrestre es un parámetro climático fundamental para entender el equilibrio radiativo de nuestra atmósfera. Tradicionalmente, el albedo se ha medido desde el espacio, pero durante los últimos 16 años también se ha hecho con instrumentos en tierra desde el Observatorio de Big Bear (California) y, desde 2007, con la instalación conocida como Proyecto Earthshine en el Observatorio del Teide, tomando observaciones de la Luna. La comparación de brillos entre el lado oscuro (earthshine) y brillante (moonshine) de la Luna se usa para determinar variaciones diarias del albedo terrestre, con el objetivo de identificar variaciones sostenidas a lo largo de meses, años o décadas. En nuestras



VARIATIONS IN THE EARTH'S ALBEDO EARTHSHINE PROJECT

Throughout the period 1998-2014, variations in the terrestrial albedo have been measured with Earthshine observations. The terrestrial albedo is a fundamental climatic parameter to understand the radiative equilibrium of our atmosphere. Traditionally, the albedo has been measured from space, but over the past 16 years it has also been made with ground instruments from the Big Bear Observatory (California) and, since 2007, with the installation known as Earthshine Project at the Teide Observatory, which has been taking observations of the Moon. The comparison of brightness between the earth's and moon's moonshine is used to determine daily variations of the terrestrial albedo in order to identify sustained variations over months, years or decades.

medidas de los últimos 16 años encontramos variaciones modestas del albedo de la escala de décadas, pero no una tendencia sostenida significativa durante todo el periodo. En la variación a escala de décadas existen periodos de incrementos anuales sostenidos, seguidos de decrementos sostenidos comparables. Esta evolución del albedo terrestre está altamente correlacionada con las variaciones medidas desde el espacio por los instrumentos CERES, a pesar de que cada uno mide diferentes porciones del Bond albedo de la tierra.

Composición de la luz cenicienta, la luz que refleja la Tierra hacia la parte nocturna del disco lunar, y gráfico que representa las variaciones medias mensuales del albedo durante el periodo comprendido entre diciembre de 1998 y de 2014. Las anomalías positivas se muestran en azul y las negativas en amarillo. La desviación media de los datos mensuales también está indicada en la esquina inferior derecha para simplificar. Sólo se muestran los meses con al menos 5 noches de observación. De noviembre de 2005 a agosto de 2006 faltan algunos datos debido a que durante la sustitución de la cúpula del telescopio aún no estaba operativo el nuevo telescopio robótico.

Composition of Cinderella light, the light reflected by the Earth towards the nocturnal part of the lunar disk, and a graph representing the average monthly variations of albedo during the period between December 1998 and 2014. Positive anomalies are

shown in blue and the negatives in yellow. For simplicity the average deviation of the monthly data is also indicated in the lower right corner. Only the months with at least 5 nights of observation are shown. From November 2005 to August 2006 some data are missing because the new robotic telescope was not yet operational during the replacement of the telescope dome.

In our measurements over the last 16 years we find modest albedo variations of the scale of decades, but no significant sustained trend throughout the period. In the variation on a scale of decades there are periods of sustained annual increases, followed by comparable sustained decreases. This evolution of the terrestrial albedo is highly correlated with the variations measured from space by the CERES instruments, although each measures different portions of the Bond albedo of the earth.

DETECCIÓN AVANZADA DE METEORITOS

AMOS-CI

Las nuevas cámaras AMOS-CI (All-Sky Meteor Orbit System - Canary Islands), con una resolución de vídeo de 1600x1200 píxeles, 20 fotogramas por segundo y un campo de visión (CDV) de 180x140 grados son capaces de detectar eventos luminosos transitorios, sobre todo meteoros, con una magnitud visual de hasta +4, dependiendo de la velocidad angular. Las cámaras han sido instaladas en los dos Observatorios de Canarias para mejorar la cobertura de la actividad de meteoros en el cielo meridional gracias a la observación desde uno de los lugares con mejores condiciones climatológicas del mundo. Más aún, hemos conseguido confirmar nuevas lluvias de meteoros a partir de una lista provisional del

Figura 1: El sistema AMOS funcionando durante una observación nocturna con luna llena en el Observatorio del Teide.



Figure 1: The AMOS system running during a night-time observaton with full Moon at the Teide Observatory.

ADVANCED METEOR DETECTION

AMOS-CI

The new AMOS-CI cameras (All-Sky Meteor Orbit System - Canary Islands), with a video resolution of 1600x1200 pixels and 20 frames per second and with a field of view (FOV) of 180x140 degrees is able to detect light transient events, especially meteors, down to +4 visual magnitude depending on angular velocity. The cameras have been installed at both of the Observatorios de Canarias so as to improve the coverage of the southern sky meteor activity by observing from one of the climatically best sites in the world. Moreover, we have endeavoured to

Centro de Datos de Meteoros de la UAI, incluyendo posibles flujos de meteoritos de origen asteroidal. La AMOS-CI tiene una carcasa externa de última generación y un sistema de observación autónomo (Figura 1).

Gracias al uso de métodos de triangulación precisos ha sido posible obtener unas 4000 órbitas de meteoroides al año. Algunos de los resultados se presentaron en las Conferencias Internacionales de Meteoros de 2015 y 2016, en la conferencia Meteoroides 2016 del ESTEC, ESA, y en diversas publicaciones. Algunos de los resultados preliminares muestran la detección de decenas de flujos de meteoros, algunos de ellos muy especiales: posible flujo de meteoros asteroidales Alpha Comae Berenicids activa en abril o lluvia diurna de meteoros Ariétidas (Figura 2).

confirm new meteor showers from the working list of meteor showers of the IAU Meteor Data Center, including possible meteor streams of asteroidal origin. The AMOS-CI has a new generation of external shelter and a system for autonomous observations (Figure 1).

By using precise triangulation methods it has been possible to obtain about 4000 meteoroid orbits per year. Some of the results were presented at the International Meteor Conferences in 2015 and 2016 and at the Meteoroids 2016 conference in ESTEC, ESA in 2016, as well as in several papers. Preliminary results show a detection of tens of meteor streams, some of them are very special: possible asteroidal meteor stream Alpha Comae Berenicids active in April or daytime meteor shower Arietids (Figure 2).

Otra observación interesante se produjo durante la noche del 19 de mayo de 2015 a las 23h, 17m y 33s TU. Ambas cámaras AMOS-CI observaron una bola de fuego. La bola de fuego produjo una caída de meteoritos, y se predijo la caída de un meteorito de 40 g, probablemente sobre las laderas occidentales

del Parque Nacional del Teide (Figura 3). Aunque se organizó una expedición de búsqueda formada por siete expertos y se peinó un área de 700 × 200 m del 8 al 12 de junio de 2015, no encontraron el meteorito (Figura 4).

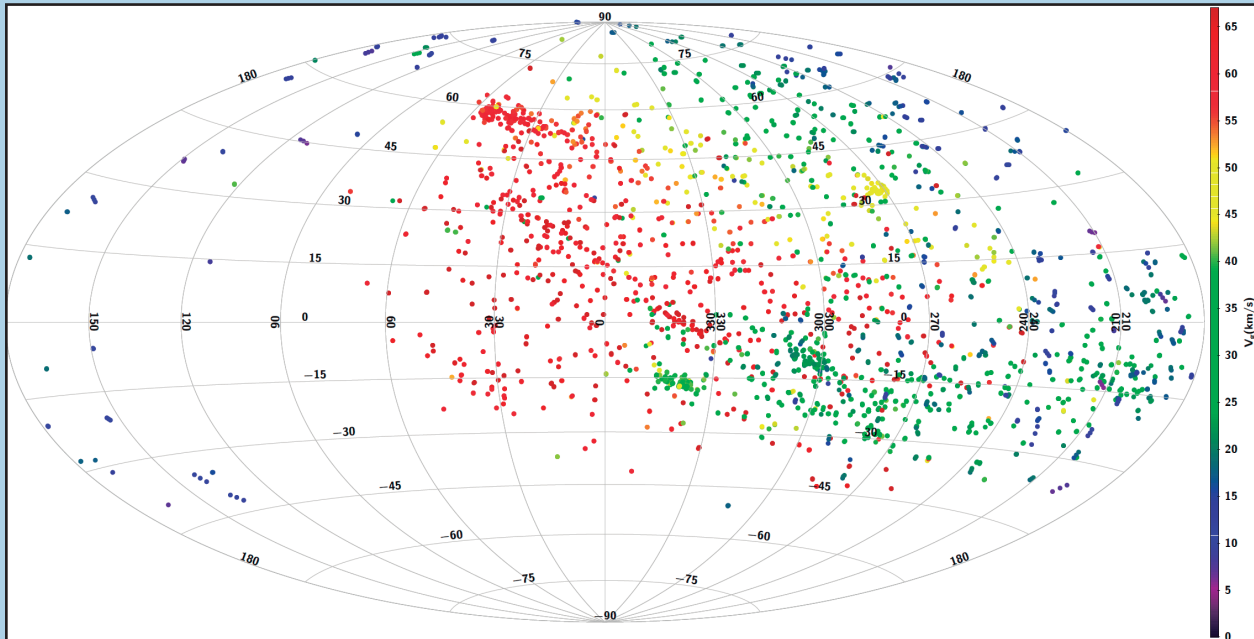


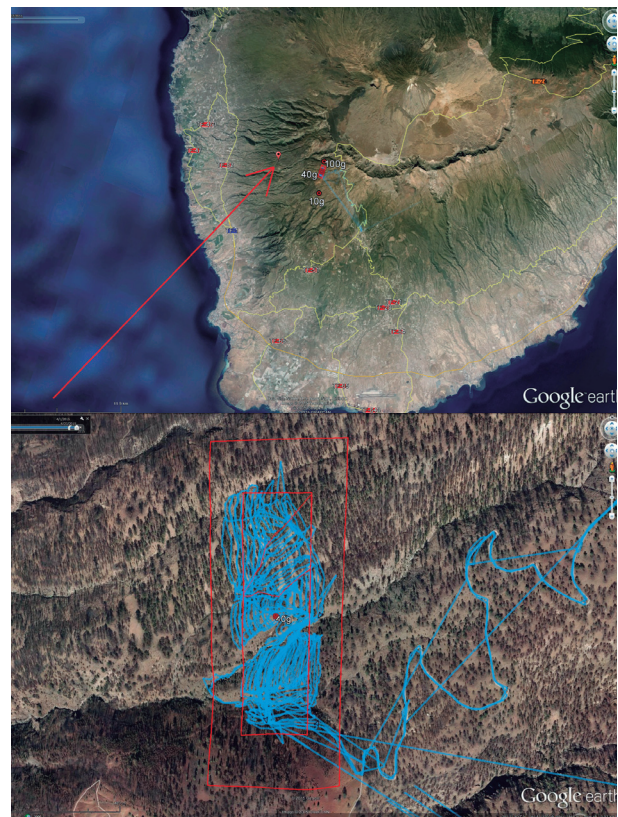
Figura 2: La distribución radiante de 1539 meteoros con órbitas del AMOS-CI (del 15 de marzo al 15 de agosto de 2015).

Figure 2: The radiant distribution of 1539 meteors with orbits from AMOS-CI (March 15 – August 15 2015).

Figuras 3 y 4: Proyección de la trayectoria de la bola de fuego del 19 de mayo de 2015 (superior) y rastros GPS de la expedición de búsqueda en el área prevista de impacto del meteorito (inferior). El rectángulo interno es de 700 × 200 m en proyección, cercano a la predicción de uno sigma.

Figures 3 + 4: Projection of the May 19, 2015 fireball trajectory (upper) and GPS trails of the search expedition in the predicted area of meteorite fall (lower). The inner rectangle, which is 700x200 m wide in projection, is close to one sigma prediction.

Another interesting observation occurred during the night of May 19, 2015 at 23h17m33s UT. A fireball was observed by both AMOS-CI cameras. The fireball has produced meteorite fall and the predicted 40 g meteorite probably fell on the western slopes of the Teide National Park (Figure 3). Although a recovery expedition was organized, and an area of 700x200 meters was searched thoroughly during the period June 8–12, 2015 by 7 skilled people, no meteorite was found (Figure 4).



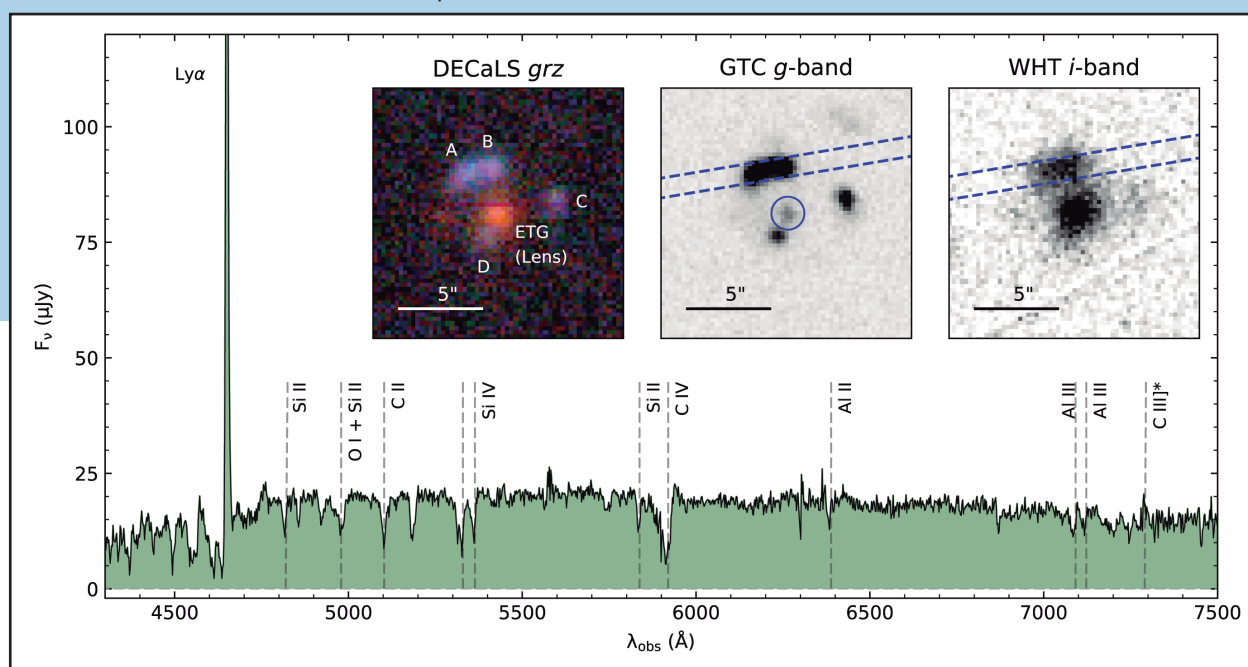
DESCUBRIMIENTO DE UNA DE LAS GALAXIAS LEJANAS MÁS BRILLANTES CONOCIDAS HASTA LA FECHA

GTC

Según el fenómeno de las lentes gravitacionales, predicho en la Teoría General de la Relatividad de Einstein, la masa de una galaxia actúa sobre la luz de un objeto más lejano a modo de lente gigante. Esto produce una imagen ampliada y distorsionada de la fuente lejana, en forma de lo que se conoce como «anillo de Einstein» o en forma de una serie de múltiples imágenes cuya geometría detallada depende del alineamiento exacto de las fuentes. Como este fenómeno produce una magnificación del flujo total del objeto distante, proporciona una oportunidad única para estudiar en detalle fuentes del universo lejano que, de otra forma, emitirían una señal demasiado débil para ser detectada. Una de las galaxias más brillantes del universo temprano, BG1429+1202, situada en un desplazamiento al

rojo de 2,82 (lo que corresponde a una edad de unos 2300 millones de años tras el Big Bang), fue descubierta gracias a las observaciones espectroscópicas realizadas con el instrumento OSIRIS del telescopio GTC y también con el instrumento ACAM del telescopio WHT. BG1429+1202 es una galaxia de emisión Lyman alfa (ELA) bajo el efecto de lente gravitacional de una galaxia masiva de tipo temprano cercana a la línea de visión a un desplazamiento al rojo de 0,55. Aunque las ELA típicas son tenues y no muy luminosas, se descubrió que el gran brillo de BG1429+1202 no era solo aparente, fruto del efecto de lente, sino que también le es intrínseco, lo que indica una intensa actividad de formación estelar.

Espectro obtenido con el GTC/OSIRIS de BG1429+1202 que muestra una potente emisión de Lyman alfa, así como una fuerte absorción del medio interestelar y de los vientos estelares. Los insertos muestran algunas imágenes de BG1429+1202.



DISCOVERY OF ONE OF THE BRIGHTEST DISTANT GALAXIES

GTC

In the phenomenon of gravitational lensing, predicted by Einstein's General Theory of Relativity, the mass of a galaxy acts on the light of a more distant object as a huge lens. This produces an amplified, distorted image of the faraway source, in the form of the so-called "Einstein ring" or as a series of multiple images, the detailed geometry depending on the exact alignment of sources. As this phenomenon produces a magnification of the total flux of the distant object, it provides a unique opportunity to study in detail sources in the distant Universe, which otherwise would be too faint to detect. One of the brightest galaxies in the early Universe, BG1429+1202, located at a redshift of 2.82

GTC/OSIRIS spectrum of BG1429+1202 showing strong Lyman-Alpha emission as well as strong absorptions from the interstellar medium and stellar winds. The insets present some images of BG1429+1202.

(corresponding to an age of some 2,300 million years after the Big Bang) was discovered thanks to spectroscopic observations with the telescope's instrument OSIRIS and also with the ACAM instrument of the WHT. BG1429+1202 is a Lyman Alpha Emitting galaxy (LAE), gravitationally lensed by a massive early type galaxy close to the line of sight at a redshift of 0.55. Although typical LAEs are faint and not very luminous, it was found that BG1429+1202 is not only apparently bright as a consequence of the lensing effect, but also intrinsically very luminous and shows indications of very strong star formation activity.

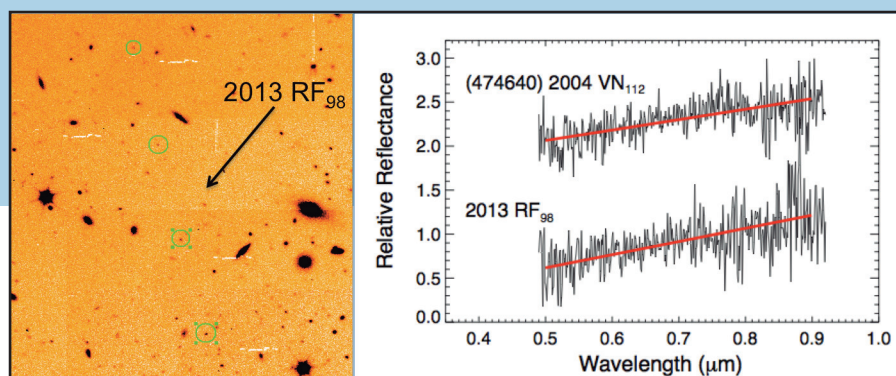
LA HIPÓTESIS DEL “PLANETA X” REFORZADA POR LAS OBSERVACIONES CON EL GTC DE DOS OBJETOS TRANS-NEPTUNIANOS EXTREMOS GTC

En los últimos años diversos estudios han planteado la posibilidad de la existencia de uno o varios planetas de varias masas terrestres en órbita alrededor del Sol a grandes distancias, cientos de veces la órbita de la Tierra (unidad astronómica, o UA).

La hipótesis del Planeta X se ve reforzada por la observación de asteroides lejanos, como los objetos trans-Neptunianos extremos (ETNOs) que se caracterizan por orbitar a grandes distancias del Sol, superiores a 150 UAs. Hasta la fecha se han identificado un total de 22 ETNOs y el estudio de las órbitas de siete de ellos se usó para predecir la existencia de un planeta de unas 10 masas terrestres orbitando a unas 700 UAs del Sol. Entre estos siete ETNOs existe un par, 2004 VN112 – 2013 RF98 que presenta órbitas casi idénticas, sugiriendo un origen

dinámico común. En septiembre de 2016 se utilizó la cámara-espectrógrafo OSIRIS del telescopio de 10.4m GTC para estudiar su origen. Las características espectrales obtenidas para ambos objetos son prácticamente idénticas, lo que sugiere un origen físico común, y similares a los valores obtenidos a partir de observaciones fotométricas de otros dos ETNOs. Simulaciones numéricas de la evolución dinámica de estos dos objetos con el tiempo sugieren que un encuentro en el pasado con un planeta con una masa de entre 10 y 20 masas terrestres y en una órbita entre 300 y 600 UAs (el supuesto Planeta X) podría haber desligado y generado la pareja de asteroides que vemos en la actualidad.

La imagen de la izquierda muestra una composición de cuatro imágenes de adquisición tomadas a lo largo de cuatro noches consecutivas (4, 5, 6, y 7 de septiembre de 2016) con el instrumento OSIRIS en GTC. En ellas se puede ver uno de los ETNOs estudiados en este trabajo, 2013 RF98, moviéndose a lo largo del campo (círculo verde). A la derecha mostramos los espectros en el rango visible de ambos objetos, obtenidos con el grisma R300R y una rendija de 2.5”.



OBSERVATIONS OF TWO EXTREME TRANS-NEPTUNIAN OBJECTS SUPPORT THE “PLANET X” HYPOTHESIS GTC

In the last years, several studies have suggested the existence of one or several planets of several Earth masses orbiting the Sun at large distances, hundreds of times the orbit of the Earth (astronomical unit, or AU).

The hypothesis of Planet X is supported by the observations of faraway asteroids, such as the so-called extreme trans-Neptunian objects (ETNO)s, which orbit the Sun at large distances, larger than 150. The number of known ETNOs is currently 22, and the study of the orbit of seven of them was used to predict the existence of a planet of about 10 Earth masses orbiting the Sun at 700 AU. Among these seven ETNOs, the pair 2004 VN112 – 2013 RF98 clearly stands out, the two objects having almost identical orbits suggesting a common dynamical origin. In

The image on the left shows a composition of four acquisition images obtained during four consecutive nights (September 4, 5, 6, and 7, 2016), using the OSIRIS instrument at the GTC. In this image we can see one of the ETNOs studied in this work, 2013 RF98, moving across the field of view (green circle). The image on the right shows the visible spectra of the two objects, obtained using the R300R grism and the 2.5” slit.

September 2016 the OSIRIS camera-spectrograph at the 10.4m GTC telescope was used to obtain visible spectra of this pair of ETNOs to unravel their physical nature. The spectral characteristics are almost identical, which indicate a common physical origin, and consistent with those obtained by other authors for other two ETNOs using photometric data. Numerical simulations of the dynamical evolution with time of these two objects favour a scenario in which the pair 2004 VN112 – 2013 RF98 was once a binary asteroid that became unbound after a gravitational encounter in the past with a planet with 10-20 Earth masses (the putative Planet X) at a distance of 300-600 AU.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL DISCO DE ACRECIÓN DE CUÁSARES MEDIANTE MICROLENTE

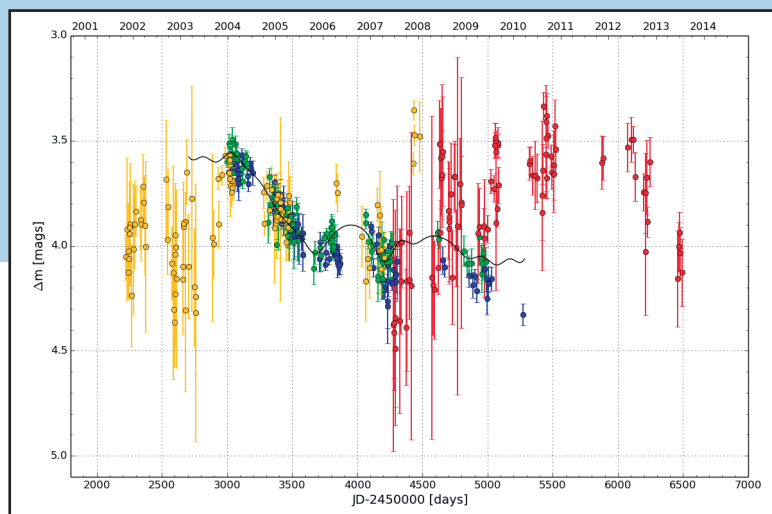
IAC80

SDSS J1004+4112 es un cuásar con efecto de lente de amplia separación dividido en cinco imágenes debido a la gravedad ocasionada por el cúmulo de galaxias intermedio. La variabilidad de flujo de esas imágenes es una combinación de la variabilidad intrínseca de las fuentes y de las microlentes gravitacionales, que depende de la distribución aleatoria de estrellas en la galaxia que hace de lente. El análisis de las curvas de luz de cuásares con efecto de lente tiene aplicaciones importantes en cosmología, así como en el estudio de la estructura de éstos, ya que las estadísticas de las microlentes pueden usarse para determinar el tamaño del disco de acreción del cuásar.

Este telescopio se usó para monitorizar SDSS J1004+4112 en la banda R entre diciembre de 2003

Figura 1: Imágenes de las curvas de luz A, B, C y D de SDSS J1004+4112 en su región de solapamiento tras desplazar los correspondientes retrasos temporales (y diferencias de magnitudes). Se ha encajado un polinomio (línea negra continua) en la curva de luz B.

Figure 1: Image A, B, C and D light curves of SDSS J1004+4112 in their overlap region after shifting by the respective time delays (and magnitude differences). A polynomial (black solid line) is fitted to the B light curve.



DETERMINING THE QUASAR ACCRETION DISK SIZE BY MICROLENSING

IAC80

SDSS J1004+4112 is a wide-separation lensed quasar that is split into five images due to the gravity caused by the intervening galaxy cluster. The flux variability of these images is a combination of the intrinsic variability of the source and gravitational microlensing that depends on the random distribution of stars in the lens galaxy. The analysis of lensed quasars' light curves has important applications in cosmology as well as in the study of quasars' structure because microlensing statistics can be used to determine the quasar accretion disk size.

This telescope was used to monitor SDSS J1004+4112 in the R-band between December 2003 and October 2010. Thanks to the availability of long

and October 2010. Gracias a que se dispuso de observaciones lo suficientemente prolongadas, fue posible corregir el retraso temporal entre las imágenes desplazando sus curvas de luz (ver Figura 1).

Tomando como referencia la imagen B, menos afectada por la microlente, se ha eliminado la variabilidad intrínseca de las curvas de luz en la región superpuesta. Usando ratios de flujo de una fuente lo suficientemente grande en el cuásar como para no ser sensible a la microlentes (IR medio), fue posible establecer la línea base para una magnificación sin microlente. Finalmente se obtuvieron las curvas de luz afectadas por el efecto microlente: A-B, C-B y D-B, y se hallaron claros indicios de variabilidad en el flujo debido a la microlente. En las imágenes C y D se detectó una variabilidad debida a la microlente de hasta 0,7 mag, mientras que la curva de luz de A parece estar menos afectada por la microlente (cambios del orden de 0,15 mag en la cuarta temporada de los datos).

enough observations it was possible to correct for the time delay between the images by shifting their light curves (see Figure 1).

Taken as reference image B, which is less affected by microlensing, the intrinsic variability has been removed from the light curves in the overlapping region. Using flux ratios of a large enough source in the quasar as to be insensitive to microlensing (mid-IR) it was possible to establish the baseline for no microlensing magnification. The microlensing light curves, A-B, C-B, and D-B were finally obtained and clear indications of microlensing flux variability were found. Microlensing variability up to 0.7 mag in images C and D has been detected whereas the light

Teniendo en cuenta que las microlentes son sensibles al tamaño de la fuente, se usaron las determinaciones de magnificación de amplitudes mediante microlentes previamente obtenidas para estimar el tamaño del disco de acreción del cuásar. La idea básica es comparar el histograma de magnificación de microlentes obtenido a partir de las observaciones con las predicciones simuladas de variabilidad de microlentes para fuentes de diversos tamaños. Dicha comparación hace posible evaluar la probabilidad de los diferentes valores adoptados para el tamaño. Se usaron dos métodos diferentes para comparar el histograma observado y el modelado e inferir distribuciones probabilísticas para el tamaño. Usando el producto del histograma observado y del modelado se obtuvo un radio a mitad de luz de

$$R_{\left\{\frac{11}{12}\right\}} = 8.7^{+18.5}_{-5.5} \sqrt{M/0.3M_{\odot}} \text{ días luz}$$

Se obtuvo un resultado consistente, pero más restrictivo de

$$R_{\left\{\frac{11}{12}\right\}} = 4.2^{+3.25}_{-2.2} \sqrt{M/0.3M_{\odot}} \text{ días luz}$$

usando un criterio χ^2 para comparar el histograma observado y el modelado (ver Figura 2).

El IAC80 en la red S3T

Este telescopio ha entrado en la red española de Space Surveillance and Tracking gracias al desarrollo de un software para detección de basura espacial y trazas de satélites. Este software genera bias y flat-fields, observa automáticamente toda la noche, reduce las imágenes, efectúa su astrometría y detecta y mide las trazas. Por último, envía los resultados (ver Figura 3).

Figura 2: Distribuciones de probabilidad del tamaño de la fuente r_s para el método de producto (línea continua), el método (línea de puntos) y el método χ^2 corregido con errores aumentados (línea de rayas).

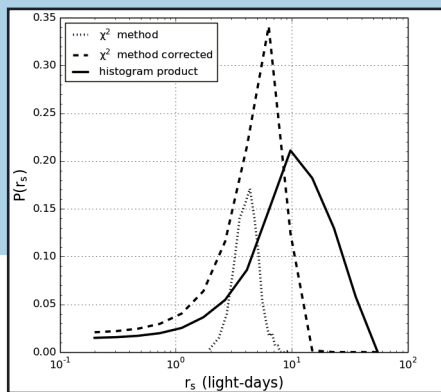


Figure 2: Probability distributions of the source's size r_s for the product method (continuous line), the method χ^2 (dotted line) and method χ^2 corrected with augmented errors (dashed line).

curve of A seems to be less affected by microlensing (changes of order 0.15 mag in the fourth season of the data).

Taking into account that microlensing is sensitive to the size of the source the determinations of microlensing magnification amplitude previously obtained was used to estimate the size of the accretion disk of the lensed quasar. The basic idea is to compare the histogram of microlensing magnification obtained from the observations with the simulated predictions of microlensing variability for sources of different sizes. This comparison makes it possible to evaluate the likelihood of the different values adopted for the size. Two different methods were used to compare the observed and modeled histograms in order to infer probabilistic distributions for the size. Using the product of the observed and modeled microlensing histograms a half-light radius of

Figura 3: Izquierda, traza de un satélite observada con el IAC80. Derecha, ejemplo de cómo el software propio identifica una traza, detectando su origen y final, así como su trayectoria.

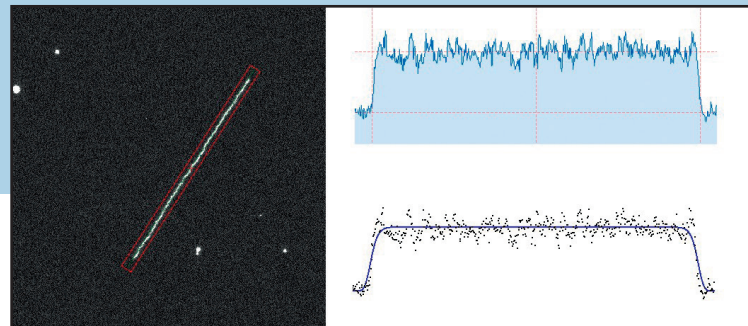


Figure 3: Left, various satellite trails observed with the IAC80. Right, an example of how the software itself identifies one of these trails, detecting its origin and final, as well as its trajectory.

$$R_{\left\{\frac{11}{12}\right\}} = 8.7^{+18.5}_{-5.5} \sqrt{M/0.3M_{\odot}} \text{ light-days}$$

was obtained. A consistent but more restrictive result of

$$R_{\left\{\frac{11}{12}\right\}} = 4.2^{+3.25}_{-2.2} \sqrt{M/0.3M_{\odot}} \text{ light-days}$$

is obtained using a χ^2 criterion to compare the observed and modeled histograms (see Figure 2).

The IAC80 in the S3T Network

This telescope has joined the Spanish network of Space Surveillance and Tracking thanks to the development of software for the detection of space debris and traces of satellites. This software generates bias and flat-fields, automatically observes all night, reduces the images, effects its astrometry and detects and measures the traces. Finally, it sends the results (Figure 3).

BUSCANDO LOS HOMÓLOGOS ELECTROMAGNÉTICOS DE LAS FUENTES DE ONDAS GRAVITACIONALES TELESCOPIO LIVERPOOL

Se ha establecido un programa mundial de seguimiento electromagnético dentro de los trabajos destinados a descubrir y caracterizar las fuentes de ondas gravitacionales astronómicas.

Resulta razonable esperar que las fusiones binarias que impliquen una o más estrellas de neutrones muestren una señal electromagnética transitoria debida a la eyección energética de material. Esta señal electromagnética es menos probable cuando se fusionan dos agujeros negros. En las fusiones de estrella de neutrón con estrella de neutrón y estrella de neutrón con agujero negro podemos anticipar una serie de escenarios basados en la suposición de que el escape de energía se proyectará en forma de chorro. Si el observador se encuentra en el ángulo de apertura del chorro, es probable que se produzca una señal espectral «rápida» similar a una explosión corta de rayos gamma. Por otro lado, si el observador está fuera del ángulo de apertura del chorro, se predice una emisión tipo kilonova en el infrarrojo debido a la desintegración radioactiva de elementos pesados sintetizados en la eyección resultante de

la fusión. Es probable que dicha emisión lleve un retraso de varios días con respecto a la señal de la onda gravitacional.

La secuencia natural de seguimiento en la búsqueda para identificar potenciales contrapartidas electromagnéticas en el área cubierta por el mapa celeste de localización de agujeros negros, es usar equipos de campo ancho (como iPTF, PanSTARRS y MASTER), seguido por observaciones más detalladas con instrumentos de campo más estrecho. Durante la primera observación con aLIGO, se detectaron y se hizo un seguimiento de dos eventos ondas gravitacionales: OG150914 (fusión de agujeros negros de 36 y 29 masas solares con desplazamiento al rojo de 0,09) y OG151226 (fusión de agujeros negros de 14 y 8 masas solares respectivamente, también con desplazamiento al rojo de 0,09). La imagen muestra una selección de los espectros obtenidos por el LT usando el espectrógrafo de baja resolución (R~350) SPRAT en el seguimiento de OG151226. La mayoría de las candidatas a contrapartidas detectadas fueron

SEARCHING FOR THE ELECTROMAGNETIC COUNTERPARTS OF GRAVITATIONAL WAVE SOURCES LIVERPOOL TELESCOPE

As part of the effort to discover and characterise astronomical gravitational wave (GW) sources, a worldwide programme of electromagnetic (EM) follow-up has been established.

It is a reasonable expectation that binary mergers involving one or more neutron stars (NS) should show a transient EM signature due to energetic outflows. An EM signature is less likely for the merger of two black holes (BH). For NS+NS and NS+BH mergers we can anticipate a number of scenarios based on the assumption that the energetic outflow will have a jet configuration. If the observer is within the jet opening angle, a “prompt” spectral signature similar to a short Gamma Ray Burst might be expected. On the other hand if the observer is outside the jet opening angle, then infra-red kilo-nova emission from radioactive decay of heavy elements synthesised in the merger ejecta is predicted. Such emission is likely to be delayed by several days with respect to the GW signal.

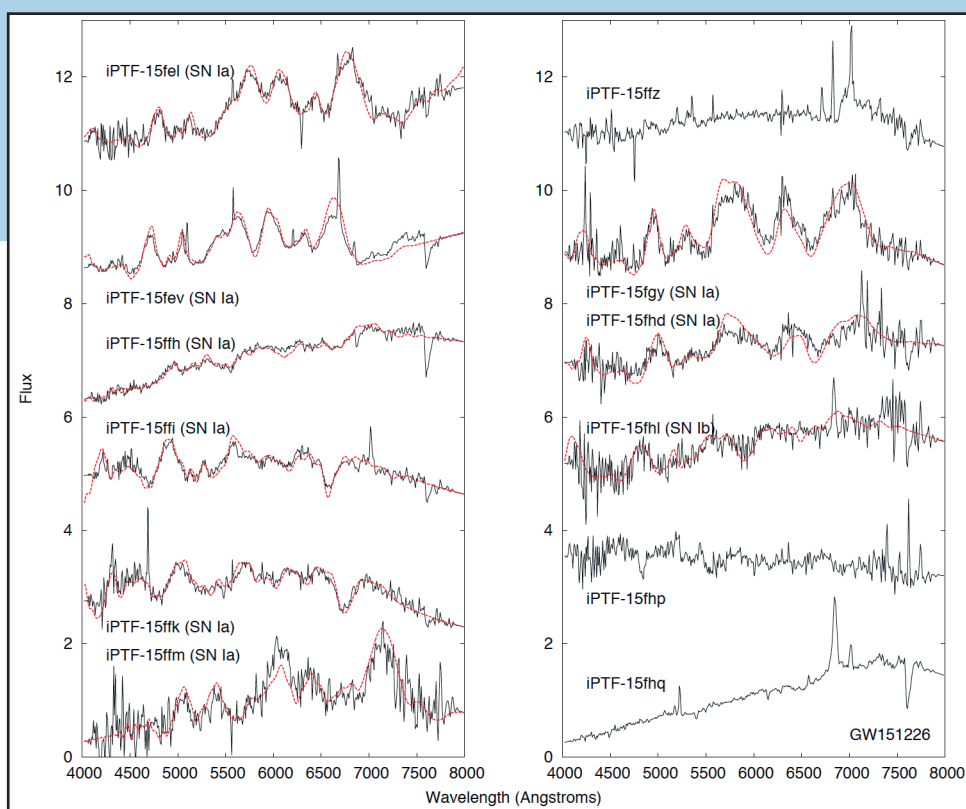
The natural follow-up sequence for the search is to use wide field facilities (such as iPTF, PanSTARRS and MASTER) to identify potential EM counterparts in the area covered by the GW localisation sky map followed by more detailed observations with narrower field instruments. During the first aLIGO observing two GW events were detected and followed up: GW150914 (36 + 29 solar mass BH merger at redshift 0.09) and GW151226 (14 + 8 solar mass BH merger also at redshift 0.09). The figure shows a selection of the spectra obtained by the LT using the low resolution (R~350) SPRAT spectrograph in the follow-up of GW151226. The majority of candidate counterparts detected were supernovae in the redshift range 0.02 - 0.13. Some Solar System sources and AGN were identified, as well as a number of objects where the transient source had faded back into the galaxy background before a spectrum could be obtained.

supernovas en el rango de desplazamiento al rojo de 0,02 - 0,13. Se identificaron algunas fuentes de sistemas solares y Núcleos de Galaxias Activas, así como una serie de objetos donde la fuente transitoria habría vuelto a desvanecerse antes de que se pudiera obtener un espectro.

Teniendo en cuenta que ambas fuentes de ondas gravitacionales fueron sistemas de fusión de agujeros negros (donde no esperábamos una señal electromagnética), los resultados del programa de seguimiento y clasificación son prometedores. Un telescopio de 2 metros con un espectrógrafo de alto

rendimiento y baja resolución puede eliminar muchos candidatos a contrapartidas en desplazamientos al rojo similares a los de las fuentes de agujeros negros. Se ha propuesto que en las futuras series de observaciones de aLIGO/Virgo se distribuya en las alertas una estimación de distancias y una señal que indique la posible presencia de una estrella de neutrones. Las localizaciones también irán mejorando a medida que haya más estaciones de ondas gravitacionales. Todo esto ayudará al seguimiento específico de candidatos asociados con potenciales galaxias anfitrionas en el rango de desplazamiento al rojo adecuado.

Espectros LT SPRAT obtenidos durante el seguimiento de OG151226. Omitimos candidatos en las que nuestras observaciones no mostraron evidencia de un fenómeno transitorio. En aquellos objetos en los que se identificó una supernova, se incluye en la gráfica el modelo que mejor se ajusta.



LT SPRAT spectra obtained during the follow-up of GW151226. We omit candidates for which our observations showed no evidence of a transient. For objects where a supernova identification is obtained we overplot the best template fit.

Given that both GW sources were BH+BH systems (where we do not expect an EM signature) the results of the follow-up and classification programme are encouraging. A 2-metre class telescope with a high-throughput, low resolution spectrograph can eliminate many candidate counterparts at redshifts similar to the GW sources. In future aLIGO/Virgo

observing runs it is proposed that a distance estimate and flag indicating the possible presence of a neutron star will be distributed with the alerts. Localisations will also improve as more GW stations come on-line. All of this will help with targeted follow-up of candidates associated with potential host galaxies in the correct redshift range.

RAYOS GAMMA DEL UNIVERSO DE MEDIANA EDAD MAGIC

El sistema de dos telescopios reflectores parabólicos de 17 metros de diámetro conocido por sus siglas en inglés MAGIC son telescopios Cherenkov grandes de formación de imágenes atmosféricas de rayos gamma. Son capaces de detectar las partículas de las cascadas producidas por rayos gamma de energía 30 GeV, utilizando la radiación Cherenkov, es decir, la luz débil emitida por las partículas cargadas de las cascadas inducidas por los rayos gamma en la atmósfera.

Recientemente, MAGIC ha expandido el universo observado a energías muy altas hasta un desplazamiento al rojo de casi uno, con la detección del cuásar de radio de espectro plano, PKS 1441+25 ($z = 0.940$) y el blázar QSO B01218+357 ($z=0.944$). Ambos fueron detectados gracias a la información

en baja energía de LAT (telescopio de gran área) del satélite Fermi. El segundo es un blazar de lente gravitacional que se detectó observando la componente de arrastre cuando se esperaba. Las observaciones para el primero se hicieron gracias a una explosión en abril del 2015. Calculando con el modelo Compton externo la distribución de energía espectral en varias bandas, se ha comprobado que la región emisora durante la explosión, está en el chorro, fuera de la región de líneas anchas, en contraste con lo que ocurre típicamente en períodos de baja actividad, donde la emisión ocurre dentro de la zona de líneas anchas. El espectro obtenido para ambas fuentes se utilizó para estudiar la luz del fondo extragaláctico a una escala de distancias sin precedentes en la Astronomía Gamma con telescopios terrestres.

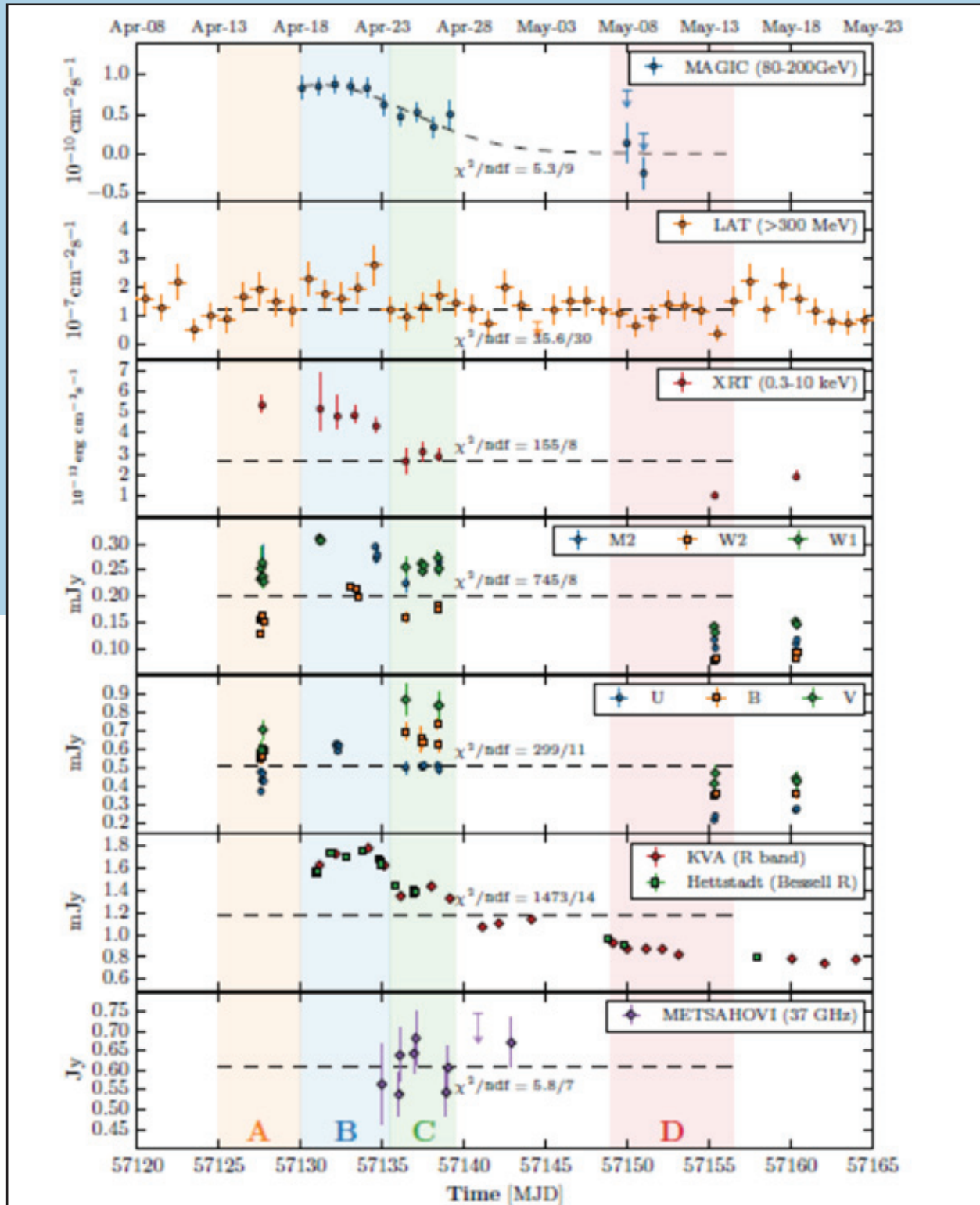
GAMMA-RAYS FROM THE UNVERSE'S MIDDLE AGE MAGIC

MAGIC (Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescopes) is a system of two parabolic reflectors, each with a diameter of 17 meters. They detect particle showers released by gamma rays above an energy of 30 GeV, using the Cherenkov radiation, i.e., faint light radiated by the charged particles in the showers induced by gamma rays in the atmosphere.

MAGIC has recently expanded the universe observed at very high energy to almost redshift one with the detection of the flat-spectrum radio quasar PKS 1441+25 ($z = 0.940$) and the blazar QSO B01218+357 ($z=0.944$). Both of them were detected based on information from the Large Area Telescope

on board Fermi at lower energies. The latter is a gravitationally lensed blazar that was detected observing it when the trailing component was expected. For the former, the observations were triggered by an outburst in 2015 April. Modeling the broadband spectral energy distribution with an external Compton model, the location of the emitting region is understood as originating in the jet outside the broad line region (BLR) during the flare, in contrast with being partially within the BLR during the period of typical low activity. The spectrum derived for both sources was used to probe the extragalactic background light at an unprecedented distance scale for ground-based gamma-ray astronomy.

Curva de luz de PKS 1441-25 en diferentes longitudes de onda. Las zonas sombreadas marcadas como A,B,C,D muestran diferentes estados de la fuente. En el ajuste en las bandas óptico-UV se usan los filtros “UVOT-M2”, “UVOT-B”, “KVA-R”



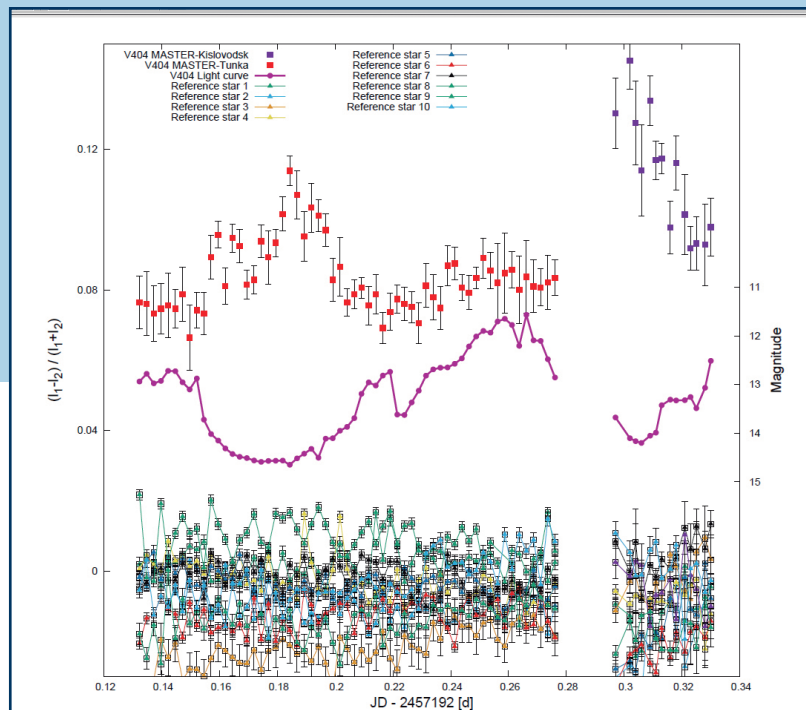
Light curve of PKS 1441+25 at different wavelengths. The shaded areas marked as A, B, C, D depict the different states of the source. Only filters “UVOP-M2”, “UVOT-B” & “KVA-R” are used in the fit in optical-UV bands.

DETECCIÓN DE VARIABILIDAD EN LA POLARIZACIÓN ÓPTICA DEL MICROQUASAR V404 Cyg/GS 2023+33 MASTER

El 15 de junio de 2015, el observatorio espacial Swift descubrió que después de 25 años de inactividad el candidato a agujero negro galáctico V404 Cyg estaba pasando por otra fase activa de rayos X. Los 12 telescopios de la red global de robótica MASTER, que están ubicados en seis emplazamientos en cuatro continentes, fueron los primeros observato-

rios en tierra para iniciar la monitorización óptica del microcuásar después del despertar de su emisión de rayos gamma a las 18h 34m 09s U.T. el 15 de junio de 2015. Esto dio como resultado el primer informe del descubrimiento de la polarización lineal óptica variable, cambiando entre 4% y 6% en una escala de tiempo de ~ 1 hr, en dos épocas diferentes. A partir de esto se puede deducir que la polarización variable adicional surge del chorro relativista generado por el agujero negro en V404 Cyg. La variabilidad de polarización se correlaciona con los cambios de brillo óptico, aumentando cuando el flujo disminuye.

La variación de polarización del microcuásar V404 Cyg basado en MASTER-Net observaciones. También se incluye la polarización de muchas estrellas de campo. Se representa el comportamiento de la curva de luz V404 por la curva magenta en el momento de la variabilidad de polarización.



The polarization variation of the V404 Cyg microquasar based on MASTER-Net observations. The polarization of many field stars are also included. The behaviour of the V404 light curve at the time of polarization variability is demonstrated by the magenta curve.

OPTICAL POLARIZATION VARIABILITY DETECTION IN THE MICROQUASAR V404 Cyg/GS 2023+33 MASTER

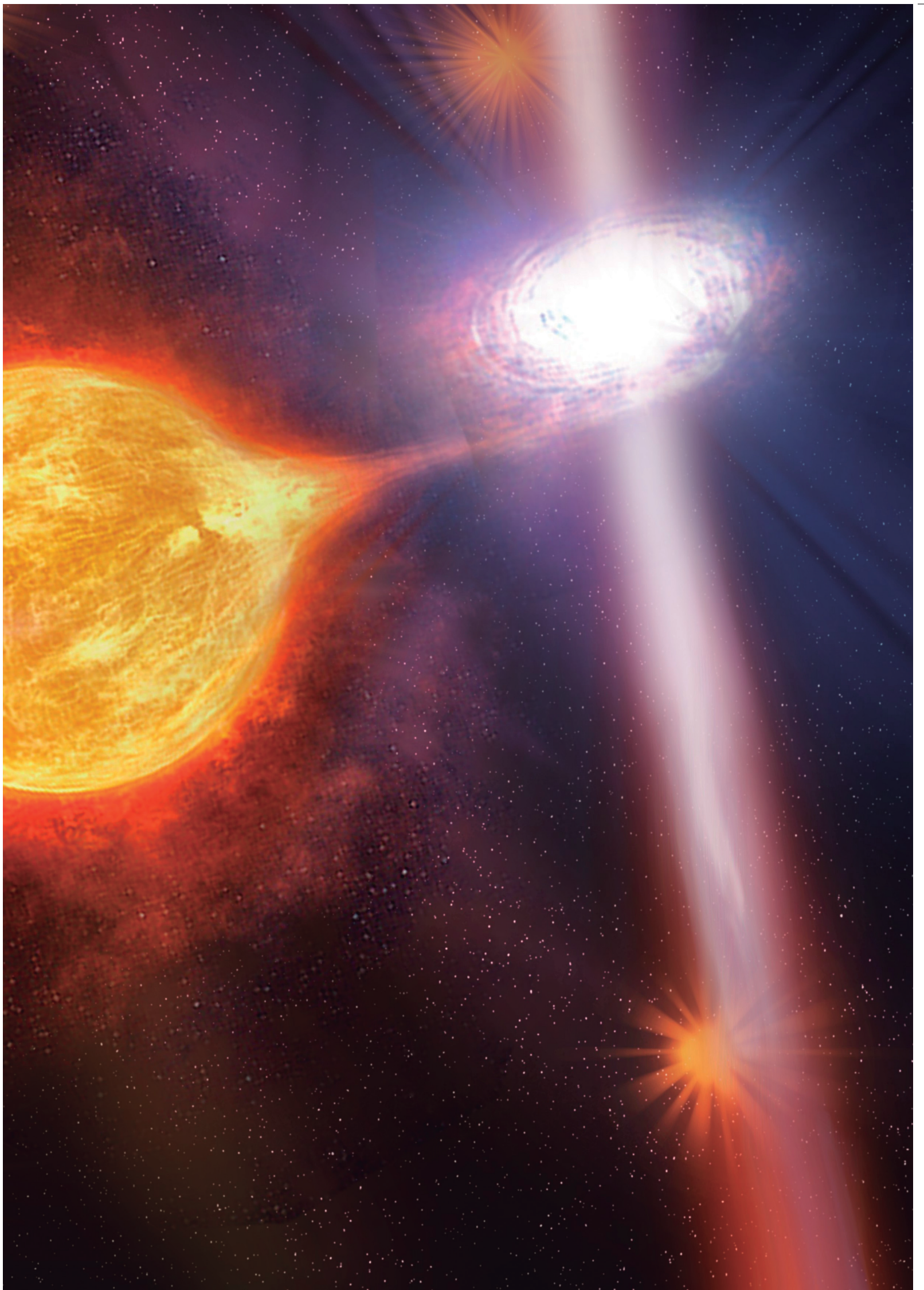
On 2015 June 15, the Swift space observatory discovered that after 25 years of inactivity the Galactic black hole candidate V404 Cyg was undergoing another active X-ray phase. The 12 telescopes of the MASTER Global Robotic Net, which are located at six sites across four continents, were the first ground-based observatories to start optical monitoring of the microquasar after its gamma-ray wake up at 18h 34m 09s U.T. on 2015 June 15. This resulted in the

first report of the discovery of variable optical linear polarization, changing by 4%-6% over a timescale of ~1 hr, in two different epochs. From this the conclusion can be drawn that the additional variable polarization arises from the relativistic jet generated by the black hole in V404 Cyg. The polarization variability correlates with optical brightness changes, increasing when the flux decreases.

A la derecha: un sistema binario formado por un agujero negro y una estrella amarilla de tipo solar con masa similar a la del Sol, en un estado de acreción activa.

El chorro óptico producido por un agujero negro puede resultar en una emisión óptica polarizada.

On the right: Binary Black Hole and a Like Solar Mass Yellow Star system in an active accretion stage. The optical jet from a Black Hole can produce polarised optical emission.

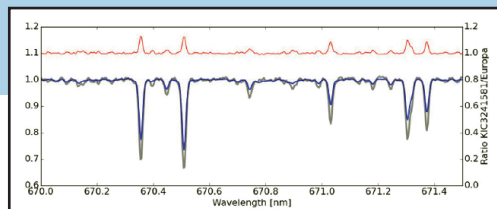


ESTRELLAS SIMILARES AL SOL: LA BÚSQUEDA DE LA ANÁLOGA SOLAR MERCATOR

Las estrellas análogas al Sol son un recurso excelente a la hora de estudiar la evolución de este, es decir, los cambios a lo largo del tiempo en la estructura estelar, actividad o rotación de estrellas similares al Sol. Los datos fotométricos sin parangón del Kepler, el telescopio solar de la NASA, permiten el estudio y caracterización de estrellas similares al Sol mediante astrosismología. Se usaron datos de alta resolución y alta relación señal-ruido (S/R) para construir tres espectros solares de referencia, observando la luz reflejada de los asteroides Vesta y Victoria en Europa, la luna de Júpiter ($100 \leq S/R \leq 450$) con el espectrógrafo HERMES. El atlas solar es una herramienta esencial para el análisis de estrellas similares al Sol y para caracterizar análogas solares y gemelas mediante el HERMES. El análisis diferencial, usando el atlas solar de las observaciones del HERMES, ha proporcionado los parámetros fundamentales con una altísima precisión.

<http://www.mercator.iac.es/general/publications/>

Comparaciones directas entre un espectro de Europa (azul), que refleja luz solar, y la análoga solar KIC 3241581 (línea gris). La línea roja superior indica la proporción entre ambas.



Direct comparisons between a spectrum of Europa (blue) which reflects solar light, and the solar analogue KIC 3241581 (grey line). The top red line gives the ratio between the two.

SOLAR-LIKE STARS: THE QUEST OF THE SOLAR ANALOGUE MERCATOR

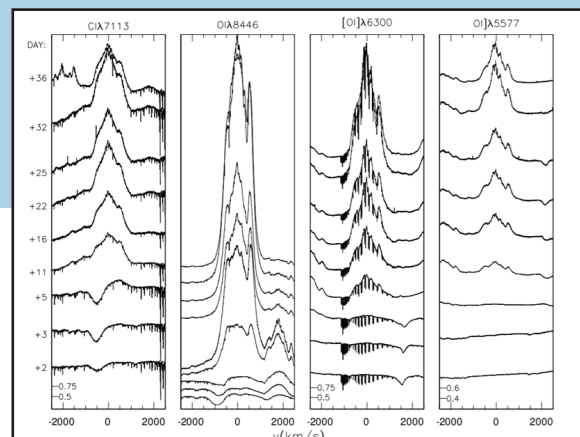
Solar-analogue stars provide an excellent resource to study the Sun's evolution, i.e. the changes over time in stellar structure, activity, or rotation for solar-like stars. The unparalleled photometric data from the NASA space telescope Kepler enables the study and characterisation of solar-like stars through asteroseismology. High-resolution and high signal-to-noise (S/N) data were used to construct three solar reference spectra by observing the reflected light of the asteroids Vesta and Victoria and the Jovian moon Europa ($100 \leq S/N \leq 450$) with the HERMES spectrograph. The solar atlas is an essential tool for the analysis of solar-like stars and to characterise solar analogues and twins with HERMES. The differential analysis, using the HERMES observations' solar atlas, provided the fundamental parameters with very high accuracy.

<http://www.mercator.iac.es/general/publications/>

V339 DELPHINI (Nova Del 2013) MERCATOR

La flexibilidad operativa del telescopio Mercator hace que sea ideal para el seguimiento de fenómenos transitorios brillantes como supernovas o novas. V339 Delphini (Nova Del 2013) es una de esas novas de gran brillo, y la imagen muestra los espectaculares cambios del perfil de la línea de esta clásica nova brillante, obtenidos durante las primeras fases de la explosión. Estas novas clásicas son producto de explosiones termonucleares iniciadas por la acreción en enanas blancas. La eyección mostró bastante estructura delicada en todas las transiciones, y buena parte de esta permaneció en forma de nudos de emisión. El uso de series temporales pancromáticas permitió modelar la geometría y agrupamiento del flujo de salida con una precisión sin igual.

Series temporales de espectros de alta resolución que ilustran los espectaculares cambios del perfil de la línea de esta nova brillante. En cada panel, el tiempo transcurre de abajo a arriba y se indica en días en el eje Y izquierdo.



Time series of high-resolution spectra illustrating the spectacular line-profile changes of this bright Nova. In each panel time proceeds from bottom to top and is given in days on the left y-axis.

V339 DELPHINI (Nova Del 2013) MERCATOR

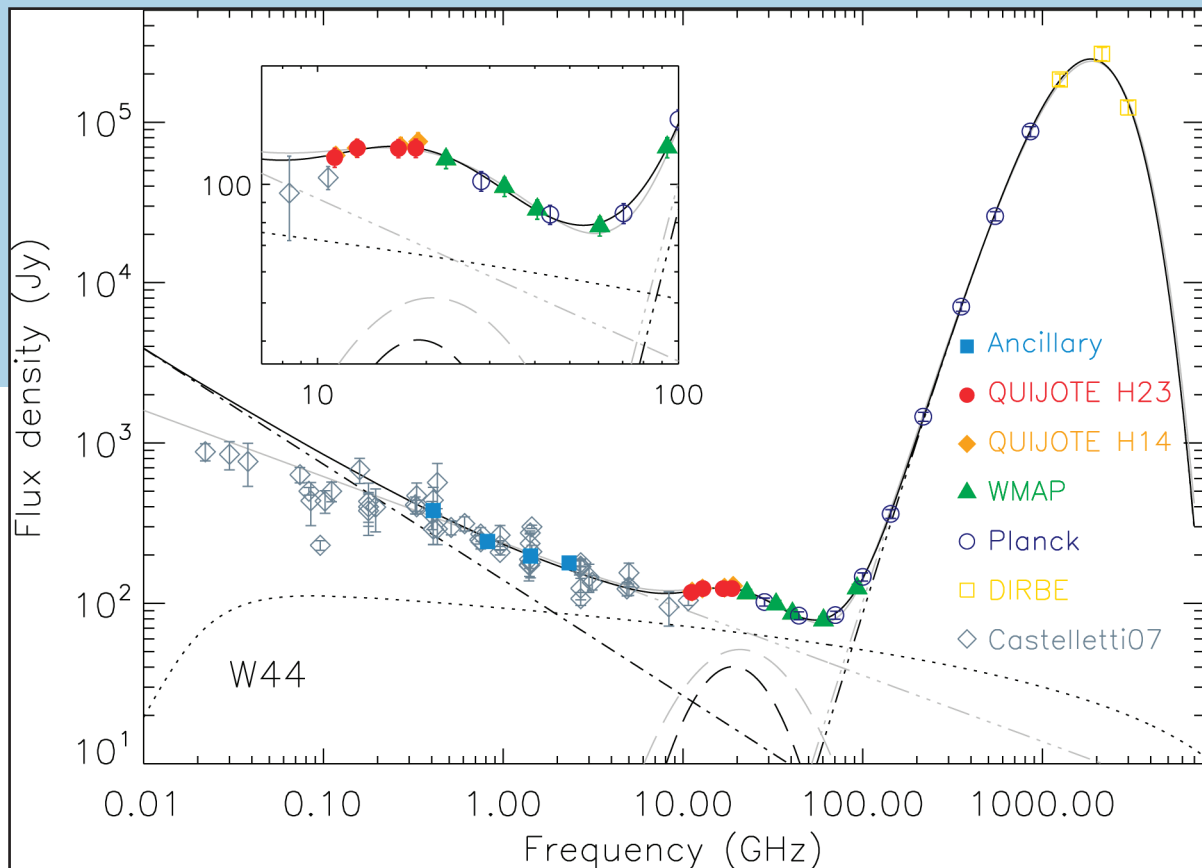
The flexible operations of the Mercator telescope make it ideal for the follow-up of bright transients like supernovae or nova. V339 Delphini (Nova Del 2013) was such a bright nova and the Figure shows the spectacular line profile changes of this bright classical nova, obtained during the early stages of the explosion. These classical novae are the product of thermonuclear runaway-initiated explosions occurring on accreting white dwarfs. The ejecta showed a large amount of fine structure in all transitions, much of which persisted as emission knots. Using panchromatic time series, the outflow geometry and clumpiness could be modelled with unprecedented accuracy.

POLARIZACIÓN DE LA EMISIÓN DE MICROONDAS EN NUESTRA GALAXIA QUIJOTE

Se obtuvieron medidas de polarización de la emisión de microondas en las regiones galácticas W43 y W47, así como en el remanente de supernova W44. Estos han sido los límites superiores más precisos obtenidos hasta la fecha de la fracción de polarización de la emisión anómala de microondas, situándose en el nivel de 0,2 %, lo que supone una mejora en un factor cercano a 5 con respecto a los

límites superiores obtenidos anteriormente. Estos resultados arrojan información relevante a la hora de elucidar cuál es el mecanismo físico que genera esta emisión, y también para evaluar hasta qué punto este fenómeno puede perjudicar futuros intentos de detectar la señal cosmológica de los modos B en la polarización del CMB a bajas frecuencias.

Espectro de la RSN W44, incluyendo ocho puntos (rojo y naranja) de MFI/QUIJOTE en el rango de frecuencias de 10 a 20 GHz. Los datos de QUIJOTE permitieron confirmar la presencia de emisión anómala de microondas en esta región, modelada mediante la parábola invertida centrada en la frecuencia de 20 GHz.



POLARISATION OF THE MICROWAVE EMISSION IN OUR GALAXY QUIJOTE

Polarisation measurements of the microwave emission in the Galactic molecular complexes W43 and W47 and supernova remnant W44 were obtained. These were the best upper limits obtained to date on the polarisation fraction of the anomalous microwave emission, at the level of 0.2%, improving by a factor of almost 5 previous upper limits. These results shed information that is relevant to elucidate what is the

Spectrum of the SNR W44, including eight points (red and orange) from MFI/QUIJOTE in the frequency range 10-20 GHz. With the QUIJOTE data it is possible to confirm the presence of anomalous microwave emission in this region, which is modelled by the inverted parabola centred at a frequency of 20 GHz.

physical mechanism that gives rise to this emission, and also to assess to what extent this phenomena can damage future efforts to try to detect the cosmological B-mode signal in the CMB polarisation at low frequencies.



Observatorio

Los Observatorios de Canarias son una plataforma de observación polivalente.

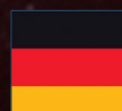


Mediante acuerdos de cooperación están presentes más de 60 instituciones científicas pertenecientes a 27 países.

Países de las instituciones colaboradoras



España



Alemania



Bélgica



Dinamarca



Estados Unidos

Organizaciones internacionales



Agencia Espacial Europea



Consorcio CTA



Colaboración FACT



Consorcio 4LST



Consorcio MAGIC

os de Canarias

aciones con telescopios



ania



Finlandia



México



Reino Unido



ca



Francia



Noruega



República Checa



marca



Italia



Países Bajos



Rusia



os Unidos



Japón



Qatar



Suecia

ernacionales con telescopios

Europea (ESA)

CT

C

CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA DE ESTRELLAS MASIVAS

Hertzprung SONG

Uno de los programas de observación más activos desde las últimas fases de la puesta a punto del telescopio en 2014 se centra en una caracterización espectroscópica empírica y pionera de las propiedades de las estrellas masivas (aquellas que acabarán sus vidas en energéticas explosiones de supernova, incluso aunque evolucionen como estrellas aisladas) y su evolución temporal. Ya se han obtenido más de 17000 espectros de 20 candidatas específicamente seleccionadas entre las estrellas brillantes de tipo O y las supergigantes B de nuestra galaxia. Esas son las estrellas que aparecen con tonos azulados en el cielo y cuyos espectros ópticos se caracterizan por tener intensas líneas de hidrógeno y helio, así como una buena cantidad de líneas procedentes de átomos extremadamente ionizados de carbono,



SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION OF MASSIVE STARS

Hertzprung SONG

One of the most active observing programs since the last stages of the telescope's commissioning in 2014 is concentrated on a pioneering empirical spectroscopic characterization of massive stars (those that will end their lives as energetic supernova explosions, even if they evolve as isolated stars) in the time domain. More than 17000 spectra of 20 specifically selected candidates among bright O-type stars and B supergiants in our Galaxy have already been obtained. These are stars with blueish colors in the sky and whose optical spectra are characterized by having strong hydrogen and helium lines as well as plenty of lines from highly ionized atoms of carbon,

nitrogen, oxygen, magnesium and silicon. The spectroscopic data compiled so far is becoming a crucial ingredient in the investigation of the pulsational properties of these important astrophysical objects. In addition, these observations will be of utmost importance for the scientific exploitation of photometric data of massive stars provided by the future TESS and PLATO missions.

Two interesting curiosities from this project.

An important fraction of the stars that are being monitored are those defining the very well-known Orion constellation (including the three stars in Orion's belt, Orion's sword, Orion's head and the two famous blue and red supergiants Rigel and Betelgeuse). Also, all these stars are relatively close to Earth (500-1000 light years) and will explode as Supernovae in less than a few millions of years, a circumstance that will certainly affect the future of the Earth, long before our Sun will evolve to a red giant and later on to a planetary nebula.

nitrogen, oxygen, magnesium, and silicon. The compiled spectroscopic dataset is becoming a crucial ingredient in the investigation of the pulsational properties of these important astrophysical

objects. In addition, these observations will be of utmost importance for the scientific exploitation of photometric data of massive stars provided by the future TESS and PLATO missions.

Two interesting curiosities from this project.

An important fraction of the stars that are being monitored are those defining the very well-known Orion constellation (including the three stars in Orion's belt, Orion's sword, Orion's head and the two famous blue and red supergiants Rigel and Betelgeuse). Also, all these stars are relatively close to Earth (500-1000 light years) and will explode as Supernovae in less than a few millions of years, a circumstance that will certainly affect the future of the Earth, long before our Sun will evolve to a red giant and later on to a planetary nebula.

LA ABUNDANCIA DE OXÍGENO EN LA FOTOSFERA SOLAR

VTT

Desde hace tiempo se ha debatido el valor de las abundancias solares y parece que las abundancias aceptadas tradicionalmente han quedado obsoletas tras la obtención de valores considerablemente menores. El caso del oxígeno es especialmente relevante ya que este es importante en muchas áreas de astrofísica; además de ser uno de los elementos más abundantes del Sol. Esto se denominó “crisis del oxígeno solar”. A pesar de los esfuerzos recientes el problema no está resuelto, ya que no hay argumentos suficientes a favor de un conjunto de abundancias u otro, así durante julio se llevó a cabo una campaña de observación de 15 días en este telescopio (ver foto de algunos miembros del equipo en la sala de control del telescopio).

A la hora de obtener un valor para las abundancias solares, la elección del modelo atmosférico es crucial. Un modelo 3D es preferible a uno en una dimensión, además, un modelo basado en observaciones parece mejor que uno teórico.

Por lo tanto, la base científica de las observaciones es determinar la abundancia del oxígeno solar en la fotosfera a partir de un modelo 3D empírico creado a partir de observaciones. Además, se lleva a cabo un estudio bayesiano con los datos observacionales para predecir el valor más probable para la abundancia. Por lo tanto, hace falta realizar observaciones con una resolución espacial buena para las líneas elegidas junto con líneas de Fe I para crear el modelo. Se estudia el centro del disco solar para el rango de longitudes de onda de 630.0 a 630.3 nm, donde tenemos la línea prohibida de oxígeno [O I] 630.03 nm y las dos líneas de Fe I 630.15 y 630.25 nm.



THE ABUNDANCE OF OXYGEN IN THE SOLAR PHOTOSPHERE

VTT

The value of solar abundances has long been debated and it seems that the traditionally accepted abundances have become obsolete as more recent research suggests considerably smaller values. The case of oxygen is especially relevant since this is important in many areas of astrophysics; besides being one of the most abundant elements of the Sun. This was denominated “crisis of solar oxygen”. Despite the recent efforts the problem is not solved, since there are not enough arguments in favour of one set of abundances or another, so during July a campaign of observation of 15 days in this telescope was carried out (see photo of some team members in the Telescope’s control room).

When it comes to obtaining values for solar abundances, the choice of the atmospheric model is crucial. A 3D model is preferable to one in a single dimension, moreover, an observation-based model would be better than a theoretical one.

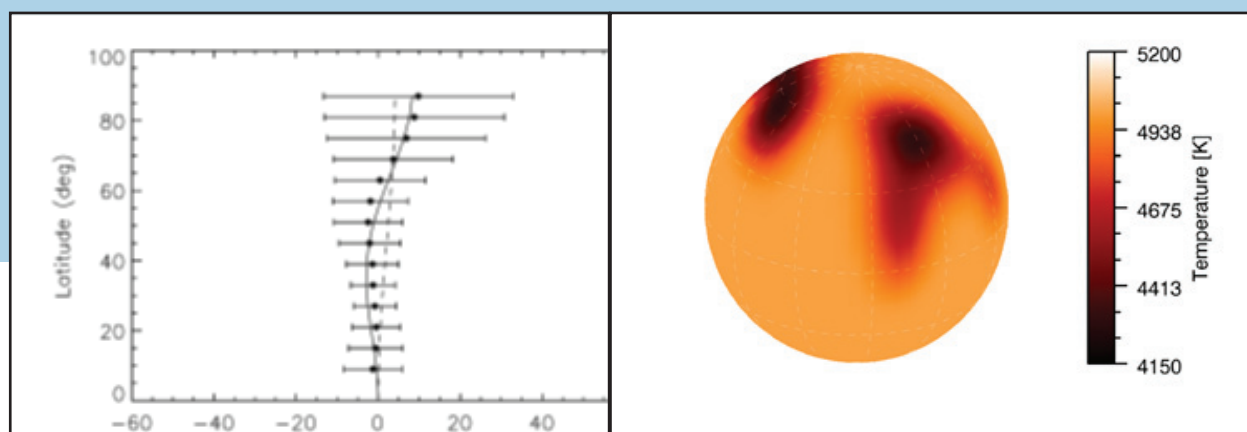
The scientific basis of the observations is to determine the abundance of solar oxygen in the photosphere from an empirical 3D model created from observations. In addition, a Bayesian study is performed with observational data to predict the most likely value for the abundance. Therefore, it is necessary to make observations with a good spatial resolution for the chosen lines along with Fe I lines to create the model. The centre of the solar disk is studied for the range of wavelengths 630.0 to 630.3 nm, where we have the oxygen line [O I] 630.03 nm and the two Fe I lines 630.15 and 630.25 nm.

ROTACIÓN DIFERENCIAL ANTISOLAR STELLA-II Y SES

La rotación diferencial de superficie es uno de los mecanismos clave para la acción magnética, similar a una dinamo, de las estrellas con envolturas convectivas. Cuatro meses de monitorización espectroscópica continua de la subgigante activa HU Virginis con el SES revelaron un patrón de rotación superficial opuesto al que conocemos del Sol. En HU Virginis, las regiones cercanas a los polos giran más rápido que el ecuador, lo contrario que en el Sol, donde el ecuador rota a mayor velocidad. La diferencia es de aproximadamente dos grados por día con un tiempo de vuelta (el tiempo que el polo necesita para

adelantar al ecuador) de 400 días. El resultado fue posible aplicando una técnica llamada captación de imágenes Doppler, o tomografía Doppler, que extrae indirectamente la superficie estelar a partir de una serie de perfiles de líneas espectrales de alta resolución. Las manchas estelares oscuras detectadas en esas imágenes es lo que se usa entonces para seguir la rotación estelar como una función de latitud. Gracias a la captación continua de imágenes con el STELLA se pudo generar y analizar una película de 11 rotaciones estelares consecutivas de la HU Vir. La imagen muestra una fotografía de la superficie.

Rotación diferencial de superficie e imagen Doppler de la subgigante HU Virginis. La imagen se obtuvo a partir de una inversión de la información Doppler y de intensidad de una serie de perfiles de línea espectrales elaborados con el SES, el espectrógrafo Echelle de STELLA. La estrella muestra una rotación diferencial en su superficie opuesta a la solar. La línea indica la mejor ley de rotación diferencial con un tiempo de vuelta de 400 días (la línea de puntos muestra una ley similar a la solar). El mapa cuenta con un código de temperaturas, siendo el blanco 5100 K y el negro, 4100 K. La inversión numérica se realizó con el código iMAP.



Differential surface rotation and a snapshot Doppler image of the subgiant HU Virginis. The image is obtained from an inversion of the Doppler and intensity information of a series of spectral line profiles obtained with STELLA's Echelle Spectrograph SES. The star shows differential rotation on its surface that is opposite to the solar behaviour. The line is the best fit differential-rotation law with a lap time of 400 days (the dashed line is a solar-like law). The map is temperature coded with white being 5100K and black being 4100 K. The numerical inversion was performed with the iMAP code.

ANTI-SOLAR DIFFERENTIAL ROTATION STELLA-II & SES

Differential surface rotation is among the key mechanisms for the magnetic dynamo action of stars with convective envelopes. Four months of continuous spectroscopic monitoring of the active subgiant HU Virginis with SES revealed a surface rotation pattern that is opposite to what we know from the Sun. On HU Virginis the regions near the poles spin faster than the equator, opposite from the Sun, where the equator rotates faster. The difference is approximately two degrees per day with a lap time (the time the pole needs to lap the equator) of 400 days. The result

was possible by applying a technique called Doppler imaging (or Doppler tomography) that indirectly resolves the stellar surface from a series of high-resolution spectral line profiles. The dark starspots detected on these images are then used to track the stellar rotation as a function of latitude. Due to the continuous high sampling with STELLA a movie of 11 consecutive stellar rotations of HU Vir could be assembled and analyzed. A snapshot of the surface is shown in the Figure.

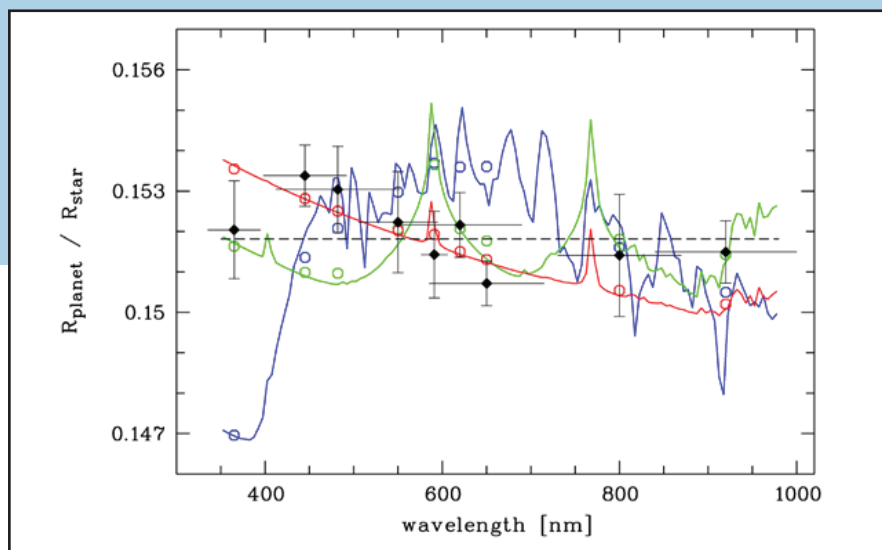
ESPECTRO DE LA ATMÓSFERA DE UN EXOPLANETA

STELLA-I y WiFSIP

Las observaciones de banda ancha multicolor de tránsitos de exoplanetas ofrecen la oportunidad de caracterizar la atmósfera planetaria incluso con telescopios de tamaño pequeño a mediano. Durante un tránsito, una fracción de luz estelar brilla a través de las capas más externas de la atmósfera planetaria, y eso puede ser detectado mediante fotómetros de alta precisión como el WiFSIP. STELLA observó un total de 11 tránsitos del Júpiter caliente HAT-P-32b a lo largo de cinco temporadas de observación usando filtros Johnson B y Sloan r. Combinando esos datos

con datos contemporáneos de tránsito del NOT, el WHT y el IAC-80, así como de Calar Alto, se pudo reconstruir un espectro de baja resolución de la atmósfera del planeta (imagen). Este espectro descarta los modelos de atmósferas planetarias de metalicidad solar libres de nubes. Es más, una discrepancia en las longitudes de onda más cercanas al rojo con respecto a los resultados previamente publicados hace que sea menos probable la reciente detección provisional de una característica de dispersión. En su lugar, las mediciones espectrales disponibles de HAT-P-32 b apuntan a un espectro completamente plano desde el UV cercano al IR cercano. Una posible interpretación sería la presencia de una gruesa capa de nubes a altitudes elevadas.

Espectro de transmisión de banda ancha del HAT-P-32 b. El eje vertical muestra el radio del planeta en unidades del radio estelar. Los valores medidos con STELLA están entre los puntos negros con barras de error (las barras horizontales muestran el ancho de la curva de filtro correspondiente). Se muestra junto a los patrones de un modelo de composición solar sin nubes de 1750 K (línea azul), un modelo de composición solar sin nubes de 1750 K sin TiO (línea verde), y un modelo de composición solar de 1750 K incluyendo dispersión de H₂ Rayleigh multiplicada por 100 (línea roja). Los círculos abiertos con código de color muestran los valores teóricos integrados con filtro pasa banda.



Broad-band transmission spectrum of HAT-P-32 b. The vertical axis shows the planet radius in units of the stellar radius. The measured values with STELLA are among the black dots with error bars (horizontal bars show the width of the corresponding filter curve). Overplotted are a cloud-free solar-composition model of 1750 K (blue line), a cloud-free solar composition model of 1750 K without TiO (green line), and a solar composition model of 1750 K including H₂ Rayleigh scattering increased by a factor of 100 (red line). The color-coded open circles show the bandpass-integrated theoretical values.

A SPECTRUM OF AN EXOPLANET ATMOSPHERE

STELLA-I & WiFSIP

Multicolor broad-band observations of exoplanet transits offer the opportunity to characterize a planetary atmosphere even with small to medium-sized telescopes. During a transit, a fraction of the star light shines through the outermost layers of the planetary atmosphere, and this can be detected with high precision photometers like WiFSIP. STELLA observed a total of 11 transits of the hot Jupiter HAT-P-32b in five observing seasons using Johnson B and Sloan r

filters. Combining these data with contemporaneous transit data from NOT, WHT, the IAC-80, and from Calar Alto, allowed reconstructing a low-resolution spectrum of the planet's atmosphere (figure). This spectrum rules out cloud-free planetary atmosphere models of solar metallicity. Furthermore, a discrepancy at reddest wavelengths to previously published results makes a recent tentative detection of a scattering feature less likely. Instead, the available spectral measurements of HAT-P-32 b favor a completely flat spectrum from the near-UV to the near-IR. A plausible interpretation is a thick cloud cover at high altitudes.

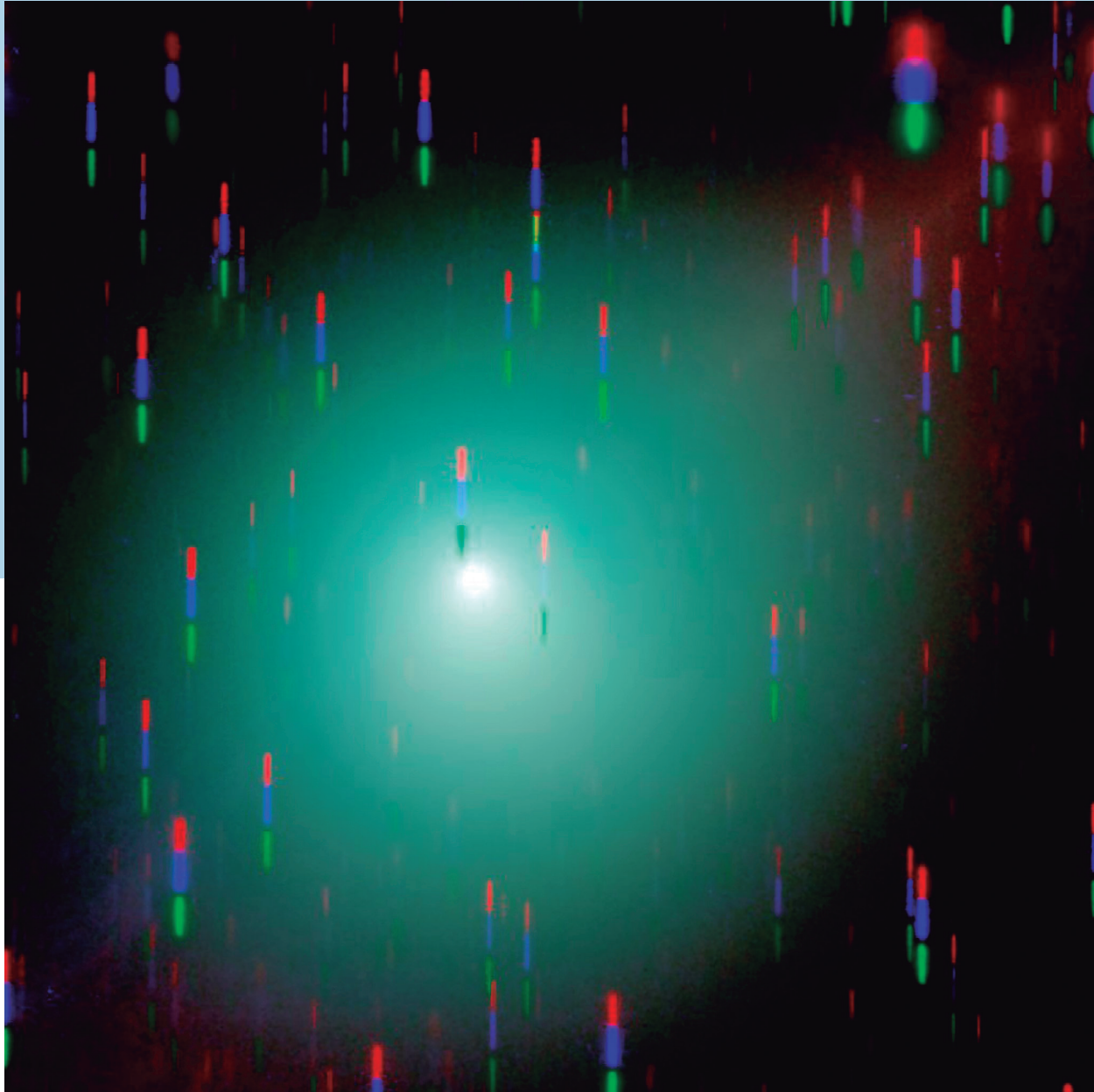
EL OJO QUE OBSERVA EL ORIGEN DEL AGUA Y LA VIDA EN NUESTRO PLANETA

TNG Y GIANO

Giano* es un potente ojo celeste que observa cometas, planetas, galaxias y estrellas y, al igual que la antigua deidad de quien toma su nombre, puede explorar el futuro y el pasado. Los científicos creen

que los cometas pueden haber desempeñado un papel importante a la hora de depositar el agua y la materia orgánica que fueron esenciales para la aparición de la vida en la Tierra primordial. La vida en

El cometa de la nube de Oort C/2014 Q2 (Lovejoy) fue observado con el Giano el 31 de enero y 1 y 2 de febrero de 2015 a una distancia heliocéntrica de 1,3 UA y una distancia geocéntrica de 0,8 UA durante su aproximación al Sol.



THE EYE ON THE ORIGIN OF WATER AND LIFE ON OUR EARTH

TNG & GIANO

Giano* is a powerful eye on the sky, looking at comets, planets, galaxies and stars, and, like the ancient god from which it takes its name, can explore the future and the past. Scientists think that comets may have played an important role in depositing the water and organic matter that were essential in

The Oort cloud comet C/2014 Q2 (Lovejoy) was observed with Giano on 2015 January 31 and February 1 and 2 at a heliocentric distance of 1.3 AU and geocentric distance of 0.8 AU during its approach to the Sun.

the apparition of life on the primordial Earth. Life on Earth, as we know it, is based on liquid water and organic species. The search for such molecules in non-terrestrial environments, in order to understand the origin of life on our planet, is one of the main goals of astrobiology.

nuestro planeta, tal y como la conocemos, está basada en agua en estado líquido y especies orgánicas. Uno de los principales objetivos de la astrobiología es la búsqueda de esas moléculas en entornos no terrestres a fin de entender el origen de la vida aquí.

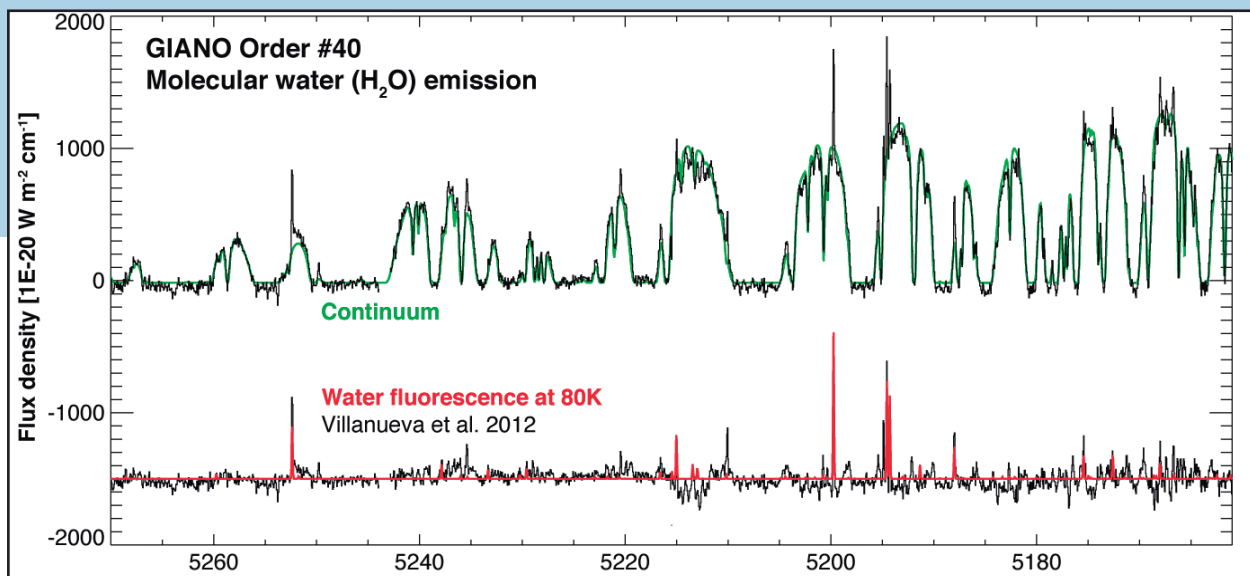
Los cometas son los restos de material protoplanetario helado, y se considera que son los cuerpos más prístinos del Sistema Solar. Investigarlos proporciona información importante sobre las condiciones físicas nativas en el disco protoplanetario. Los cometas se formaron en dos regiones de este disco: entre una distancia heliocéntrica de aproximadamente $R_h \sim 5$ y 15 UA, en el centro de la región formativa de planetas gigantes, y más allá de ~ 20 UA. Las inestabilidades dinámicas producidas por la alternancia entre las

órbitas de Urano y Neptuno hace aproximadamente 3900-3800 millones de años causó una enorme dispersión de esos planetesimales helados, tanto en la parte interna como en la externa del Sistema Solar. Los detritos helados que entraron en la parte interna del Sistema Solar colisionaron catastróficamente con la Tierra y con los planetas rocosos internos.

Los científicos han detectado fuertes emisiones de CN y agua, junto con varias emisiones de origen no identificado a lo largo de la región espectral de $0,9 - 2,5 \mu\text{m}$ que cubre el GIANO. Se detectaron las líneas espectrales de ocho bandas ro-vibracionales de H₂O, seis de ellas por primera vez, en la región espectral de $1,4 \mu\text{m}$ y en la región espectral de $2 \mu\text{m}$.

** Giano (Jano) es el dios romano y griego de los comienzos, las transiciones, el tiempo y los finales. Se le suele representar con dos caras, ya que mira hacia el pasado y hacia el futuro. El Giano/TNG es el espectrógrafo echelle de alta resolución de infrarrojo cercano montado en el foco Nasmyth del telescopio.*

La Figura de abajo muestra la emisión de agua del cometa Lovejoy.



The Figure above shows the water emission for the Lovejoy comet.

Comets are the leftovers of icy proto-planetary material and they are considered the most pristine bodies of the solar system. Their investigation provides important information on physical native conditions in the proto-planetary disk. Comets formed in two regions of the proto-planetary disk: between an heliocentric distance of about $R_h \sim 5$ and 15 AU, in the middle of giant planets' formative region, and beyond ~ 20 AU. Dynamical instabilities produced by the switching between Uranus and Neptune orbits around 3.9-3.8 billion years ago caused a huge dispersion of these icy planetesimals, both in the inner and in the outer part of the solar system. Icy debris that entered

in the inner part of the solar system catastrophically collided with the Earth and the rocky inner planets.

Scientists detected strong emissions of radical CN and water, along with many emission features of unidentified origin, across the $0.9 - 2.5 \mu\text{m}$ spectral region covered by GIANO. Spectral lines from eight ro-vibrational bands of H₂O were detected, six of them for the first time, across the $1.4 \mu\text{m}$ spectral region and the $2 \mu\text{m}$ spectral region.

** Giano is the Latin and Greek god of beginnings, transitions, time, and endings. He is usually illustrated with two faces, since he looks to the future and to the past. The Giano/TNG is the near-infrared high-resolution echelle spectrograph that is mounted at the Nasmyth focus of the telescope.*

CRONOS 35 CRONOS

SST 36 SST

STELLA 38 STELLA

GTC 40 GTC

LT2 42 LT2

MERCATOR 43 MERCATOR

PIRATE, COAST Y ART 44 PIRATE, COAST & ART

EL EXPERIMENTO QUIJOTE 46 THE QUIJOTE EXPERIMENT

SONG 47 SONG

WHT 48 WHT

EI TELESCOPIO SOLAR EUROPEO 50 The EUROPEAN SOLAR TELESCOPE



**EXPERIMENTOS,
NUEVOS TELESCOPIOS Y MEJORAS
EXPERIMENTS,
NEW TELESCOPES AND IMPROVEMENTS**

CRONOS

La sala de Control Remoto de los telescopios de los Observatorios de Canarias en el Instituto de Astrofísica en La Laguna es ya una realidad. Durante el año se ha invertido un gran esfuerzo en remotizar los primeros telescopios, que ya se usan de manera rutinaria: IAC80, TCS, la red SARA y GREGOR.

Astrofísicos solares usando el Telescopio GREGOR del Observatorio del Teide desde la Sala de Control en la Sede del IAC en La Laguna. Gracias a este sistema se evita la necesidad de trasladarse los astrónomos a los telescopios y se facilita el uso óptimo de las condiciones atmosféricas para los diferentes programas de observación.



Solar astrophysicists using the GREGOR Telescope at the Teide Observatory from the CRONOS room at the IAC in La Laguna. This system makes it possible for astronomers to observe without having to travel to the Observatories as well as their optimum use for different observing programmes according to the prevailing atmospheric conditions.

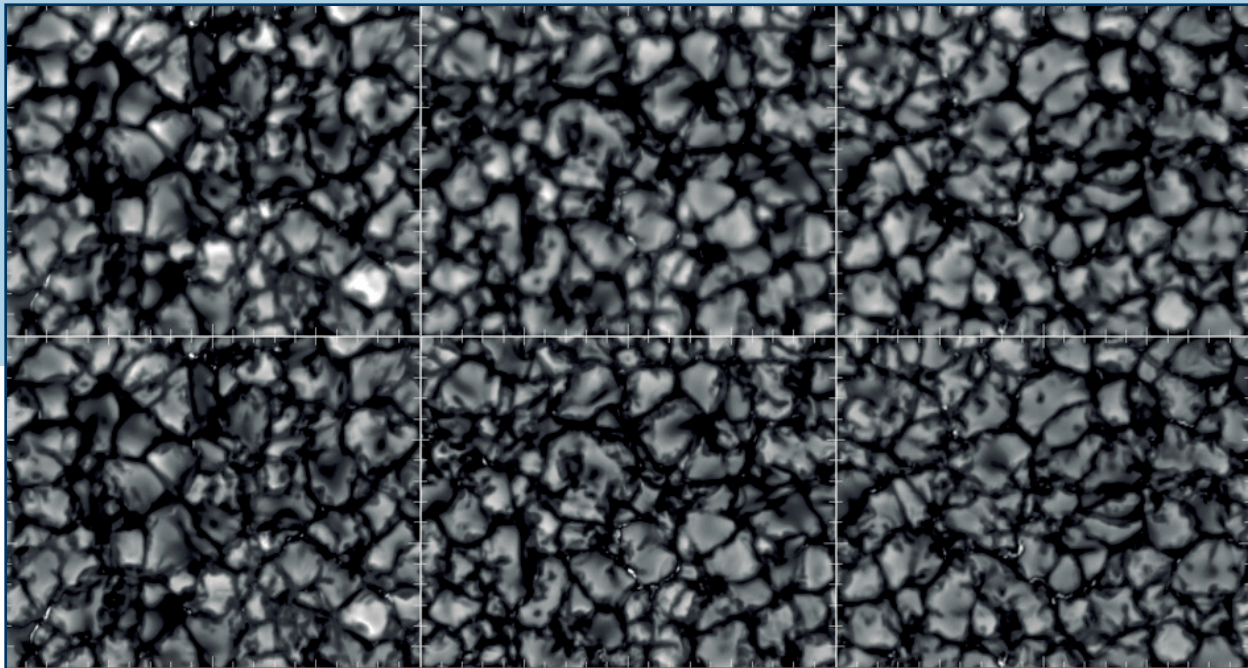
CRONOS

The remote control room that has been set up at the IAC in La Laguna is now fully functional. During the year a major effort was dedicated to make the remote control of the IAC80, CST, the SARA Network and the GREGOR a routine procedure.

SST CHROMIS

Se ha llevado a cabo la primera luz de un nuevo instrumento: CHROMIS. Se trata de un filtro sintonizable con dos etalones para obtener imágenes de alta resolución espectral y espacial de la atmósfera solar, diseñado especialmente para las líneas espectrales H y K de Ca II y H β , en la región azul del espectro solar. Este es el primer instrumento de este tipo desarrollado para un telescopio solar, y se espera que ofrezca unos resultados de una calidad nunca antes obtenida.

Aquí se muestran algunas imágenes de banda ancha de CHROMIS, obtenidas con promedios de 2 segundos y tras corrección de la MTF teórica del telescopio y del movimiento de imagen (fila superior) y con restauración MFBD (fila inferior).



These images show some CHROMIS wide-band images, obtained with 2-second averages and after correction for the theoretical MTF of the telescope and image motion (upper row) and MFBD restored (lower row).

SST CHROMIS

The new instrument CHROMIS has been commissioned. This is a dual etalon-based tuning filter aimed to obtain high-spectral, high-spatial resolution images of the solar atmosphere especially designed for the Ca II H and K and the H β spectral lines, in the blue region of the solar spectrum. This is the first instrument of this kind developed for a solar telescope and is expected to give new incomparable results of unprecedented quality.

Sus especificaciones técnicas son las siguientes:

- Resolución espectral: 80 mÅ en Ca II K, 100 mÅ en H β
- Rango de sintonización: $\pm 1,5$ Å (equivalente a ± 115 km/s)
- Campo de visión: 1 minuto de arco \times 1 minuto de arco (en el futuro puede que se aumente a 1,5 arcmin \times 1,5 arcmin sin cambiar la óptica)
- Alta transmisión: >70 %
- Exposición corta (12 ms) con reconstrucción de imagen MOMFBD
- Alta cadencia: 10 s (40 longitudes de onda en una línea espectral, con 20 imágenes por longitud de onda, exposiciones de 12 ms y una cadencia de 80 fps)
- Resolución espacial limitada por difracción (0,08 segundos de arco)
- Canal de banda ancha (6-5-13 Å)

The technical data of the instrument are:

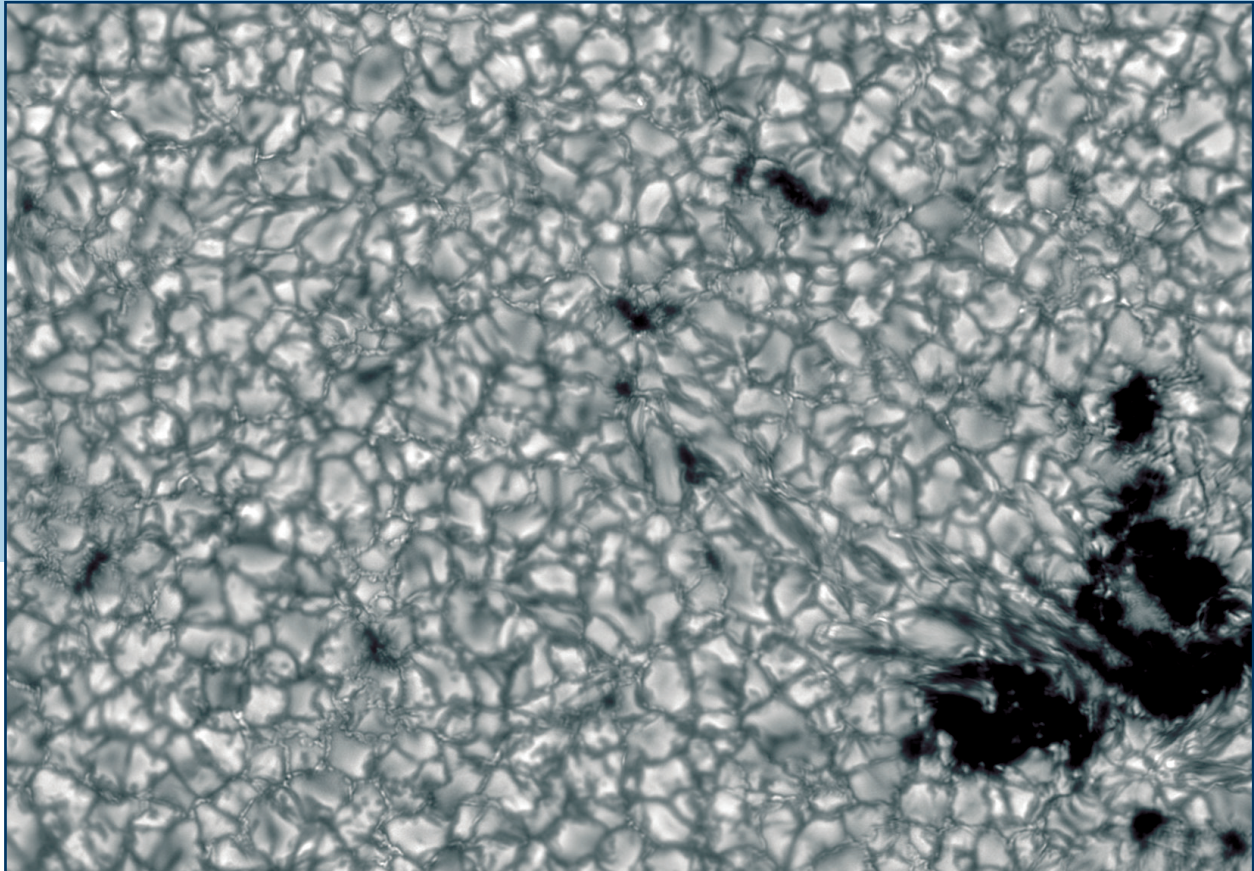
- Spectral resolution: 80 mÅ at Ca II K, 100 mÅ at H β
- Tuning range: ± 1.5 Å (equiv. to ± 115 km/s)
- Field of View: 1 arcmin \times 1 arcmin (in the future, it might be increased to 1.5 arcmin \times 1.5 arcmin without changing the optics)
- High transmission: >70%
- Short exposure (12 ms) with MOMFBD image reconstruction
- High cadence: 10 sec (40 wavelengths sampled in a spectral line, with 20 frames per wavelength, 12 msec exposures and a frame rate of 80 fps)
- Diffraction limited spatial resolution (0.08 arcsec)
- Wide-band (6-5-13 Å) support channel

El instrumento vio su primera luz el 31 de agosto, a lo que le siguió una campaña exclusiva de puesta a punto y verificación.

Con la instalación de CHROMIS el SST abre una nueva ventana de observación de la atmósfera solar que permite estudiar las capas superiores de la cromosfera con una resolución espacial sin pre-

cedentes. Se espera que CHROMIS pase a ser un instrumento de uso común para los usuarios a mediados de la temporada de observaciones de 2017. Con los instrumentos CRISP ($H\alpha$, Ca II 8542, He I D3) y CHROMIS (Ca II H y K, $H\beta$), el SST queda muy bien equipado para el futuro estudio de la cromosfera y continúa siendo uno de los mejores telescopios solares del mundo.

Imagen obtenida en una longitud de onda del continuo (cerca de 400 nm) observada a través del canal de banda estrecha.



This is an image of a continuum wavelength (close to 400 nm) observed through the narrow-band channel.

The instrument saw first light on August 31st, which was followed by a dedicated commissioning campaign.

With the installation of CHROMIS, the SST opens a new observing window to the solar atmosphere, making it possible to observe the highest layers of

the chromosphere at a unique high spatial resolution. CHROMIS is expected to become a common user instrument sometime in the middle of the 2017 observing season. The SST is thus extremely well equipped for future studies of the chromosphere with CRISP ($H\alpha$, Ca II 8542, He I D3) and CHROMIS (Ca II H and K, $H\beta$), keeping the telescope as a world-leading solar facility.

STELLA

Celebrando 10 años de operaciones científicas

Los dos telescopios robóticos STELLA, del Instituto Leibniz de Astrofísica en Potsdam (AIP), llevan estudiando el cielo nocturno en el Observatorio del Teide en Tenerife desde 2006. Durante un taller celebrado en el AIP en 2016, los científicos rememoraron una década de increíbles observaciones astronómicas. Los STELLA han demostrado ser una magnífica herramienta para obtener resultados científicos emocionantes. Dado que los telescopios fueron diseñados explícitamente para la observación a largo plazo de objetos individuales, sobre todo estrellas

Los dos telescopios robóticos STELLA llevan una década realizando observaciones científicas.



The two robotic STELLA telescopes have been carrying out science observations for a decade.

STELLA

Celebrating Ten Years of Science Operation

Since 2006, the two robotic STELLA telescopes of the Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam (AIP) have been observing the night sky at the Observatorio del Teide on Tenerife. In a workshop at AIP in 2016, scientists now looked back on a decade of exciting astronomical observations. STELLA has proven to be an excellent tool to accomplish thrilling scientific

magnéticamente activas, los STELLA consiguen este objetivo con más facilidad que los telescopios manuales. Los telescopios robóticos de Tenerife ya han observado ciclos completos de actividad magnética de estrellas distantes y han determinado por primera vez el tiempo de descomposición de las manchas estelares.

La operación de un observatorio totalmente autónomo y robótico es algo inusual tanto en Alemania como en el resto del mundo. Reemplazar la presencia de un observador in situ y su capacidad de tomar decisiones por un programa de software representa todo un desafío. Los STELLA cuentan con una estación

results. Since the telescopes were explicitly designed for long-term observation of individual objects, especially magnetically active stars, STELLA achieves this goal more easily than manual telescopes. The robotic telescopes on Tenerife already observed complete magnetic activity cycles of distant stars and determined for the first time the decay time of star spots.

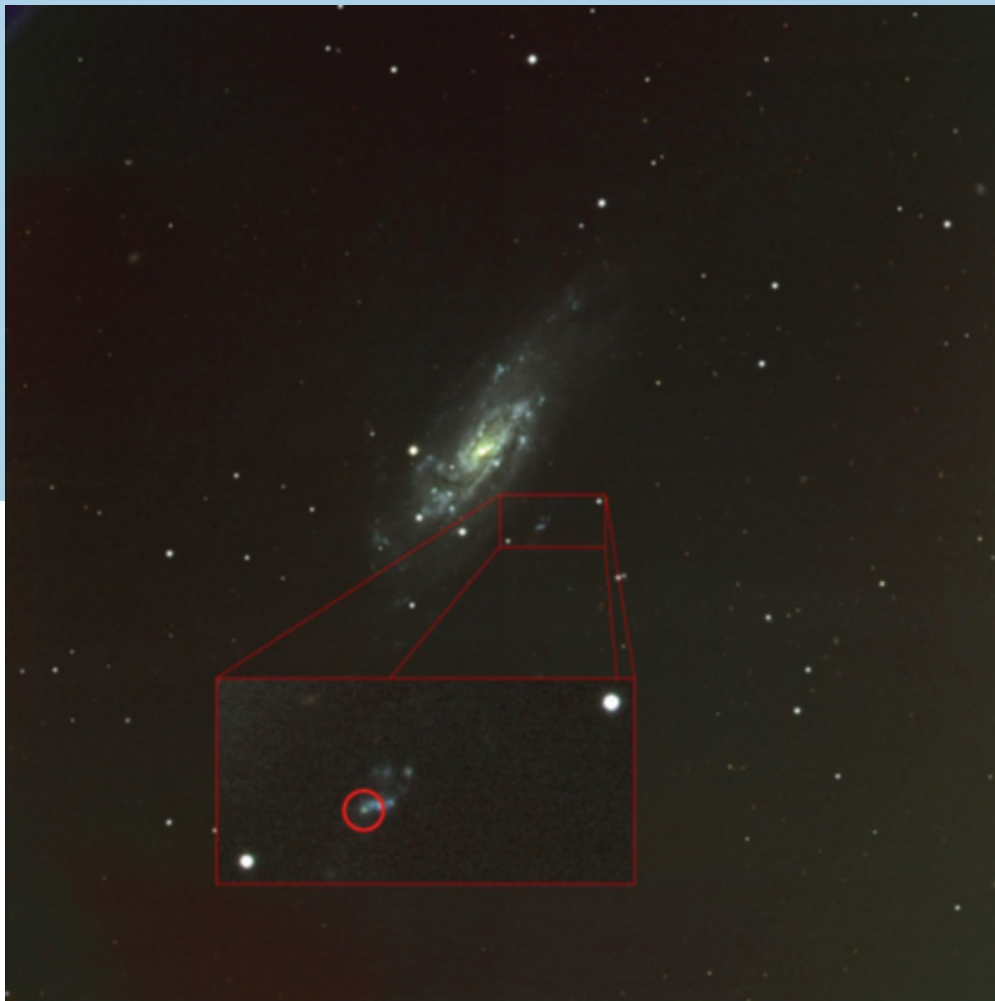
Operating a fully autonomous, robotic observatory is unusual both in Germany and internationally. Replacing an onsite observer and their decision-making with a piece of software is a true challenge. STELLA has a meteorological station that constantly measures

meteorológica que mide constantemente la temperatura, la humedad, las precipitaciones, la claridad y la velocidad del viento. Una cámara infrarroja de todo cielo detecta la presencia de nubes oscureciendo el cielo nocturno. Al anochecer, un algoritmo decide si las condiciones son seguras para abrir los telescopios y comenzar las observaciones. El software lleva a cabo todas las tareas de control, desde posicionar y enfocar los telescopios hasta el guiado de precisión de sus instrumentos.

Observaron la Gaia16ada para demostrar la viabilidad del modo de reacción rápida del STELLA-I y también para buscar desencadenantes ESA/Gaia.

Se trata de una transiente cercana a NGC4559. Para discernir la verdadera naturaleza de esta transiente, el STELLA-1 y el WiFSIP llevaron a cabo una pequeña campaña de seguimiento del objeto, lo cual resultó muy afortunado, ya que el desencadenante volvió a aparecer el 29 de marzo. Esta imagen muestra una fotografía del WiFSIP un par de días tras el desencadenante.

Imagen compuesta a color de tres exposiciones de 150 s del desencadenante ESA/Gaia16ada en Sloan g' , r' , i' captadas con STELLA-I y WiFSIP el 9 de abril de 2016, unos pocos días tras la reaparición del desencadenante. El inserto con el círculo muestra el posible objetivo de este.



temperature, humidity, precipitation, brightness, and wind speed. An all-sky infrared camera detects clouds obscuring the night sky. At dusk, an algorithm decides if conditions are safe for opening and commencing observations. All control duties, from positioning and focusing of the telescopes to the fine guiding of its instruments, are managed by the software. To prove the feasibility of the fast-reaction mode of STELLA-I also for ESA/Gaia triggers, the Gaia16ada was observed. This is a transient close to NGC4559. To discern the true nature of this transient, STELLA-I and WiFSIP did a small follow-up campaign on the

Color composite of three 150-sec exposures of the ESA/Gaia16ada trigger in Sloan g' , r' , i' taken with STELLA-I and WiFSIP on April 9th, 2016, a few days after the trigger's reappearance. The insert with the circle shows the trigger candidate target.

object, which turned out to be a lucky turn because on March 29th the trigger re-appeared. The Figure above shows a WiFSIP snapshot image a few days after the trigger.

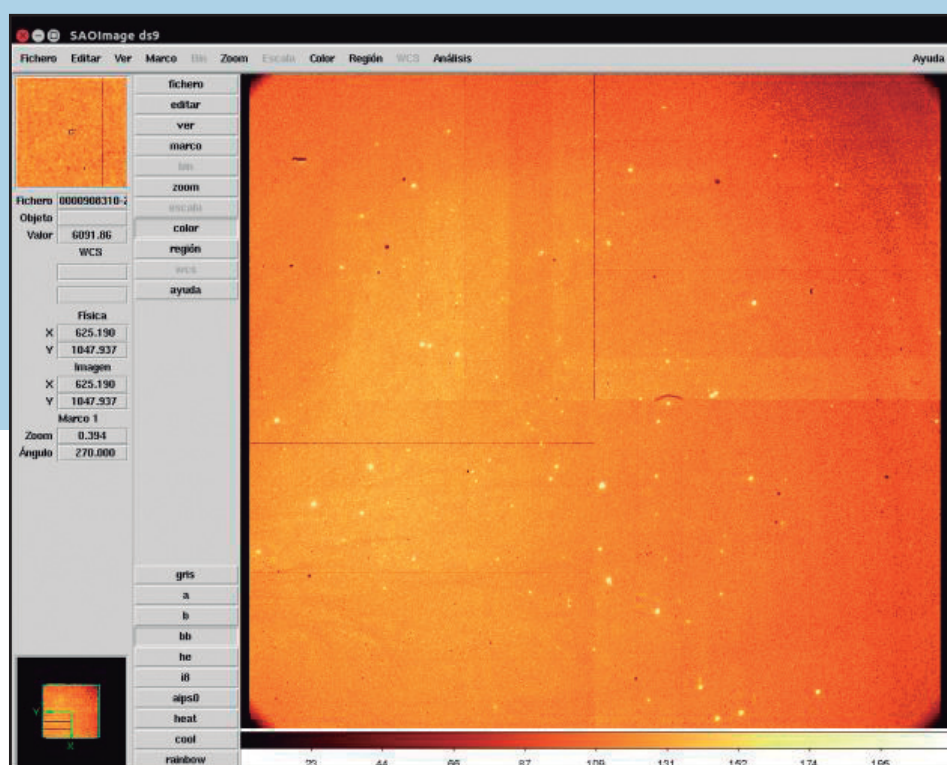
GTC

En mayo se instaló EMIR. Este es el primer instrumento de segunda generación en empezar a operar con regularidad. Es una cámara y espectrógrafo de infrarrojo cercano (0,9 - 2,5 μm) instalado en la estación focal Nasmyth-A. Luego se ha puesto a punto, de forma que pueda ofrecerse a la comunidad de usuarios del GTC a partir de septiembre de 2017.

EMIR capta imágenes de banda ancha y estrecha y realiza espectroscopia de rendija larga de baja resolución ($R \sim 1000$) y de media resolución

($R \sim 4000/5000$) dentro de un amplio campo de visión (6,68 x 6,68 minutos de arco), con una escala de placa de 0,2 segundos de arco por píxel. Sus capacidades aumentarán en 2017 cuando se complete la puesta a punto de su modo espectroscópico multi-objeto. Este instrumento expande las capacidades del telescopio proporcionando un instrumento de IR cercano muy competitivo, al que pronto le seguirá la instalación de varios otros instrumentos (MEGARA, HiPERCAM, HORS y Canaricam), con lo que se obtendrá un telescopio extremadamente versátil.

Imagen de primera luz con EMIR, tomada el 13 de junio de 2016.



First-light image with EMIR, taken on June 13th, 2016.

GTC

During May EMIR, the first second-generation instrument to enter regular operations, was installed. This near-infrared (0.9 - 2.5 μm) wide-field imager and medium-resolution multi-object spectrograph was installed at the Nasmyth-A focal station and then commissioned. It will be offered to the GTC user's community starting in September 2017.

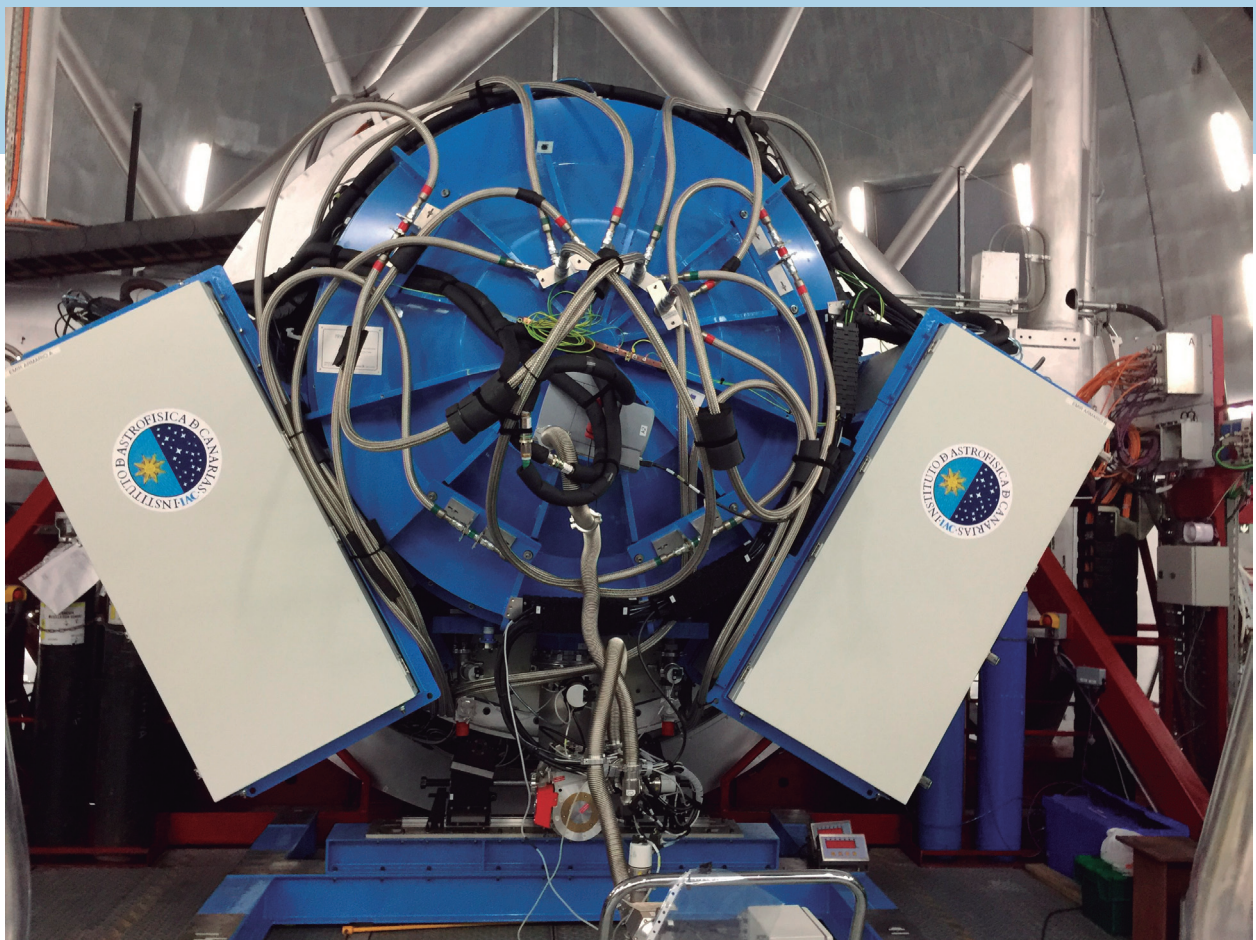
EMIR offers broad and narrow band imaging as well as both long-slit low-resolution ($R \sim 1000$) and mid-

resolution ($R \sim 4000/5000$) spectroscopy within a wide FOV (6,68 x 6,68 arcmin), with a plate scale of 0.2 arcsec per pixel. Its capabilities will be increased in 2017 by commissioning its multi-object spectroscopic mode. This instrument expands the telescope's capabilities by providing a highly competitive near-IR instrument, which will soon be followed by the installation of several other instruments (MEGARA, HiPERCAM, HORS and Canaricam) making this a highly versatile telescope.



NGC 6949 (la «Galaxia de los Fuegos Artificiales» observada a través de EMIR en la banda J (izquierda). A modo de comparación, a la derecha se muestra una imagen coloreada de la misma galaxia, obtenida con el instrumento de luz visible OSIRIS/GTC.

NGC 6949 (the “fireworks galaxy”) observed with EMIR in J-band (left). As a comparison, a colour processed image of the same galaxy obtained with the OSIRIS/GTC visible instrument is shown on the right.



EMIR en el foco Nasmyth A del GTC.

EMIR attached to the Nasmyth A focal station of the GTC telescope.

LT2

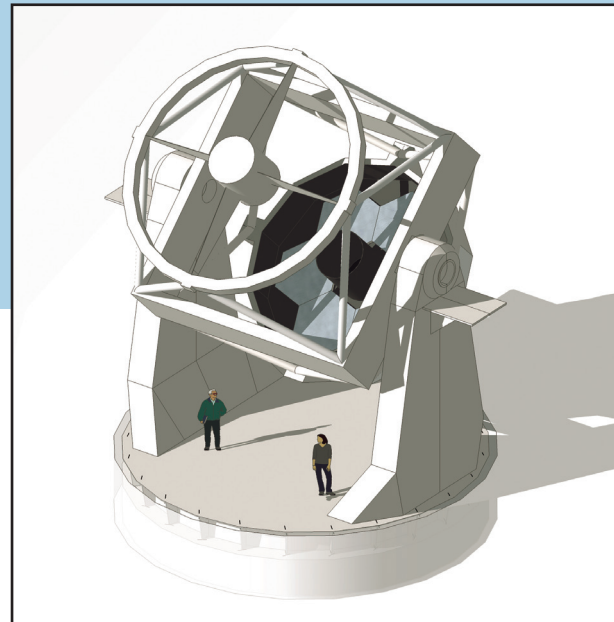
Un nuevo telescopio robótico de 4 metros para La Palma

El vicerrector de la Universidad John Moores de Liverpool (LJMU, por sus siglas en inglés), el profesor Nigel Weatherill, y el director del IAC, el profesor Rafael Rebolo López, firmaron en abril un convenio para promover el diseño, construcción y operación de un nuevo telescopio robótico de 4,0 metros. Esto supondrá un importante incremento de escala en comparación con el Telescopio Liverpool (LT, por sus siglas en inglés), que lleva ya más de una década estudiando el cosmos y realizando descubrimientos. El nuevo telescopio se construirá en el ORM y será cuatro veces más sensible y 10 veces más rápido en su tiempo de respuesta a los eventos celestes inesperados que el actual LT de dos metros. El proyecto amplía la muy exitosa colaboración entre la LJMU y el IAC en el marco del LT.

Teniendo en cuenta la entrada en operación de las nuevas instalaciones internacionales a lo largo de la próxima década, como los detectores de ondas gravitacionales LIGO y Virgo, o el Gran Telescopio para Rastreo Sinóptico (LSST), se necesita con urgencia un nuevo instrumento espectroscópico de alta sensibilidad. Este nuevo telescopio cubrirá esa vacante a la perfección. La astrofísica del dominio

temporal se desarrollará considerablemente en las próximas décadas, por lo que la construcción de esta instalación de cuatro metros será vital a la hora de explorar el universo con un nivel de detalle sin precedentes. Además de ser científicamente puntero a nivel mundial, el diseño y construcción del nuevo telescopio usará nuevas tecnologías en materiales avanzados, ópticas y sistemas de control. Tanto la LJMU como el IAC buscan empresas en sus respectivas regiones que proporcionen esas tecnologías.

Este proyecto resulta también apasionante para el Observatorio Escolar Nacional de Reino Unido, que proporciona en la actualidad acceso libre a los niños al LT, y hará lo mismo con el nuevo telescopio. Esto dará una oportunidad sin igual de entusiasmar a toda una generación de niños españoles, británicos y del resto del mundo por la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas.



LT2

The project for a new 4 metre class robotic telescope for La Palma.

Liverpool John Moores University Vice-Chancellor, Prof Nigel Weatherill and the IAC Director, Prof Rafael Rebolo López, signed a Memorandum of Understanding in April to explore the design, construction and operation of a new 4.0 metre robotic telescope. This will be on a bigger scale than the current Liverpool Telescope (LT) which has been studying the cosmos and making discoveries for over a decade. The new telescope will be built at ORM and will be 4 times more sensitive and 10 times faster in response time to unexpected celestial events than the 2-metre LT. The project builds on the very successful collaboration between LJMU and the IAC with the LT.

With new international facilities like the LIGO and Virgo gravitational wave detectors and the Large Synoptic Survey Telescope coming on line over the next decade, a new high sensitivity spectroscopic capability is urgently needed. The new telescope is aimed to fill that niche perfectly. Time-domain astrophysics will greatly increase in the coming decades,

therefore the development of the new 4-metre class facility is vital in being able to explore the Universe in greater detail than ever before. As well as being scientifically world-leading, the design and construction of the new telescope will exploit new technologies in advanced materials, optics and control systems. Both LJMU and IAC are keen for businesses in their regions to provide that technology.

The project is also very exciting for the UK's National Schools' Observatory, which currently gives school children free access to the LT, and will expand to make use of the new telescope, creating an unrivalled opportunity to enthuse a generation of children in Spain, the UK and the wider world about science, technology, engineering and mathematics.

MERCATOR

El telescopio ha recibido una mejora técnica de primer orden en forma de un sistema de control telescópico (SCT) completamente nuevo, basado en componentes industriales (PLC) y diseñado meticulosamente con una metodología «basada en el conocimiento», en el que la representación del saber formal desempeña un papel clave. Para prepararlo se modelaron un total de nueve subsistemas, desde el control neumático «lento» del soporte del espejo primario hasta el control de movimiento de los ejes principales del telescopio, mucho más rápido y vital tanto para controlar los tiempos como para la seguridad. Para cada subsistema, un conjunto de modelos interconectados representa el diseño del sistema (incluyendo los requisitos y el desglose del sistema), el diseño eléctrico (desde el dispositivo en su conjunto hasta cada uno de los elementos del cableado), y el diseño del software (desde el bloque de declaraciones de funciones de alto nivel hasta la implementación de las expresiones de conexión).

Módulos PLC-IO de la nueva instalación del SCT del telescopio Mercator, realizada en junio.



PLC-IO modules of the new TCS installation of the Mercator telescope installed in June.

MERCATOR

The telescope has received a major technical upgrade in the form of a completely new telescope control system (TCS), which is based on industrial components (PLCs) and was carefully designed with a “knowledge-driven” methodology, in which formal knowledge representation plays a pivotal role. In preparation, a total of 9 subsystems were modeled, from the “slow” pneumatic control of the primary mirror support to the much faster, time-critical and safety-critical motion control of the telescope’s main axes. For each subsystem, a set of interconnected models represent the systems design (including requirements and systems breakdown), the electrical design (from the device level down to the individual wires) and the software design (from the high-level function block declarations down to the implementation of the interlock expressions).

Gracias a un proceso de razonamiento y consulta de dichos modelos, se pudo generar automáticamente documentos de especificación del sistema, informes de verificación y código fuente para el sistema de control industrial que gestiona el telescopio y para el sistema de control de máximo nivel que está a cargo de todo el observatorio. Mediante la síntesis de prácticas de última generación en ingeniería del conocimiento, ingeniería de sistemas e ingeniería de software, resultó posible resolver una serie de problemas fundamentales de las prácticas actuales en el diseño de sistemas de control telescópico, aportando con ello datos de diseño más aprovechables en diferentes áreas de las disciplinas y tecnologías de la ingeniería.

El modelo se comprobó minuciosamente antes de su instalación. La instalación completa del nuevo SCT, incluyendo los nuevos motores del telescopio y la instalación electrónica, se llevó a cabo en un tiempo de parón muy breve (2 noches). Ha estado trabajando continuamente desde su instalación.

Through a process of reasoning and querying of these models it was possible to automatically generate system specification documents, verification reports and source code for the industrial control system in charge of the telescope and for the top-level control system in charge of the whole observatory. By synthesizing state-of-the-art practices in knowledge engineering, systems engineering, and software engineering it was possible to address some fundamental problems of current practices in telescope control system design, thereby making design knowledge more reusable across the boundaries of engineering disciplines and technologies.

The model was extensively tested prior to installation. The full installation of the new TCS including new telescope motors and electronic installation, took place with very little downtime (2 nights). Since its successful installation it has worked continuously.

PIRATE, COAST Y ART **Observatorios OpenScience – OU**

La Open University ha erigido dos nuevas instalaciones robóticas, PIRATE y COAST, en el Observatorio del Teide dentro de su iniciativa OpenSTEM Labs, que proporciona experimentos de acceso remoto para estudiantes a distancia en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.



PIRATE, COAST & ART **OpenScience Observatories – OU**

The Open University has installed two new robotic facilities, PIRATE and COAST, at the Observatorio del Teide, as part of its OpenSTEM Labs initiative providing remote-access experiments to distance

La construcción empezó en primavera con la preparación de los cimientos de hormigón y la conexión a las redes de suministros, mientras que la instalación de las cúpulas bivalvas robóticas Baader Planetarium All-Sky de 4,5 m y 3,5 m, junto con su hardware astronómico, se completó en agosto. Aunque la puesta a punto está todavía en marcha PIRATE ya ha sido usado con éxito para algunos proyectos estudiantiles.

PIRATE (Physics Innovations Robotic Astronomical Telescope Explorer - Explorador telescópico astronómico robótico de innovaciones en física) se ha trasladado de su antiguo emplazamiento en el Observatori Astronomic

Cúpula de 4,5m del PIRATE (izquierda) y cúpula de 3,5 m del COAST (derecha).

4.5m PIRATE dome (left) and 3.5m COAST dome (right).

teaching students in science, technology, engineering and mathematics subjects.

Construction began in the spring with the preparation of concrete foundations and utility supply, while the installation of the clam-shell 4.5m and 3.5 m Baader Planetarium All-Sky domes and their astronomical hardware was completed

in August. Commissioning is ongoing, but PIRATE has already been deployed successfully for some student projects.

PIRATE (Physics Innovations Robotic Astronomical Telescope Explorer) has moved from its former home at the Observatori Astronomic de Mallorca and is

de Mallorca, junto con su programa de monitorización fotométrica continua de estrellas variables, transientes y exoplanetas en tránsito. El astrógrafo de 17 pulgadas f/6,8 corregido Dall-Kirkham está equipado con una cámara CCD FLI ProLine KAF-16803 y una selección de filtros de banda ancha y estrecha. La montura es un modelo ecuatorial alemán robótico, el 10 Micron GM 4000.

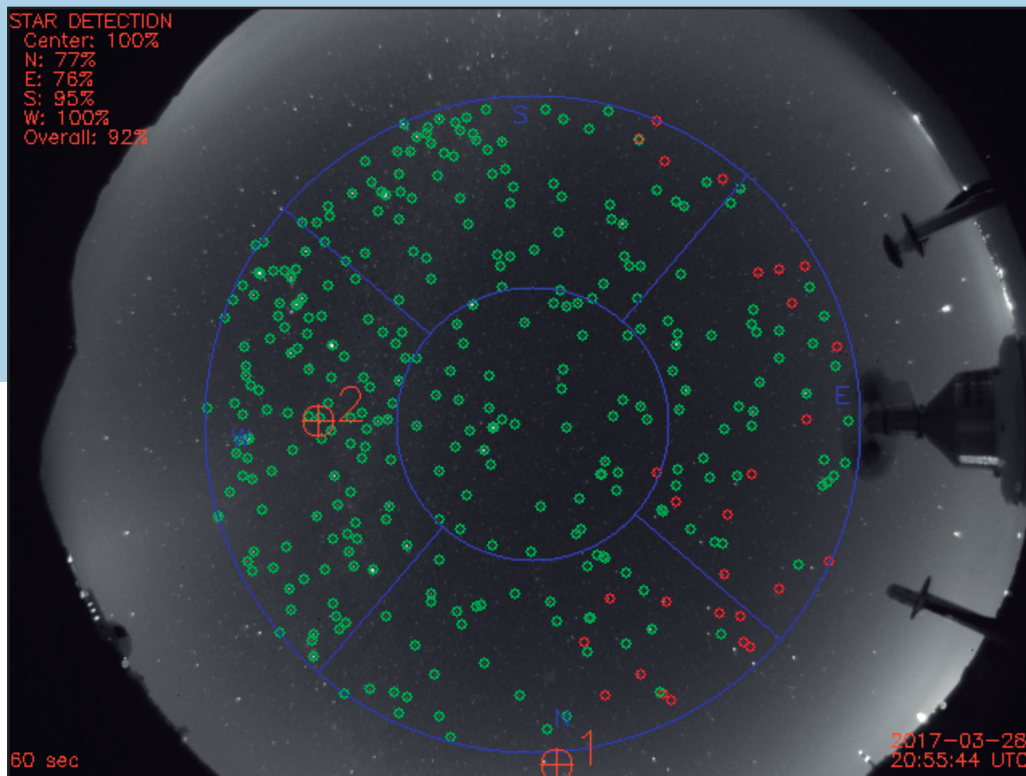
El COAST (CCompletely Autonomous Survey Telescope - Telescopio de exploración completamente autónomo) está compuesto por un espejo Schmidt Cassegrain de 14 pulgadas f/10 con capacidad de captación de imágenes de banda ancha y estrecha,

Imagen obtenida por la cámara de todo el cielo de los Observatorios OpenScience con el algoritmo de detección estelar para el funcionamiento autónomo.

montado también sobre una montura GM 4000. El software de control Abot, de Sybilla Technologies, permite operar de forma completamente autónoma en modo de cola, así como el control remoto a tiempo real en ambos telescopios.

La Open University también ha adquirido el Autonomous Robotic Telescope (ART - telescopio robótico autónomo), antes conocido como el Bradford Robotic Telescope (BRT), y está en medio del proceso de redirigir la interfaz educativa y sistema de puesta en cola www.telescope.org al COAST para a continuación discontinuar el uso del hardware del ART, que se está quedando obsoleto.

El conjunto de PIRATE, COAST y ART conforma las instalaciones tinerfeñas de los Observatorios OpenScience.



OpenScience Observatories all-sky camera view with star detection algorithm for autonomous control.

continuing its photometric monitoring programme of variable stars, transients and transiting exoplanets. The 17 inch f/6.8 Corrected Dall-Kirkham Astrograph telescope is equipped with an FLI ProLine KAF-16803 CCD camera and a choice of broadband and narrow-band filters. The mount is a 10 Micron GM 4000 robotic German equatorial model.

COAST (CCompletely Autonomous Survey Telescope) consists of a 14 inch f/10 Schmidt Cassegrain mirror with broadband and narrowband imaging capabilities, mounted also on a GM 4000. The control software

Abot by Sybilla Technologies supports fully autonomous operations in queue-scheduled mode as well as remote-controlled real-time use for both facilities.

The Open University also acquired the Autonomous Robotic Telescope (ART), formerly known as the Bradford Robotic Telescope (BRT), and is in the process of redirecting the educational user front-end and queueing system www.telescope.org to COAST, so that the ageing hardware of ART can eventually be decommissioned.

PIRATE, COAST and ART are collectively known as the Tenerife facilities of the OpenScience Observatories.

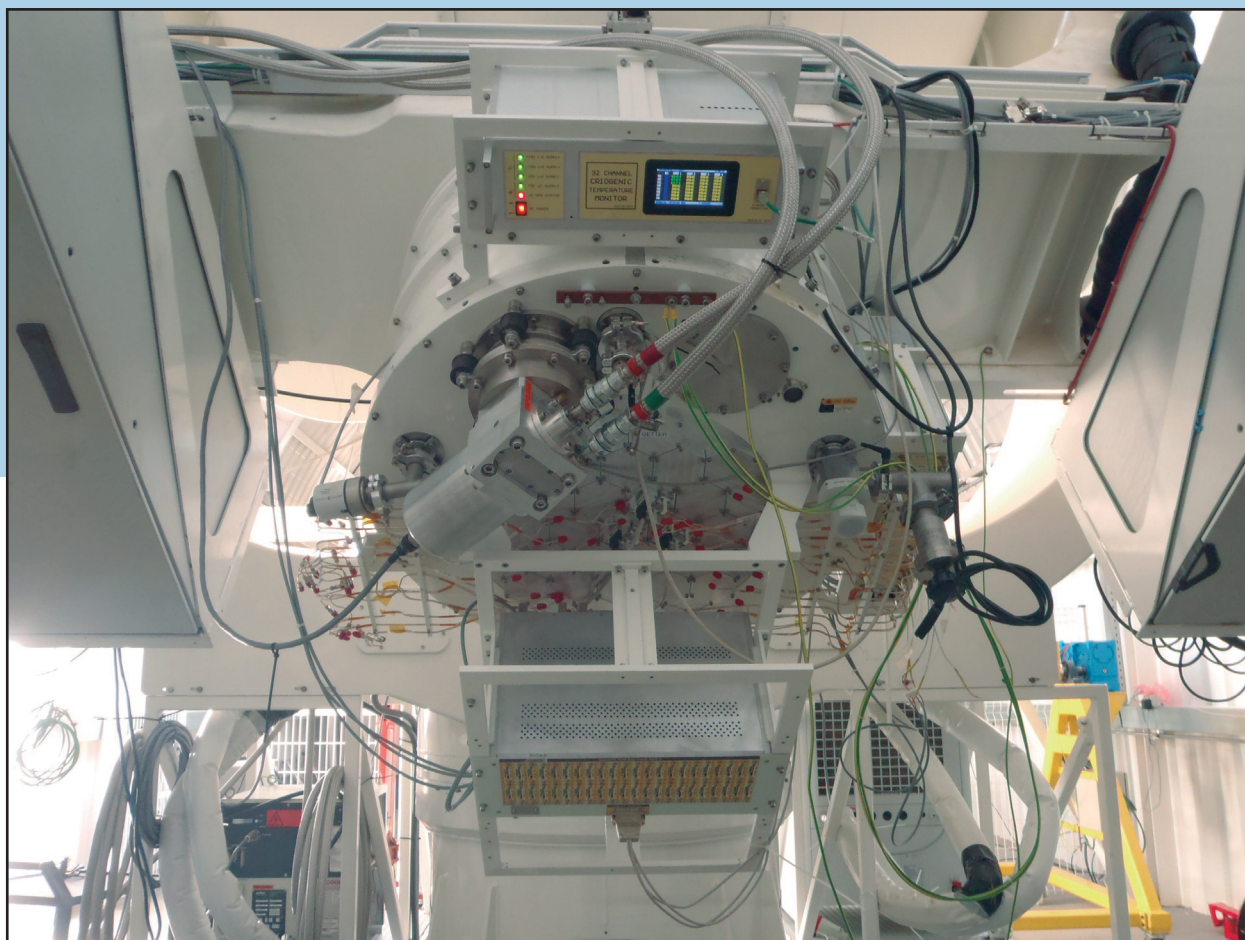
EL EXPERIMENTO QUIJOTE

A lo largo del año se han ido integrando nuevos componentes en tres de los cuatro píxeles del primer telescopio, lo que debería multiplicar por dos la sensibilidad instantánea de los mismos. El segundo instrumento, el TGI (30 GHz), se instaló en el plano focal del segundo telescopio en abril, con tres píxeles, mientras que los píxeles restantes, hasta un total de 27, se integraron desde ahí hasta diciembre. El instrumento TGI vio su primera luz técnica, con tres

píxeles, el 12 de mayo, realizando una observación que cubría la nebulosa del Cangrejo, una de las fuentes de radiación más brillantes del cielo. La primera luz científica del TGI, ya con sus 27 píxeles, tuvo lugar en diciembre, realizando observaciones de la RSR del Cangrejo y de Casiopea A, así como de la Luna.

La construcción del tercer instrumento, FGI (40 GHz), está bastante avanzada en estos momentos; su primer polarímetro completo se integró en noviembre.

El instrumento QUIJOTE TGI, instalado en el plano focal del segundo telescopio, vio su primera luz técnica en mayo.



QUIJOTE TGI instrument, installed on the focal plane of the second telescope, undertaking technical first light in May.

THE QUIJOTE EXPERIMENT

During the year new components were integrated in three out of four pixels of the first telescope, which should contribute to an improvement of their instantaneous sensitivities by a factor of two. The second instrument, TGI (30 GHz), was fitted on the focal plane of the second telescope in April, with 3 pixels, whereas the rest of the pixels, up to a total of 27, were integrated between then and December. The

TGI instrument saw first technical light, with three pixels, on May 12th, with an observation covering the Crab nebula, one of the brightest radio sources on the sky. The TGI first scientific light, with all its 27 pixels, was in December, with observations of the Crab and Cas A SNRs and of the Moon.

The fabrication of the third instrument, FGI (40 GHz), is currently well advanced, its first full polarimeter was integrated in November.

SONG

Tras la inauguración oficial del telescopio robótico Hertzprung SONG en octubre de 2014, el sistema de observación automática ha permitido realizar observaciones todas las noches en las que las condiciones meteorológicas lo han permitido. Las observaciones solo se han interrumpido en contadas ocasiones debido a problemas técnicos. El año empezó con un mes que batió récords, registrando el mayor número de horas mensuales de observación hasta la fecha. Esto se debió no solo a la mayor duración de las noches invernales, sino también a condiciones meteorológicas excepcionalmente buenas durante ese periodo.

En otoño se instaló un nuevo instrumento. El espectrógrafo con conexión de fibra se usará para observar la actividad estelar. Está optimizado para

realizar observaciones en las líneas de calcio H y K. La mayor parte de los parones técnicos desde octubre de 2016 se debieron a la puesta a punto de este nuevo espectrógrafo.

Por otra parte, el instrumento principal de SONG, el espectrógrafo Echelle de alta resolución, fue mejorado con un nuevo divisor de haz, lo que permite ahora observar estrellas más tenues. Con él, el límite de magnitud V se incrementó de 6,5 a 8,5. El siguiente paso será la instalación de nuevas cámaras de guiado, que ampliarán todavía más ese límite.

Diagrama que muestra el ciclo de trabajo de 2016. Horas de tiempo de observación (verde), horas de tiempo de parada debidas a las condiciones meteorológicas (rojo) y horas de parada debidas a cuestiones técnicas (azul).

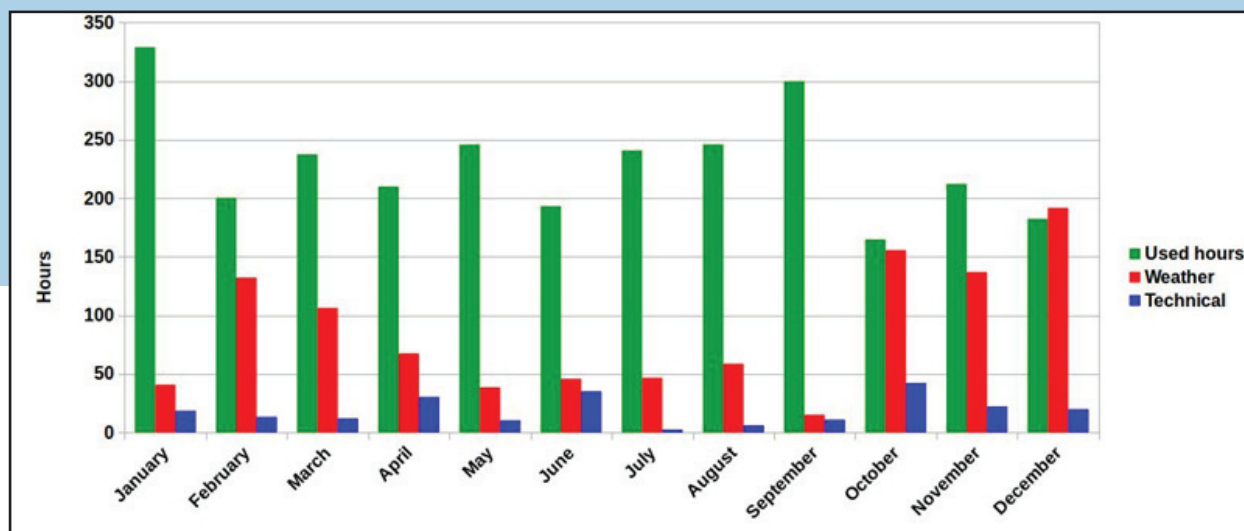


Diagram showing the duty cycle of 2016. Hours of observing time (green), hours of down time caused by weather (red) and hours of down time of a technical nature (blue).

SONG

After the official inauguration of the Hertzprung SONG telescope in October 2014 the system of automated observations has carried out observations every night that the weather has permitted. Observations have only been interrupted on a very few occasions as a result of technical problems. 2016 started with a record breaking month where the highest number of hours in a month of observing was recorded. This was due to the longer nights during winter and an exceptionally good month regarding weather.

In the autumn a new instrument was installed. This fibre fed spectrograph will be used for observations of stellar activity. It is optimized for observations of the Calcium H & K lines. Most of the technical downtime since October 2016 has been caused by this new spectrograph's commissioning.

The main SONG high resolution echelle spectrograph was upgraded with a new beamsplitter so that now it is possible to carry out observations of fainter stars. With it the V-magnitude limit was increased from 6.5 to 8.5. The next step will be the installation of new guiding cameras, which will push the limit even further.

WHT

Para prepararse para la llegada e instalación del WEAVE en 2018, el equipo del grupo Isaac Newton ha tenido que jugar a los «Legos» con el WHT. En julio se retiró el anillo giratorio de 5,5 toneladas que alberga el espejo secundario y los instrumentos del foco primario del WHT, se bajó a su carretilla de almacenamiento en la planta baja de la cúpula del WHT y se volvió a colocar en el telescopio. El objeto de este ejercicio de tres días de duración fue demostrar que el anillo giratorio, que llevaba en su sitio desde la primera vez que se montó el telescopio hace más de 30 años, a mediados de la década de 1980, podía ser retirado y reinstalado sin perder sus

estrictas especificaciones de alineamiento óptico. Las pruebas Shack-Hartmann realizadas antes y después demostraron una reproducibilidad perfecta. La imagen de abajo muestra el anillo giratorio colgando de la grúa de 20 toneladas del WHT mientras es bajado a la planta baja al final del primer día.

Durante una segunda operación se armó la estructura del foco primario del WEAVE, usando pesos para simular la masa y forma del corrector óptico de dos

El anillo giratorio del WHT durante un ejercicio de prueba para garantizar que puede desinstalarse y volver a instalarse sin perder sus estrictas especificaciones de alineamiento óptico.



The WHT flip-ring during a dummy run to ensure that it could be removed and brought back to within its tight optical alignment specification.

WHT

So as to prepare for the arrival and installation of WEAVE in 2018, the Isaac Newton Group team have had to play “Lego” with the WHT. In July the 5.5-ton flip-ring that houses the WHT’s secondary mirror and the prime-focus instrumentation was removed, taken to its storage trolley at the ground-floor of the WHT dome, and brought back up to the telescope. The purpose of the three-day exercise was to demonstrate that the flip-ring, which had been in its place since the telescope was first assembled over 30 years ago in the mid-eighties, could be removed and brought back to within its tight optical alignment specification. Be-

fore and after Shack-Hartmann tests proved perfect repeatability. The Figure above shows the flip-ring hanging from the WHT’s 20-ton crane as it’s being taken to the ground floor at the end of the first day. During a second operation, the new WEAVE prime-focus assembly was put together, fitted with dummy weights to mimic the mass and shape of the 2-degree optical corrector, the instrument rotator and the fibre positioner. The entire assembly was then lifted from

grados, el rotador del instrumento y el posicionador de fibra. A continuación se subió todo el montaje desde la planta baja de la cúpula hasta la altura en la que se integrará con el telescopio. La imagen de abajo muestra el montaje del foco primario del WEAVE, sujeto en su armazón mientras la grúa lo levanta al ángulo de 20 grados con respecto al eje vertical que permitirá instalarlo correctamente en el extremo superior de la estructura del WHT.

El ensamblaje del extremo superior del WHT para el WEAVE ha sido levantado correctamente de su plataforma de transporte a la posición de cambio de instrumento en la cúpula del WHT. La imagen muestra el tubo central (negro), ocho aspas (negras), cuatro unidades de traslado del foco (grises) y un posicionador falso (el cubo gris grande) unido al armazón de montaje (amarillo), todos ellos mantenidos en la inclinación necesaria para ensamblarse con el anillo superior del telescopio.



the dome ground floor to the height where it will be integrated with the telescope. The Figure above shows the WEAVE prime-focus assembly, held in its mounting frame being lifted by the crane at the 20 degree angle from vertical which will allow its smooth attachment to the top-end of the WHT structure.

The WHT top-end assembly for WEAVE has been lifted successfully from its handling trolley to the instrument change position in the WHT dome. The photo shows the central can (black), eight vanes (black), four focus translation units (grey) and dummy positioner (large grey cube) attached to the handling frame (yellow), all held at the inclination required for attaching to the telescope top ring.

EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO EST

La nueva Infraestructura Europea Estratégica para los Observatorios de Canarias (véase pág. 9).

EST es un proyecto para construir un telescopio solar de 4 metros de diámetro que está coordinado por el IAC y en él participan instituciones de investigación de 15 países europeos, representados aquí por sus banderas. El desarrollo del proyecto ha recibido el respaldo de la Comisión Europea con la financiación de su estudio de diseño conceptual, así como de los proyectos asociados SOLARNET, GREY y PRE-EST, con la inclusión del EST en la Hoja de Ruta de Grandes Infraestructuras de Investigación Europeas (ESFRI Roadmap). El IAC dedica un importante esfuerzo de capital humano a los proyectos de respaldo del EST, con una dedicación equivalente de 5 ingenieros a tiempo completo, 3 gestores en tareas de apoyo técnico y desarrollo estratégico del proyecto, así como 2 personas en tareas de coordinación y seguimiento de los requerimientos científicos. De acuerdo con el plan del proyecto, está previsto que la fase

THE EUROPEAN SOLAR TELESCOPE EST

New European Strategic Infrastructure for the Observatorios de Canarias (see pg. 9)

EST is a project to construct a 4-meter solar telescope that is coordinated by the IAC with the participation of research institutions of 15 European countries (represented here by their flags). The project has received the support of the European Commission with the funding of the conceptual design study and the associated projects SOLARNET, GREY and PRE-EST and has been included in the ESFRI Roadmap (European Strategy Forum on Research Infrastructures).

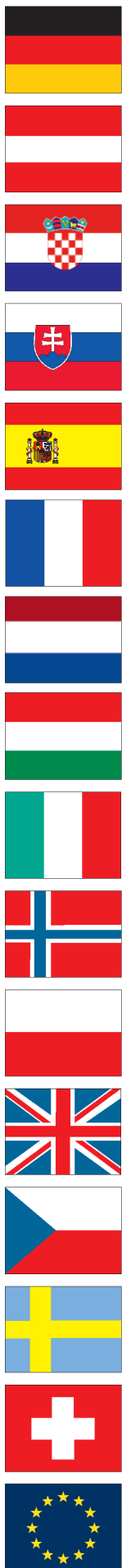
The IAC is dedicating an important effort to EST projects, with an equivalent dedication of 5 full-time engineers, 3 managers in technical support tasks and strategic project development, as well as 2 people in coordination and monitoring of scientific requirements. According to the present plan, the construction phase is expected to start in 2020/21, with a cost of 200 M€, and first light will take place in 2025/26.

de construcción comience en 2020/21, con un coste de 200 M€, para tener primera luz en 2025/26.

Su principal objetivo científico es el estudio de la interacción entre el plasma solar y el campo magnético (lo que da lugar, por ejemplo, a la aparición de las manchas solares o a la liberación de grandes cantidades de energía en las fulguraciones). Para ello constará de un conjunto de instrumentos de imagen, espectroscópicos y espectropolarimétricos, cuya operación coordinada y simultánea permitirá analizar la influencia del campo magnético en el transporte de energía desde la fotosfera hasta la cromosfera solar y en su posterior liberación en esta. Gracias a su diseño óptico polariméricamente compensado, EST podrá medir señales débiles magnéticas (o pequeñas fluctuaciones), necesarias para poder conocer las propiedades magnéticas de la cromosfera. Además, EST contará con un ambicioso sistema de óptica adaptativa multi-conjugada para corregir los efectos de la atmósfera terrestre en un campo de un minuto de arco en el visible.



Its main scientific objective is the study of the interaction of the solar plasma with the magnetic field (which gives rise, for instance, to the presence of sunspots or to the sudden release of large amounts of energy in flares). The telescope will be complemented with a suite of instruments with imaging, spectroscopic and spectropolarimetric capabilities, whose coordinated and simultaneous operation will make possible the analysis of the influence of the magnetic field on the energy transport from the photosphere to the chromosphere and its further release and deposition. EST will detect extremely weak magnetic signals (and their tiny variation), mandatory to understand the magnetic properties of the chromosphere. EST will also be equipped with a powerful multi-conjugate adaptive optics system to correct the atmospheric distortion in a field of one arcmin in the visible.



CCI Members & Associates
(in alphabetical order by first name - June 2017)

Álex Oscoz (IAC) +34 922 605 242 aoscoz@iac.es
Adrian Biland (MAGIC & FACT) +41 44 633 2020 biland@phys.ethz.ch
Bernard Gelly (THEMIS) +34 922 314 280 BGelly@themis.iac.es
Campbell Warden (CCI Secretary) +34 922 605 220 campbell@iac.es
Casiana Muñoz-Tuñón (IAC) +34 922 605 231 Casiana@iac.es
Chris Benn (ING) +34 922 425 432 crb@ing.iac.es
Chris M. Copperwheat (LT2) +44 1512 312 914 c.m.copperwheat@ljmu.ac.uk
Christoffel Waelkens (Mercator) +32 16 327 036 christoffel@ster.kuleuven.be
Colin Vincent (STFC) +44 179 344 2095 Colin.Vincent@stfc.ac.uk
Danny Steeghs (GOTO) +44 2476 573 873 D.T.H.Steeghs@warwick.ac.uk
Diego Torres (CNA) +34 93 737 9788 dtorres@ice.csic.es
Dirk Raback (LT) +34 922 405 571 +34 616 168471 dr@astro.ljmu.ac.uk
Don Pollacco (SuperWASP & Warwick 1m) +44 24 765 23965 d.pollacco@warwick.ac.uk
Elena Terlevich (CCI Scientific Adviser) +44 1223 337548 et@ast.cam.ac.uk
Emilio Molinari (TNG) +34 922 433 666 molinari@tng.iac.es
Franciso Almeida (ULL) +34 922 319 480 viinve@ull.es
François Leblanc (INSU-CNRS) +33 144 27 37 53 francois.leblanc@latmos.ipsl.fr
Guy Perrin (INSU-CNRS) + 33 144 96 43 77 guy.perrin@cnrs-dir.fr
Göran Scharmer (SST) +46 85537 8532 scharmer@astro.su.se
Hans Kjeldsen (SONG) +45 8942 3779 hans@phys.au.dk
Hans Van Winckel (MERCATOR) +32 16 327 036 hans.vanwinkel@ster.kuleuven.be
Iain Steele (LT) +44 151 231 2900 ias@astro.ljmu.ac.uk
Jean Vernin (Université de Nice) +33 492 076 353 vernin@unice.fr
Juan Carlos Pérez Arencibia (ORM) +34 922 425 710 jcperez@iac.es
Juan Cortina (LST) +34 935 811 309 cortina@ifae.es
Juan Martínez (ING) +34 922 425 414 juan@ing.iac.es
Juerg Rey (ING) +34 922 425 421 juerg@ing.iac.es
Klaus G. Strassmeier (STELLA) +493 317 499 223 kstrassmeier@aip.de
Manel Martinez (CTA) +34 931 720 687 martinez@ifae.es
Marc Balcells (ING) +34 922 425 403 director@ing.iac.es
Marie-Hélène Papillon (INSU) +33 144 964 385 Marie-Helene.Papillon@cnrs-dir.fr
Michael Prouza (FRAM) +420 266 053 111 prouza@fzu.cz
Michael Weber (STELLA) +493 317 499 351 mweber@aip.de
Miguel Mas Hesse (CSIC) +34 91 813 1196/1161 mm@cab.inta-csic.es
Miquel Serra-Ricart (Teide) +34 922 605 364 / +34 922 329 124 mserra@iac.es
Nicola D'Amico (INAF) +39-06-3553 3310 presidente@inaf.it
Oscar Blanch (MAGIC) +34 93 581 2839 blanch@ifae.es
Oskar von der Lühe (KIS) +497 613 198 100 ovdluhe@leibniz-kis.de
Rafael Rebolo (IAC) +34 922 605 220 director@iac.es
Razmik Mirzoyan (MAGIC) +49 89 32354 328 razmik@mppmu.mpg.de
Reiner Volkmer (KIS) +49 761 3198 401 volkmer@leibniz-kis.de
Rob Hammerschlag (DOT) +31 30253 5220 R.H.Hammerschlag@astro.uu.nl
Robert Smith (LT) +441 512 312 919 rjs@astro.ljmu.ac.uk
Romano Corradi (GTC) +34 922 425 719 romano.corradi@gtc.iac.es
Saskia Prins (MERCATOR) +34 922 425 412 Saskia.Prins@ster.kuleuven.be
Thomas Augusteijn (NOT) +34 922 181 158 +34 922 405 663 tau@not.iac.es
Ulrich Kolb (OU) +44 1908 655758 Ulrich.Kolb@open.ac.uk
Valentina Zitelli (INAF) +39 051 2095739 valentina.zitelli@oabo.inaf.it
Victoria Fonseca (MAGIC) +34 91 394 4491 fonseca@fis.ucm.es



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