

**MEMORIA IAC
2016**



MEMORIA 2016

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
(IAC)

Edita

UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA (UC3)
INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

Fotografías

Daniel López, Pablo Bonet, Elena Mora, Antonio González
IAC, SMM y autores

Imprime

Litografía La Palma, S.L.

Índice general

7	PRESENTACIÓN	203	ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR
9	CONSORCIO PÚBLICO IAC	205	- Cursos de doctorado
11	Reuniones celebradas	206	- Seminarios científicos
13	LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS	209	- Coloquios IAC
14	- Observatorio del Teide (OT)	209	- Becas
15	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)	211	- Tesis Doctorales
16	COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)	211	- XXVIII Escuela de Invierno: "Exploración del Sistema Solar"
20	ACUERDOS	213	ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
20	Acuerdos internacionales	217	- Gerencia Administrativa
25	Acuerdos nacionales	218	- Gerencia Operacional
26	GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)	219	- Ejecución del Presupuesto 2016
29	SUBDIRECCIÓN	221	- Recursos Humanos
31	- Observatorio del Roque de los Muchachos	226	- Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
33	- Observatorio del Teide	234	- Grupo de Procesos
34	- Operación de las Instalaciones Telescópicas	237	UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA (UC3)
36	- Caracterización de los Observatorios de Canarias	239	- Personal
43	- Mantenimiento Instrumental	239	- Comunicación interna
45	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)	239	- Comunicación externa
46	- Centro de Astrofísica de La Palma (CALP)	243	- Seguimiento de eventos astronómicos
47	- Servicios Informáticos Comunes (SIC)	244	- Ediciones impresas y digitales
53	- Biblioteca	247	- Vídeos
55	ÁREA DE INVESTIGACIÓN	249	- Proyectos educativos
58	- Estructura del Universo y Cosmología	252	- Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias
73	- El Universo Local	253	- Proyectos transversales
103	- Física de las Estrellas, Sistemas Planetarios y Medio Interestelar	254	- Eventos especiales
129	- El Sol y el Sistema Solar	259	- Colaboraciones
145	- Instrumentación y Espacio	260	- Visitas
178	- Otros	265	PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
182	ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN	265	- Artículos en revistas internacionales con árbitros (PI)
185	- Ingeniería	289	- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews) (IR)
199	- Producción	289	- Comunicaciones a congresos internacionales (CI)
		297	- Comunicaciones a congresos nacionales (CN)

299 - Artículos en revistas internacionales
sin árbitros y comunicaciones cortas (CR)
300 - Artículos en revistas nacionales (PN)
301 - Libros y capítulos de libros (L)
301 - Tesis doctorales (T)

305 REUNIONES CIENTÍFICAS

312 TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA
DE CANARIAS

313 DISTINCIONES

319 PERSONAL

334 DIRECCIONES Y TELÉFONOS



PRESENTACIÓN



Este ha sido un año de intensas gestiones con posibles nuevos socios interesados en colocar los grandes telescopios futuros en los Observatorios de Canarias. Como resultado, se ha abierto la posibilidad de que el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, sea el emplazamiento definitivo del Telescopio de Treinta Metros (TMT), si finalmente fuera inviable instalarlo en Hawai, como en principio estaba previsto. También se han firmado importantes acuerdos con instituciones de Alemania, Reino Unido, China y Japón. Asimismo, el Telescopio Solar Europeo ha sido seleccionado como Instalación Científica Estratégica para Europa.

El ritmo de proyectos y de nuestra producción científica continúa en aumento, prueba de la calidad de la investigación en el IAC y en sus Observatorios. En 2016 se han producido 529 artículos científicos, y más de 450 de estos trabajos se han publicado en las mejores revistas del campo. Por ejemplo, la obtención de la imagen más profunda de una galaxia desde la Tierra, el descubrimiento de uno de los hipercúmulos de galaxias más lejano y masivo, las claves de la formación y evolución de los cúmulos globulares en el Universo temprano, la evidencia de que la fuerza de los campos magnéticos a gran escala depende de la velocidad de rotación o de la materia en movimiento de las galaxias, el intenso viento en la inmediaciones de un agujero negro, los nuevos datos sobre la variabilidad del albedo terrestre, un estudio sobre la “alimentación de renacuajos galácticos”, una nueva componente gaseosa en una nebulosa planetaria, la participación en la catalogación de 40.000 planetas menores del Sistema Solar, un nuevo anillo de Einstein o una supertierra cercana.

El mayor hito tecnológico del centro este año ha sido sin duda la integración del espectrógrafo EMIR en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Este instrumento infrarrojo, diseñado, fabricado, ensamblado y verificado enteramente en el IAC, y con su primera luz en junio, permitirá ver los objetos más fríos y distantes del Universo. También se puso la primera piedra del Polo Científico y Tecnológico, en La Laguna, donde irán ubicadas las instalaciones de nuestro centro tecnológico “IACTEC”, que orientará su actividad hacia la transferencia de tecnología en el ámbito de los grandes telescopios, de los microsátélites espaciales y de las aplicaciones biomédicas de las tecnologías de la luz. Por otro lado, se ha consolidado la participación del IAC en la fase de diseño de dos instrumentos del futuro Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT). El nuevo instrumento TGI a 30 GHz también se instaló en el telescopio QUIJOTE-2.

El Área de Enseñanza continúa con su programa de Formación de Doctores en Astrofísica y el de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica. Hemos tenido más de 60 estudiantes de doctorado contratados haciendo su tesis con nosotros. En 2016 se leyeron un total de 9 tesis. Nuestra habitual Escuela de Invierno, la *Canary Islands Winter School of As-*

trophysics, estuvo dedicada en su XXVIII edición a un tema apasionante: la exploración del Sistema Solar, donde se hizo todo un recorrido por nuestro vecindario cósmico, de gran actualidad con motivo de la misión *Rosetta*.

El personal de Administración y Técnico ha seguido dando un gran servicio para que este centro, que crece cada día en actividad y complejidad, logre sus objetivos. Este año, además, se ha impulsado una gestión avanzada basada en indicadores de calidad y acciones para el cumplimiento pleno de la Ley de Transparencia por parte de la Administración de Servicios Generales del IAC.

El IAC sigue apostando por la divulgación científica, especialmente a través de su Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3). Muchos han sido los proyectos y actividades organizadas por este departamento en 2016. Destaca la finalización de la serie audiovisual "IAC Investiga", cinco vídeos que recogen la actividad científica del IAC distribuida en cinco áreas: "Física Solar", "Sistemas Planetarios", "Galaxias", "Cosmología y Astropartículas" y "Estrellas y Medio Interestelar". También se pusieron en marcha dos proyectos transversales que cuentan con el patrocinio del programa Severo Ochoa y que conmemoran dos efemérides. El primero, "En un lugar del Universo...", iniciado con motivo del 400 aniversario de la muerte de Cervantes. El segundo "NIÉPCE: del negativo al positivo", cuyo objetivo es la producción de nuevas imágenes obtenidas con los telescopios de los Observatorios de Canarias para distintos proyectos de divulgación científica, rinde homenaje a la Fotografía, tan afín a la Astronomía, cuando se cumplen 200 años de las primeras imágenes en negativo de la historia. En 2016 también ha nacido la nueva revista del IAC *Paralajes* y se han organizado eventos en teatros y cursos de formación de profesorado. El IAC participa igualmente en la plataforma de concienciación ciudadana STARS4ALL para defender los cielos oscuros en Europa. Y es una gran satisfacción que, por fin, se haya puesto la Primera Piedra del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, en La Palma.

El IAC concedió el título de "Profesor Honorario del IAC" al científico británico Stephen Hawking por sus importantes contribuciones a la cosmología, a la física de los agujeros negros y a la divulgación científica. Esta era la segunda vez que Hawking nos visitaba, en ambas ocasiones con motivo del festival STARMUS en el que el IAC y el GTC han colaborado. Los ponentes invitados a este festival y asistentes a la mesa redonda "108 minutos" en el GTC también visitaron este año nuestra sede central con el fin de conocer sus instalaciones y la investigación que se realiza en el Instituto. En 2016 recibimos la visita de varios premios nobel, así como la de otras personalidades científicas y representantes políticos.

Mi agradecimiento a todos los que hacen posible que sigamos avanzando y contribuyendo al conocimiento científico del Universo.

Rafael Rebolo
Director del IAC

CONSORCIO PÚBLICO

“INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS”

El Consorcio Público “Instituto de Astrofísica de Canarias” está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de Economía y Competitividad), la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Esta fórmula jurídica de consorcio fue una avanzada solución administrativa, consecuencia de un pacto por el que las entidades implicadas, concentrando sus esfuerzos y evitando duplicidades innecesarias, se comprometieron a unificar objetivos y medios en un único ente, al que dotaron de personalidad jurídica propia. Se trataba de que el IAC fuese un centro de referencia, no sólo capaz de cumplir las responsabilidades derivadas de los Acuerdos Internacionales de Cooperación en materia de Astrofísica, en los cuales representa a España, sino además de ser palanca para el desarrollo de la Astrofísica en el país.

Cada uno de estos entes consorciados aporta algo esencial. La Comunidad Autónoma de Canarias: el suelo y, sobre todo, el cielo de Canarias. La Universidad de La Laguna: el Instituto Universitario de Astrofísica, germen del propio IAC. Y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas: su experiencia en relacio-

nes científicas internacionales. Por su parte, la Administración del Estado, a través del Ministerio de Economía y Competitividad, no sólo contribuye con el mayor porcentaje al presupuesto del Instituto, sino que, además, lo engloba dentro de sus organismos públicos de investigación y lo proyecta en la comunidad científica nacional e internacional.

Especialmente importante es la participación internacional. Téngase en cuenta que la mayoría de las instalaciones telescópicas de los Observatorios del IAC pertenecen a otros organismos e instituciones de investigación europeas.

La participación de las instituciones de los diversos países en los Observatorios se realiza a través del Comité Científico Internacional (CCI). La contrapartida principal que se recibe por el “cielo de Canarias” es un 20% del tiempo de observación (más un 5% para programas cooperativos) en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios del IAC. Un porcentaje realmente significativo que una Comisión para la Asignación de Tiempo (CAT) reparte cuidadosamente entre las numerosas peticiones formuladas por los astrofísicos españoles.

El IAC lo integran:

- EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA (La Laguna - Tenerife)
- EL OBSERVATORIO DEL TEIDE (Izaña - Tenerife)
- EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (Garafía - La Palma)
- EL CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (Breña Baja - La Palma)

Se estructura en áreas:

- Investigación
- Instrumentación
- Enseñanza Superior
- Administración de Servicios Generales

Órganos Directivos	Nº reuniones
* CONSEJO RECTOR	1
PRESIDENTE - Ministro de Economía y Competitividad	
VOCALES - Presidente del Gobierno de Canarias	
- Representante de la Administración del Estado	
- Rector de la Universidad de La Laguna	
- Presidente del CSIC	
- Director del IAC	
* DIRECTOR	
Órganos Colegiados:	Nº reuniones
* COMISIÓN ASESORA PARA LA INVESTIGACIÓN (CAI)	1
* COMITÉ DE DIRECCIÓN (CD)	40
- Consejo de Investigadores	1
- Comisión de Investigación	16
- Comisión de Enseñanza	6
- Comité de la Biblioteca	1
* COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL (CCI)	2
SUBCOMITÉS - Servicios Comunes Obs. del Teide	2
- Servicios Comunes Obs. del Roque de los Muchachos	2
* COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)	
- Telescopios nocturnos (sala nocturna)	2
- Telescopios solares (sala diurna)	1

REUNIONES CELEBRADAS

Reunión del Consejo Rector

El Consejo Rector es el órgano supremo y decisorio del IAC, su máxima autoridad en materia administrativa y económica y a través del cual ejercen sus competencias en este instituto las distintas administraciones consorciadas: la Administración General del Estado, actualmente a través del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), la Comunidad Autónoma de Canarias (CAC), la Universidad de La Laguna (ULL) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

El Presidente del Gobierno de Canarias, Fernando Clavijo, presidió el 7 de julio el Consejo Rector del IAC, en el que también estuvieron presentes la secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad, Carmen Vela Olmo; el consejero de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento, Pedro Ortega; el rector de la Universidad de La Laguna, Antonio Martínón; y Rafael Rebolo, director del IAC. La reunión tuvo lugar en la sede de la Presidencia del Gobierno de Canarias en las Palmas.

Los miembros del Consejo Rector destacaron al término de la reunión la excelencia científica que mantiene el IAC, que recientemente ha revalidado su sello como Centro Severo Ochoa. En la reunión se aprobó la ejecución del presupuesto de 2015 y la previsión de fondos para 2017. Las aportaciones económicas al IAC previstas para 2017 son de 4,5 millones de euros por parte del Gobierno de Canarias y de 11 millones de euros por parte del Gobierno de España. El IAC consigue con sus proyectos de investigación financiaciones adicionales en las competiciones nacionales e internacionales de en torno a 8 millones de euros al año.

“Canarias —indicó Fernando Clavijo— aporta inversiones de más de 20 millones de euros, en el periodo 2014-2020 para uno de los referentes, reconocido mundialmente, de las Grandes Instalaciones Científico-Técnicas Singulares del mapa nacional: el Gran Telescopio de Canarias (GTC). Debemos continuar trabajando para facilitar la captación de nuevos inversores internacionales en el campo de la Astronomía y contribuir al liderazgo de Canarias en este sector para mantenernos como referente internacional y continuar ampliando el atractivo de esta instalación científica para los equipos de investigación en los años futuros”.

El director del IAC, Rafael Rebolo, comentó sobre el presupuesto de 2017 que ha constatado que las dos administraciones hacen todo lo posible por materializar ese plan cuatrienal aprobado para los años 2014-2017 y que “nos permitiría alcanzar los presupuestos que

manejábamos hace 10 años”. Y añadió: “Eso es positivo porque ayudará a mantener la actividad en proyectos muy importantes”.

La secretaria de Estado Carmen Vela subrayó sobre el futuro que en el IAC “nunca faltan proyectos” y destacó algunos de ellos, como el firmado con la Universidad de Tokio, de Japón, para la instalación de 4 telescopios Cherenkov, un proceso que ya está en marcha, o el Gran Telescopio Solar Europeo (EST). Y destacó la posibilidad de instalación en Canarias del Gran Telescopio de Treinta Metros (TMT) previsto para Hawái: “Conseguir que este extraordinario telescopio se instale aquí supondría atraer una grandísima financiación, y algo muy importante, un intangible, el hecho de que Universidad de California, Estados Unidos, mire a las Islas Canarias y nos considere como una gran potencia en Astrofísica y con unas capacidades enormes para el futuro”. Rebolo informó de que “el Consorcio internacional del TMT, del que forman parte países como China, Japón, Canadá, India... además de Estados Unidos, podría decidir su ubicación final en abril del año que viene”.

Grandes telescopios

El IAC continúa trabajando con los consorcios internacionales que persiguen desarrollar las grandes instalaciones telescópicas y que han expresado su interés por situarse en los Observatorios de Canarias, algunas estratégicas para Europa. El director del IAC informó de los progresos en las negociaciones con relación al Telescopio Liverpool 2 (LT2), de 4 m de diámetro, el primer telescopio robótico de este tamaño.



De izquierda a derecha: Carlos Martínez Roger, subdirector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); Carmen Vela del Olmo, secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación; Antonio Martínón Cejas, rector de la Universidad de La Laguna (ULL); Rafael Rebolo, director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); Fernando Clavijo, presidente del Gobierno de Canarias; y Pedro Ortega, Consejero de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias. Crédito: Arturo Rodríguez.



Asistentes a la reunión del Consejo Rector del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) en la sede de Presidencia del Gobierno de Canarias en las Palmas de Gran Canaria. Crédito: Arturo Rodríguez.

En cuanto a la sede de la red de telescopios Cherenkov (CTA) en el Hemisferio Norte, se informó al Consejo Rector de las negociaciones para la firma del acuerdo de su instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), ubicación que fue elegida en julio de 2015.

Rebolo informó también de que el European Solar Telescope (EST), el mayor telescopio solar del mundo, se ha incluido finalmente en la hoja de ruta del *European Strategy Forum on Research Infrastructures* (ESFRI) como proyecto liderado por España y coordinado por el IAC, que será fundamental para la Física Solar del siglo XXI.

Asimismo, informó de que los miembros de la comisión técnica del *Telescopio de Treinta Metros (TMT)* —que lidera la Universidad de California y CALTECH, en Estados Unidos— han estudiado las condiciones y el potencial del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), como posible ubicación alternativa de este telescopio, en el caso de que se desestimara Hawai. Estos especialistas confirmaron que las condiciones que Canarias ofrece son muy buenas para llevar a cabo la construcción de este telescopio y con una inversión menor para operaciones que la que exige Hawai. El Consejo Rector manifestó un unánime respaldo al IAC para que la isla de La Palma acoja finalmente esta potente instalación.

Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

Durante 2016 tuvieron lugar dos reuniones del CCI:

- La reunión número 75 del CCI se celebró el 20 de mayo en el Stellar Astrophysics Centre de la Universidad de Aarhus (Dinamarca).

En la reunión se presentaron informes sobre los avances en los telescopios nocturnos y solares de ambos Observatorios, destacando el progreso de los

proyectos CTA-Norte, el Telescopio de Treinta Metros y el Telescopio Liverpool 2.

También se presentaron informes sobre la operación, el programa de visitas y las cuentas de ambos Observatorios.

El CCI acordó la concesión del tiempo de observación del Programa de TI 2015-16; a GÄNSICKE et al. todo el tiempo pedido en STELLA, MERCATOR y LT, así como 58 h en el telescopio GTC, 11 noches en el telescopio TNG, 10 noches en el telescopio WHT y 10 noches en el telescopio INT.

Además, el CCI concedió a MALAVOLTA et al. 6 h en el telescopio GTC y 4 noches en el telescopio TNG.

Por último, BONACCINI et al. obtuvieron 16 h en el telescopio GTC, 5 noches en el telescopio WHT y 5 noches en el telescopio INT.

- La reunión número 76 del CCI se celebró el 28 de octubre en el Hotel Taburiente, en la isla de La Palma.

Se presentaron los informes sobre los siguientes telescopios y proyectos nuevos; MERCATOR, los instrumentos HARPS-North y GIANO en el telescopio TNG, WEAVE para el telescopio WHT, la Óptica Adaptativa en el THEMIS, los proyectos de comunicación por láser en el OGS de la Agencia Espacial Europea (ESA), el NOT y el SST.

También se presentaron sendos informes sobre el progreso de nuevos telescopios; LST -cuyo consorcio lidera la Universidad de Tokio-, el EST, el CTA-Norte y el Telescopio Liverpool 2.

En relación con el Telescopio de Treinta Metros (TMT) se presentó el Proyecto y se acordó el proceso mediante el cual se podrá evaluar su impacto en los telescopios que ya operan en el ORM.

Los Administradores de los Observatorios presentaron los presupuestos de Servicios Comunes indiferenciados de ambos Observatorios para 2017, que fueron aprobados por el CCI.



LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

Superficie: 50 hectáreas

Altitud: 2.390 m

Situación: Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)

Longitud: 16° 30' 35" Oeste

Latitud: 28° 18' 00" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
20	Monitor de seeing automático (DIMMA)	IAC (E)	2010
TELESCOPIOS DE MICROONDAS			
40	Experimento GroundBIRD	RIKEN (J)	2018 *
250 × 2	QUIJOTE I y QUIJOTE II	IAC (E) Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) Inst. Física Cantabria (E) Univ. Cantabria (E)	2012 y 2014
TELESCOPIOS ÓPTICOS E INFRARROJOS			
8	Telescopio EARTHSHINE	New Jersey Inst. Technology (EEUU)	2009
34	COAST	Open Univ. (RU)	2016
40 x 2	LCOGT-Teide Node	LCOGT Network (EEUU)	2015
40 x 2	Telescopio MASTER	Inst. Sternberg MSU (RU)	2014 y 2015
30 × 2 40 × 2	Red de telescopios ópticos (OTA)	Sociedad del Telescopio (EEUU)	2015
40	Telescopio PIRATE	Open Univ. (RU)	2017 *
40 45 × 2	Telescopio MAGEC	Obs. Astron. de Mallorca (E)	—
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
70	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS (F)	1996
100	Telescopio SONG	Univ. Aarhus (D) IAC (E)	2014
100	Telescopio OGS	ESA (Intern.)	1996
120 x 2	Telescopios robóticos STELLA	Inst. Potsdam (A)	2005 y 2008
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Kiepenheuer (A) MPS (A) Inst. Potsdam (A)	2014
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
INSTRUMENTOS EN EL LABORATORIO SOLAR			
	Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1977
	Tacómetro de Fourier GONG-T	NSO (EEUU)	1996
	Fotómetro estelar EAST	IAC (E)	2006
CÁMARAS			
	CILBO	ESA (Intern.)	2011
	AMOS-CI	Univ. Bratislava (ES)	2014
	QES	Fundación Catarí de Investigación (Q)	2016 *
			* Previsto
<small>(A) = Alemania; (B) = Bélgica; (D) = Dinamarca; (E) = España; (EEUU) = Estados Unidos; (ES) = Eslovaquia; (F) = Francia; (J) = Japón; (Q) = Catar; (RU) = Reino Unido; (Intern.) = Internacional</small>			

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

Superficie: 189 hectáreas

Altitud: 2.396 m

Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)

Longitud: 17° 52' 34" Oeste

Latitud: 28° 45' 34" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
20	Monitor de seeing automático (DIMMA)	IAC-Univ. Niza (E-F)	2004
30	Monitor de seeing automático (RoboDIMM)	STFC/ING (RU)	2007
TELESCOPIOS ÓPTICOS E INFRARROJOS			
40 x 4	GOTO	Univ. Warwick (RU)	2017 *
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	Fundación DOT (PB)	1997
60	Óptico	KVA (S)	1982
97	Refractor solar (SST)	Univ. Estocolmo (S)	2002
100	Telescopio Warwick	Univ. Warwick (RU)	2014
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	IAC/SARA (E-EEUU)	2015
120	Telescopio MERCATOR	Inst. Sterrenkunde (B) Univ. Leuven (B)	2002
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Univ. John Moores Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	IAC/ING (E-RU)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Asoc. Científica NOTSA (D-FI-N-S-IS)	1989
358	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	IAC/ING (E-RU)	1987
1.050	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E) Univ. Florida (EEUU) INAOE-UNAM (M)	2008
TELESCOPIOS CHERENKOV			
	FRAM	Acad. Checa de Ciencias (RCh)	2017 *
300	FACT	Colaboración FACT	2011
1.700 x 2	MAGIC I y MAGIC II	Colaboración MAGIC	2005 y 2008
2.300	LST 1	Colaboración LST	2017 *
CÁMARAS			
	CILBO	ESA (Intern.)	2011
	AMOS-CI	Univ. Bratislava (ES)	2014
* Previsto			
<p>(A) = Alemania; (B) = Bélgica; (BR) = Brasil; (BU) = Bulgaria; (C) = Croacia; (D) = Dinamarca; (E) = España; (EEUU) = Estados Unidos; (ES) = Eslovaquia; (F) = Francia; (FI) = Finlandia; (IN) = India; (IS) = Islandia; (IT) = Italia; (J) = Japón; (M) = México; (N) = Noruega; (P) = Polonia; (PB) = Países Bajos; (RCh) = República Checa; (RU) = Reino Unido; (S) = Suecia; (SZ) = Suiza; (Intern.) = Internacional</p>			
<p>Colaboración FACT: Univ. Würzburg, TU Dortmund (A); ETH Zurich; ISDC, Univ. Ginebra (SZ).</p> <p>Colaboración MAGIC: Inst. for Nuclear Research & Nuclear Energy (BU); Croatian MAGIC Consortium (Rudjer Boskovic Inst., Univ. Rijeka & Univ. Split.) (C); Finnish MAGIC Consortium (Tuorla Obs., Univ. Turku & Dept. of Physics, Univ. Oulu.) (FI); DESY, Zeuthen, MPI für Physik, Munich, Univ. Würzburg, T. Un. Dortmund (A); SINP, Kolkata (IN); Univ. Udine & INFN Trieste, INAF, Rome, Univ. Siena & INFN Pisa, Siena, Univ. Padova & INFN Padova, Univ. Insubria & INFN Milano, Como (IT); Japanese MAGIC Consortium (ICRR, Univ. Tokyo, Tokyo & Division of Physics & Astronomy, Univ. Kyoto (J); Univ. Łódź (P); CIEMAT, Madrid, IAC, La Laguna, IFAE-BIST & CERES-IEEC, Univ. Autònoma de Barcelona, ICE-CSIC, Univ. Barcelona, Univ. Complutense, Madrid (E); ETH, Zurich, ISDC, Univ. Geneva (SZ).</p> <p>Colaboración LST: CBFP, Rio de Janeiro (BR); CNRS/LAPP, Annecy (F); MPI für Physik, Munich; Univ. Hamburg; Univ. Würzburg (A); FESB, Univ. Split (C); SINP, Kolhata (IN); INFN Bari, Univ. Padova & INFN Padova, INFN Perugia; Univ. Siena & INFN Pisa, Siena; Univ. Udine & INFN Trieste, Udine (IT); ICRR & Univ. Tokyo, Univ. Kyoto, Univ. Ibaraki, Univ. Nagoya, Univ. Hiroshima, Univ. Yamagata, Univ. Waseda, Univ. Konan, Univ. Aoyama, Univ. Saitama, Univ. Kinki, KEK, Tsukuba, RIKEN & Univ. Saitama, Univ. Tokai, Kanagawa, Univ. Tokushima (J); CIEMAT, Madrid, IAC, La Laguna, IFAE-BIST, Univ. Autònoma de Barcelona, ICC, Univ. Barcelona, Univ. Complutense, Madrid (E); Univ. Stockholm (S); ETH, Zurich (SZ).</p>			

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DEL TIEMPO (CAT)

EN LOS OBSERVATORIOS DEL IAC

Entre los objetivos del IAC figura “promover la investigación astrofísica” y “fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional”. La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios de Canarias. La asignación de tiempo de observación se realiza a través de la “Comisión de Asignación de Tiempo” (CAT), constituido por astrofísicos de probada cualificación, que se adscribe a las listas de candidatos elegibles según sus campos de investigación. Las normas sobre su composición y funcionamiento las fija el Consejo Rector del IAC.

El Presidente del CAT continúa actuando en delegación del Director del IAC. Además hay un representante del Comité Científico Internacional (CCI).

Cada uno de los tres Paneles de la nueva composición está formado por un Comisionado, un Vice-comisionado, un representante de la Subdirección General de Promoción e Infraestructuras Tecnológicas y Gran-

des Instalaciones del Ministerio de Educación y Ciencia, en relación con el Programa de Mejora y Acceso a Grandes Instalaciones y tres vocales y especializados en un campo específico de la Astrofísica: el Panel de *Galaxias y Cosmología*, el de *Galaxias y Estrellas* y el de *Estrellas y Planetas*. El cometido de estos Paneles es reunirse para estudiar las propuestas de su especialidad, pre-evaluar las solicitudes y hacer llegar sus informes científicos al Presidente y Vicepresidente del CAT, por medio de sus respectivos Comisionados y Vice-comisionados, con el propósito de facilitarles su labor. Los tres Paneles se reúnen simultáneamente durante dos días consecutivos y los seis Comisionados y Vice-comisionados se reúnen a continuación con el Presidente y Vice-presidente durante dos días más.

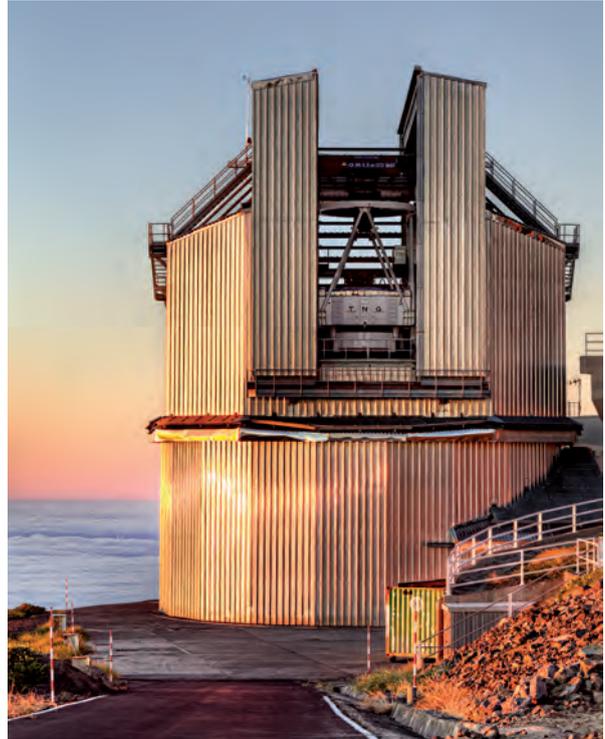
Los miembros del CAT no permanecen en él más de 4 evaluaciones consecutivas (2 años). Al final de cada reunión semestral evaluadora se nombra el vocal correspondiente a la plaza que ha quedado vacante, de tal manera que vayan renovándose los vocales de uno en uno.



SALA NOCTURNA

El CAT, en la sala nocturna, para los telescopios nocturnos, se reunió en dos ocasiones y asistieron a las reuniones:

- 23 y 26 de mayo (1)
- 21 y 24 de noviembre (2)



Presidente María Rosa Zapatero Osorio (CAB) (1 y 2)
Vicepresidente Ignacio Trujillo Cabrera (IAC) (1 y 2)

PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGÍA (GACOS)

Comisionado Roser Pelló Descayre (Univ. de Toulouse, Francia) (1)
 Armando Gil de Paz (UCM) (2)

Vice-comisionado Armando Gil de Paz (UCM) (1)
 José Alfonso López Aguerri (IAC) (2)

Vocales José A. López Aguerri (IAC) (1)
 Motserrat Villar Martín (CAB) (1 y 2)
 José Muñoz Lozano (UV) (1)
 Carlos Hernández Monteagudo (CEFCA) (1 y 2)
 Marc Huertas Company (Obs. de París, Francia) (2)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado Ana I. Gómez de Castro (UCM) (1)
 José Carlos Guirado (UV) (2)

Vice-comisionado Pier Carlo Bonifacio (Obs. de París, Francia) (1 y 2)

Vocales Inmaculada Domínguez Aguilera (UGR) (1)
 José Carlos Guirado (UV) (1)
 Ricardo Carrera Jiménez (IAC) (1)
 Aldo Serenelli (2)
 Minia Manteiga Outeiro (UDC) (2)
 Angels Riera (UPC) (2)

→

- 23 y 26 de mayo (1)
- 21 y 24 de noviembre (2)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado	Carlos Abia Ladrón de Guevara (UGR) (1 y 2)
Vice-comisionado	Jesús Martín-Pintado Martín (CAB) (1 y 2)
Vocales	Marcelino Agundez Chico ((ICMM) (1) Nicolas Lodieu (IAC) (1 y 2) Jorge Sanz Forcada (CAB) (1) Ana Ulla (Univ. de Vigo) (2)

Tatiana Karthaus, del IAC, como Secretaria.

SALA DIURNA

El CAT, en la sala diurna, distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares. Se reunió en una ocasión y los participantes fueron::

23 de enero

Presidente	Héctor Socas Navarro (IAC)
Vocal del IAC	Elena Khomenko
Vocales de la Comunidad Nacional	Julián Blasco Rodríguez (Univ. Valencia) Neus Águeda (Univ. Barcelona)
Vocal Comité Científico Internacional	Rolf Schlichenmaier (KIS)



NOTA: Las resoluciones del CAT, con las propuestas seleccionadas, aparecen detallados en las siguientes direcciones electrónicas:

- telescopios solares: <http://www.iac.es/cat/pages/cat-solar/es/introducciasup3n.php>
 - telescopios nocturnos: <http://www.iac.es/cat/pages/cat-nocturno/es/presentacion.php>
- por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria.

(Información: Tatiana Karthaus, Secretaría del CAT).

RATIOS DE SOBREPETICIÓN PARA EL TIEMPO ESPAÑOL EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS DEL OT Y DEL ORM

El ratio de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.

962 noches solicitadas en los telescopios nocturnos del ORM y OT



Ratio de sobrepetición 1,3 (130%)



Ratio de sobrepetición 1,1 (110%)



Ratio de sobrepetición: 1,1 (110%)



Ratio de sobrepetición: 1,3 (130%)



Ratio de sobrepetición: 1,5 (150%)



Ratio de sobrepetición: 1,6 (160%)



Ratio de sobrepetición: 1,2 (120%)



Ratio de sobrepetición 1,2 (120%)



Ratio de sobrepetición 1,6 (160%)

ACUERDOS

ACUERDOS INTERNACIONALES

A lo largo de 2015 se firmaron los siguientes Acuerdos Internacionales:

- Acuerdo con la Universidad John Moores de Liverpool para colaborar en el desarrollo del mayor telescopio robótico del mundo (abril 2016)

El vicerrector de la Universidad John Moores de Liverpool (LJMU), Nigel Weatherill, y el director del IAC, Rafael Rebolo, firmaron un Memorando de Acuerdo para explorar el diseño, la construcción y operación de un nuevo telescopio robótico de 4 m que se planea instalar a principios de la próxima década en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en Garafía, la Palma. El nuevo telescopio, actualmente denominado "Telescopio Liverpool 2" (TL2), será 4 veces más sensible y 10 veces más rápido para responder a eventos celestes inesperados que el actual Telescopio Liverpool, de 2 m de diámetro, que se encuentra también en el ORM.

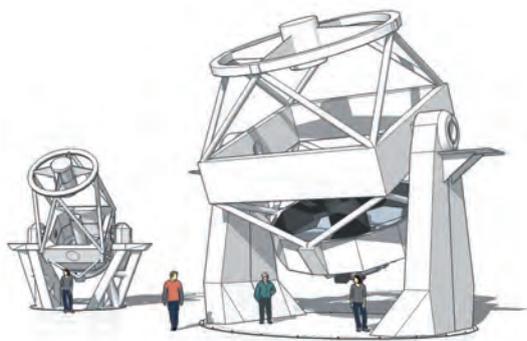


Imagen del nuevo telescopio robótico de 4 metros generada por ordenador. Crédito: Dr. Jon Marchant (ARI).

- Acuerdo entre España y Japón para la instalación de cuatro nuevos telescopios en la isla de La Palma (abril 2016)

La secretaria de Estado de I+D+i, Carmen Vela, presidió junto al viceministro de Educación, Cultura, De-

porte, Ciencia y Tecnología japonés, Tsutomu Tomioka, la firma del acuerdo de colaboración para la instalación y operación de cuatro telescopios Cherenkov en el Observatorio del Roque de los Muchachos. El acuerdo fue firmado en Tokio por Rafael Rebolo, director del IAC, y Takaaki Kajita, director del Instituto de Investigación de Rayos Cósmicos de la Universidad de Tokio (ICRR). Los cuatro telescopios Cherenkov, de 23 m de diámetro, denominados *Large Size Telescopes* (LST), permitirán la observación de rayos gamma de alta energía y fenó-



El director del IAC, Rafael Rebolo, la secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Carmen Vela, y Takaaki Kajita, director del Instituto de Investigación de Rayos Cósmicos de la Universidad de Tokio (ICRR). Crédito: ICRR.



De izquierda a derecha Rafael Rebolo, Carmen Vela, el II viceministro de Educación, Cultura, Deporte, Ciencia y Tecnología japonés, Tsutomu Tomioka y Takaaki Kajita. Crédito: ICRR.

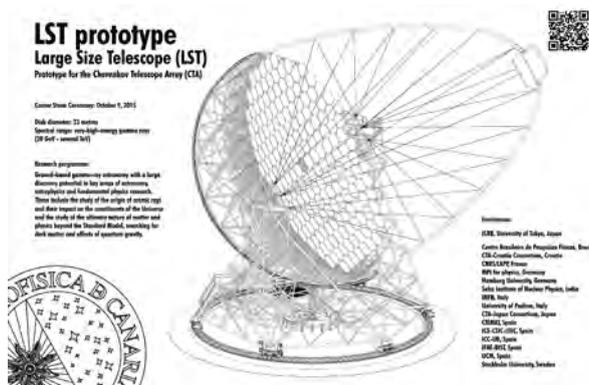


Imagen del prototipo del Large Size Telescope (LST). Crédito: IAC.

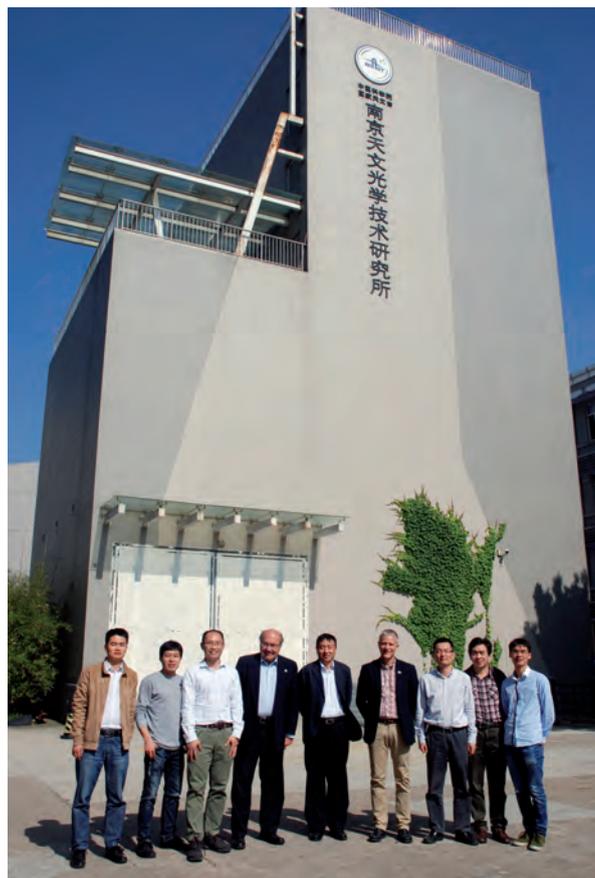
menos asociados con la materia oscura. Estos telescopios serían los más grandes del Observatorio CTA-Norte que España acogerá en La Palma y juntos formarían la parte central de la infraestructura, alrededor de los cuales se instalarán otros 15 de 12 m de diámetro, denominados MST.

- Acuerdo con el Observatorio Astronómico Nacional de China (mayo 2016)

Durante los días 9 y 11 de mayo, el director del IAC, Rafael Rebolo, y el subdirector del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), Romano Corradi, visitaron el NAOC (*National Astronomical Observatories* de la *Chinese Academy Science*), en Pekín. En esa visita, el IAC y el NAOC firmaron un memorandum de colaboración científica y técnica para impulsar el desarrollo conjunto de instrumentación destinada a telescopios grandes y extremadamente grandes en el rango óptico e infrarrojo, entre



Rafael Rebolo, director IAC, y Gang Zhao, subdirector general del NAOC, tras la firma del acuerdo. En el centro, Romano Corradi, subdirector del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), y resto de miembros de la delegación china del NAOC. Crédito: NAOC.



Miembros del Nanjing Institute of Astronomical Optics & Technology (National Astronomical Observatories de la Chinese Academy of Sciences), junto a Rafael Rebolo y Romano Corradi. Crédito: NAOC.

ellos el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), así como programas conjuntos de formación e intercambio de personal científico y técnico. En él se menciona especialmente la colaboración en LAMOST (*Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope*) y el GTC, incluyendo las futuras observaciones de los objetos de interés seleccionados por LAMOST. El IAC y el NAOC también colaboran en la red SONG (*The Stellar Observations Network Group*), que actualmente cuenta con un telescopio danés –*Telescopio Hertzsprung SONG*– instalado en el Observatorio del Teide, en Tenerife, y otro similar chino en el Observatorio de Delingha, en Qinghai (China). Estos dos telescopios de 1 m están haciendo observaciones sobre objetos variables. Rebolo y Corradi también visitaron el *Nanjing Institute of Astronomical Optics & Technology* (NIAOT), donde pudieron establecer conversaciones sobre colaboraciones en el campo de la tecnología astronómica y desarrollo de instrumentación.

- Acuerdo de colaboración con el Instituto RIKEN de Fotónica Avanzada de Japón (mayo 2016)

Rafael Rebolo, director del IAC, y Katsumi Midorikawa, director del RIKEN *Centre for Advanced Photonics* (Centro de Fotónica Avanzada de Japón), firmaron el pasado 13 de mayo, en Tokio, un nuevo memorándum con varios programas para impulsar la investigación y formación científico-técnica, además de fomentar proyectos coordinados y estancias de investigadores. En este documento, por otra parte, se menciona la colaboración conjunta en el campo de la cosmología experimental y en el experimento *GroundBIRD*, dedicado a caracterizar desde la Tierra la polarización del Fondo Cósmico de Microondas a gran escala angular con el fin de buscar la evidencia experimental de la Inflación en el universo temprano.



Katsumi Midorikawa y Rafael Rebolo directores del RIKEN y del IAC. Crédito: RIKEN Centre for Advanced Photonics.

- Acuerdo con el Instituto Kiepenheuer de Física Solar para la operación de los telescopios solares en el Observatorio del Teide (junio 2016)

Rafael Rebolo, director del IAC, y Oskar von der Lüche, director del Instituto Kiepenheuer de Física Solar (KIS), de Freiburg (Alemania), firmaron el pasado 27 de mayo, en Aarhus (Dinamarca), un acuerdo que regula la operación de los telescopios solares alemanes ubicados en el Observatorio del Teide, en Tenerife. Dicha firma, que tuvo lugar en el marco de la 75.ª reunión del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorio de Canarias, establece que el Telescopio de la Torre a Vacío (VTT) y GREGOR, el mayor telescopio solar europeo, serán operados por el KIS en colaboración con los respectivos institutos de investigación y universidades alemanas, hasta el año 2022. Este acuerdo entre ambas instituciones también promueve programas de trabajo cuyos objetivos son la formación especializada, la divulgación y la colaboración científica en proyectos como el Telescopio Solar Europeo (EST), el más grande del mundo de su clase y que se instalará en Canarias. Además, durante la vigencia del acuerdo, el KIS contribuirá económicamente por la asistencia científica general a las instalaciones solares alemanas, y el IAC, por su parte, colaborará en su desarrollo y explotación y tendrá acceso al 20 % del tiempo de observación de los telescopios. Esta firma se produce para actualizar lo acordado por el IAC con la Fundación Alemana de Investigación Científica (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG) en 1983, y que establecía a la DFG como responsable de la instalación y operación de tres telescopios solares, de los que sólo el VTT sigue funcionando bajo las mismas condiciones.



Rafael Rebolo, director del IAC, y Oskar von der Lüche, director del Instituto Kiepenheuer de Física Solar (KIS), durante y tras la firma del acuerdo.



Romano Corradi, y el director general del Observatorio Astronómico Nacional de China (NAOC), Jun Yan, durante la del acuerdo de colaboración científica y tecnológica en la Secretaría de Estado de I+D+i, en Madrid. En el centro, Carmen Vela, secretaria de Estado de I+D+i, y el presidente de la Academia de Ciencias de China (CAS), Bai Chunli. Crédito: Secretaría de Estado de I+D+i.

- Acuerdo entre el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y el Observatorio Astronómico Nacional de China (septiembre 2016)

El director del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), Romano Corradi, y el director general del Observatorio Astronómico Nacional de China (NAOC), Jun Yan, firmaron un acuerdo de colaboración científica y tecnológica en la Secretaría de Estado de I+D+i, en Madrid. La firma estuvo presidida por Carmen Vela, secretaria de Estado de I+D+i, y el presidente de la Academia de Ciencias de China (CAS), Bai Chunli. El acuerdo, promovido por el IAC, tiene como objetivo principal estrechar y fortalecer la colaboración entre ambas instituciones, incluyendo la aportación por parte del NAOC de instrumentación avanzada para el GTC y el posible acceso a un 5% del tiempo de observación del telescopio. De esta forma, NAOC podría llegar a ser un socio de pleno derecho de la comunidad internacional de usuarios del GTC.

- Acuerdo marco para la instalación en La Palma de los telescopios de altas energías del Observatorio CTA (septiembre 2016)

Tras las negociaciones mantenidas a lo largo del último año, el director del Observatorio del CTA (*Cherenkov Telescope Array*, Red de Telescopios Cherenkov), Ueli Straumann, y el director del IAC, Rafael Rebolo, firmaron, en la sede del Instituto Max Planck de Física Nuclear de Heidelberg (Alemania), un acuerdo marco para la instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos de los 19 telescopios que esta red

prevé en el hemisferio Norte. También asistió a esta reunión Inmaculada Figueroa, subdirectora general adjunta de Relaciones Internacionales de la Secretaría de Estado de I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España. El IAC garantiza a la red CTA el acceso a las infraestructuras y servicios comunes necesarios, especialmente la excelente conectividad digital que tienen los Observatorios de Canarias con el resto del mundo. En virtud de este acuerdo, España recibirá el 10% del tiempo de observación, que podrá ser repartido entre la red del hemisferio Norte y la del Sur. La futura contribución de España a la construcción de los telescopios facilitará el acceso de los grupos españoles a tiempo de observación adicional como parte de los programas científicos clave del Observatorio y al tiempo que se ofrecerá en competición abierta a todos los países socios del mismo.

El Consejo de CTA decidió en julio de 2015 que el Observatorio del Roque de los Muchachos, emplazado en el municipio de Garafía, de la isla de La Palma, pudiera acoger su gran instalación científica en el hemisferio Norte. CTA será una infraestructura formada por dos observatorios, uno en cada hemisferio, constituidos por una batería de telescopios Cherenkov de nueva generación para el estudio de los rayos gamma de muy alta energía. La red del hemisferio Norte consistirá en 4 telescopios de 23 m y 15 de 12 m de diámetro. En el Consorcio CTA participan instituciones de 32 países: Alemania, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Brasil,



El director del Observatorio del CTA, Ueli Straumann y el director del IAC, Rafael Rebolo. De pie, Inmaculada Figueroa (MINECO), Beatrix Vierkorn-Rudolph (Ministerio de Educación e Investigación de Alemania) y Giampaolo Vettolani (INAF, Presidente del Consejo del Observatorio CTA). Crédito: Colaboración CTA.



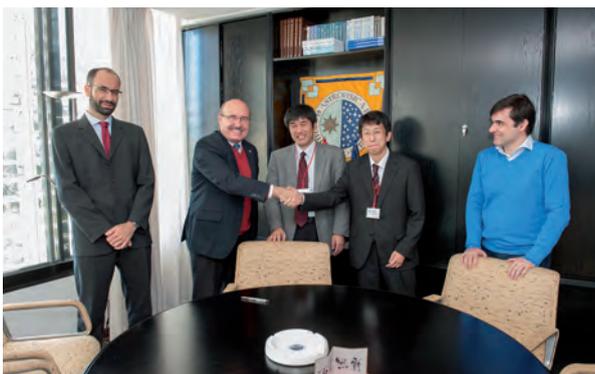
Foto de grupo del Consejo CTA. Crédito: Colaboración CTA.

Bulgaria, Canadá, Chile, Croacia, España, Estados Unidos, Eslovenia, Finlandia, Francia, Grecia, India, Irlanda, Italia, Japón, México, Namibia, Noruega, Países Bajos, Polonia, República Checa, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Tailandia, Reino Unido y Ucrania.

- Acuerdo con el Instituto RIKEN de Fotónica Avanzada para la instalación de un nuevo telescopio (diciembre 2016)

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el RIKEN *Centre for Advanced Photonics* (Centro de Fotónica Avanzada de Japón) firmaron en la sede central del IAC, en La Laguna, un acuerdo de colaboración científica para la instalación en el Observatorio del Teide

(Izaña, Tenerife) del experimento *GroundBIRD*, un nuevo radiotelescopio para estudios cosmológicos. A la firma asistieron Rafael Rebolo, director del IAC; Chiko Otani, en representación del Instituto RIKEN; Osamu Tajima, representante del *High Energy Accelerator Research Organisation* (KEK); y Ricardo Génova y José Alberto Rubiño, investigadores del IAC. Este experimento se dedicará a caracterizar desde la Tierra la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (CMB, de sus siglas en inglés) con el fin de buscar la evidencia experimental —detectar la señal de modos B— procedente de la Inflación, una época de expansión acelerada del universo temprano. *GroundBIRD*, al igual que el actual Experimento QUIJOTE, buscará las huellas del Big Bang,



El director del IAC, Rafael Rebolo, dando la mano a Chiko Otani del Instituto Riken. A su lado, Osamu Tajima, representante del High Energy Accelerator Research Organisation (KEK), y los investigadores del IAC, Ricardo Génova y José Alberto Rubiño. Crédito: Miguel Briganti, SMM (IAC).



El director del IAC, Rafael Rebolo, firmando el acuerdo, junto a Chiko Otani del Instituto Riken; Osamu Tajima, representante del High Energy Accelerator Research Organisation (KEK); y Ricardo Génova, investigador del IAC. Crédito: Miguel Briganti, SMM (IAC).

pero lo hará a distinta frecuencia en el rango de microondas, 150 y 220 GHz, mejorando sustancialmente, casi en un orden de magnitud, las mejores cotas actuales que existen sobre esta señal. GroundBIRD es una colaboración formada por las siguientes instituciones: Instituto RIKEN, *High Energy Accelerator Research Organisation* (KEK), *National Astronomical Observatory of Japan* (NAOJ), *Saitama University*, *Tohoku University* (Japón), *Korea University* y el IAC. El Observatorio del Teide ha sido seleccionado como futuro emplazamiento de este experimento, cuya primera luz se espera hacia finales del año 2017 y su operatividad se extenderá por tres años, gracias a sus excelentes características para la observación astrofísica.

ACUERDOS NACIONALES

- Acuerdo con La Obra Social “la Caixa” y la Fundación CajaCanarias para la concesión de becas de doctorado en el IAC

Estas fundaciones bancarias destinarán un total de 454.000 euros para sufragar cuatro contratos predoctorales, de 4 años de duración, en dos convocatorias consecutivas. Las ayudas tienen como objetivo promo-



ver la investigación de excelencia que se realiza en el Instituto de Astrofísica de Canarias. La iniciativa se presentó en la sede central del IAC, en La Laguna, con la presencia de su director, Rafael Rebole, el director territorial de CaixaBank en Canarias, Juan Ramón Fuertes, y la directora general de la Fundación CajaCanarias, Natalia Aznárez. Crédito: M. Briganti (SMM, IAC).

ver la investigación de excelencia que se realiza en el Instituto de Astrofísica de Canarias. La iniciativa se presentó en la sede central del IAC, en La Laguna, con la presencia de su director, Rafael Rebole, el director territorial de CaixaBank en Canarias, Juan Ramón Fuertes, y la directora general de la Fundación CajaCanarias, Natalia Aznárez.



GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

El Gran Telescopio Canarias (GTC) fue el primer proyecto de “gran ciencia” liderado por España, para ser instalado en nuestro territorio, además de un proyecto industrial de alto valor tecnológico con una importante participación de la industria de nuestro país. Está liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y financiado por el Estado Español, a través del Ministerio de Educación y Ciencia, el Gobierno Autónomo de Canarias, a través de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes, el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM), el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) de Puebla (México) y la Universidad de Florida (EEUU).

Como novedades de 2016 destaca que, en mayo, se instaló EMIR. Este es el primer instrumento de segunda generación en empezar a operar con regularidad. Se trata de una cámara y espectrógrafo de infrarrojo cercano (0,9 - 2,5 micras) instalado en la estación focal Nasmyth-A. 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 espectroscopía 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 mi-

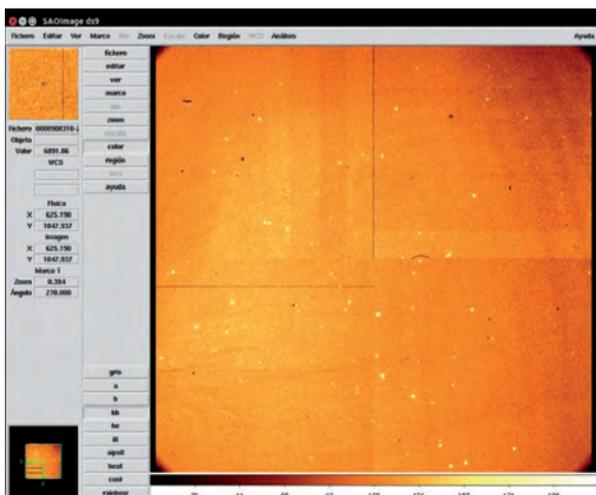


Fig. 1.- Imagen de primera luz con EMIR, tomada el 13 de junio de 2016.



Fig. 2.- NGC 6949 (la «Galaxia de los Fuegos Artificiales» observada a través de EMIR en la banda J (arriba). A modo de comparación, debajo se muestra una imagen coloreada de la misma galaxia, obtenida con el instrumento de luz visible OSIRIS/GTC.

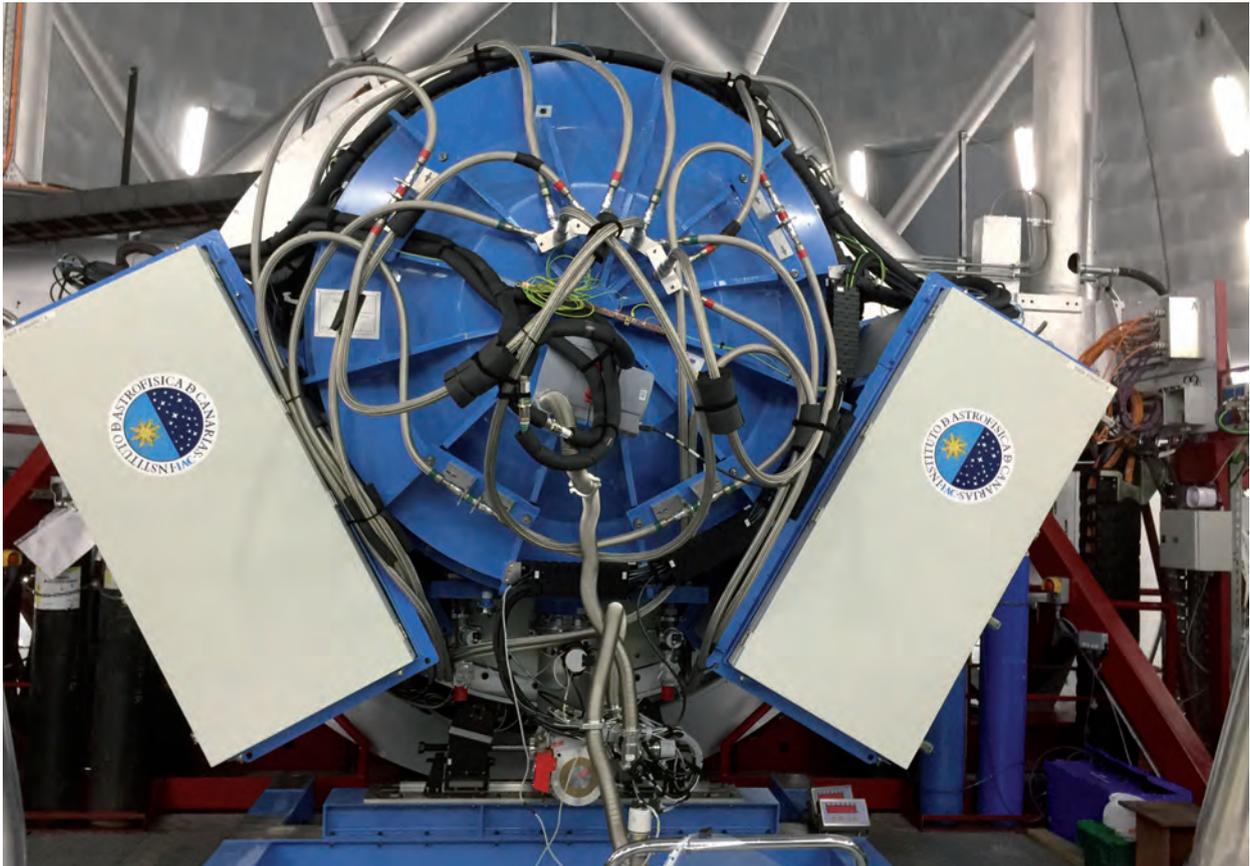


Fig. 3.- EMIR en el foco Nasmyth A del GTC.

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.

En 2016, destacan los siguientes descubrimientos con el GTC:

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

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.

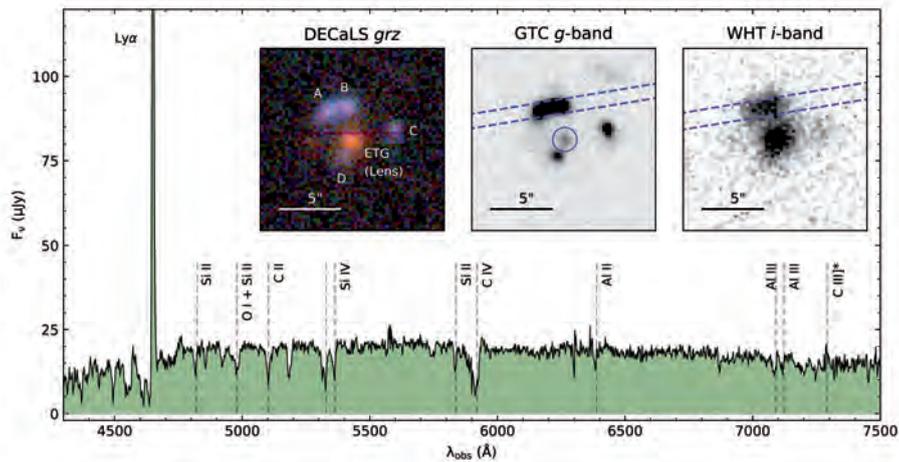


Fig. 4.- Espectro obtenido con el GTC/OSIRIS de BG1429+1202 que muestra una potente emisión de Lyman alfa, así como una fuerte absorción del medio interestelar y de los vientos estelares. Los insertos muestran algunas imágenes de BG1429+1202.

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

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 pla-

netas 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 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 UA (el supuesto Planeta X) podría haber desligado y generado la pareja de asteroides que vemos en la actualidad.

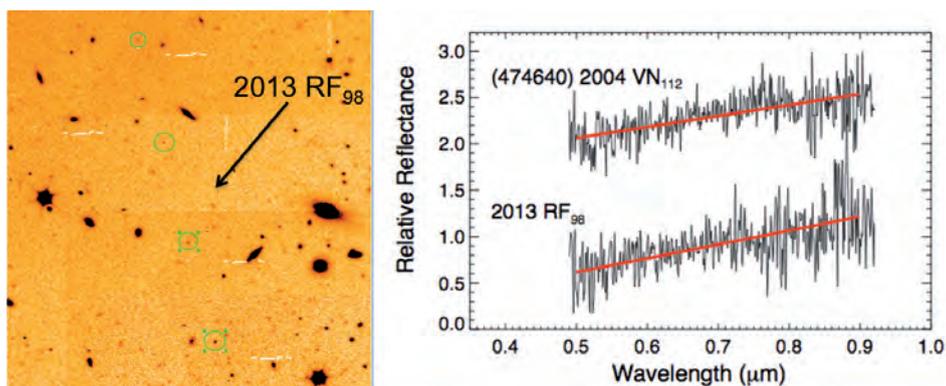


Fig. 5.- La imagen de la izquierda muestra una composición de cuatro imágenes de adquisición tomadas a lo largo de cuatro noches consecutivas (4, 5, 6, y 7 de septiembre de 2016) con el instrumento OSIRIS en GTC. En ellas se puede ver uno de los ETNOs estudiados en este trabajo, 2013 RF98, moviéndose 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''.

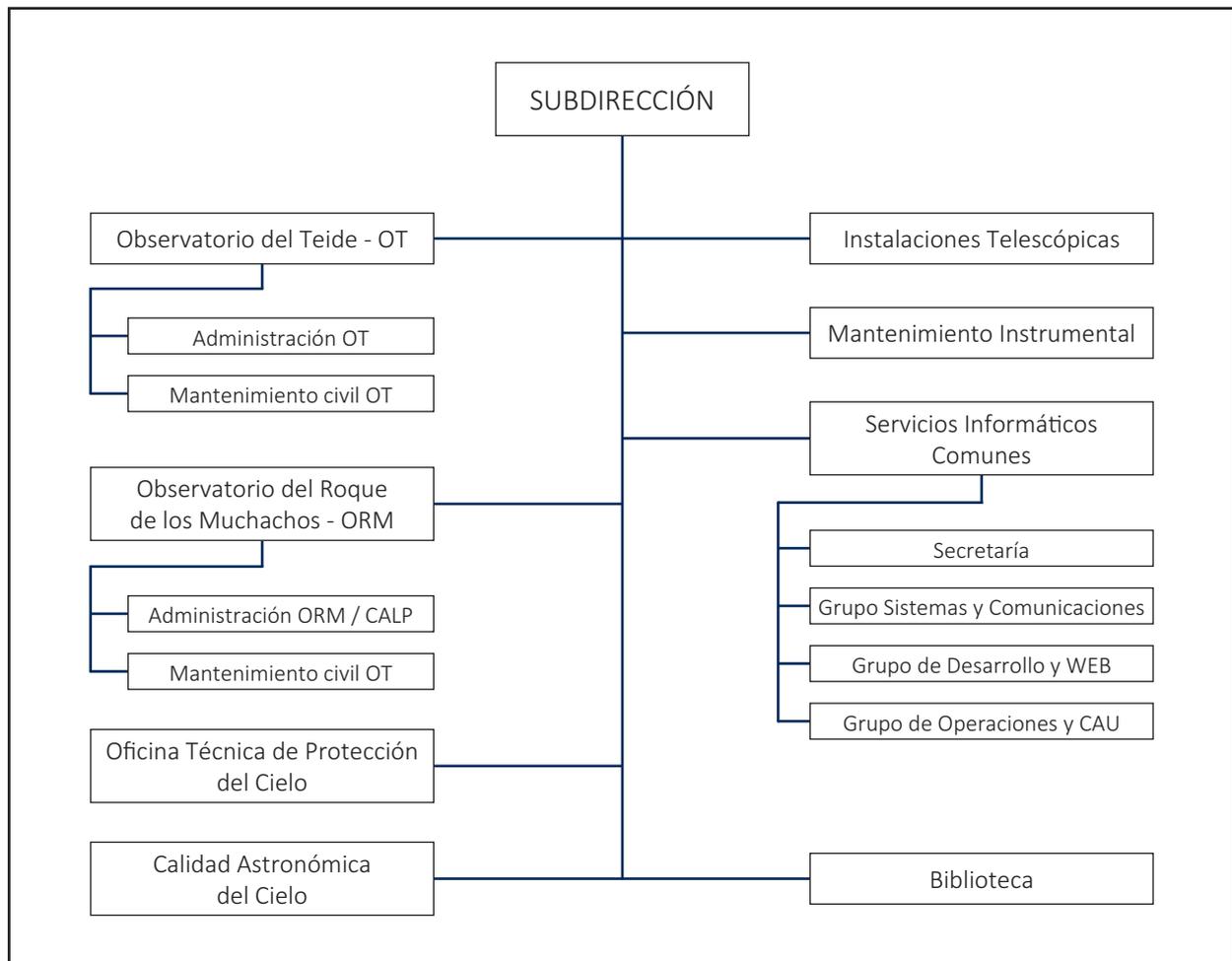
SUBDIRECCIÓN



El Consejo Rector (junio 2015), a propuesta del Director, aprobó la agrupación en la Subdirección de todas las unidades directamente relacionadas con la operación de los Observatorios de Canarias. De esta manera se asegura la máxima aproximación de las mismas a la Dirección del centro; una gestión activa de los acuerdos internacionales; y una coordinación óptima entre ambos observatorios, favoreciendo además sinergias entre las diferentes unidades de apoyo a las actividades en ambos emplazamientos.

Las distintas unidades que componen la Subdirección, son las siguientes:

- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) (previamente en la Administración de Servicios Generales).
- Observatorio del Teide (OT) (previamente en la Administración de Servicios Generales).
- Operaciones de las Instalaciones Telescópicas (previamente en el Área de Investigación).
- Caracterización de los Observatorios de Canarias.
- Mantenimiento Instrumental (previamente en el Área de Instrumentación).
- Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) (previamente en la Administración de Servicios Generales).
- Centro de Astrofísica de La Palma (CALP) (previamente en la Administración de Servicios Generales).
- Servicios Informáticos comunes (SIC).
- Biblioteca.



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2016 fue de 7.704 personas. De ellas, 6.414 lo hicieron en alguno de los 237 días del año en que se organizaron Visitas Concertadas a través del contrato de servicios vigente con la empresa Astrocamp. Esta cifra es similar con respecto a la de 2015.

GTC, MAGIC y WHT fueron por este orden los telescopios más visitados. Es de destacar asimismo la visita de 1.012 alumnos, en donde se incluyen los del Programa de divulgación llevado a cabo con alumnos de 4º de la ESO de todos los Centros Escolares de la isla de La Palma. Participaron en este programa 633 alumnos de 16 colegios, contándose para ello con la colaboración de astrónomos de las diferentes Instituciones Usuarías del Observatorio, que dieron charlas en los colegios y efectuaron talleres y visitas guiadas en el propio ORM.

En cuanto a medios de comunicación, son de destacar los programas grabados en el Observatorio para las emisoras de televisión TVE, NHK, las cadenas francesas France 3 y France 5 y la visita de diversos medios de prensa (El País, La Jornada de México, De Tijd, etc.).

Los días 14 de abril y 6 de octubre se celebraron las reuniones semestrales del Comité de Servicios Comunes del ORM bajo la presidencia de M. Balcells, director del Isaac Newton Group. El Administrador del Observatorio actuó como Secretario.

En relación a actividades llevadas a cabo en el Observatorio podemos resaltar las siguientes:

- Por parte de la Universidad de Warwick se realizaron los trabajos para la instalación del GOTO (*Gravitational-wave Optical Transient Observer*).





- Finalizaron los trabajos para la construcción de la plataforma sobre la que se instalará el prototipo del telescopio LST (*Large Size Telescope*).
- Se realizaron los trabajos para la instalación del *Canary Sodium Laser Experiment*, ubicado en las cercanías del telescopio WHT.
- Se han llevado a cabo reuniones con la empresa eléctrica Endesa y el Cabildo Insular, para la mejora y repotenciación de la línea eléctrica que abastece el Observatorio.
- Hubo varias estancias relacionadas con la formación de alumnos de distintas universidades, destacando los programas llevados a cabo por las universidades de Sheffield, Leyden, Oslo, Amsterdam, Lovaina y La Laguna.
- Se realizaron los trabajos para la renovación y mejora de las habitaciones del Anexo #5, dotándolas de un nuevo sistema de detección automático de incendios, persianas eléctricas, nuevas puertas y ventanas e instalación de cerraduras electrónicas. Además se han efectuado reformas en los baños, con la instalación en habitaciones que carecían de baño interior. Se sustituyeron las moquetas de la planta alta actualizándose la instalación eléctrica, incorporando además iluminación tipo led. Con esta reforma, concluye la renovación de todas las habitaciones, tanto del Anexo como de la Residencia. La capacidad total alojativa es de 29 habitaciones en la Residencia (8 dobles) y 27 habitaciones (18 dobles) en los Anexos. Aparte se dispone de 5 habitaciones para uso de estudiantes con una capacidad de 24 personas.
- En comparación con la media de los últimos diez años, se registró una variación del 4,8% en el alojamiento de la Residencia y Anexos, siendo la media diaria de ocupación de 29 personas. El número total de habitaciones ocupadas ascendió a 10.178, tramitándose un total de 3.317 reservas para un total de 10.616 pernoctaciones de alojados que pertenecían a 34 naciones.
- Se ha continuado con el programa de formación a personal del IAC y de diversas Instituciones Usuaras del Observatorio, en materia de Primeros Auxilios, Urgencias y Emergencias realizándose además simulacros de situaciones en esta materia.
- Avanzan a buen ritmo las obras del Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos promovido por el Cabildo Insular de la Isla con estrecha colaboración del IAC y el Ayuntamiento de Garafía. Se estima que pueda entrar en funcionamiento a finales del 2018.

OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

30 Aniversario y Jornada de Puertas Abiertas

El total de visitantes al OT en los últimos años se refleja en la tabla I.

Desde diciembre de 2014, “Teleférico del Teide” gestiona el “contrato de gestión de servicio de asistencia a las visitas al Observatorio del Teide” (portal *volcanolife.com*). Las visitas de los Centros de Enseñanza son gratuitas y se desarrollan entre los meses de abril y octubre (ambos incluidos). El resto de visitas son de pago. El IAC tiene un cupo gratis de 10.000 visitantes (incluye los Centros de Enseñanza).

Las Jornadas de Puertas Abiertas se llevaron a cabo los días 8 y 9 de julio con horario de 10 a 15 horas. Fueron financiadas conjuntamente por los Servicios Comunes y el IAC. El número total de visitantes fue de: 1.963 personas (603 y 1.360 el viernes 8 y el sábado 9, respectivamente). Se visitaron los siguientes telescopios: IAC-80, TCS, Laboratorio Solar, QUIJOTE (IAC), STELLA (AIP), OGS (ESA-IAC) y VTT (KIS). Además se realizaron actividades educativas para niños frente al telescopio MONS (empresa CienciaMania). SECAT Asociación de aficionados de Astronomía instaló algunos telescopios solares para mostrar la fotosfera y cromosfera solar. En Centro Visitantes se proyectó la infografía full-dome “Solar System Vistas”, que recrea un viaje en nuestro sistema solar.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
OT (Centros de Enseñanza)	2.575	2.429	3.141	3.659	5.416	3.196	10.104 (1.427)
OT (JJPPAA)	1.400	1.200	1.250	1.700	1.747	2.540	3.475
TOTAL	3.975	3.629	3.629	5.359	7.163	5.736	13.579

Tabla I

Alrededor de 60 personas trabajaron intensamente para que este año las Jornadas de Puertas Abiertas fueran un éxito. Debe tenerse en cuenta que había 20 voluntarios del Área de Investigación del IAC, 20 personas de subcontratas y asociaciones, 4 personas del departamento de UC3 del IAC, 5 miembros de las Instituciones Usuarias (STELLA, VTT) y el personal del OT (8 personas).

Las Jornadas transcurrieron sin ningún tipo de incidencias.

Instalaciones robóticas

Durante 2016 se instalaron dos nuevos telescopios robóticos de la Open University (Reino Unido) en la zona de telescopios robóticos cerca del telescopio de Qatar. Ver detalles en la figura 1.

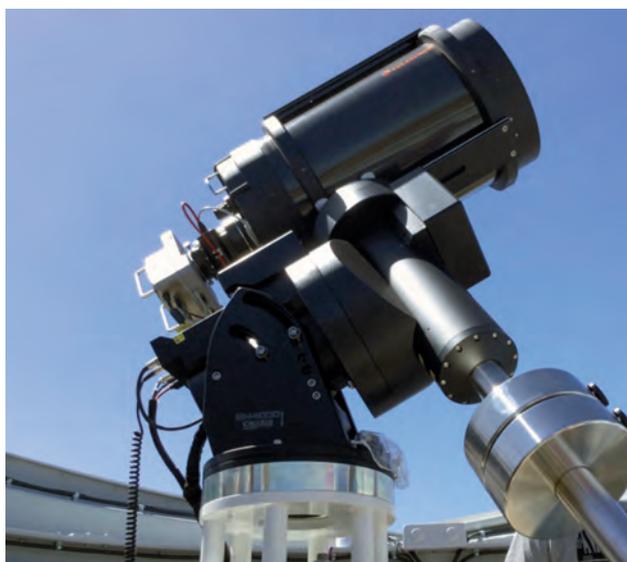


Figura 1.- Telescopios robóticos de la Open University en Observatorio del Teide. A la izquierda se muestra el OSO2 (PIRATE, 43,1 cm SBIG-STX16803) y a la derecha el OSO1 (COAST, diámetro 35,5 cm SBIG-STL100)

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS

A. Oscoz Abad.

M. Monelli, P.J. Blay Serrano, J. Font Serra, O. Zamora Sánchez, S. López González-Coviella, A. Pimienta de la Rosa, A. Bueno Bueno, A.J. Prieto Antúnez, J.J. Sanabria Cumbreño, G. Rodríguez-Coira y J. Redondo Lorenzo.

C. Colodro, A. Pérez (UPCT), S. Fernández Acosta (GTC).

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este Proyecto es la correcta gestión de aquellas instalaciones pertenecientes al IAC en los Observatorios de Canarias, así como de la instrumentación propia del centro y de la parte de tiempo de observación que se disfruta en otros telescopios. Existen tres tipos de instalaciones: Instrumentos, Telescopios y Experimentos (ITE). En el primer grupo entrarían aquellos desarrollados por el IAC que estén en operación en la actualidad, tales como INTEGRAL, GHAFaS o LIRIS en el telescopio WHT, TIP o TIP-II en el telescopio VTT y GREGOR, CAIN-3 y FastCam en el telescopio TCS, CAMELOT y TCP en el telescopio IAC-80, etc. Los telescopios incluyen el TCS, IAC-80, MONS, el tiempo reservado para España en la OGS y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras (telescopios TNG, INT y NOT). Con respecto a los experimentos, hay tres grupos: el complejo CMB, el Laboratorio Solar y los pequeños telescopios y experimentos (SARA, TAT, EARTHSHINE, DIMMA, XO, etc.). Los ITE sobre los que el Proyecto tiene responsabilidad directa aparecen en la tabla que se muestra a continuación.

TELESCOPIO	INSTRUMENTOS	TELESCOPIO	INSTRUMENTOS
OT			
TCS	CAIN-3	GREGOR	TIP-II
	FastCam	Lab. Solar	MARK-I
	WideFastCam		GONG-T
IAC80	CAMELOT		TAT
	TCP	EarthShine	
OGS	SD CCD	XO	
MONS		TIZON	
VTT	TIP/TIP-II	DIMMA	
QUIJOTE I & II		SQM-LE	
ORM			
WHT	INTEGRAL	JKT + KP + CT	
	LIRIS	DIMMA	
	GHAFaS	SQM-LE	

Listado de todos los ITE.

Teniendo en cuenta esta variedad de instalaciones, los principales objetivos que se buscan son tres:

- 1.- Lograr que las instalaciones funcionen de forma correcta durante los períodos disponibles para la comunidad astrofísica internacional.
- 2.- Adaptación continua de las instalaciones a las nuevas tecnologías y realización de mejoras que proporcionen a los astrónomos un entorno de trabajo más amigable.
- 3.- Maximizar el beneficio obtenido por los astrónomos usuarios de las ITE.

HITOS

El telescopio IAC-80 ha sido incluido en S3T, la red española de detección y seguimiento de basura espacial. Para ello se ha realizado una gran mejora en sus prestaciones, tanto en software como en hardware.

Nuevo portal de los Observatorios de Canarias, con información, por primera vez, de todos los telescopios, instrumentos y experimentos situados en los mismos, así como de formas de obtener tiempo de observación, utilidades, calendarios, etc.

Consolidación del programa de observaciones remotas, con uso habitual de los telescopios TCS, IAC-80, los tres telescopios de la red SARA e inclusión del telescopio solar GREGOR.

Nueva interfaz de control de CAMELOT, el instrumento del telescopio IAC-80, que permite generar un fichero de comandos para poder observar automáticamente toda la noche.

Finalización de un nuevo software de guiado para los telescopios IAC-80 y TCS.

Nuevo software público de cálculo de coeficientes de extinción.

Actualización y mejoras del instrumento GHAFaS para el telescopio WHT.

Control de los celostatos de la Pirámide del OT mediante arduinos programados por personal del Proyecto.

Colaboración con el grupo del instrumento AOLI para que su parte de Óptica Adaptativa se pueda acoplar a instrumentos y telescopios del Proyecto.

El personal del Proyecto ha realizado colaboraciones, reparaciones y mejoras en diversas instalaciones: DIMMAs, GONG, SONG, FastCam, Wide FastCam y Open University.

A lo largo de 2016 se han llevado a cabo las siguientes observaciones de servicio: 61 noches oficiales en los telescopios TCS e IAC-80 más numerosas observaciones adicionales, 8 noches de servicio en los telescopios INT, 8 en NOT y 2 en TNG.

Los técnicos en Operaciones Telescópicas se están encargando de un porcentaje muy alto de las observaciones de los telescopios IAC-80 y TCS.

Nueva Wiki interna del Proyecto en donde se mantiene información actualizada del hardware y software a cargo del mismo.

Colaboraciones y contactos para la instalación de nuevos telescopios en los OCCC y de nuevos instrumentos en los telescopios TCS, OGS y WHT.

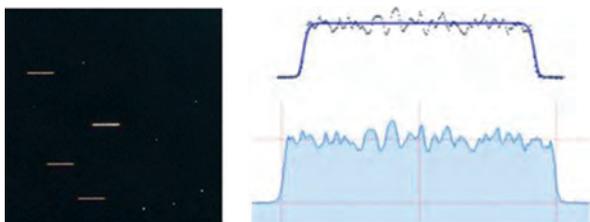
Representación en numerosos comités y grupos de trabajo internacionales.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A lo largo de 2016 se han llevado a cabo numerosas actividades que implican distintas facetas del Proyecto.

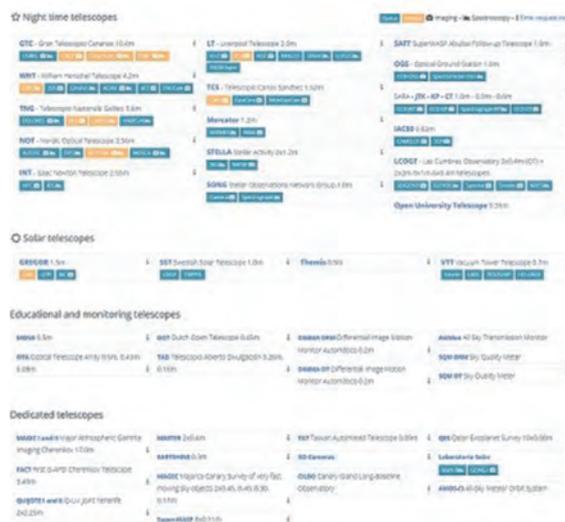
S3T

El telescopio IAC-80 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 flatfields, observa automáticamente toda la noche, reduce las imágenes, efectúa su astrometría y detecta y mide las trazas. Por último, envía los resultados.



Web, software y utilidades

Se ha creado un portal (www.iac.ies/OCCC/) con información de todos los telescopios e instrumentos de los OCCC. Allí se encuentra todo lo necesario para ob-



servar en los OCCC, incluyendo solicitudes de tiempo, preparación de las observaciones, utilidades para las mismas y procesado de las imágenes.

CRONOS

La sala de Control Remoto de los telescopios de los OCCC es una realidad. En 2016 se ha invertido un gran esfuerzo en remotizar los primeros telescopios, que ya se usan de manera rutinaria: IAC-80, TCS, la red SARA y GREGOR. Los AS han realizado jornadas de entrenamiento en observaciones remotas para el personal del IAC.



Astrónomos de Soporte, TOTs y Observadores

Se han efectuado 61 noches de servicio entre los telescopios TCS e IAC-80 y 18 noches entre los telescopios INT, NOT y TNG. Además, los TOTs realizan más del 50% de las noches de observación en los telescopios IAC-80 y TCS, bajo supervisión de los IPs de las propuestas.

Los AS han instalado y dado soporte a instrumentos como GHaFaS y AOLI en el telescopio WHT o FastCam en el telescopio NOT, y los TOTs han colaborado acti-

vamente en mantenimiento, reparaciones y mejoras de Mark-I, SONG, GONG, Open University, FastCam o AOLI.

Además de la formación habitual se ha organizado:

- curso de LabView
- utilización de los vehículos del IAC
- PRL y riesgos en los puestos de trabajo

Telescopios e instrumentos

En colaboración con el Departamento de Software del Área de Instrumentación se ha desarrollado un

nuevo sistema de guiado para los telescopios IAC-80 y TCS, mucho más funcional y amigable que el anterior. También se ha seguido con el software de cálculo de coeficientes de extinción y con la base de datos pública del telescopio IAC-80.

Se han iniciado procesos para la instalación en los OOC de nuevos telescopios -Open University, TBT o ESA- e instrumentos como MuSCAT-2 para el telescopio TCS o EDiFiSE para los telescopios TCS u OGS. Se ha colaborado con el Proyecto AOLI para su uso con GHaFaS o EDiFiSE.

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

C. Muñoz-Tuñón.

A.M. Varela Pérez, J.A. Castro Almazán y G. Lombardi.

Colaboradores del IAC: B. García Lorenzo, L.F. Rodríguez, A. Osoz, E. Cadavid, J. Gmelch, J.M. Delgado y Técnicos del OT (TOT's).

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia); A. García Gil (AEMET); G. Pérez Jordán.

INTRODUCCIÓN

Lo que se centra en la caracterización continua y la preservación de las condiciones del cielo de los Observatorios de Canarias. Por lo tanto, el objetivo del Grupo de Cielo (*Sky Team*) del IAC es ofrecer siempre información actualizada y sacar el máximo provecho de las propiedades excepcionales del cielo para la observación astronómica.

Las tareas específicas cubiertas son muy amplias y el equipo es muy activo en varios frentes, algunos de ellos se enumeran a continuación:

- Monitorear continuamente los parámetros atmosféricos relacionados con las observaciones astronómicas.
- Diseñar, desarrollar o implementar nuevos instrumentos y técnicas para la caracterización del sitio.
- Participar o liderar campañas internacionales de caracterización y/o selección de sitios para futuras infraestructuras.

- Participar activamente en los comités asesores en este campo.
- Publicar y difundir los resultados en diferentes foros especializados.
- Coordinar los esfuerzos institucionales para caracterizar y proteger el Cielo.
- Actuar como interlocutor en acuerdos formales relacionados con los organismos e instituciones, como el Comité Científico Internacional (CCI) o la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- Participar en las iniciativas internacionales, en particular en aquellas que planteen los Observatorios de Canarias como emplazamientos de infraestructuras de futuro.
- Ampliar el conocimiento del público en general, con el objetivo de que tomen conciencia de la importancia del conocimiento y protección del Cielo.

En 2015 el ORM fue propuesto, junto con un selecto número de lugares del planeta, como posible candidato para albergar el *Thirty Meter Telescope* (TMT). El

Sky Team, durante el 2016, ha trabajado activa e intensamente con el grupo de site testing del telescopio TMT en la preparación de informes técnicos, análisis y preparación de bases de datos, a demanda de los responsables para posicionar al ORM como la alternativa a Hawai (EEUU) para albergar el telescopio TMT.

El resultado de nuestro de nuestro trabajo ha sido la decisión en el board del TMT, celebrado en octubre de 2016 (<http://www.tmt.org/news-center/statement-regarding-selection-alternate-site-tmt>), de elegir el ORM como el emplazamiento alternativo si finalmente el telescopio no puede instalarse en Hawai.

También se ha obtenido una subvención del MINECO por un valor de 139.496,12 € que permitirá automatizar el monitor de seeing (DIMM), adquirir un software para la predicción del vapor de agua, una estación meteorológica para ser instalada junto a la GPS del ORM (para usar medidas reales en el cálculo del PWV) y una CCD para la cámara de todo cielo del ORM (ASTMON) que será gestionada por la Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Medidas de seeing (DIMM-ORM y DIMM-OT)

Se continúa la evaluación permanente de la calidad de imagen en los Observatorios de Canarias (ORM y OT) utilizando DIMMs (*SDifferential image Motion Monitors*) basados en el monitor de seeing prototipo des-

arrollado en el IAC (Vernin & Muñoz-Tuñón, 1995). Estos DIMMs son robóticos, y aún están en fase de la completa automatización. Incorporan una serie de mejoras que suponen un salto cualitativo importante en su utilidad científica, entre ellas, su operación remota y por otro, el control automático de calidad de datos.

El DIMMA en el ORM (DIMMA-ORM) está localizado en Las Moradas (300 m al oeste del telescopio GTC), sobre una torre de 5 m (Figura izquierda). El DIMMA del OT (DIMMA-OT) está sobre una torre de 5 m entre la OGS y el centro de visitantes (Figura derecha).

Los Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOTs) del IAC son los responsables de las observaciones. Los datos se almacenan y gestionan a través de SDAMA (Sky Data Manager) que se encarga de llevar los datos de cualquier instrumento actual (meteorología, vapor de agua precipitable, etc.) o futuro hasta sus directorios de almacenamiento local y a una base de datos MySQL.

El seeing está disponible en tiempo real en la página Web del IAC ([www.iac.es/site-testing / DIMMA_ORM](http://www.iac.es/site-testing/DIMMA_ORM) y [/DIMMA_OT](http://www.iac.es/site-testing/DIMMA_OT)).

El mantenimiento de los DIMMAs es responsabilidad de Mantenimiento Instrumental (MI) del IAC. Se ha proporcionado toda la información necesaria al Departamento de Software del IAC para el soporte del mismo y para su implicación en la supervisión en el proceso de automatización del DIMM.

La automatización completa estará para 2017-2018.



Izquierda: DIMM-ORM en las Moradas (ORM), a 300 m al oeste del telescopio GTC. Derecha: DIMM-OT instalado entre la OGS y el centro de visitantes.

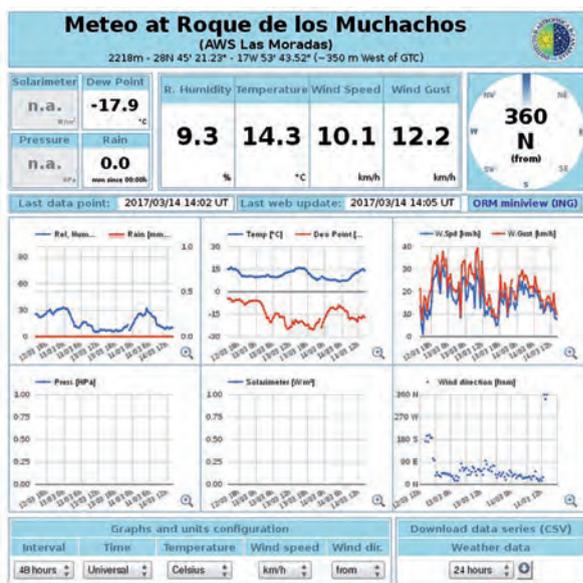
Meteorología (Automatic Weather Stations -AWS-)

Se ha montado, puesto en marcha y actualizado la Web de la AWS de Las Moradas, equipada con sensores meteorológicos estándar de humedad relativa, temperatura del aire, velocidad y dirección de viento, barómetro, solarímetro y pluviómetro.

La Estación Meteorológica Automática de Las Moradas da servicio específico al DIMMA del ORM y al telescopio GTC (además de al resto de Observatorio). Una avería del sistema de adquisición de datos en 2015 originó una parada del servicio.

Tras llevar a cabo una renovación de sensores, se procedió a la actualización del sistema de puesta de datos online, en tiempo real, en una página Web propia, que incluyera repositorio de datos y “sharing” a través de la Web meteorológica “site view” del Isaac Newton Group.

El nuevo sistema se diseñó para resultar robusto en su operación diaria y a lo largo de los próximos años. Se compone de un paquete de scripts programados en bash, denominado “pinar”, que accede remotamente y de forma directa al “datalogger” de la estación. El paquete “pinar” introduce los datos en el gestor de datos del grupo Sky Data Manager (SkyDaMa), desde donde se suben a la Base de Datos MariaDB del grupo. Una página Web programada en HTML, PHP y Google Charts completa el sistema, mostrando los datos, de forma gráfica y numérica, en tiempo real (retardo total inferior a 2 minutos). La Web incluye la opción de descarga de datos. Se puede acceder a la Web a través de: <http://www.iac.es/site-testing/WEATHER ORM>.



Página de meteorología de la AWS de las Moradas (ORM).

En paralelo, se implementó una herramienta para la generación a demanda, mediante el acceso a una ruta por http, de un archivo xml con los últimos datos, para ser compartidos. Mediante esta herramienta, los datos son puestos a disposición, en tiempo real, del resto del Observatorio. La ruta es: http://www.iac.es/proyecto/site-testing/meteo/aws_moradas/generateXML.php.

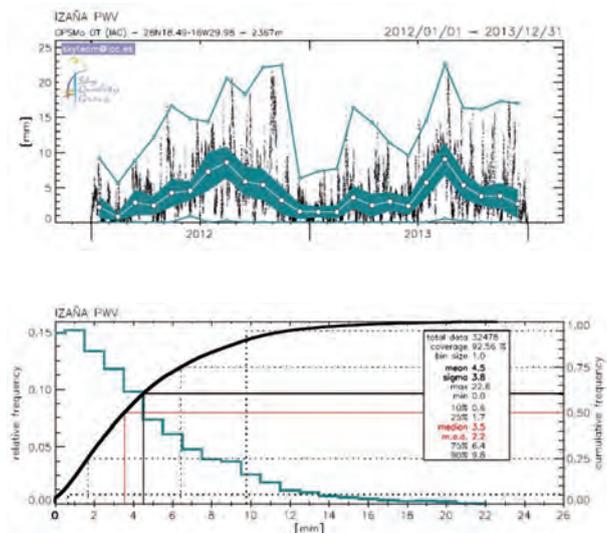
El trabajo se desarrolló en colaboración con el ISE de Investigación y se dispuso de un estudiante (P. Rodríguez Beltrán) de la asignatura “Prácticas de Empresa” del Grado de Física de la Univ. de La Laguna ULL, para ayudar a la implementación.

Monitor de Vapor de agua precipitable (PWVMo)

Durante 2016 se ha llevado a cabo un especial esfuerzo en la optimización de los resultados del Monitor de Vapor de Agua Precipitable (PWV) en el ORM, basado en la técnica GPS. Para ello hemos desarrollado una línea de investigación encaminada a analizar la precisión de las medidas de PWV con GPS y los parámetros a mejorar.

Se ha realizado una comparación entre las medidas de PWV calculadas con apoyo de datos meteorológicos locales, frente a los datos de modelo usados hasta ahora. Como resultado, se ha detectado una reducción significativa de la dispersión de las medidas y reducción del bias húmedo mediante la incorporación de datos de presión barométrica locales de alta precisión (0.1 hPa).

Se ha llevado a cabo, a su vez, una calibración preliminar del monitor, en su versión 2.0, que incluye tanto ORM como OT, mediante el uso de los datos de alta re-



Resultados estadísticos de PWV para el Observatorio del Teide (OT), con datos calibrados del PWVMo.

solución de radiosondeos meteorológicos operacionales de la estación WMO 60018-Güímar. Para efectuar la calibración, se analizó previamente la precisión y estimación del error del valor de PWV obtenido de forma directa desde los datos de los radiosondeos. Finalmente, como resultado de los esfuerzos anteriores, se ha obtenido una serie de valores simultáneos recientes para el ORM y el OT y una actualización de los valores estadísticos.

Fruto de estos trabajos se han realizado dos publicaciones: una publicación de impacto en la revista especializada con árbitro *Atmospheric Measurements Techniques (AMT)* y una presentación oral en el SPIE de Instrumentación Astronómica (9910, Edimburgo 07/2016).

A semiempirical error estimation technique for PWV derived from atmospheric radiosonde data (J.A. Castro-Almazán, G. Pérez-Jordán & C. Muñoz-Tuñón) *AMT*, 9-9, 2016, pp.4759-4781.

Precipitable Water Vapour at the Canarian Observatories (Teide and Roque de los Muchachos) from routine GPS (J.A. Castro-Almazán, C. Muñoz-Tuñón, B. García-Lorenzo, G. Pérez-Jordán, A. Varela & I. Romero.) *Proceedings of the SPIE*, 07/2016, 99100P.

En paralelo, se ha terminado de optimizar el modelo numérico *Weather Research and Forecasting (WRF)* para la predicción de PWV sobre el ORM y el OT, de cara a su próxima implementación como herramienta operativa. Para su validación local operativa, se han usado los datos locales calibrados de PWV obtenidos en los observatorios por los Monitores GPS. Se ha conseguido financiación dentro del Plan Nacional de Infraestructuras para la implementación operacional de este sistema de predicción.

Entre el 24 y 25 de octubre se recibió la visita A. Otárola (TMT). Aprovechando la oportunidad, se efectuó una reunión de trabajo sobre el uso de modelos de transmisión atmosférica como complemento a las medidas del monitor de PWV, de cara a la calibración de las bandas de observación del experimento QUIJOTE (rango microondas). En la reunión participó también el R. Génova (IAC-Experimento QUIJOTE).

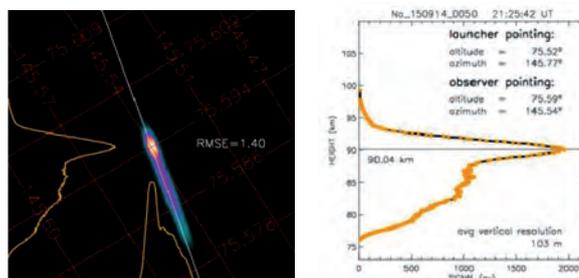
Sodio Mesosférico y Estrellas Guía Láser (LGS)

En 2016 se ha mantenido la colaboración del IAC con la ESO, en las campañas finales de caracterización del Na mesosférico en el OT con el láser WLSU, así como en el inicio de las mismas operaciones en el ORM, en un programa en el que participan, además a su vez, el Observatorio Astronómico de Roma, la Universidad de Durham y el Observatorio de París.

Dentro del Equipo de Calidad del Cielo, se ha participado en la aplicación y optimización del sistema de obtención de perfiles verticales con alturas absolutas de Na mediante el monitoreo de la LGS, en configuración bistática. Este sistema, desarrollado previamente para los experimentos desarrollados por el IAC con láser de colorante en el OT durante años anteriores, se ha mejorado para incluir efectos de paralaje y refracción para grandes masas de aire.

Los resultados se presentaron en el *11th Annual Workshop on Laser Technologies and Systems for Astronomical Adaptive Optics* (06/2016) y en el SPIE de Instrumentación Astronómica (9910, Edimburgo, 07/2016)

The bistatic geometry for Na profiling with LGS at Teide Observatory (J.A. Castro-Almazán, A. Alonso, J.J. Fuensalida, D. Bonaccini Calia, M. Centrone, I. Montilla, M. Reyes and C. Muñoz-Tuñón.) *Proceedings of the SPIE*, 07/2016, 99093M



Perfil de Na. Experimento ESO-IAC LGX en el Observatorio del Teide (OT). Láser: ESO WLSU. Observer telescope IAC-80.

Adicionalmente, se ha promovido y participado, dentro de SUCOSIP, la creación de un grupo de trabajo sobre las operaciones de láseres dentro del ORM, como apoyo para la coordinación de este tipo de sistemas, tanto las LGS como láseres de calibración, principalmente de cara a la implantación de nuevas instalaciones, como CTA. La primera reunión tuvo lugar en el CALP (La Palma), el 26 de octubre.

Apoyo a TMT y al CTA

El *Sky Team* colabora activamente en la preparación de informes técnicos, análisis y preparación de bases de datos, a demanda de los responsables para la selección de sitio para grandes infraestructuras telescópicas, tales como el CTA (*Cherenkov Array Telescope*), una nueva generación de telescopios para ver el Universo en rayos gamma de muy alta energía o más recientemente para el TMT (*Thirty Meter Telescope*). El ORM ha sido preseleccionado, junto con un escaso nú-

mero de lugares del planeta, como posible candidato para albergar el TMT. Hawai (EEUU) sigue siendo el primer candidato.

A finales de 2015 se nos informa que el ORM opta como emplazamiento candidato a albergar el TMT.

Se elabora un informe técnico sobre las propiedades ópticas y meteorológicas del ORM que se entrega al site testing working group del TMT: *Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory*, marzo 2016.

Se preparan y se envía al Site Testing Working Group (STWG) del TMT las bases de datos de todos los parámetros expuestos en dicho informe: seeing, meteorología, Cn2, tau0 (a partir de Cn2 con SCIDAR en el ORM junto con perfiles de viento a partir de radiosondeos simultáneos con la estación WMO-60018 (AEMet) en Güímar (~150 km de distancia en Tenerife), PWV, etc.

Bajo petición de la Dirección del IAC, se colabora en la elaboración de otro informe –junto con B. García-Lorenzo et al.- que muestra la simulación de lo que un instrumento IR con AO puede hacer desde el ORM: *Viability of high quality observations of the Galactic Center from the ORM*, mayo 2016.

Se les envía enlace a *Northern hemisphere: astronomical sources of interest* (RIA, Madrid 2009) http://www.riastronomia.es/opencms/opencms/Worksops/R_20090323.html

La Delegación del TMT realiza una primera visita IAC entre el 17 y 21 de marzo, manteniendo reuniones con

la Dirección, Subdirección y la responsable del Grupo de Calidad del Cielo.

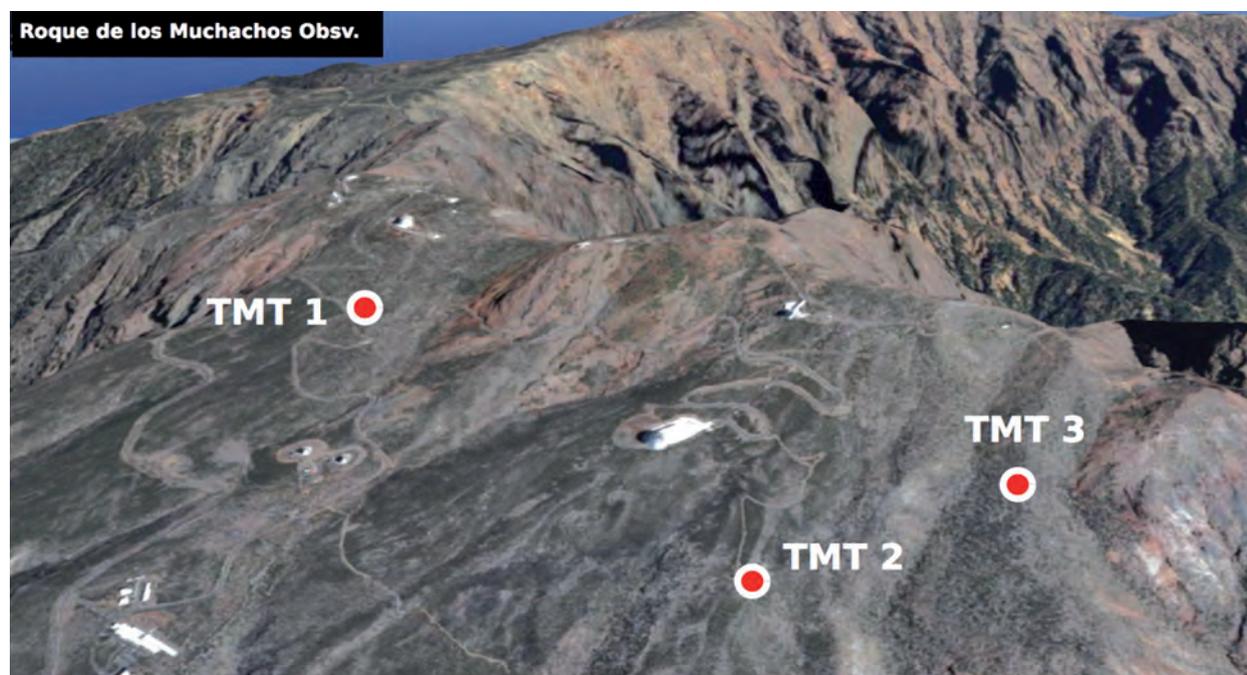
Entre el 23 de abril y 1 de mayo se realiza la segunda visita de la Delegación del TMT:

- 25 abril: recibimiento y acompañamiento al OT.
- 26 abril: reunión con el Site Working Group del TMT, donde se impartieron las siguientes conferencias:
 - *Sky Quality Team: Roque de los Muchachos data*
 - *Wind Speed an Wind Direction at the ORM*
 - *A brief note on the GPS PWV Monitor@ORM*
- 27 abril: Viaje a La Palma para visitar los posibles enclaves del TMT en el ORM Ver mapa adjunto. Ha sido el seleccionado el sitio TMT.

Durante el mes de agosto se informa puntualmente al STWG del TMT de las predicciones a 24 horas de anticipación de intrusiones de polvo africano a las islas occidentales proporcionados por la AEMET y que se estima (en base a concentración de polvo y dirección de viento) que puedan llegar a las cumbres del ORM.

El 31 de octubre, el Consejo de Gobierno del Gran Telescopio de 30 m (TMT), reunido en California (EEUU), ha anunciado que ORM, en la isla de La Palma, es el sitio alternativo para la construcción de esta instalación si resultara inviable en Hawai.

El anuncio se hace público en la reunión del CCI en La Palma.



Mapa del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Los puntos rojos indican los sitios preseleccionados para albergar el TMT. La decisión final recayó sobre el TMT 3.

Otras acciones

Visibilidad externa de datos on-line

Los datos de seeing y de vapor de agua en el ORM y los de seeing del OT están disponibles en tiempo real a través de la página Web del Proyecto ([www.iac.es/site-testing/DIMMA_ORM](http://www.iac.es/site-testing/DIMMA ORM); [www.iac.es/site-testing/PWV_ORM](http://www.iac.es/site-testing/PWV ORM); [www.iac.es/site-testing/DIMMA_OT](http://www.iac.es/site-testing/DIMMA OT), respectivamente).

Canarian Observatories Updates (CUPs)

Se promueve una reciente publicación on-line denominada *Canarian Observatories Updates* (CUPs) cuya intención es ser una plataforma para el intercambio de información científica y técnica obtenida en los Observatorios de Canarias (Más información en www.iac.es/cups).

Otras acciones: participación en otros foros científicos

Participación en:

Comités del CCI (SUCOSIP o Subcomité de Site Properties) <http://www.iac.es/eno.php?op1=5&op2=134&lang=en>

Desde febrero 2013 se forma parte de la Red Española para Estudios de Contaminación Lumínica (REECL), creada en diciembre 2012. Esta Red pretende reunir a los diferentes grupos de investigación sobre contaminación lumínica que trabajan en España para facilitar la comunicación con vistas a potenciar la colaboración entre ellos. Está financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad mediante la Acción Complementaria AYA2011-15808-E <http://guaix.fis.ucm.es/splpr>.

Participación en comités de evaluación en caracterización de la atmósfera para Astronomía. El *Sky Team* sigue siendo también un enlace institucional entre diferentes departamentos para coordinar cualquier esfuerzo encaminado a la caracterización y protección del cielo de Canarias. En particular se destaca para el CTA, el EST y la OTPC, con la que se mantiene una permanente intervención (<http://www.iac.es/OTPC>).

Participación como ponentes y en la organización local de la III Reunión de la REECL celebrada en La Palma:

- *The best skies for Astronomy. Synergies with the REECL*
- *El cielo estrellado como recurso natural, científico y económico: Certificaciones Starlight*

Participación con las siguientes ponencias en los seminarios organizados por el CIAI en la sede provincial de la AEMET en Santa Cruz de Tenerife:

- *Estimación del error al medir el vapor de agua precipitable con radiosondas*
- *Resumen de los resultados que avalan la calidad de la atmósfera para la Astronomía del ORM*
- *On the Study of aerosol content for Astronomical site Characterization*

Participación en la Jornada Técnica sobre Calidad del Cielo, Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC):

- *Certificaciones Starlight: el cielo como recurso natural, científico y económico*

Participación en el Starlight beyond Light Pollution International Conference, La Palma.

- *Starry Sky as a natural, scientific and cultural heritage for the astrotourism: Starlight Certifications*

Revisión del libro de Proceedings del Congreso *The right to dark skies/derecho a los cielos oscuros*, México, organizada por UNAM, CONACYT y UNESCO (México).

Participación en comités de evaluación en caracterización de la atmósfera para astronomía. El *Sky Team* sigue siendo también un enlace institucional entre diferentes departamentos para coordinar cualquier esfuerzo encaminado a la caracterización y protección del cielo de Canarias. En particular se destaca para el CTA, el EST y la OTPC con la que se mantiene una permanente intervención (<http://www.iac.es/OTPC>).

HITOS

Informes preparados para la Delegación del TMT:

- *Summary of the site testing results at the Roque de los Muchachos Observatory (marzo 2016)*
- *Viability of high quality observations of the Galactic Center from the ORM (mayo 2016)*

Preparación de bases de datos de los parámetros de óptica atmosférica y meteorología.

Acompañamiento a la Delegación del TMT en las visitas al IAC y a los OOCC.

Publicaciones:

- *Thirty Years of Atmospheric Extinction from Telescopes of the North Atlantic Canary Archipelago (B. Laken, H. Parviainen, A. García-Gil, C. Muñoz-Tuñón, A.M. Varela, S. Fernández-Acosta & P. Pallé), Climate of Journal, Vol. 29, N.1, 227-240*
- *The bistatic geometry for Na profiling with LGS at Teide Observatory (J.A. Castro-Almazán, A. Alonso, J.J. Fuensalida, D. Bonaccini Calia, M. Centrone, I. Montilla, M. Reyes and C. Muñoz-Tuñón), Proceedings of the SPIE, 07/2016, 99093M*

- *A semiempirical error estimation technique for PWV derived from atmospheric radiosonde data (J.A. Castro-Almazán, G. Pérez-Jordán and C. Muñoz-Tuñón) AMT, 9-9, 2016, pp.4759-4781*
- *Precipitable Water Vapour at the Canarian Observatories (Teide and Roque de los Muchachos) from routine GPS (J.A. Castro-Almazán, C. Muñoz-Tuñón, B. García-Lorenzo, G. Pérez-Jordán, A.M. Varela and I. Romero.) Proceedings of the SPIE, 07/2016, 99100P*

Obtención de subvención del MINECO para Infraestructura.

Actividad docente

Se ha impartido un curso de 20 horas de Iniciación a la Astronomía: Astroturismo, dentro del programa Universidad para Mayores del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna. Ampliado con 50 horas de actividades externas y vistas al Museo de la Ciencia y el Cosmos, al ORM, al OT y al IAC.

Se imparte el 40% de la asignatura Electrónica y Óptica en Astrofísica de 4º del Grado de Física de la Universidad de La Laguna.

Dirección, organización e impartición de un Curso de Monitores Starlight (internacional) en Gredos (Ávila).

Entre noviembre y diciembre de 2016, el estudiante del Grado de Físicas de la Universidad de La Laguna P. Rodríguez Beltrán realizó sus prácticas de empresa en el grupo con un trabajo titulado: *"Puesta on line en tiempo real de los datos de la estación meteorológica de Las Moradas (ORM)"*.

Otras actividades y divulgación

- Se ha respondido a consultas requeridas por grupos externos relacionados con la caracterización de sitio y se ha dado apoyo y respuesta a otros colectivos a través de la Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3) del IAC y de la prensa, radio y televisión.
- Participaciones periódicas en el podcast de radio de actualidad y divulgación científica "Coffee Break" (<http://www.podcastcoffeebreak.org>).
- Seminario sobre *"Caracterización de los Observatorios de Canarias"*, Máster de Astronomía de la Universidad de La Laguna.
- Participación en las Jornadas de Igualdad de Género para alumnos de secundaria, organizadas por

la Universidad de La Laguna (OT, Tenerife) con la charla titulada: *"Mujeres en Astronomía"*.

- Charla *"Mujeres y Ciencia. Presente y Futuro de la Astrofísica en Canarias"*. 12º Plenaria de la Red de Política de Igualdad entre Hombres y Mujeres en los Fondos Comunitarios (Tenerife).
- Charla sobre *"Razones para no apagar las Estrellas"*, IV Jornadas de Humanismo y Felicidad, celebradas en Garachico (Tenerife).
- Publicación del artículo *"Luminiscencias Atmosféricas: El Airglow y la Luz Zodiacal"*, Paralajes, IAC.
- Conferencia sobre *"Mujeres en Ciencia y en Astronomía"*, Alumnos del IES Magallanes, Granadilla.
- Participación en las Jornadas sobre Contaminación Lumínica de Fuerteventura *"Fuerteventura: Reserva Starlight. El cielo estrellado: un recurso a proteger"*.
- UNED, Cuenca. *"El cielo estrellado como un recurso natural: certificaciones Starlight y astroturismo"*.
- Parlamento de Navarra, Pamplona. *"El cielo estrellado como un recurso natural: certificaciones Starlight y astroturismo"*.
- Congreso de Turismo Digital de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria. *"Destinos Turísticos y Reservas Starlight: el cielo estrellado como patrimonio cultural, científico y recurso natural para el turismo de estrellas"*.
- Universidad de Verano de La Palma. *"El turismo de estrellas: un nuevo potencial creador de identidad turística"*.
- Jornada Divulgativa del proyecto Menorca Starlight, Consell Insular de Menorca y Menorca Reserva de la Biosfera. *"Iniciativas Starlight en el Mundo: éxitos y oportunidades"*.
- Semana de la Ciencia y la Innovación de Canarias, Museo Elder, Las Palmas de Gran Canaria. *"El cielo de Canarias desde Piazzi Smith"*.
- Se han realizado tres auditorías Starlight:
 - *Destino Turístico Starlight de Islas Atlánticas (Galicia)*
 - *Destino Turístico Starlight de Monfragüe (Extremadura)*
 - *Reserva Starlight de Los Pedroches (Córdoba)*
- Uno de los miembros del equipo es responsable del Servicio MultiMedia (SMM) del IAC, coordinando los trabajos relacionados con animación 3D, fotografía y diseño gráfico, que solicita el personal del IAC bien tanto para actividades de divulgación como para congresos científicos, exposiciones, reportajes para instrumentación, etc.

MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

E.J. Cadavid Delgado, J.A. Morrison Price, J.J. González Nóbrega, J.E. García Velázquez y P.A. Ayala Esteban.

INTRODUCCIÓN

En el año 2016, el Servicio de Mantenimiento Instrumental, como en los años anteriores, realizó las labores normales que tiene asignadas.

En este año se terminó con el cambio de codificadores del telescopio IAC-80, finalizaron los trabajos de remotización de los TTNN, se instaló el nuevo sistema de FOVIA y empezaron las pruebas del nuevo sistema de control de las cúpulas. También se trabajó en el cambio de emplazamiento de la Planta de Aluminizado del Taller de Mecánica a la zona de almacén de la Sala AIV.

Durante el año 2016 se facturaron a los proyectos un total de 6.212 horas. La distribución por proyectos se ve en el Gráfico I.

Como siempre, el Proyecto 3I1101, Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC, fue el más importante.

En el Gráfico II vemos cómo se distribuyeron los trabajos. La diferencia entre los telescopios TCS e IAC-80 se debe principalmente a una reparación compleja en el PC de Control del IAC-80 y a que hubo que repetir el aluminizado del mismo telescopio. El apartado "Varios" refleja los tiempos empleados en las actividades comunes tales como la remotización de los telescopios, los nuevos codificadores, el nuevo FOVIA y principalmente las horas empleadas en el nuevo control de cúpula.

No se realizó el mantenimiento anual de LIRIS. La causa fue la de falta de local en el WHT. El antiguo local

Gráfico I

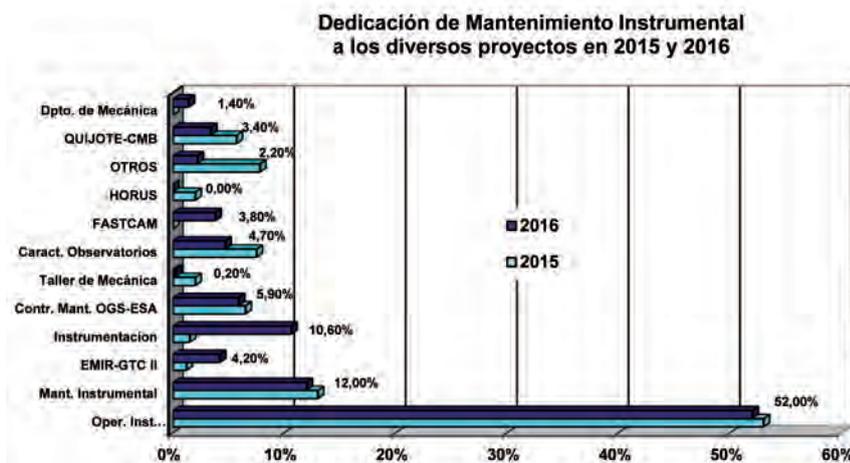
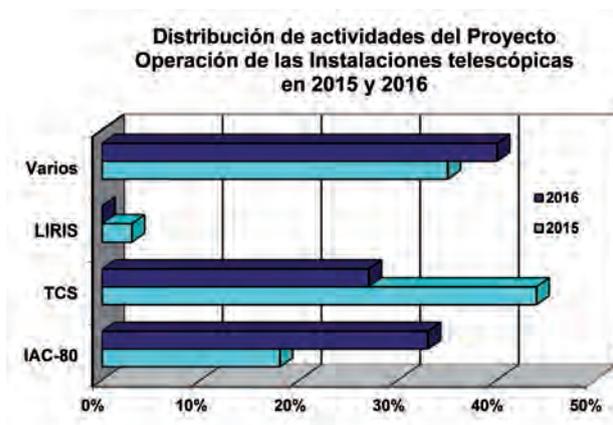


Gráfico II



está ocupado por una serie de útiles de WEAVE y la sala limpia que se había utilizado se trajo a la Sede Central. A lo largo de 2017 habrá que estudiar cómo realizar el mantenimiento anual a partir de ahora.

En relación con los demás proyectos, debemos resaltar los trabajos de traslado de la Planta de Aluminizado y el montaje de la Sala Limpia Portátil que utilizaba LIRIS. Ambos trabajos financiados por el Área de Instrumentación. También, se llevaron a cabo una serie de trabajos de apoyo a EMIR, QUIJOTE y AOLI.

En cuanto al servicio de Mantenimiento Instrumental, este año se invirtió en formación en programación de microcontroladores: dos técnicos han realizado dos cursos de ARDUINO y uno un curso avanzado de LabView.

HITOS

Nuevo controlador de las cúpulas de los telescopios TCS e IAC-80. Seguimos el desarrollo del nuevo controlador de las cúpulas utilizando un PIC. Se está finali-

zando la programación de la del control de giro y comunicaciones con el PC de Control. Se han realizado algunas pruebas en el telescopio TCS que permitieron localizar algunos errores menores, pero se puede concluir que en general el sistema funciona dentro de los esperado.

Nuevos codificadores para los Telescopios Nocturnos (TTNN). Ya sustituimos los dos codificadores del telescopio IAC-80 y funcionan correctamente.

Remotización de los TTNN. Se finalizaron los trabajos.

Nuevo FOVIA. Mantenimiento Instrumental participó activamente en la sustitución del software y hardware de FOVIA, que funciona correctamente en ambos telescopios.

Revisión, en cuanto a seguridad, los procedimientos utilizados en OGS. Las nuevas versiones ya están redactadas y se implantarán una vez realizada la revisión por parte de la UPRL y aprobada su implantación.

Traslado de la Planta de Aluminizado.



Planta de Aluminizado en su nuevo emplazamiento.

OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

La OTPC ha continuado con las labores de emisión de informes técnicos e inspección a instalaciones de alumbrado. En el 2016 se han realizado 193 inspecciones, se han formulado 48 denuncias y se han resuelto 29 denuncias. La mayoría de las inspecciones y denuncias son en instalaciones de alumbrado con nuevas tecnologías LED de luz azulada y sin los preceptivos informes técnicos del IAC, de letreros luminosos encendidos después de las 24 h o por excesivo brillo. La colaboración de la Consejería de Industria, al amparo del Reglamento RD.1890/2008, continúa siendo nula por lo que *cada vez resulta más difícil hacer cumplir la Ley*. El número de informes técnicos han subido en un 63% (142). Los registros de salida se han reducido a 110 y los de entrada se ha aumentado a 177; el número de correos electrónicos para consultas fue de 1.460 mensajes (973 en consultas a instalaciones y 487 de luminarias). Prácticamente, la totalidad de los proyectos recibidos para realizar informes han sido de forma digital, en PDF, por lo que se ha implantado perfectamente este procedimiento y reducido drásticamente el uso del papel.

La inactividad desde 2013 en las funciones de la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias, respecto a las infracciones en los alumbrados de exteriores, al amparo del Reglamento RD.1890/2008, está haciendo peligrar el buen mantenimiento de la calidad astronómica.

Se continúa instalando la tecnología led ÁMBAR IAC (PC-ÁMBAR) con las limitaciones elaboradas por la OTPC. Hemos tenido problemas en las instalaciones de alumbrado sustituidas en Puntagorda y Tíjarafe ya que disponían de proyectos legalmente autorizados para el uso de led Ámbar Puro y durante su puesta en marcha han cambiado a la tecnología ÁMBAR IAC sin las limitaciones para su uso y saltándose los procedimientos previos y preceptivos para su autorización.

En el OT, continúa funcionando el ASTMON de forma adecuada desde el 2011 y, sin embargo, el instalado en el ORM en el 2014 ha dado fallos por la caída de un rayo. Ha sido reparado a finales de año y está prevista su puesta en marcha en los primeros meses de 2017.

No han habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios (solo consul-

tas por el uso de drones) ni por sobrepasar los niveles de campo electromagnético.

Seguimos a la espera de que el Consejo de Estado apruebe las modificaciones del Reglamento de la Ley del Cielo para incluir, entre otros, la tecnología de iluminación con ledes.

LABORES REALIZADAS POR LA OTPC DURANTE 2015

Divulgación

- “Aplicación de la tecnología led en las zonas protegidas del IAC”, dentro de “Un nuevo modelo energético para La Palma”, celebrado en La Palma, abril de 2016.
- “Site Protection Experience and Updated Regulations in Canary Islands Observatories” dentro de “TMT”, celebrado en Tenerife, abril de 2016.
- “Estudio comparativo de leds PC-ÁMBAR frente a la aplicación de filtros con leds BLANCOS en zonas de protección medioambiental o astronómica”, dentro del “XLII Simposium Nacional de Alumbrado”, celebrado en San Sebastián, mayo de 2016.
- “Site Protection Experience and Updated Regulations in Canary Islands Observatories” dentro de “Starlight beyond Light Pollution”, celebrado en La Palma, julio de 2016.
- “Estudio de ledes BLANCOS VS LEDS AMBAR” dentro de las “Jornadas de Contaminación Lumínica y Sello Starlight”, celebrada en la Isla de Fuerteventura, octubre de 2016.
- “Estudio comparativo de ledes de ÁMBAR PC-ÁMBAR VS FILTRO ÁMBAR” dentro de la “III Reunión de la Red Española de Estudios sobre Contaminación Lumínica”, celebrada en La Palma, octubre de 2016.

Colaboraciones

Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) para la actualización de la recomendación sobre instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos. Igualmente, se continúa colaborando con la iniciativa STARLIGHT.



III Reunión de la REECL organizada por la OTPC.

A nivel nacional, somos miembros de la Red Española de Estudio sobre Contaminación Lumínica (REECL) en la que participan varias universidades españolas y otras instituciones nacionales.

Medidas, Control y Calidad

Medidas del fondo del cielo: Se continúa con las medidas usando el foto-diodo en el OT y ORM y el “All Sky” ASTMON en el OT.

CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP)

En la actualidad, las Instituciones Usuarias que utilizan las instalaciones del CALP de forma permanente son las siguientes: IAC, GTC y MAGIC. Destacan además la continuidad de los convenios firmados con la empresa Canalink y el Gobierno de Canarias para operar, respectivamente, instalaciones de comunicaciones y una estación medioambiental de medición de la calidad del aire.

Se colaboró de forma activa, en diversas tareas relacionadas con divulgación, cursos y congresos cele-

brados en La Palma. En ese sentido, se fomentó la visita de centros escolares de la Isla que imparten ciclos formativos de informática al Nodo de Supercomputación La Palma ubicado en el CALP.

Se han realizado en las instalaciones del CALP diversos cursos de capacitación en primera intervención, emergencias sanitarias, y riesgos laborales, dirigidos a personal del IAC y de las Instituciones Usuarias del Observatorio.

SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

El cometido principal del SIC es prestar al usuario del IAC todos los servicios necesarios para la realización de su trabajo informático. Esta labor consume gran parte de los recursos del SIC. Al ser la informática una rama de la tecnología en constante evolución, el SIC emplea también sus recursos en la mejora, actualización y puesta al día de sus propios recursos en beneficio del usuario. Para aumentar la interacción entre los usuarios y el SIC, existe el Comité de los Servicios Informáticos (CSI) y la carta de servicios. Dentro de los objetivos mencionados anteriormente, el SIC ha desarrollado, a través de sus distintos grupos, las siguientes tareas y proyectos:

SISTEMAS Y COMUNICACIONES (GSC)

Actualizaciones

A lo largo del año hemos seguido monitorizando y gestionando todo el equipamiento del que disponemos, además de revisar el estado del mismo. Una de las actividades habituales es ir actualizando diferentes servicios, ya sea el hardware, software o ambas. Dentro de las actualizadas tenemos entre otros los servicios de autenticación, VMWare, SAP, servicio Web, gestor de equipamiento Cisco, gestor de logs.

REdIRIS

Con RedIRIS hemos seguido colaborando para la implantación y puesta en producción de una red privada (VLAN) entre ORM y Warwick. Esta VLAN es para el Proyecto "The Gravitational Wave Optical Transient Observer (GOTO)" que necesita analizar los datos en tiempo real y por ello hace falta que tengan un gran ancho de banda.

La "Lavadora" es un servicio que nos ofrece RedIRIS para el análisis de antivirus y malware del correo electrónico, y que durante este año ha cambiado de proveedor llevándonos un gran esfuerzo adaptarnos a la nueva plataforma. También se han iniciado los trámites para acogernos al servicio de RedIRIS de conexión a la red SARA (red privada para la administración pública).

Durante este año, RedIRIS propuso a sus más de 500 instituciones afiliadas una competición llamada "Reto de velocidad IPv6" y el IAC ha quedado la 2ª clasificada. El reto consistió en un desafío tecnológico inspirado en otra competición organizada por Internet2

que consiste en conseguir la máxima velocidad de transferencia de datos entre dos puntos usando el protocolo IPv6.

Directorio Activo

Desde hace más de 20 años en el IAC hay dos sistemas de autenticación para acceder al escritorio de los ordenadores de sobremesa porque teníamos dos mundos diferentes en sistemas operativos Windows y Unix. Hace unos años tomamos la decisión de que la tecnología ya estaba suficientemente madura y con uno sólo se podía dar servicio, y optamos por seguir con Directorio Activo de Microsoft. Para realizar la migración se han ido dando pasos, y durante este año se ha avanzado bastante al cambiarse el sistema de autenticación de algunos servicios y en el caso de los clientes Linux se ha conseguido definir una configuración que funciona correctamente. Durante este año se ha conseguido reducir las consultas diarias a LDAP de 35.000 a 12.600.

Observatorio del Teide - OT

En el Observatorio del Teide se ha seguido colaborando y ayudando en la implantación de las redes de comunicaciones de los nuevos telescopios e instrumentos. También se ha colaborado en la definición e implantación de las comunicaciones de las diferentes reformas que se han realizado en la sede de La Laguna.

WEAVE

En el marco del Proyecto WEAVE se han realizado diferentes acciones. La principal de ellas es el diseño para habilitar la colaboración entre diferentes instrumentos distribuidos en varios países usando la infraestructura de red del IAC. En este diseño se centralizaron todas las comunicaciones en la Sede Central del IAC usando redes virtuales privadas (VPN) desde los lugares remotos. También, en otra fase del Proyecto se proveyó de infraestructura virtual para el análisis de los datos.

Subvenciones

Durante este año, se estuvo preparando la documentación necesaria para solicitar subvenciones para actualizar el equipamiento del almacenamiento centralizado, los centrales de red, los servidores para la vir-

tualización y mejorar el sistema de copias de seguridad. También se está estudiando el mercado en cada uno de los tipos de equipamiento a actualizar para ver qué solución es la que mejor se adapta al IAC.

Migración y monitorización

En el entorno Windows se ha iniciado la migración de los servidores a Windows 2016 y se ha continuado con la migración del gestor de base de datos de Microsoft SQL. Con la monitorización de los servicios, se ha dado otro paso para seguir ampliando la configuración del servidor de monitorización.

Rendimiento de la Red

Se ha iniciado un análisis más profundo del rendimiento de la red del IAC, con el objeto de saber dónde están los cuellos de botella o qué configuraciones en los clientes se deben cambiar para mejorar el rendimiento. Para empezar, se acometieron dos acciones diferenciadas una fue el servicio de RedIRIS "HawkEyes", para lo que se pusieron sondas en cada una de las sedes. La otra acción fue analizar el rendimiento de copiar con el protocolo iSCSI entre un servidor y las cabinas de almacenamiento centralizado de La Laguna y el CALP.

Videoconferencia y owncloud

Una de las demandas de los usuarios era el poder organizar videoconferencias personales o en grupo. Para ello, se estudió el mercado y se propuso la contratación del servicio online "Zoom". También se inició el estudio e implantación de un servicio de almacenamiento en la nube, para ello se eligió el software gratuito owncloud.

OTRS

El SIC utiliza el software OTRS para la gestión de incidencias, y se inicia el estudio de cómo extender su uso para otras Áreas y servicios del IAC.

La Palma III

Como el Barcelona SuperComputing (BSC) va a cambiar de equipamiento y distribuir entre los distintos nodos el antiguo, se han revisado las necesidades y capacidades del IAC para diseñar el cambio de nuestro equipamiento a lo que sería LaPalma III. El nuevo equipamiento sería nueve veces más rápido que el anterior y con el mismo consumo de potencia. La instalación de LaPalma III está prevista para 2017. Además, se ha seguido ayudando a los investigadores del IAC a usar el

superordenador TeideHPC, además de dar soporte a los usuarios que tiene el superordenador LaPalma.

Esquema Nacional de Seguridad (ENS)

Se ha continuado con la implantación del Esquema Nacional de Seguridad (ENS), revisando la definición de activos con cada uno de los responsables del mismo. También se ha realizado una auditoría de seguridad sobre los servicios.

Transvulcania

Se ha seguido colaborado con la organización de la Transvulcania para ayudar en la retransmisión en directo del evento.

Cursos - formación

- Curso "SAP EHP Installation and Upgrade ADM328" impartido en el IAC.
- Curso de Drupal "Site Building", impartido en el IAC.
- Curso online del ENS "IAC-Conciencia".
- Congreso sobre seguridad informática "Hackron III".
- Jornadas Técnicas de RedIRIS.

Dentro de las actividades de formación en seguridad dirigida a los usuarios, se impartió la charla "Charla seguridad informática" sobre el uso de los navegadores de internet y el correo electrónico.

Visitas

Cada vez más, los Institutos de Enseñanzas Medias (IES) se interesan por nuestras instalaciones y piden visitarlas. Durante el año hay varias visitas de los alumnos de diferentes IES al Superordenador en el CALP o al CPD en La Laguna.

ANÁLISIS Y DESARROLLO (GAD)

Mantenimiento SAP

- Apoyo a los Consultores, Usuarios Claves y Propietarios de los Procesos en la implementación de las modificaciones priorizadas por el Grupo de Procesos del IAC. Módulos de Recursos Humanos (HCM), Finanzas (FI/CO), Presupuestaria (EA-PS), Proyectos (PS), Compras (MM), Subvenciones (GM/Justificaciones), módulo de Viajes (FI-TV) y de Inventario (MM-IM) y en desarrollos (Firmas, Emisión de Facturas, Justificación Externa, Listados OC., Informe de Proyectos, Informes Presupuestaria, Informe Pago Facturas).

- Viajes (FI-TV): Desarrollo de la Presolicitud Web conjuntamente con el Servicio Informático Específico de Investigación (SIE). Incorporación automática de la presolicitud al sistema SAP. Desarrollo de la aplicación del Cierre de Viaje. Dos versiones de los listados para las Áreas la y para justificación de las subvenciones del Plan Nacional: desglose de viajes por dietas, el comprometido, el cierre del viaje, anticipos, etc. (versión 1) y ampliación del mismo con detalles necesarios para la justificación, desglose de comprobantes por día (versión 2).
- Recursos Humanos (HCM): Implantación del Sistema Liquidación Directa (SLD) que sustituye el sistema de notificación a la Seguridad Social. Creación del listado automático en Web de Gente Viajando y de Calendario de Ausencias del Personal.
- Finanzas y Presupuestaria (FI/CO, EA-PS): Apoyo en la definición e implantación de Costes en SAP (CO) y gestión del contrato con la empresa Roadmap para su implantación. Integración con sistemas de Hacienda de factura electrónica (FACE). Ajustes del informe para la declaración del IRPF (modelo 190).
- Compras (MM): Actualización del informe del tiempo de pago medio de facturas.
- Proyectos (PS): Envío por correo mensual y automático de los informes económicos de los proyectos a los Jefes de Proyecto.
- Sistema y Basis (GEN): Colaboración con los SAP Basis (Grupo de Sistemas y Software) en las tareas de actualización de sistemas y versiones (subida al Stack 18 de SAP ERP 6.0).
- Fin de la migración de todas las incidencias de los datos del Solution Manager de SAP al actual software del Centro de Atención al Usuario (OTRS).
- Apoyo a los Usuarios Claves y Propietarios de los Procesos en los cambios de los distintos módulos a través de los grupos de Mejora Continua (Recursos Humanos, Proyectos, Compras y Finanzas/Presupuestaria).
- Apoyo en las labores técnicas de cuadro y cierre de ejercicio 2016 en SAP (Presupuestaria y Recursos Humanos).
- Apoyo y desarrollo de los roles para los distintos usuarios de SAP de todos los módulos. Mantenimiento y procesado de incidencias de SAP en productivo de todos los módulos.
- Exportación Datos de Nómina del sistema antiguo del Grupo Castilla (Epsilon). Contratación de dicho

servicio y apoyo a los usuarios clave y responsables del proceso para el volcado de datos históricos de nómina antiguos (2006-2010) para su archivado y consulta futuros.

Administración Electrónica

Entrada en producción del sistema Gestión Integrada de Servicios de Registro (GEISER), con el apoyo funcional a los usuarios clave. Comienzo de la integración de la sede electrónica con dicho sistema. Apoyo en demás software: Badaral, Siltra, Docuconta. Comienzo con la adaptación obligatoria al nuevo Suministro Inmediato de Información (SII) para cuadrar con los datos de la Seguridad Social (continúa 2017).

Comienzo Proyecto Sede Electrónica

Participación en el Proyecto con dos ingenieros y un técnico. Ver ANEXO I. (Continuará en 2017).

Comienzo Proyecto Web

Participación en el Proyecto con una ingeniera. Ver ANEXO II. (Continuará en 2017).

Proceso del CAT

Mantenimiento de las aplicaciones para el CAT Nocturno y Diurno. Incorporación de nuevos tiempos: CAT China (CATCHI), Verificación Científica EMIR (ESCIVER) y Tiempo Especial Polarimetría CIRCE (CIRCEpol).

Cursos - formación

En el 2016 se realizaron los cursos:

- SAP: "SAP EHP Installation and Upgrade ADM328". 21 al 25 de noviembre.
- Drupal: "Site Building": 12 al 16 diciembre.
- Administración Electrónica:
 - Curso Esquema Nacional Seguridad (online obligatorio).
 - "Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas". 30 septiembre, 3 y 5 de octubre.
 - "Ley de Régimen Jurídico del Sector Público (Ley 40/2015)" 15 y 17 y 20 de junio.
 - "Firma electrónica de documentos, aspectos jurídicos" (online).
 - "Sede electrónica" (online)
- INAP: "Gestión y Dirección de Proyectos" (online).
- "Prestación de Servicios con Orientación al Usuario" (junto con el Área de Administración).

Colaboración en proyectos

Apoyo a Axia Corpore en la realización de la Consultoría de la LOPD en lo relativo a las aplicaciones mantenidas por el Departamento.

Apoyo a las Áreas

Proceso trianual del Comité de Asignación de Tiempos CAT Nocturno del IAC (2 convocatorias de Nocturno + 1 extendida, 1 de Diurno/solar), apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud del IAC (Comisión de Emergencias), a la Comisión de Formación Continua del IAC (COF), supervisión de la conexión directa con los técnicos del Control Horario (Spec) y a los desarrolladores de software de órdenes a talleres (empresa Avantic) para el Área de Instrumentación.

Tareas continuas

Mantenimiento de las aplicaciones mientras sean sustituidas por la entrada en producción de SAP.

Mantenimiento de los servidores de BD y de aplicaciones que dan soporte a los desarrollos que son mantenidos por el Departamento. Establecimiento de las estrategias de recuperación oportunas en colaboración con los demás departamentos del SIC.

Supervisión de la organización de la Sala de Servidores del IAC.

Mantenimiento de licencias y actualización de software de desarrollo para los entornos de acceso a datos (Visual Studio, .NET, Access, Oracle Weblogic).

Preparación de las aplicaciones del Área de Administración para el ejercicio Contable 2017 antiguas no cubiertas por SAP (Registros, Export, Analítica, Compras).

Atención al usuario, resolución de incidencias relativas a las aplicaciones de uso común del centro mantenidas directamente por el departamento.

CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO Y OPERACIONES

Gestión de congresos, gestión íntegra de compras informáticas del IAC (490.000 €), gestión de portátiles de préstamo, mantenimiento de equipos informáticos (sin mantenimiento de equipos de empresa externa, reutilizando equipos rotos), equipos audiovisuales en el aula (sin mantenimiento externo), gestión de telefonía IP, visitas rutinarias a los Observatorios (una vez a la semana en el ORM y una vez al mes en el OT), visitas bisemanales al Departamento de Astrofísica y CCA.

Creación y gestión de más de 3.300 incidencias directas.



Número de incidencias abiertas y cerradas por el CAU en el año 2016.

ANEXO I: PROYECTO SEDE ELECTRÓNICA (Proyecto transversal)

El 14 de julio de 2016 se acuerda por la Dirección el comienzo el Proyecto *Sede Electrónica del IAC* a propuesta del Administrador de Servicios Generales (SSGG), al objeto de cumplir con la normativa vigente respecto a las obligaciones en materia de administración electrónica y, muy especialmente, con la entrada en vigor de la nueva Ley 39/2015 de Procedimiento Administrativo Común para la AGE.

La Sede Electrónica ofrecerá inicialmente el acceso a determinados procedimientos (a prueba de versión piloto), como por ejemplo los relacionados con la Oficina Técnica de Protección del Cielo (OTPC), un procedimiento para instancias genéricas y un procedimiento para la selección y contratación de personal. Además, se ha considerado conveniente llevar a cabo durante el desarrollo del proyecto la implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad bajo estándares como los de la norma ISO 9001 para el Proceso de Selección y Contratación.

Los procedimientos inicialmente aprobados a implantar en Sede son:

- Instancia General
- Solicitud de Certificación de Lámparas y Luminarias (OTPC)
- Solicitud de Emisión de Informe Técnico (OTPC)
- Solicitud de Emisión de Certificado de Exención Aduanera (SSGG)

En una fase inmediatamente posterior:

- Proceso de Selección y Contratación (RRHH)

Tras un estudio inicial se decidió la implantación de la solución técnica mediante la plataforma denominada "Acceda en la nube" que ofrece la Secretaría General de Administración Digital (SGAD, antigua DTIC) dependiente del Ministro de Hacienda y Función Pública.

El Proyecto *Sede Electrónica* es un proyecto transversal a todo el IAC. En el futuro se irá ampliando el catálogo de procedimientos ofrecidos del IAC al ciudadano. Está promovido por la Administración de Servicios Generales y se articula en base a los siguientes órganos:

Jefe del Proyecto	M. Gómez
Gestor del proyecto	R. Díaz Campos
Comité de seguimiento	Grupo de Procesos
Equipo técnico	R. Díaz Campos C. Westendorp Plaza J. M. Ramos Aguilar

Hay que destacar la interacción con miembros del Centro de Atención del Usuario (CAU) en cuanto a la instalación, solicitud y uso de certificados digitales.

Además hay personal del Grupo de Sistemas y Comunicaciones que colaboran en diversas tareas, como es la configuración de Gestión de Incidencias (OTRS) para ampliarlo a la inclusión de atención al ciudadano en primer nivel.

Para detallar los diferentes procedimientos se ha contado con la colaboración de los diferentes implicados de las distintas Áreas y Departamentos: F. de la Paz Gómez y F.J. Díaz Castro (OTPC), A. Ruigómez Momeñe y C. García de Sola Moyano (RRHH), I. Fernández Furrós (Investigación), D. Paredes Martín y R.M. González Gómez (ASSGG).

Progreso del Proyecto

Durante este año se han completado las siguientes actividades:

- Auto-formación en la parametrización de la plataforma Acceda en la nube (de la DTIC).
- Elaboración del Convenio con la SGAD para poder usar la plataforma.
- Elaboración y gestión de la publicación en el BOE de la resolución de la creación de la sede.
- Puesta en funcionamiento de una Oficina de Registro dentro del marco de la encomienda de Gestión de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (FNMT) para la prestación de servicios de certificación electrónica que nos permite emitir los certificados de Administración Pública.
- Gestión de los certificados de sede (*iac.gob.es*).
- Gestión de la adquisición del Dominio reservado a instituciones gubernamentales que requiere identificación previa.
- Gestión de la futura contratación de modificaciones al software de Acceda a realizar por la SGAD para incluir acceso de usuarios sin NIF/NIE.
- Adecuación a los procesos de la OTPC y de Instancia Genérica.
- Contratación de la consultora para implantar un sistema de Gestión de la Calidad para la futura inclusión del Proceso de Selección y Contratación.
- Participación en las reuniones de trabajo con la consultora.
- Elaboración de la sede en Acceda en pre-producción.
- Formación en Certificados Electrónicos en lo relacionado con la Sede y para la formación del Centro de Atención al Usuario (CAU) en el uso de certificados para la firma electrónica.

ANEXO II: PROYECTO WEB (Proyecto transversal)

En abril de 2016 comienza el *Proyecto Web*, que nace con el objetivo de:

- Crear una plataforma que facilite la Publicación y Gestión de contenidos del IAC de una forma integrada
- Definir el modelo de gestión de esta información basándose en la definición de roles y responsabilidades

La plataforma debe servir para:

Mostrar a todos:

- Información institucional
- Observatorios de Canarias: características, instalaciones y servicios
- Proyectos y actividad científica
- Programas de formación
- Actividades de divulgación
- Transparencia

Facilitar el acceso de los empleados a información interna y a ciertos servicios electrónicos:

- Zona privada del empleado
- Información institucional
- Información laboral
- Información y áreas de trabajo para Comités, Comisiones y Unidades del IAC
- Información sobre proyectos del IAC

El *Proyecto Web* es un proyecto transversal a todo el IAC. Está promovido por la Subdirección y se articula en base a los órganos que aparecen en el cuadro de la derecha.

La participación en el Proyecto va más allá de las personas nombradas, pues se ha involucrado en la definición de requisitos y funcionalidades y en la revisión de los resultados de las distintas fases del Proyecto a personal de todas las Áreas del IAC.

Hay que destacar la participación de la UC3 en el diseño visual de ambos portales Web.

Jefe del Proyecto	C. Martínez Roger
Gestor del Proyecto	C. Martín Galán
Comité de seguimiento	Grupo de Procesos C. del Puerto Varela A. Jiménez Mancebo
Equipo técnico	C. Martín Galán S. Delgado Marante E. Zatón Martín J. Luna López J. A. Pérez Prieto I. Plasencia García J. Gutiérrez Rodríguez

Progreso del Proyecto

Durante este año se han completado las siguientes actividades:

- Entrevistas a los distintos interesados en el Proyecto, personas que actualmente publican en la Web o que son especialistas en contenidos que se quiere publicar en la Web.
- Prototipos de ambos portales web que reflejan la arquitectura de contenidos y la navegación acorde a los requisitos y a los perfiles de los potenciales usuarios.
- Diseño visual de la Web.
- Estudio detallado de la estructura de los contenidos, la relación y etiquetado de los mismos para facilitar el filtrado y la búsqueda de información en la Web. Toda esta información se está verificando con los responsables de contenidos.
- Inventario de la Web externa e interna actual y la equivalencia de arquitecturas y contenidos para determinar qué contenidos permanecerán en el nuevo portal.
- Diseño de la plataforma tecnológica para dar solución a ambos portales.

BIBLIOTECA

En 2016, la biblioteca ha mantenido su oferta de servicios adquiriendo libros, revistas y otras publicaciones, prestando libros, ofreciendo acceso online a revistas, manteniendo la Web de la Biblioteca, informando y atendiendo al personal del IAC, respondiendo a las solicitudes de otras bibliotecas, etc.

Se ha seguido con la política de adquisición establecida en 2012 por el Comité de Dirección centrándose en la Astrofísica y buscando el ahorro mayor posible, sin dejar de ofrecer a los usuarios un acceso fácil a las publicaciones que necesiten.

Se ha mantenido la colaboración con la biblioteca del Isaac Newton Group of Telescopes (ING) y se han renovado las suscripciones conjuntas IAC-ING a varias revistas importantes, aunque no se ha podido negociar ninguna nueva licencia conjunta.

En las adquisiciones de libros, como se viene haciendo desde hace unos años, se ha privilegiado la compra de libros en formato electrónico, comprando las series "*IAU Symposium and Colloquium Proceedings Series*", "*Astronomical Society of the Pacific Conference Proceedings*" y "*European Astronomical Society Series*". Se ha renovado la suscripción a la SPIE Digital Library que permite el acceso a toda la colección de *SPIE Proceedings*, fundamental para los proyectos de desarrollo de instrumentos del IAC.

También se ha adquirido la colección de libros electrónicos de Física y Astronomía de 2016 de la Editorial Springer, completando esa colección que abarca desde 2009 hasta 2016. Aunque en menor medida, se siguen comprando libros en papel normalmente a petición de usuarios y usuarias.

La Biblioteca ha renovado su participación en la licencia nacional gestionada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), para el acceso a las bases de datos de ISI Web of Knowledge. Ha estado presente también, a través del representante de los Organismos Públicos de Investigación (OPIs), en las negociaciones de una licencia nacional para acceder a las revistas electrónicas de la Editorial Elsevier. A pesar

de haber conseguido ciertos avances, a última hora no se alcanzó el acuerdo con la Editorial. Por lo tanto, en 2017 la biblioteca tendrá que adquirir una licencia individual con dicha editorial similar a la que tenía hasta ahora.

A mediados de año, la sala de control remoto de telescopios instalada en 2015 en una parte de la sala de revistas para que el grupo de operaciones de telescopios pudiera realizar pruebas con los telescopios IAC-80, TCS y JKT, fue trasladada a otra sala fuera de la Biblioteca para ser ampliada.

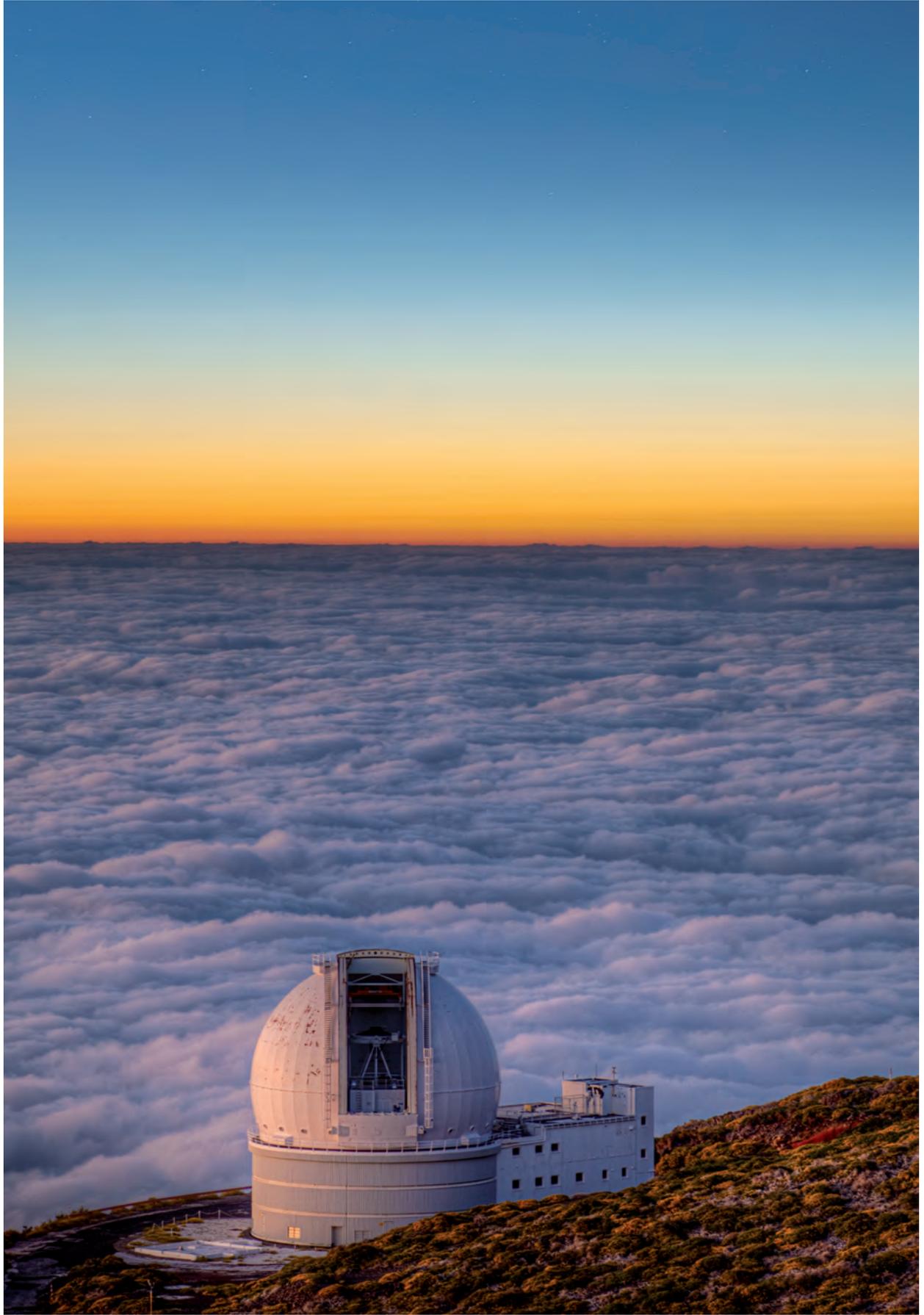
A finales de año, se procedió a reparar la zona de la sala de revistas que sufrió una inundación en 2015. Para ello, se vaciaron, desmontaron y trasladaron todos los archivos compactos de la zona afectada a otra zona de la sala de revistas que no tiene riesgo de inundación.

El techo de la zona afectada fue reparado y preparado para minimizar el riesgo en caso de fuga de agua. Dicha zona ha sido transformada en zona de trabajo y de lectura dotándola de una mesa amplia con sillas y conexiones eléctricas para portátiles. También, se utiliza para mini reuniones y videoconferencias. Semanalmente se celebran los cafés científicos y los cafés del Journal Club del IAC.

Finalmente, como viene siendo habitual en los últimos años, la Biblioteca ha colaborado con otras Áreas o Departamentos del IAC en temas bibliográficos y bibliométricos, recopilando en particular los indicadores de calidad de la producción del IAC para los informes de evaluación del Programa de Excelencia Severo Ochoa.

Asimismo, ha continuado ayudando en la actualización de la base de datos de la producción científica del IAC, IACPub mantenida por el Área de Investigación.

Además, ha colaborado en proyectos transversales del IAC tales como el Proyecto de aplicación de la Ley de Transparencia, el Proyecto de Igualdad y el Proyecto de nuevo Portal Web del IAC interno y externo.



A vibrant blue nebula with a bright star in the center, surrounded by numerous smaller stars.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Corresponde al Área de Investigación la "elaboración y desarrollo de Proyectos de Investigación en el campo de la Astrofísica y en áreas relacionadas con ella". A fin de cumplir sus objetivos, el Área tiene una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el desarrollo de la actividad investigadora.

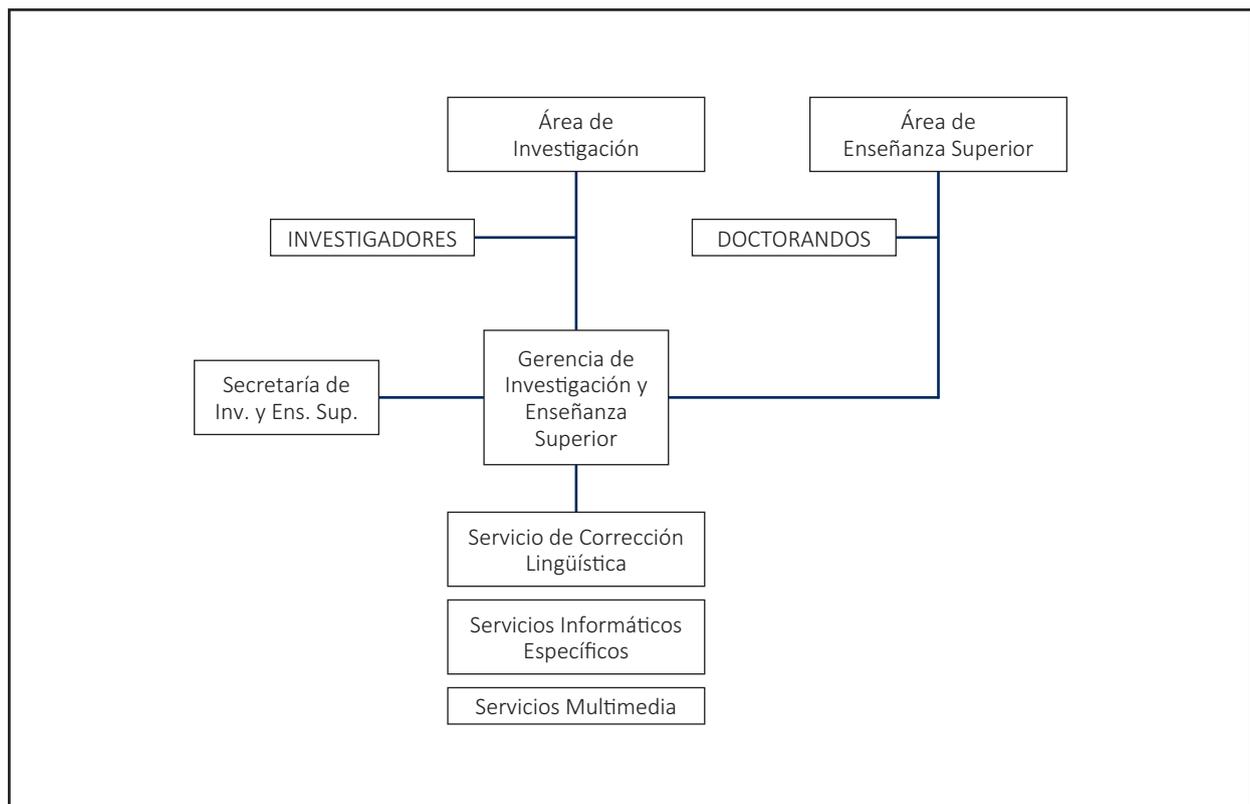
El Área está encabezada por el **Coordinador de Investigación** como responsable directo de las actividades de investigación del IAC. El **Consejo de Investigadores** es el órgano asambleario del Área y en él están presentes todos los Doctores que realizan su actividad investigadora en el Centro, con una antigüedad de al menos seis meses en el IAC. Tiene como máximas atribuciones el proponer el nombramiento (y, en su caso, el cese) del Coordinador, así como valorar sus informes de Gestión y los de las comisiones que de él dependen.

Para asistir al Coordinador en el desempeño de sus funciones, existe la **Comisión de Investigación**, que él mismo preside, y de la que forman parte el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna, cinco doctores del centro, uno de ellos elegido por los estudiantes de Doctorado, y la Gerente de Investigación. Si bien es éste un órgano consultivo del Co-

ordinador —para estudiar todos los asuntos relativos a la investigación y proponer las resoluciones pertinentes a los órganos competentes— éste lleva a través de la misma una dirección colegiada del Área de Investigación.

La organización del Área se apoya en la Secretaría y cuatro Servicios. La **Gerencia**, que dirige la Secretaría, tiene como misión asistir al Coordinador en sus funciones y llevar a cabo, bajo sus directrices, la gestión interna del Área. La **Secretaría** (compuesta por tres administrativos) asiste al Coordinador y a la Gerente en las tareas administrativas y de gestión, a la vez que ofrece apoyo al personal investigador.

Los Servicios del Área comprenden la **Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC**, los **Servicios Informáticos Específicos**, el **Servicio Multimedia** y el **Servicio de Corrección Lingüística**.



OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS

Se lleva a cabo de modo estructurado y en colaboración con el Área de Instrumentación y la propia Administración del Observatorio. Los objetivos de esta unidad son optimizar el uso de los telescopios y la instrumentación específica, posibilitar la máxima explotación científica de las observaciones y apoyar el acceso a las instalaciones de científicos de la comunidad nacional e internacional. Se estructura en un *Jefe de Operaciones de las instalaciones Telescópicas* (JOT), astrónomo experimentado, y a su cargo están los *Operadores de los telescopios*, los *Técnicos de Operaciones Telescópicas* (en formación) y los *Astrónomos de Soporte*, investigadores contratados con dedicación preferente (70%) a labores concretas relacionadas con las instalaciones telescópicas del IAC en el OT y el ORM y con las noches de servicio CAT para otras instalaciones, en telescopios, instrumentación y el apoyo a los astrónomos necesario para que obtengan el máximo partido. Los avances en este servicio pueden encontrarse en el informe del correspondiente Proyecto de Investigación.

SERVICIOS

- **Servicios Informáticos Específicos (SIE)**. Su cometido es la instalación, mantenimiento y asistencia al usuario, en lo que concierne a todo el software de uso astronómico. El Servicio cuenta con un astrónomo responsable y gestor del mismo, y la adscripción de un investigador postdoctoral y un ingeniero que dedican una buena parte de su tiempo a estas labores de soporte.
- **Servicio MultiMedia (SMM)**. Ofrece apoyo a los usuarios en todo lo referente a temas gráficos, tratamiento de imágenes, elaboración de ilustraciones o pósters y trabajos de vídeo o de infografía 3D. El Servicio está compuesto por tres técnicos especializados y es coordinado por un efectivo de plantilla al cargo.
- **Servicio de Corrección Lingüística (SCL)**. Se encarga de la revisión de textos de investigación astrofísica en lengua inglesa, destinados a ser publicados en revistas especializadas del campo. El servicio está formado por un técnico especializado.

ACTIVIDAD INVESTIGADORA

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se engloban en seis líneas de investigación temática y que abarcan la mayoría de campos de la Astrofísica tanto teórica como observacional o instrumental. Las Líneas de Investigación actuales en el IAC son: Estructura del Universo y Cosmología; El Universo Local; Física de las Estrellas, Sistemas Planetarios y Medio Interestelar; El Sol y el Sistema Solar; Instrumentación y Espacio; y Otros.

Cada uno de 36 proyectos individuales, actualmente vigentes, está dirigido y gestionado por un *Investigador Principal* (IP) y aglutina la dedicación formal (total o parcial) de investigadores pre- y post-doctorales del IAC. Las vinculaciones y colaboraciones con investigadores de otros centros están reconocidas e incentivadas.

El personal investigador adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 189 personas, además de 23 *Investigadores Afiliados* y 3 doctores con el status de *Colaborador* adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2016 se solicitaron 9 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, por un total de 2.794.720 €. Asimismo, se incorporaron al IAC 14 investigadores postdoctorales a través de los proyectos del Plan Nacional y 5 en el marco del Programa Severo Ochoa.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de este año, 2 investigadores de reconocido prestigio internacional de otras instituciones han sido invitados a dar un Coloquio en el IAC (una charla con una estancia de algunos días para favorecer la discusión), y otros 65 investigadores han impartido Seminarios, Charlas y *Breaking News*.

Finalmente, cabe destacar que durante 2016 se ha alcanzado la cifra de 529 artículos científicos publicados en revistas internacionales contempladas en SCI. La gran mayoría de estos artículos han sido publicados en las revistas más prestigiosas de la especialidad.

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGÍA

ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (P/308605)

R. Rebolo López.

J.A. Rubiño Martín, C.M. Gutiérrez de la Cruz, R. Génova Santos, S. Iglesias Groth, F. Poidevin, B. Ruiz Granados, R. Vignaga y D. Tramonte.

Colaboradores del IAC: R. Hoyland.

A. Lasenby (Univ. de Cambridge, Reino Unido); L. Piccirillo, B. Watson, R. Davis, R. Davies, C. Dickinson, J. Chluba (Univ. de Manchester, Reino Unido); E. Martínez, P. Vielva, D. Herranz, B. Barreiro (IFCA, Santander); M. de Petris, L. Lamagna, E. Battistelli, A. Cruciani, G. Luzzi (Univ. de La Sapienza, Roma, Italia); C. Hernández-Monteagudo (CEFCA); J. Macías (LPSC, Grenoble, Francia); R. Sunyaev (MPIA, Garching, Alemania); C. Martins (CAUP); Planck Consortium.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas y en su Polarización en un amplio rango de escalas angulares que van desde pocos minutos de arco hasta varios grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma de irregularidades en la distribución angular de su temperatura. Experimentos como el COBE (galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física 2006) o Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a 10^{-5} . La obtención de mapas del Fondo de Microondas a varias frecuencias y con sensibilidad suficiente para detectar estructuras a estos niveles es fundamental para obtener información sobre el espectro de potencias de las fluctuaciones primordiales en densidad, la existencia de un periodo inflacionario en el Universo muy temprano y la naturaleza de la materia y energía oscura.

Más recientemente el satélite WMAP ha conseguido mapas del Fondo Cósmico de Microondas que han permitido establecer cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos con precisiones mejores que el 10%. El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite. En el pasado se utilizó el experimento interferométrico Very Small Array. También el experimento COSMOSOMAS, cuyo objetivo era, además de la medida de las anisotropías del CMB, la caracterización de los contaminantes galácticos. En la actualidad la actividad de este Proyecto se centra en la explotación científica de los datos del Proyecto QUIJOTE y del satélite Planck.

En mayo de 2009 tuvo lugar el lanzamiento del satélite Planck de la Agencia Espacial Europea en cuya carga útil se ha participado aportando entre otras cosas el sistema de control digital y procesado de datos de uno de los dos instrumentos del satélite y la programación del software de a bordo para el control del instrumento. Nuestro equipo ha participado plenamente en la explotación científica de los datos de este satélite, que han superado en sensibilidad y resolución los mejores datos disponibles sobre el Fondo Cósmico de Microondas. Las nuevas medidas han permitido refinar las cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos y quizás descubrir nuevos fenómenos en las etapas más tempranas del Universo. El satélite ha permitido también realizar medidas de polarización aunque no fue el objetivo con el que fue diseñado. El Proyecto comienza una nueva fase con la que se pretende explorar el potencial de estas medidas para extraer información sobre Inflación y la amplitud de los modos tensoriales asociados con ondas gravitacionales primordiales. Nuestro grupo ha participado de manera activa en los dos grupos de artículos con resultados cosmológicos (2013 y 2015), así como en varias otras publicaciones relacionadas con la caracterización de contaminantes galácticos y con el estudio el efecto Sunyaev-Zel'dovich en cúmulos de galaxias.

Nuestro grupo ha liderado el desarrollo y la explotación científica del proyecto QUIJOTE, que complementa al satélite Planck explorando un rango de frecuencias entre 10 y 42 GHz. Este proyecto persigue ob-

tener medidas de carácter único para conocer la polarización de los procesos de emisión galácticos (principalmente emisión sincrotrón y anómala) y mejorar la corrección que precisa el satélite Planck para separar la señal de origen cosmológico. Los mapas a 30 y 40 GHz que obtenga el proyecto corregidos de emisión Galáctica permitirán establecer cotas muy restrictivas a la amplitud de los modos B en la señal polarizada del Fondo Cósmico de Microondas y restringir la escala de energía asociada con la Inflación primigenia. Hasta el momento han sido publicados dos artículos científicos de QUIJOTE, el segundo de los cuales fue terminado durante 2016, aceptado en septiembre de ese año, y finalmente publicado a principios de 2017.

Para más información sobre del Proyecto, puede visitarse su página Web:

<http://www.iac.es/project/cmb>.

HITOS

Se acumularon en total 3.699 horas de observación con el instrumento MFI de QUIJOTE. Se han procesado todos estos datos.

Se desarrollaron e implementaron diversas mejoras en la “pipeline” de procesado de datos de MFI: utilización de la señal interna de calibración para corregir variaciones en la ganancia del sistema, implementación de un método de eliminación de datos de baja calidad basada en la estadística del ruido, mejoras en el modelo de apuntado.

En mayo tuvo lugar la Primera Luz técnica del TGI, el segundo instrumento de QUIJOTE. En noviembre se terminó la instalación de los 27 píxeles de este instrumento.

Dentro de la colaboración de QUIJOTE se redujeron y se procesaron todos los datos correspondientes a la campaña de observación (3 horas) con el interferómetro VLA de fuentes puntuales en los campos cosmológicos de QUIJOTE. También se trabajó en una nueva propuesta para ampliar estas observaciones. Esta propuesta fue enviada y a finales de año recibimos la resolución, que fue positiva y se nos concedieron 6 nuevas horas.

En septiembre fue aceptado el segundo artículo científico de QUIJOTE (que finalmente ha sido publicado a principios de 2017). En este artículo obtuvimos los límites superiores más precisos obtenidos hasta el momento sobre la fracción de polarización de este fenómeno: $<0.39\%$ a 17 GHz, utilizando QUIJOTE, y $<0.22\%$ a 41 GHz, utilizando datos de WMAP. Estas cotas, que mejoran casi en un factor 5 los mejores límites anteriores, son fundamentales para entender el

mecanismo físico responsable de la emisión anómala de microondas, así como para poder extraer información sobre las condiciones físicas del medio emisor. Esta información es importante para ayudar a determinar en qué medida este tipo de emisión contaminante puede dificultar la detección de la señal cosmológica de modos B.

En 2016 se publicaron nuevos artículos con resultados del satélite Planck. De éstos, miembros de nuestro grupo han sido co-autores de 21 artículos de la serie “Planck 2015 results” y de 17 artículos de la serie “Planck intermediate results”. Estos artículos contienen resultados cosmológicos, así como resultados sobre ciencia Galáctica y sobre cúmulos de galaxias a través del estudio del efecto SZ. La principal novedad es que incluyen el análisis de los datos de polarización de Planck. El principal resultado fue la mejora en la medida de la profundidad óptica, lo cual tiene implicaciones sobre nuestro entendimiento de la época de la reionización, así como sobre la determinación de otros parámetros cosmológicos cuyos valores dependen de ella.

Se publicó un artículo analizando el espectro a baja frecuencia del remanente de supernova 3C396, en el que se concluye que existe una baja posibilidad de que exista emisión anómala asociada a esta fuente, al contrario de lo que se había sugerido en estudios anteriores.

En junio de 2016 se realizaron 50 horas de observación, en intensidad y en polarización, en la galaxia M31 con el Sardinia Radio Telescope. En colaboración con el grupo de la Universidad de la Sapienza (Roma, Italia) se empezó la reducción y análisis de estos datos.

En diciembre se firmó un acuerdo con el RIKEN Institute for Advanced Photonics (Japón) para la instalación en el Observatorio del Teide del experimento milimétrico GroundBIRD, por el cual nuestro grupo del IAC entra formar parte de esta colaboración.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

La mayor parte de la actividad del grupo en el contexto del Fondo Cósmico de Microondas durante 2016 estuvo relacionada con el Proyecto QUIJOTE: gestión y programación de las observaciones, inspección diaria de los datos, reducción y análisis, interpretación de resultados y escritura de artículos. Una menor parte del tiempo estuvo dedicada a actividades dentro del Consorcio Planck, que en la actualidad ha reducido su actividad, puesto que la mayoría de sus objetivos científicos han sido completados y en la actualidad se trabaja, con un grupo reducido de personas, en tratar de refi-

nar los últimos datos de polarización. También una pequeña parte del tiempo del grupo ha sido dedicada a trabajos independientes de estas colaboraciones, que en la mayoría de los casos están basados en la utilización de datos públicos del propio satélite Planck o de otros datos de archivo.

Durante 2016 se acumularon en total 3.699 horas de datos con el Multi-Frequency Instrument (MFI). Este instrumento proporciona información sobre la polarización de procesos de emisión galáctica en cuatro frecuencias entre 10 y 20 GHz. La mayor parte de los datos tomados están relacionados con los dos principales objetivos científicos del Proyecto. Algo más de la tercera parte del tiempo, en concreto 1.450 horas, se invirtió en realizar observaciones en modo NOMINAL, cubriendo todo el hemisferio norte ecuatorial. Estas observaciones son dedicadas al estudio de los contaminantes galácticos difusos en bajas frecuencias y en grandes escalas. 537 horas se dedicaron a observar los llamados “campos cosmológicos”, en los que con los futuros instrumentos de QUIJOTE a más alta frecuencia se tratará de encontrar o restringir la señal cosmológica resultante de la inflación (modos B). Además de las rutinarias observaciones de calibración (unas 400 horas durante el año), el resto de tiempo se invirtió principalmente en observar distintas regiones galácticas, como el centro de nuestra Galaxia, la nube molecular rho-Ophiuchus y algunas nubes oscuras del catálogo de Lynds, así como la galaxia M31. Por otro lado, se realizaron mejoras importantes en el desarrollo e implementación de la estrategia global de calibración del Experimento, en la implementación de un método automático para eliminar datos de mala calidad, con alto ruido o afectados por efectos sistemáticos, así como en la identificación de señales espurias. Todas estas mejoras han sido ya o están siendo integradas en la “pipeline” general de procesamiento de datos de este Experimento.

También durante 2016 se terminó el segundo artículo científico de QUIJOTE, donde presentamos una caracterización de la emisión anómala de microondas en las nubes moleculares W43 y W47 y en el remanente de supernova W44. En este artículo presentamos las cotas más fuertes obtenidas hasta el momento sobre la polarización de la emisión de anómala de microondas, superando en casi un factor 5 los límites anteriores. Este artículo fue enviado en febrero y aceptado en septiembre. Por otro lado, se ha seguido trabajando, en colaboración con nuestros colegas en otros nodos del Consorcio, en el programa de observación y caracterización con el VLA de fuentes puntuales en los campos cosmológicos de QUIJOTE. A principios de este año se realizaron observaciones que completaron las fuentes

en el tercero de los campos cosmológicos, y repitieron observaciones en el primer campo. Estos datos han sido ya reducidos. Hacia final de año se trabajó en una nueva propuesta de observación para observar por segunda vez las fuentes de los campos cosmológicos dos y tres. En noviembre organizamos en el IAC la XII reunión del Consorcio QUIJOTE, donde se discutieron todos estos resultados así como los objetivos a corto plazo del Proyecto.

Aunque fueron inicialmente enviados a revista en 2015, en 2016 se publicaron los artículos de Planck de la serie “Planck 2015 results”, que corresponden al “data release 2”. En esta serie se incluyen los resultados cosmológicos, que tienen como principal novedad incluir los datos de polarización. Entre las contribuciones más relevantes se encuentran las nuevas cotas sobre el índice del espectro de las fluctuaciones primordiales en densidad y la determinación de la constante de Hubble, el refinamiento de las cotas sobre las densidades de materia y energía en el Universo y las cotas impuestas sobre la masa de los neutrinos. Se han impuesto cotas más restrictivas a la desviación de la gaussianidad en el fondo cósmico de microondas y confirmado varias anomalías inicialmente detectadas por el satélite WMAP (como por ej. la denominada “Cold Spot”). Otra serie de resultados adicionales extraídos de los datos de Planck se incluyen en la serie de artículos “Planck intermediate results”, de los que nuestro grupo ha firmado 17 artículos que han sido publicados durante el año. El resultado más importante incluido en esta serie es una mejora en la medida de la profundidad óptica asociada a la época de reionización, tras mejorar la estimación de la contaminación de polvo térmico en los datos de polarización de baja frecuencia de Planck y WMAP gracias a la utilización del canal de Planck de 353 GHz. Esto tiene importantes consecuencias acerca de nuestro entendimiento de la época de la reionización, lo cual tiene a su vez implicaciones sobre la determinación de otros parámetros cosmológicos.

Los artículos anteriores de Planck contienen también resultados sobre ciencia Galáctica y sobre cúmulos de galaxias, en los que nuestro grupo ha estado fuertemente involucrado. En lo que respecta a la ciencia Galáctica el resultado más importante es la determinación de las propiedades en grandes escalas (señal difusa), en intensidad y en polarización, de los dos principales contaminantes en el rango de bajas frecuencias: la emisión sincrotrón y la emisión anómala de microondas. También se han estudiado en este artículo las propiedades en intensidad y polarización de la emisión conocida como “Haze” alrededor del centro de

nuestra Galaxia, y que se cree que podría estar producida por procesos de aniquilación de materia oscura. También se han presentado nuevos resultados sobre el estudio de la emisión, a más alta frecuencia, del polvo térmico. En particular se ha estudiado el espectro de potencias de esta emisión, y se ha mejorado el modelado de su espectro, gracias a la combinación de los datos de Planck con los de IRAS y WISE. Asimismo se han ampliado los catálogos anteriores de fuentes compactas, en los que se incluyen fuentes Galácticas, extragalácticas, así como cúmulos de galaxias que son identificados a través de sus efectos SZ, y se han publicado también nuevos catálogos de fuentes extragalácticas con altos desplazamientos al rojo. Los resultados sobre ciencia de cúmulos están detallados en el informe del Proyecto “Cosmología con trazadores de la estructura a gran escala del Universo” (P/301203).

En paralelo, se ha trabajado en colaboración con otros grupos en proyectos relacionados. En colaboración con investigadores de la Universidad La Sapienza (Roma, Italia) se ha publicado un artículo donde estudiamos la emisión anómala de microondas en el remanente de supernova 3C396. Con el mismo grupo se ha empezado un proyecto basado en el estudio de la emisión en radio, tanto en intensidad como en polarización, de la galaxia M31, con el objetivo de estudiar la posibilidad de la presencia de emisión anómala de microondas y su emisión sincrotrón. Se nos concedieron 50 horas de observación con el Sardinia Radio Telescope, que fueron realizadas en el mes de junio, y que estamos analizando. También en colaboración con otros grupos (universidades de Chile, Princeton y Manchester) participamos en una propuesta para realizar observaciones en la propuesta de reflexión NGC2023 con el VLA. Esta propuesta tuvo éxito y se nos concedieron 26 horas de observación, que serán realizadas en 2017 y posteriormente analizadas. También se han empezado nuevos proyectos y se han publicado otros resultados adicionales en el contexto de estudios relacionados con el efecto SZ. Aunque como anisotropía secundaria del CMB que es, estos estudios podrían enmarcarse dentro de este Proyecto, al ser producida por cúmulos de galaxias los incluimos dentro del Proyecto “Cosmología con trazadores de la estructura a gran escala del Universo” (P/301203), de forma que estos resultados y proyectos futuros están detallados en el informe de ese Proyecto. De manera similar, aunque podría tener impacto sobre los estudios del CMB, en ese mismo Proyecto describimos resultados y proyectos futuros relacionados con la búsqueda, y caracterización de su emisión, de galaxias submilimétricas amplificadas por efecto lente gravitatoria.

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P/308806)

E. Mediavilla Gradolph.

A. Oscoz Abad, M. Serra Ricart, R. Scarpa y C. Fian.

E. Falco (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (IAP, Francia); L. Popovic (Obs. Astronómico Belgrado, Yugoslavia); R. Gil-Merino (Univ. de Cantabria); C.S. Kochanek (Univ. de Ohio, EEUU); V. Motta (Univ. Valparaiso, Chile); P. Gómez (ESAC); T. Mediavilla, O. Ariza (UCA); C. González-Morcillo (UCLM); J. Jiménez (UGR).

INTRODUCCIÓN

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas en Astrofísica y Cosmología. Las principales aplicaciones de las lentes gravitatorias en las que se centra este proyecto son las siguientes: (i) estudiar la presencia de subestructura de materia oscura en las galaxias lente a partir de las anomalías en la magnificación de las imágenes múltiples de cuásares (mililensing), (ii) estudiar la estructura no resuelta de los discos de acreción en los cuásares (tamaño, perfil de temperaturas, perfil de luminosidad) a partir de las alteraciones inducidas por el efecto microlente en el continuo y en las líneas de emisión, (iii) estudiar la estructura y la cinemática de la región emisora de líneas anchas en cuásares a partir de la respuesta de los perfiles de las líneas de emisión anchas al efecto microlente y de la variabilidad de esta respuesta, (iv) estudiar la “dinámica del Universo” a partir de las velocidades peculiares de las galaxias lente inferidas del ritmo de variabilidad inducido por el efecto microlente y (v) desarrollar nuevos métodos numéricos y estadísticos para estudiar el efecto microlente.

HITOS

Se ha propuesto usar la variabilidad del flujo de las imágenes de cuásares inducidas por el efecto microlente para medir la velocidad transversal de galaxias lente. Esta variabilidad es causada por el movimiento relativo entre el observador, el cuásar y la galaxia lente. Por tanto, su frecuencia es proporcional a la velocidad transversal de la galaxia lente. A partir de la cuenta del número de picos en las curvas de luz de un conjunto de 17 sistemas lente se ha estimado un valor para la dispersión de velocidades peculiares de las galaxias lente a $z=0.5$ de 638 km/s. Escalando este valor a $z=0$ se ha obtenido una dispersión de velocidades de 491

km/s, compatible con las velocidades peculiares de las galaxias cercanas y con reconstrucciones no-lineales del Universo Local basadas en Λ CDM.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2016 se han publicado los resultados del análisis estadístico de las curvas de luz, obtenidas con el telescopio IAC-80, de 1004 (2016ApJ...830..149F) que han permitido estimar el tamaño del disco de acreción del cuásar de este sistema lente. También se ha redactado un artículo con el análisis de la espectroscopía obtenida con MMT, Magellan y VLT de 0435, 2230 y 2149 que apoya la tendencia general de que los cuásares tienen discos de acreción con cambios menos acusados de temperatura que las predicciones del modelo clásico de disco fino y que esta discrepancia se acentúa por el hecho de que los discos son substancialmente mayores de lo esperado según este modelo teórico. En esta misma línea, se han publicado dos artículos sobre 2237, uno sobre la estructura del disco de acreción de este cuásar a partir de fotometría multi-banda (2016ApJ...817..155M), y otro, basado en observaciones con el telescopio GTC, sobre la galaxia lente de este sistema (2016ApJ...831...43V). En este último trabajo se discute la posibilidad de la existencia de sub-halos de materia oscura en la galaxia lente en función de su tamaño y abundancia. El estudio de los sub-halos se ha extendido a una muestra de galaxias lente.

Se ha analizado la espectroscopía de 11 sistemas lente con, al menos, dos épocas diferentes de observación. Los resultados preliminares muestran evidencias claras de variabilidad tanto intrínseca del cuásar como motivada por el efecto microlente (dentro de la limitación del tamaño de la muestra, ambas fuentes de variabilidad parecen tener una incidencia comparable). El análisis de los espectros confirma la diferencia sustancial de tamaños entre las regiones de las líneas de baja y alta ionización, indicando que estas últimas (Fe II, Fe III, He II, etc.) podrían originarse en el disco de acreción.

Los estudios sobre la estadística de "Peaks Over Threshold" en las curvas de luz de microlensing se han extendido a un conjunto de 17 cuásares (2016ApJ...832...46M). La estadística combinada de estos eventos nos ha permitido estimar la velocidad peculiar de las galaxias lente a un desplazamiento al rojo promedio de 0.5 en unos 640 km/s que se escalan a un valor de unos 500 km/s a $z=0$, en acuerdo con las predicciones de reconstrucciones no lineales del Universo Local basadas en Λ CDM.

Se han estudiado las implicaciones de la estadística de "microlensing" en cuásares para la existencia de

agujeros negros primordiales de masa intermedia. Los resultados indican que la abundancia y masas de las microlentes parecen estar de acuerdo con lo esperado para la población estelar dejando poco lugar para la existencia de agujeros negros de masa intermedia que pudieran explicar la materia oscura y la radiación gravitatoria detectada por LIGO.

En la línea de investigación de espectroastrometría, se ha continuado avanzando en la preparación de los casos científicos para HARMONI, especialmente en la espectroastrometría de campos de velocidad de la BLR de cuásares magnificados por el efecto lente y en la medida directa de movimientos peculiares de galaxias lente, también magnificados por la deflexión gravitatoria de la luz. En particular, se han generado cubos de datos con fuentes puntuales representado diferentes partes de un campo de velocidad para simular las observaciones con HARMONI.

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (P/401199/03)

J.A. Rubiño Martín.

R. Rebolo López, C.M. Gutiérrez de la Cruz, R.T. Génova Santos, F. Poidevin, B. Ruiz Granados, R. Vignaga, D. Tramonte y A.E. Peláez Santos.

Colaboradores del IAC: M.F. Gómez Reñasco, R. Hoyaland, M. Aguiar González, V. Sánchez de la Rosa, T.A. Viera Curbelo, A. Vega Moreno y M.R. Pérez de Taoro.

* Ingeniero Mecánico contratado en prácticas: J. Cózar Castellano.

* Estudiante de fin de Proyecto: L. Hernández Abreu.

INTRODUCCIÓN

El experimento QUIJOTE (Q U I J O i n t E n e r i f e) tiene como objetivo caracterizar la polarización del Fondo Cósmico de Microondas (FCM) y otros procesos de emisión galáctica y extragaláctica en el rango 10-42 GHz y a grandes escalas angulares (1 grado de resolución). Las medidas de QUIJOTE complementan a baja frecuencia y corregirán de contaminación galáctica las que ha obtenido el satélite Planck. Serán las más sensibles obtenidas para caracterizar la polarización de la emisión sincrotrón y la emisión anómala de microondas de nuestra galaxia.

El experimento consta de dos fases. En la primera fase, financiada completamente y actualmente en construcción, se ha instalado un primer telescopio (QT-

1) y se construirán dos instrumentos intercambiables en su plano focal. El primer instrumento, denominado instrumento multifrecuencia (MFI), tiene cuatro frecuencias de detección (11, 13, 17 y 19 GHz), y tuvo su primera luz en noviembre de 2012. El segundo instrumento QUIJOTE, que constará de 31 receptores a 30GHz, ha sido diseñado para alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar una componente de ondas gravitacionales primordial si ésta tuviera una razón tensorial a escalar de $r=0.1$. Dicha componente de ondas gravitacionales deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados “modos-B”. La detección de dichos modos-B abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época inflacionaria.

La segunda fase de QUIJOTE contempla la construcción de un segundo telescopio (QT-2), ya instalado en el Observatorio del Teide, y un tercer instrumento a 42 GHz, el FGI. Esta segunda fase está financiada en gran medida por el Proyecto Consolider 2010 “Exploring the Physics of Inflation (EPI)” (<http://www.epi-consolider.es>).

Para alcanzar los objetivos científicos, los mapas finales del experimento cubrirán un área de unos 3.000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 microK por haz tras tres años de operación en el Observatorio del Teide en las bajas frecuencias (11-19GHz), y 1 microK por haz tras dos años de observación tanto con el segundo instrumento (a 30GHz) como con el tercero (a 42GHz). Además, el experimento proporcionará mapas de medio cielo (20.000 grados cuadrados) que se usarán para modelar la emisión de los contaminantes en radio (sincrotrón, libre-libre y emisión anómala), en el contexto del Proyecto RADIOFOREGROUNDS (<http://www.radioforegrounds.eu>).

Además del IAC, en el Proyecto QUIJOTE también participan el IFCA (Santander), la Universidad de Cantabria, el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM, Santander) y las universidades de Manchester y Cambridge (Reino Unido). Una información actualizada del Proyecto puede encontrarse en la página Web <http://www.iac.es/project/cmb/quijote>.

HITOS

Febrero - marzo

XI Reunión del Consorcio QUIJOTE y reunión de ingeniería (TGI & FGI) en el IFCA (Santander)
Instalación del MFI en el Observatorio después de la parada de mantenimiento

Abril

Instalación del TGI en foco del QT2

Mayo

Primera Luz técnica (con tres píxeles)

Junio - julio

Presentación en el SPIE del desarrollo técnico del Proyecto

Octubre - noviembre

Ensamblaje del primer polarímetro del FGI

Noviembre - diciembre

Se terminan en el taller los nuevos sistemas de aire seco y calibración del TGI

XII Reunión del Consorcio QUIJOTE y reunión de ingeniería en el IAC (La Laguna, Tenerife)

Integración de los 27 píxeles del TGI

Diciembre

Primera luz científica con 27 píxeles

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los resultados obtenidos durante 2016 en cada uno de los aspectos técnicos del Proyecto QUIJOTE. Nótese que los resultados relacionados con aspectos científicos de QUIJOTE se presentan en el informe del Proyecto P/308605.

Es necesario hacer constar que no hubiera sido posible desarrollar las actividades aquí descritas sin el apoyo del resto de Áreas del IAC, del personal de Mantenimiento (MOT) y el personal de Operaciones Telescópicas en el OT, por lo que el equipo de QUIJOTE agradece su dedicación.

Desarrollo global del Proyecto

El experimento QUIJOTE es una instalación múltiple del Observatorio del Teide que comprende, hasta la fecha, un edificio de doble cúpula corrediza que alberga dos telescopios y dos instrumentos. Un tercer instrumento se encuentra en fabricación. Las actividades desarrolladas durante 2016 se detallan a continuación.

Instalaciones

Después de las nevadas del invierno a principios de año, el peso de la nieve deformó el techo del almacén situado en el ala sur de QUIJOTE, lo que obligó al contratista a realizar las tareas de reparación oportunas, así como la rigidización de las vigas que mantienen el techo. También durante este año se iniciaron los trabajos necesarios para la legalización de la ampliación de la instalación de BT del edificio de QUIJOTE. El Proyecto está en fase de redacción final para su visado y presentación la Dirección General de Industria.

MFI (Instrumento Multi-frecuencia)

El instrumento MFI ha obtenido más de 17.000 horas de datos en sus cuatro años de operación, incluyendo observaciones de tres campos cosmológicos que abarcan unos 3.000 grados cuadrados, y varios campos galácticos (nubes moleculares, remanentes de supernova, etc.), así como un survey del cielo visible desde el Observatorio que cubre 20.000 grados cuadrados. El MFI fue reinstalado en el QT-1 a principios de 2016 después de realizar una serie de tareas de mejora y mantenimiento, como el mantenimiento de la cabeza fría o la implementación acopladores híbridos en las bocinas del instrumento. Un fallo en la fuente de alimentación del sistema de adquisición, retrasó la puesta en observación del instrumento. El plazo de varias semanas para adquirir la fuente de repuesto, más el cierre del observatorio durante las nevadas de febrero, retrasaron al mes de marzo la instalación en telescopio. En octubre se sustituyeron dos detectores y un híbrido de la bocina n. 2, mejorando el voltaje de salida de los canales correspondientes, aunque la mejora en los datos científicos no resultó ser significativa.

Por otro lado, se ha solicitado (y aprobado) financiación para construir un MFI mejorado. Empleando los nuevos diseños de modulación de la señal polarizada con conmutadores de fase que se emplean en el TGI, el nuevo MFI mejoraría su sensibilidad en al menos un factor tres con respecto a su configuración actual, y simplificaría sus componentes optomecánicos para alargar la vida útil de un instrumento que ya lleva más de 4 años en operación.

TGI (Thirty GHz Instrument)

Tras una serie de fallos detectados en los amplificadores criogénicos (cryo-LNAs), se desmontaron todas las cadenas (las 20 ensambladas) para retirar y enviar los LNAs a Santander, donde se repararon las unidades dañadas y se protegieron todos los elementos instalando diodos de protección. También se diseñó e instaló en el IAC un circuito de atenuación que evita los picos de tensión durante el encendido y apagado de los módulos.

Otro problema relacionado con microfugas detectadas en la tapa posterior de los píxeles, se solucionó sustituyendo el mylar de las pequeñas ventanas por otro de más espesor. La permeabilidad del mylar unida al hecho de tener 29 unidades, hace que la pérdida de vacío sea importante. De los resultados de la calibración en laboratorio se observó una fuerte dependencia de la respuesta en fase con la temperatura ambiente. Se localizó esta dependencia en los elementos del BEM.

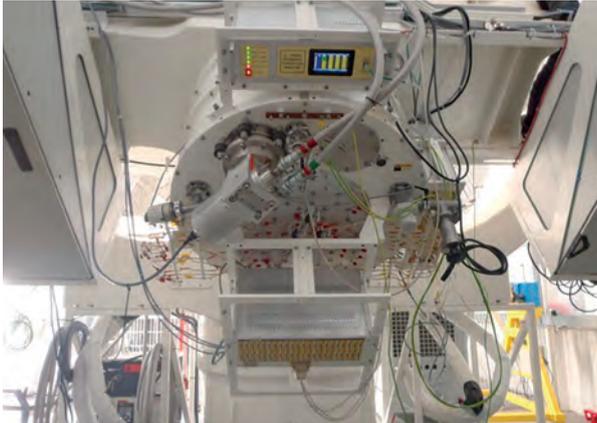


Instalación del TGI en el Segundo Telescopio QUIJOTE (20 de abril de 2016).

Para evitar este efecto y mantener el requerimiento de estabilidad en fase, se desarrolló e implementó un sistema de control de temperatura, basado en calefactores térmicos que mantienen la temperatura del rack constante en $35 \pm 0,1^\circ\text{C}$. A continuación se transportó de nuevo el TGI al Observatorio el mes de abril y se instaló directamente en el foco del segundo telescopio. Tras dos semanas de integración en el sitio, se realizó la Primera Luz con de la nebulosa del Cangrejo, el 12 de mayo.



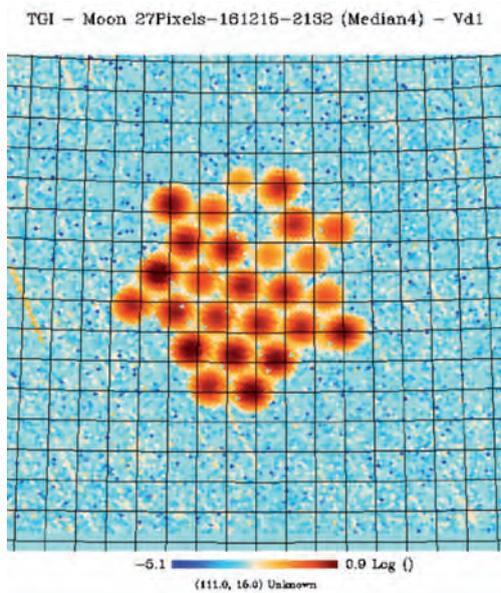
Integración de los polarímetros del TGI en el Observatorio del Teide.



TGI durante la Primera Luz técnica, instalado en el plano focal del Segundo Telescopio QUIJOTE (mayo 2016).

Otro problema detectado durante las primeras pruebas en el OT fue una deformación de la pieza de PVC del sistema de aire seco, situado de la ventana de entrada del TGI. Esta deformación es debida a las contracciones diferenciales entre el metal y el PVC, provocadas por los cambios de temperatura ambiental. Este efecto se solucionó rediseñando el sistema de distribución de aire, y sustituyendo el PVC por aluminio. El nuevo diseño obligó a reajustar el sistema de calibración que iba anclado sobre la pieza sustituida.

Las primeras pruebas con los 27 píxeles indican respuestas en ganancia diferentes para los diferentes píxeles, lo cual es esperable al no haberse calibrado aún el instrumento.



Primera Luz del TGI con 27 píxeles (diciembre 2016). Combinación de las imágenes individuales (intensidad) de 26 píxeles, en una observación de la Luna.



Ensamblaje de los componentes del primer pixel del FGI.

FGI (Forty GHz Instrument)

Los pedidos y licitaciones realizados el año 2015 llegaron en el plazo previsto, y desde el primer semestre de 2016 se cuenta con todos los elementos comerciales que componen los píxeles. La fabricación en el Taller de Mecánica del IAC sufrió un retraso considerable respecto al plan previsto. Finalmente casi todos los elementos están en fase de fabricación en el Taller. El trabajo de la estudiante en prácticas L. Hernández Abreu concluyó con el ensamblaje mecánico del primer pixel del FGI. Aunque algunos elementos fueron representados por dummies, al no tener las piezas reales fabricadas, este ensamblaje preliminar ha permitido detectar pequeñas discrepancias entre piezas que han sido corregidas antes de iniciar la fabricación.

QT2 (Segundo Telescopio QUIJOTE)

Después de la instalación en el foco del TGI, se repitieron las tareas de equilibrado del conjunto. Desde entonces no se han vuelto a detectar ruidos ni vibraciones extrañas en la estructura del telescopio. Se detectó un fallo recurrente de comunicación. Con la ayuda de J. Goya (SIC) se realizó una batería de pruebas sistemáticas para acotar el problema e identificar el dispositivo responsable del fallo. Se acortaron en lo posible los tramos de fibra óptica para minimizar las pérdidas. No se localizó un fallo concreto en ningún dispositivo. Una avería del servo-drive del motor de elevación, nos ha obligado a desmontarlo y enviarlo al fabricante para su diagnóstico y reparación, en tres ocasiones. El fabricante no ha localizado aún la causa del fallo.

Instrumento de un polarímetro para la Universidad Witwatersrand

En relación a la colaboración con la Universidad Witwatersrand WITS de Johannesburgo (Sudáfrica),

para construir un prototipo de un instrumento criogénico de microondas con un solo receptor, que será instalado en una antena de 7,6 m del Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory, se prepararon varios documentos de diseño conceptual y especificaciones, incluido un trade-off de varias alternativas de diseño, que están en revisión por parte del equipo de Sudáfrica. El nombre propuesto para el instrumento es SouthAfricaN Canarian wHole Observational instrument (SANCHO).

Espectrómetro de microondas

Se pretende extender el alcance del Proyecto QUIJOTE construyendo un instrumento capaz de realizar medidas espectrales en el mismo rango de frecuencias de 10 a 20GHz que cubre el MFI, complementando científicamente la infraestructura, y permitiendo abordar nuevos objetivos científicos como la caracterización de las señales espectrales asociadas a la época de la reionización del Universo. Durante 2016 se ha elaborado el documento de especificaciones del nuevo instrumento, y se ha solicitado (y aprobado) la financiación para su fabricación.

Desde un punto de vista técnico, el equipamiento solicitado dotará de nuevas capacidades y medios para micro-integración (integración precisa) de componentes de microondas en circuitos de alta frecuencia al laboratorio del IAC. Estas capacidades son necesarias para optimizar los diseños de los componentes de microondas que conforman el espectrómetro (filtros diferenciales), permitiendo así entender y reducir los efectos sistemáticos en las medidas de este tipo de instrumentación frontera.

Operación científica del MFI y resultados con QUIJOTE

Durante este año se ha avanzado en los aspectos relacionados con la calibración y la caracterización del instrumento MFI. Estos avances han permitido empezar a preparar las primeras publicaciones con los resultados científicos. Se han publicado ya dos artículos (Genova-Santos et al. 2015; 2017) y otros 7 están en preparación.

El resultado más importante obtenido durante 2016 está relacionado con el estudio de la emisión anómala de microondas (AME) en la nube molecular W43. Con QUIJOTE, se han obtenido cotas superiores a la fracción de polarización del AME en 17 GHz al nivel del 0.39% (al 95 % de nivel de confianza). Combinando con los datos de WMAP, se obtuvieron cotas de 0.22% a 41GHz. Estos valores constituyen los límites más restrictivos que existen hasta la fecha sobre la fracción de polarización de esta emisión (Genova-Santos et al. 2017).

COSMOLOGÍA CON TRAZADORES DE LA ESTRUCTURA A GRAN ESCALA DEL UNIVERSO (P/301203)

J.A. Rubiño Martín.

F. S. Kitaura Joyanes, R. Rebolo López, C.M. Gutiérrez de la Cruz, J.E. Betancort Rijo, M. López Corredoira, R.T. Génova Santos, C. Dalla Vecchia, S. Iglesias Grot, R. Barrera Delgado, A. Streblyanska, A. Aguado Barahona, A. Ferragano, D. Tramonte y M. Pellejero Ibáñez.

Colaboradores del IAC: V. Sánchez de la Rosa, J.J. Díaz García y O.M. Túbio Araújo.

F. Atrio-Barandela (Univ. de Salamanca); S. Patiri (CONICET); A.J. Cuesta Vázquez (Univ. de Yale, EEUU); A.D. Montero Dorta (IAA); F. Prada (IFT/IAA); M.A. Sánchez Conde (Univ. de Stanford, EEUU); S. Gottlber (Astrophysical Inst. Potsdam, Alemania); A. Klypin (Univ. de Nuevo México, EEUU); Sylos-Labini (Fermi Center, Roma, Italia); C. Hernández-Monteagudo (CEFCA); A. Pérez Garrido, A. Díaz Sánchez, I. Villo, R. Toledo (UPCT, Cartagena), Fulvio Melia (Univ. de Arizona, EEUU), F.D. Albareti, F. Sembolini (Univ. Autónoma Madrid), Liang Yu (Univ. Tsinghua, China), J. Muecket (Leibniz Inst. for Astrophysics, Alemania); E. Saar, M. Einasto (Tartu Obs., Estonia); G. Luzzi (Univ. La Sapienza, Roma, Italia), N.D. Castro Rodríguez (GTC, La Palma); Planck Collaboration y el Consorcio EUCLID.

INTRODUCCIÓN

El Fondo Cósmico de Microondas (FCM) contiene la información estadística de las semillas que darán lugar a la formación de estructuras en nuestro Universo. La contrapartida natural en el Universo Local del FCM es la distribución de las galaxias que surgen como resultado del crecimiento gravitatorio de aquellas pequeñas fluctuaciones de densidad primigenias. La caracterización de la distribución de inhomogeneidades a gran escala en el Universo actual proporciona pues una herramienta poderosa, y complementaria al FCM, para determinar el origen y contenido material de nuestro universo, su ritmo de expansión a lo largo de la historia y el proceso detallado de ensamblaje de las grandes estructuras. Su estudio permitirá, en los próximos años, responder a tres de las grandes cuestiones abiertas en la Cosmología actual:

- ¿Qué es la materia oscura, y cuál es su contribución precisa al contenido energético del Universo?

- ¿Qué es la energía oscura y cuáles son sus efectos dinámicos a lo largo de la historia del Universo?
- ¿Existe evidencia de variación de las constantes fundamentales de la Física a lo largo de la historia del Universo?

Para poder contribuir a dar respuesta a estas preguntas, en este Proyecto se usarán distintos trazados de la estructura a gran escala del Universo:

- La distribución y agrupamiento a gran escala de las galaxias, y su evolución con el tiempo. El espectro de potencias $P(k)$ y la función de correlación a dos puntos $\xi(r)$ de la materia contienen ciertos rasgos geométricos asociados a escalas características en el Universo, como el horizonte en la época de la igualdad, o el horizonte acústico en la superficie de último "scattering". En particular, este último determina la escala BAO, asociada a oscilaciones acústicas de los bariones.
- La distribución de los grandes vacíos en el Universo. Tanto la estadística de grandes vacíos, como la expansión de los mismos, proporciona una herramienta complementaria para determinar la densidad de materia (Ω_m) y la ecuación de estado de la energía oscura.
- La distribución y abundancia de cúmulos de galaxias en el Universo, así como su evolución con el tiempo. La función de masas de cúmulos de galaxias depende tanto de la densidad de materia (Ω_m) como de la amplitud σ_8 del espectro de potencias. La evolución temporal de la función de masas $n(M,z)$ está gobernada por el crecimiento de estructuras en el Universo, con lo que es sensible a la ecuación de estado de la energía oscura.
- El ISW (efecto Sachs-Wolfe integrado). La expansión acelerada del Universo, debida a la energía oscura, hace decaer los pozos de potencial gravitatorio a gran escala en el Universo cercano ($z < 1$). Este efecto se caracteriza por la existencia de una correlación no nula entre la densidad numérica de galaxias y la temperatura del FCM a grandes escalas angulares (por encima de varios grados).
- Observables (ej. rasgos espectrales) que permitan trazar la variabilidad de las constantes fundamentales de la naturaleza.

En este Proyecto se usarán, entre otros resultados, el catálogo de cúmulos de galaxias que obtenga el satélite Planck y los resultados obtenidos con el cartografiado BOSS (SDSS-III) y eBOSS (SDSS-IV). Además, se

participará en el Proyecto DESI, y se iniciará la preparación científica para explotación de los datos del futuro satélite EUCLID (ESA).

Como complemento a estos estudios observacionales, desde el punto de vista teórico se trabajará con las propiedades de la estructura a gran escala del Universo y en diferentes entornos para poder entender cómo influye la materia oscura y la energía en la formación y evolución de las diferentes estructuras. El desarrollo de modelos analíticos y su comparación con las simulaciones y grandes surveys permitirán entender algunos aspectos de los procesos físicos que determinan el agrupamiento de la materia bariónica.

Finalmente, este Proyecto contempla aspectos de desarrollo instrumental, asociados a la participación del IAC en los desarrollos para el satélite EUCLID, y para el Proyecto DESI. EUCLID es una misión de la ESA, que ha sido aprobada dentro del programa Cosmic Vision 2020-2025 y que planea realizar un survey con tecnología probada que con gran precisión determinará, entre otras cosas, la geometría del Universo y las propiedades dinámicas de la energía oscura. La misión se lanzará en 2020 y constará de dos instrumentos, uno en modo imagen en el visible (VIS) y otro instrumento infrarrojo (NISP), con un canal de imagen y otro espectroscópico. El IAC tiene el compromiso de contribuir al desarrollo del ICU (Instrument Control Unit) del NISP. En este Proyecto participa también la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) es un Proyecto dedicado al estudio del efecto de la energía oscura en la expansión del Universo. Obtendrá espectros en el óptico para más de 20 millones de galaxias y cuásares.

Una información más actualizada del Proyecto puede encontrarse en la página Web

<http://www.iac.es/proyecto/lss/pages/es/home.php>.

HITOS

Publicación del segundo catálogo (PSZ2) de cúmulos Sunyaev-Zeldovich detectados por Planck, y restricciones cosmológicas asociadas a una submuestra de 439 objetos.

Publicación de los primeros resultados del programa ITP, con la caracterización de 78 nuevos cúmulos de galaxias del catálogo PSZ1.

Finalización de las observaciones del primer año del programa 128-MULTIPLE-16/15B.

Usando los datos de BOSS, se ha detectado el BOSS Great Wall, el supercúmulo más masivo y lejano ($z=0.47$) que se conoce.

Obtención de las restricciones cosmológicas basadas en DR12 de BOSS. En particular, para la ecuación de estado de la energía oscura se obtiene $w = -1.00 \pm 0.07$ para un Universo Λ CDM, y para la suma de las masas de los neutrinos, $\Sigma m_\nu < 0.22$ eV, con un nivel de confianza del 95%.

EUCLID (NISP): Se han superado las revisiones críticas de diseño de los subsistemas (Subsystem CDR) del iCDR, CDR del instrumento en su conjunto.

Caracterización de la función condicional de masas para halos de materia oscura, y calibración de nuestras expresiones analíticas con simulaciones numéricas.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los resultados más relevantes del Proyecto durante este año, agrupados por experimentos.

PLANCK

Se ha aceptado la publicación del PSZ2, el segundo catálogo de cúmulos de galaxias detectados por PLANCK usando el efecto Sunyaev-Zeldovich. PSZ2 contiene 1.653 entradas, de las cuales 1.203 son cúmulos ya confirmados (Planck Collaboration XXVII 2016).

Usando una sub-muestra de 439 objetos del PSZ2, se han obtenido las implicaciones cosmológicas a partir de la abundancia de cúmulos de galaxias. Para ello, se han usado tres calibraciones de masa independientes. Los resultados obtenidos muestran diversos grados de tensión con los resultados de FCM primordiales para Ω_M y Σ_8 , en función de la calibración que se usa en cada caso. Cuando se combinan los resultados de FCM y de cúmulos, hay una ligera preferencia por valores no nulos para la masa de los neutrinos (Planck Collaboration XXIV 2016).

Se ha obtenido el mapa del parámetro de Compotonización del todo el cielo a partir de los datos de PLANCK (Planck Collaboration XXII 2016). Como parte de la tesis doctoral de D. Tramonte, se ha estudiado y caracterizado la función de probabilidad 1-PDF del efecto Sunyaev-Zeldovich térmico en dicho mapa. Se ha implementado el cálculo numérico de dicha función para un modelo cosmológico dado, y se ha realizado una comparación detallada con los datos de PLANCK, para obtener un valor de $\Sigma_8 = 0.77 \pm 0.02$ (publicado en Planck Collaboration XXII 2016). Además, se ha extendido esta estimación para predecir los resultados de la futura misión CORe. Se ha encontrado que el error final sobre la estimación de Σ_8 es un factor 10 inferior con respecto a la estimación de PLANCK.

Se han continuado las tareas de seguimiento y caracterización en el óptico de nuevos cúmulos de galaxias detectados por el satélite PLANCK. En 2013 fue aprobado un programa ITP (ITP13-8 - "The Planck SZ galaxy clusters: building a reference sample for Cosmology", J.A. Rubiño), en el que nos concedieron más de 80 noches de observación durante dos años, repartidas en los telescopios INT, WHT, TNG y GTC. Dicho programa finalizó en Agosto de 2015, y los primeros resultados se publicaron en 2016. Además, se inició un nuevo programa largo, 128-MULTIPLE-16/15B ("Optical validation of the Planck PSZ2 catalogue: the Northern sky sources"), también de 2 años de duración en el INT, TNG y GTC, para caracterizar el PSZ2. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de A. Ferragamo y A. Aguado. En este contexto, se ha publicado el artículo Planck Collaboration XXXVI (2016), que presenta los resultados de 78 objetos del catálogo PSZ1.

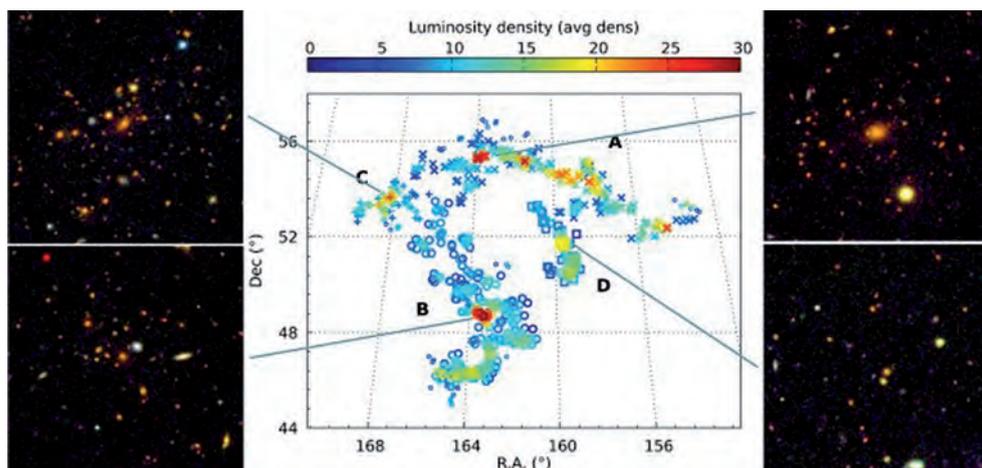
Se ha contribuido a la elaboración de los sub-catálogos del SDSS que se utilizaron en los estudios de caracterización del efecto ISW en los datos de PLANCK presentados en Planck Collaboration XXI (2016), así como previamente en Planck Collaboration IX (2014).

Correcciones relativistas del efecto SZ: se han obtenido densidades de flujo en las 9 frecuencias de los mapas del satélite PLANCK, en una muestra de 100 cúmulos de galaxias muy calientes, con el fin de estudiar evidencias de efectos relativistas en la forma del espectro SZ. El objetivo es enviar los resultados de este análisis para su publicación durante 2017.

BOSS (SDSS-III) y eBOSS (SDSS-IV)

En 2016 se publicaron los resultados finales del análisis de los datos DR12 de la colaboración BOSS. Desde el IAC, se contribuyó a la publicación de varios artículos de la colaboración, y se lideró un artículo. En particular, el estudiante de doctorado M. Pellejero Ibáñez desarrolló e implementó una nueva metodología para la extracción de información cosmológica de los datos finales de la colaboración internacional BOSS. Entre sus resultados, los más destacables son la medida del parámetro de la ecuación de estado de la energía oscura $w = -1.00 \pm 0.07$ para un universo del tipo Λ CDM y la estimación del límite superior de la masa de los neutrinos $\Sigma m_\nu < 0.10$ eV, con un nivel de confianza del 68% y $\Sigma m_\nu < 0.22$ eV, con un nivel de confianza del 95% para el modelo cosmológico LCDM (Pellejero-Ibañez et al. 2016).

Usando los datos de BOSS, se ha descubierto uno de los hipercúmulos de galaxias más lejano ($z=0.47$) y masivo que se conoce: el BOSS Great Wall (BGW). Con un diámetro aproximado de 900 millones de años luz,



El mapa central muestra la distribución en el cielo del Boss Great Wall. En dicho mapa, cada punto representa una galaxia, mientras que los colores representan la densidad del entorno. En las cuatro imágenes RGB del SDSS (Sloan Digital Sky Survey), cada punto rojo es una de las galaxias seleccionadas para el estudio (Lietzen et al. 2016).

el BGW está formado por dos supercúmulos y dos muros galácticos posiblemente más grandes en volumen y en diámetro que cualquier otro hipercúmulo conocido. En total, dicha superestructura contiene unas 830 galaxias, lo que la convierte en uno de los hipercúmulos más masivos del Universo. El Sloan Great Wall, el hipercúmulo galáctico más parecido, con 160 megaparsecs de longitud, es aproximadamente la mitad del BGW (Lietzen et al. 2016).

EUCLID

Dentro del consorcio EUCLID, el IAC y la Universidad Politécnica de Cartagena UPCT tienen la responsabilidad de proporcionar la Unidad de Control Electrónico (ICU) del instrumento infrarrojo (NISP), incluyendo los modelos de vuelo y los correspondientes modelos de ingeniería. El Proyecto ha ido desarrollándose, habiendo cubierto las diferentes fases hasta superar la IPDR (Instrument Preliminary Design Review) y los Subsystem PDR (PDR a nivel subsistema).

En la actualidad se trabaja en el desarrollo del diseño y la documentación descriptiva a nivel adecuado para afrontar el hito CDR. El IAC desde el inicio forma parte del Consorcio estando su responsabilidad directa centrada en el ámbito científico al tiempo que aporta un grupo de ingeniería que colabora con la UPCT para asumir parte de sus compromisos técnicos frente al consorcio. Las tareas en las que desempeña su labor el IAC son:

- Control de Mecanismos: Rueda de Filtros y Grismas
- Control de Lámparas de Calibración

- Monitorización y control de temperatura
- Definición de los EGSE (Electronic Ground Support Equipment) necesarios a la industria especial (CRISA en este caso) para su producción y entrega a otros socios del Consorcio
- Definición de interfaces eléctricas y mecánicas de las unidades en desarrollo

Durante este año se han superado las revisiones críticas de diseño de los subsistemas (Subsystem CDR) del iCDR, CDR del instrumento en su conjunto. Actualmente gran parte de la carga de trabajo está sobre el sector industrial, en el caso de IAC-UPCT representado por CRISA, que se encuentra en fase de realización de diseño, fabricación de prototipos y pruebas. En el mes de junio se llevó a cabo la revisión CDR de la ICU durante la cual, además de revisar los puntos surgidos del trabajo correspondiente, se analizó el estado de producción de los prototipos. Entre ellos de lo disponible en ese momento de la tarjeta DAS bajo responsabilidad del IAC.

Estudio de cúmulos de galaxias a $z > 1$. Desde el grupo se han coordinado las observaciones con MOS/OISIRIS de la propuesta "Searching for galaxy clusters at $z > 1$ " (A. Díaz, UPCT), como parte de la ciencia pre-EUCLID. Se han diseñado las máscaras y se han extraído los espectros. Se han logrado identificar al menos 5 galaxias con formación estelar que parecen formar parte de un cúmulo a $z = 1.1$.

Como parte del programa de preparación científica para EUCLID, se han diseñado las observaciones (máscaras MOS) asociadas a la propuesta "Calibrating the

galaxy colour redshift relation for EUCLID and mapping the star formation main sequence” (C. Gutiérrez). Los datos están siendo analizados.

Otras actividades

Como parte de la tesis doctoral de D. Tramonte, se ha extendido y completado el trabajo empezado en 2015 sobre la función condicional (CMF) de halos en entornos bajo-densos y sobre-densos. Tras mejorar el formalismo para el cálculo de la CMF, extendiendo su rango de validez, se han comparado las abundancias de halos predichas con la CMF con las extraídas de simulaciones numéricas realizadas en el IAC. Los resultados muestran que la predicción de este formalismo es capaz de reproducir de forma precisa las abundancias de halos simuladas. Finalmente, se han proporcionado tablas de parámetros de un ajuste numérico para el cálculo rápido de la CMF en entornos bajo-densos. Este trabajo se ha resumido en un artículo ya aceptado para su publicación (Tramonte et al.).

Evolución de la temperatura del CMB con el desplazamiento al rojo, a través del efecto SZ en cúmulos: a partir de simulaciones hechas dentro de la colaboración CORE+, se ha trabajado en realizar predicciones de las cotas que se podrían obtener con datos de este futuro satélite en caso de ser aprobado. Este análisis se ha incluido en un artículo que está preparado para ser enviado.

Se ha trabajado en diversos test cosmológicos y en el ajuste de modelos no-estándar tipo “ $R_h=ct$ ” (en colaboración con F. Melia): de tipo Alcock-Paczynski para la aplicación al pico BAO en la distribución a gran escala; en el diagrama de Hubble para cuásares que hace uso de la relación no-lineal entre la luminosidad en ultravioleta y la de rayos X; en los cronómetros cósmicos, haciendo uso de la relación entre el salto de Balmer y la edad en galaxias de tipo temprano; en el uso de Regiones HII como indicadores de distancia. También se ha continuado (en colaboración con A. Vazdekis, C. Gutiérrez y N. Castro-Rodríguez) con el análisis de las poblaciones y edades de galaxias a alto desplazamiento al rojo ($z > 2.5$), de cara a comprobar su compatibilidad con los actuales modelos cosmológicos.

Se ha invitado al IAC a F. Meliá (Univ. de Arizona, EEUU, trabajo sobre tests cosmológicos), por espacio de un mes, dentro del Programa Severo Ochoa.

Se ha trabajado en el estudio de galaxias submilimétricas de alto desplazamiento al rojo con brillo amplificado por efecto lente gravitatoria. Para ello, se han utilizado el survey del Hemisferio Sur que realiza el telescopio VISTA (VHS) en combinación con el archivo del

telescopio espacial WISE para identificar galaxias con una distribución espectral similar a la conocida como Cosmic Eyelash galaxia submilimétrica ultrabrillante identificada a un desplazamiento al rojo $z = 2.3$ cuyo brillo está amplificado por la existencia de un cúmulo de galaxias en la línea de visión. La correlación de ambas bases de datos permitió seleccionar nuevos candidatos a galaxias submilimétricas ultrabrillantes ($K < 18$) en una zona de cielo de más de 6.000 grados cuadrados. Se identificaron posibles cúmulos de galaxias en la línea de visión de estos candidatos, que podrían estar causando amplificación gravitatoria. Se obtuvo tiempo de observación con APEX para confirmar si estos candidatos tienen una emisión submilimétrica relevante (> 100 mJy) y con GTC/OSIRIS para confirmar sus propiedades en el visible. Se está investigando cómo extender la búsqueda de galaxias submilimétricas ultrabrillantes a otros desplazamientos al rojo, y el papel que tendrá el satélite EUCLID en estas búsquedas al proporcionar datos 100 veces más sensibles que VHS.

ASTROFÍSICA NUMÉRICA: FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS (P/301502)

C. Dalla Vecchia.

I. Martínez Valpuesta, C. Brook y P. Alonso Palicio.

A. Sánchez (MPE, Garching, Alemania) S. Khochfar (Royal Obs., Edinburgo, Reino Unido); I. McCarthy, R. Crain (John Moores Univ., Liverpool, Reino Unido); S. Kay (Univ. de Manchester, Reino Unido); J. Schaye (Obs. de Leiden, Países Bajos); A. Maccio (NYAUD); A. Di Cintio (AIP) A. Obreja (Univ. de Munich, Alemania).

INTRODUCCIÓN

Entre las cuestiones fundamentales en Astronomía y Astrofísica están la formación y evolución de galaxias. Las escalas de tiempo y tamaño son tan astronómicas que su observación en galaxias individuales es imposible. Solo con el uso de simulaciones numéricas es posible entender la formación de estructuras cósmicas dentro del actual marco cosmológico.

Los principales procesos físicos que rigen la formación y evolución de galaxias son gravedad, hidrodinámica, gas cooling, formación estelar, evolución estelar y SN y BH feedback, todos ellos no lineales y por ello difícil de describir con modelos puramente analíticos. Otros modelos, los semi-analíticos, se basan en simulaciones de materia oscura únicamente y por tanto

están, como éstas, sesgados. Por todo esto, las simulaciones cosmológicas hidrodinámicas son la mejor herramienta para realizar los “experimentos controlados” de formación y evolución de galaxias.

Tras tres décadas de mejoras en las simulaciones numéricas, solo ahora los trabajos teóricos han podido reproducir simultáneamente las propiedades observadas de las galaxias y del medio interestelar (ej. EAGLE, Schaye et al. 2015, *MNRAS*, 446, 521; *ILLUSTRIS*, Vogelsberger et al., 2014, *Nature*, 509, 177). En particular, las funciones de luminosidad y de masa de las galaxias, las relaciones entre tamaño y masa, entre metalicidad y masa y muchas otras propiedades están reproducidas en un amplio rango de masas de galaxias.

A día de hoy, el estudio de galaxias en grupos y cúmulos no está muy extendido. Sin embargo, estas estructuras son excelentes laboratorios para estudiar mergers, interacciones, “tidal stripping” y “ram-pressure stripping.” Estos procesos físicos son claves para dar forma a las galaxias que observamos, pero todavía no se sabe cómo se combinan para dar lugar a la actual población de galaxias en grupos y cúmulos. Además muy poco esfuerzo se ha puesto en estudiar la evolución secular con simulaciones auto-consistentes de formación de galaxias, y mucho más tiene que hacerse para unir la evolución secular con la evolución general de galaxias. Nuevos resultados en estos campos serán útiles para muestreos de galaxias presentes y futuros, como MANGA, WEAVE, GAIA y EUCLID.

HITOS

EDGE/C-EAGLE

Con la finalización de la muestra principal de simulaciones, se ha iniciado la fase de postprocesamiento. Se desarrolló un programa de análisis para calcular luminosidades de SSP y magnitudes de galaxias de ~30 cúmulos resimulados. El código hace uso de la biblioteca de espectros estelares EMILES, desarrollada en el IAC y ampliada recientemente para cubrir un rango de longitud de onda más grande.

EUCLID

Dentro de la colaboración con EUCLID, se realizaron un total de 300 simulaciones cosmológicas de N-cuerpo de un volumen representativo del universo observado. La misma muestra de condiciones iniciales se simuló con diferentes técnicas por otros miembros de la colaboración. La comparación de las diferentes técnicas permitirá evaluar su exactitud en la estimación de la matriz de covarianza y, por lo tanto, los errores en las mediciones de las survey de estructura a gran escala.

Interacciones de galaxias en grupos

Durante varias décadas, se ha sabido que las barras estelares en las galaxias de disco pueden ser activadas por interacciones, o por procesos internos tales como inestabilidades dinámicas. (Martínez-Valpuesta et al.) exploran las diferencias entre estos dos mecanismos utilizando simulaciones numéricas. Utilizaron dos grupos de simulaciones basadas en galaxias aisladas, un grupo en el que una barra se desarrolla naturalmente, y otro grupo en el que la barra no podía desarrollarse aisladamente. El resto de las simulaciones recrean interacciones coplanares en fly-by 1:1 calculadas con la aproximación de impulso. En comparación con galaxias aisladas equivalentes, se encuentra que las barras afectadas o activadas por interacciones: (i) permanecen en el régimen lento durante más tiempo, (ii) son más “boxy” en las vistas de frente y (iii) alojan discos cinemáticamente más calientes. Dentro de este conjunto de simulaciones, no se observan fuertes diferencias entre fly-by retrógrados o non retrógrados. También muestran que las interacciones lentas pueden desencadenar la formación de barras.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Simulaciones cosmológicas de alta resolución de la evolución de grupos y cúmulos de galaxias

Este Proyecto pretende entender la evolución de la función de luminosidad en grupos y cúmulos de galaxias. Se centra en la evolución de galaxias enanas, en el rango de masas donde las diferencias entre cúmulos son mayores. Para llevarlo a cabo, fue diseñado un conjunto único de simulaciones cosmológicas tanto de grupos como de cúmulos individuales. Las simulaciones usan el modelo de evolución de galaxias de EAGLE. Las simulaciones se ejecutaron en parte en el superordenador MareNostrum y en parte en el superordenador Cosma-4 de la Universidad de Durham. Para estas simulaciones 2.000.000 horas de cálculo han sido asignadas a través del programa nacional para proyectos numéricos de la RES.

Estudio de la evolución de la función de luminosidad de las galaxias en cúmulos y la formación y evolución de galaxias enanas en grupos y cúmulos

Dentro del proyecto principal de evolución de cúmulos de galaxias, y en colaboración con Imperial College London, se ha desarrollado un estudio piloto de la función de masa y luminosidad de las galaxias en cúmulos. El Proyecto hace uso de la base de datos pública de EAGLE. Este Proyecto se lleva a cabo en colabora-

ción con A. López Aguerri y la participación de Max Hunter-Gordon del ICL, y se finalizó con la redacción de una tesis. Otro estudio piloto se desarrolló como proyecto de verano del IAC, con la supervisión de C. Dalla Vecchia. La estudiante M. Chrušlínska ha investigado la pérdida de gas de las galaxias que se acercan al centro de un cúmulo. El trabajo finalizó con la redacción de un informe sobre el proyecto científico y una charla en el IAC.

Simulaciones de la estructura a gran escala del universo para la estimación de los errores en la medida de los datos de BOSS y EUCLID

Este Proyecto se finalizó con la publicación del artículo Grieb et al. Dos artículos más, basados en la última publicación de datos del SDSS-III, fueron co-escritos por D. Vecchia y han utilizado las simulaciones proporcionadas por el grupo: Grieb et al. (2017), Sánchez et al. Las simulaciones empleadas en estos trabajos se utilizan ahora dentro de la colaboración EUCLID para la comparación de diferentes estimadores de la matriz de covarianza. La muestra original de simulaciones cosmológicas se extendió a 200 realizaciones más del mismo volumen cosmológico. La muestra final se utiliza ahora para las comparaciones con otros modelos numéricos y analíticos de la evolución de la estructura a gran escala del Universo.

Evolución general de galaxias y evolución secular

Se han desarrollado nuevas simulaciones de galaxias aisladas con el nuevo código incluyendo física bariónica, partículas tipo N-cuerpos y SPH, formación estelar y feedback. Estas simulaciones corrieron en el superordenador Teide-HPC (ITER). El estudiante P. Alonso Palicio ha finalizado el análisis de una de estas simulaciones en comparación con la Vía Láctea. El primer artículo ya está en marcha con interesantes resultados.

Dentro de la colaboración con EAGLE, D. Vecchia co-escibió el primer trabajo sobre galaxias barradas en

simulaciones cosmológicas hechas (Algorry et al., enviado a MNRAS). Este trabajo pretendía complementar el proyecto sobre galaxias barradas iniciado dentro del grupo, que suponía explotar un conjunto de re-simulaciones de halos del tamaño del de la Vía Láctea con alta resolución. El proyecto nunca se desarrolló por falta de tiempo.

Evolución de galaxias en interacción con el entorno en cúmulos

Este es un proyecto sobre galaxias en interacciones dependiendo del entorno. Se finalizó el artículo de simulaciones de interacciones después de unas iteraciones con el referee. Los resultados han sido bien aceptados por la comunidad, y han surgido nuevas colaboraciones para comparar con observaciones.

Otros proyectos relacionados

Se usaron galaxias simuladas para probar las observaciones de galaxias a $z \sim 6-9$ en el continuo de Lyman (fracciones de escape mayores de 0.5, Zackrisson et al., 2017). Las características espectrales pueden ser identificadas por JWST / NIRSpec con una relación señal-ruido relativamente baja, lo que hace de estas galaxias los objetivos ideales para un survey de alto desplaza. Este proyecto hace uso de los datos de la simulación FiBY del universo de alto desplazamiento al rojo (co-PI: D. Vecchia).

La primera aplicación cosmológica del código de transferencia radiativa TRAPHIC desarrollado por A. Pawlik ha sido presentada para publicación: Pawlik et al. En este trabajo el modelo fue calibrado para que coincida con las restricciones observacionales en la época de reionización del Universo. El código es capaz de reproducir la época de reionización y reproduce cantidades observadas como, por ej., la profundidad óptica de dispersión de Thomson y la evolución de la fracción global de hidrógeno neutro.

EL UNIVERSO LOCAL

ESTUDIOS CINEMÁTICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALÁCTICOS (P/308603)

J.E. Beckman.

J. Font Serra, F. Tabatabaei y A. Serrano Borlaff.

Colaboradores del IAC: E. Casuso Romate, J.H. Knapen, B. García Lorenzo, M. López Corredoira e I. Martínez Valpuesta.

L. Gutiérrez Albores, M. Rosado, A. Rodríguez, P. Velázquez (UNAM, México); P. Erwin, D. Willman (MPIE, Alemania); M. Querejeta, G. van de Ven (MPIA, Heidelberg, Alemania); P. Amram (Obs. de Marsella, Francia); S. Comerón, S. Díaz (Univ. de Oulu, Finlandia).

INTRODUCCIÓN

El objetivo básico del Proyecto es investigar la evolución de las galaxias mediante el entendimiento de la interacción del medio interestelar y las estrellas. La técnica principal que utiliza el grupo es la cinemática bidimensional de galaxias enteras observada por nuestro instrumento GHaFaS, un interferómetro Fabry Perot en el telescopio WHT del ORM. Combinamos los datos de GHaFaS con imágenes fotométricas propias, con ACAM en el mismo telescopio, con una variedad de fuentes de imágenes en el infrarrojo y el ultravioleta, y con mapas de líneas de emisión en los rangos de radio y milimétrico para explorar los efectos, y los parámetros físicos que determinen el ritmo de formación y la función de masas de las estrellas según la localización de su formación en las galaxias.

En la fase actual del Proyecto, los aspectos dinámicos que se están explorando son básicamente dos: la estructura resonante de los discos y las barras, y los efectos de las zonas de formación de estrellas masivas en su entorno mediante los vientos estelares y las supernovas. Además en preparación para la exploración de la formación de las galaxias en épocas anteriores, se está estudiando cómo las interacciones entre gala-

xias estimulan y condicionan la formación estelar en ellas antes de su fusión. En el futuro los trabajos se extenderán, lógicamente, en dos direcciones: hacia fuera a galaxias con z creciente y “hacia dentro” al aplicar nuestra metodología al estudio de los procesos interestelares en las zonas de formación de estrellas masivas en la galaxia M33 del Grupo Local.

Acoplado al estudio cinemático, se está trabajando en aspectos de la evolución de los discos de las galaxias en la base de observaciones con precisión de sus perfiles de brillo superficial, tanto en el Universo Local como en desplazamiento al rojo intermedio.

HITOS

- 1.- La observación de una relación entre la magnitud, el campo magnético no turbulento en gran escala en los discos de las galaxias y la masa de la galaxia. Se basa en la posibilidad de separar la parte turbulenta y la parte alineada del campo magnético usando observaciones en el radio-continuo. Esta relación es sencilla (el campo B se relaciona con la masa M elevada a la potencia ~ 0.3) y pide una explicación física que no puede ser un simple dinamo.
- 2.- El descubrimiento de dos poblaciones que nubes masivas interestelares, las de alta masa, y las de muy alta masa (el punto de separación se encuentra a unos 3 millones de masas solares) en los discos de las galaxias. Esas empiezan sus vidas en la forma de nubes moleculares, pero en las que forman estrellas masivas en sus interiores se convierten en Regiones HII. Se ha mostrado que las nubes en la población de muy alta masa están ligadas por su propia gravedad, mientras las otras están ligadas por la presión de la columna del gas exterior a ellas. El ritmo de formación estelar por unidad de masa de gas está aumentada, y la probable función de masas de sus estrellas es diferente en las nubes de muy alta masa en comparación con las de menor masa. Las implicaciones por la evolución de poblaciones estelares en los discos son muy significativos.
- 3.- Se ha mostrado que, si el disco de una galaxia está acampanada radialmente en la distribución de sus estrellas perpendicular del plano del disco, al observarla desde un lado dará una fuerte impresión

de atruncamiento. Este trabajo de modelación explica por qué los truncamientos abruptos se han observado en galaxias vistas de canto, mientras que en las galaxias observadas de cara las caídas de brillo superficial observadas en los bordes de los discos son mucho más graduales. Las implicaciones por los modelos de evolución de los discos son importantes.

- 4.- Se ha usado el nuevo método de medir los radios de corrotación de las barras de las galaxias desarrollado por nuestro grupo (el "método Font-Beckman") para determinar la razón entre la corrotación y la longitud de la barra principal de unas 70 galaxias. La longitud de la barra se infiere usando imágenes en el infrarrojo del satélite Spitzer del Proyecto S4G. La muestra multiplica por dos el número de galaxias donde se ha intentado obtener estas razones, y con más precisión que por otros métodos. Los resultados se han usado para mostrar que muchas de las barras giran lentamente debido al frenado de los halos de materia oscura de las galaxias, un resultado que contradice la mayoría de los trabajos anteriores en el campo. Usando simulaciones se ha mostrado que este resultado se explica porque las barras crecen por adquisición de estrellas al mismo tiempo que se frenan, un efecto que no se había tenido en cuenta. El resultado apoya la presencia de los halos de materia oscura alrededor de las galaxias.
- 5.- Se ha analizado el campo del resto de la supernova de Tycho usando la alta resolución de velocidad y el gran campo de GHaFaS, para distinguir entre las componentes de sus líneas en emisión debidas a las diferentes fases de estructura. Se ha podido distinguir por primera vez el gas que todavía no ha recibido el choque de expansión y el gas postexpansión, y se ha deducido que las líneas de emisión prechoque están ensanchadas por la calefacción debida a los rayos cósmicos. En el futuro se podrán combinar estas observaciones con otras obtenidas con OSIRIS en el telescopio GTC para efectuar un diagnóstico bastante completo de las condiciones en esta nube de altas energías.

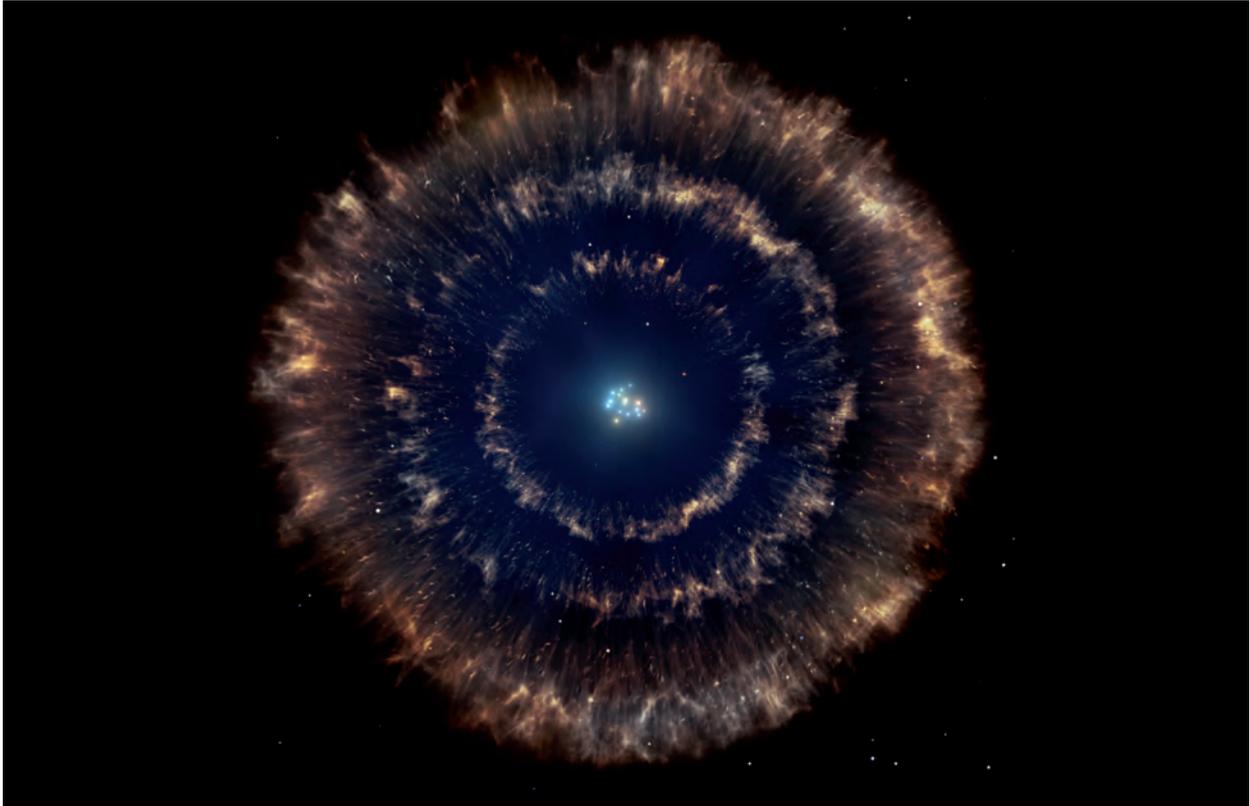
EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

La investigación en 2016 ha seguido las líneas principales de los años anteriores, con una línea adicional. En general, se ha seguido con la exploración de la cinemática interna del Medio Interestelar en escalas galácticas, más una sección dedicada a la morfología de los discos. Pero, además, gracias a la presencia dentro

del Proyecto de F. Tabatabaei, se ha abierto el estudio de los campos magnéticos en el Medio Interestelar en escalas galácticas.

El tema central sigue basándose en la obtención de datos novedosos y de alta calidad de los campos de velocidad en el gas ionizado de las galaxias, obtenido con nuestro instrumento GHaFaS en el telescopio William Herschel, en el ORM.

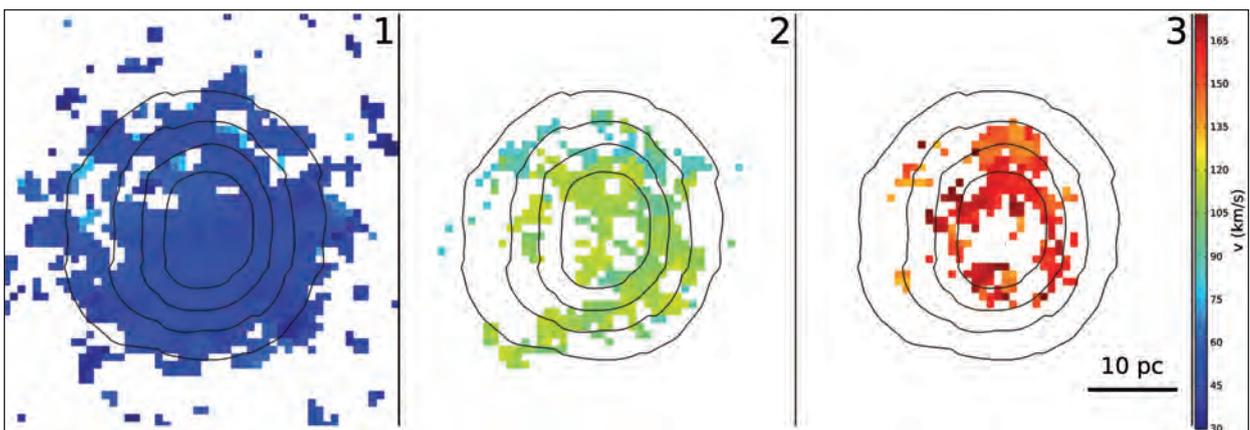
- 1.- Se han obtenido resultados interesantes sobre las superburbujas de gas ionizado que emanan de los cúmulos de estrellas masivas en los discos, y que actúan como fuentes de retroalimentación que controlan los ritmos de formación estelar y que distribuyen los elementos más pesados distribuidos dentro de los discos. Se ha detectado una "familia" de estas superburbujas en el sistema de galaxias en interacción "las Antenas", deduciendo la distribución de sus propiedades físicas, trabajo apoyado por un nuevo modelo hidrodinámico que permite calcular las edades de las burbujas, y vincularlas con las propiedades de las estrellas OB en sus interiores. Más espectacular ha sido el descubrimiento de una "matryoshka" de tres burbujas concéntricas, producidas por tres supernovas que explotaron en secuencia en una asociación OB en la galaxia local M33, sólo una de las burbujas gigantes encontradas en esa galaxia. (Camps-Fariña et al. *MNRAS* 461L, 87).
- 2.- Se ha descubierto la presencia de dos poblaciones de nubes moleculares masivas en los discos de las galaxias: las supermasivas con masas mayores de 3 millones de masas solares, que están ligadas por su propia gravedad, y las meramente masivas, con masas de centenares de miles de masas solares, que se mantienen en equilibrio con su entorno por la presión del gas exterior. Las supermasivas tienen ritmos de formación estelar mayores, como se ha inferido por nuestras mediciones de las luminosidades en H α de las Regiones HII en el rango de masas correspondientes. Se han usado las dispersiones en velocidad de las Regiones HII, efectuadas con GHaFaS, como observación clave establecer que ellas también están ligadas por su propia gravedad, y son las "hijas" de las nubes moleculares correspondientes. La presencia de dos poblaciones de nubes interestelares masivas puede ser el origen de la variabilidad de la función inicial de masas estelares entre una galaxia y otra. (Zaragoza-Cardiel et al. proc. IAU Symposium 315. p. 7, 2016, y publicación aceptada en *MNRAS*).
- 3.- Se ha completado el estudio en microondas del Proyecto KINGFISH (Key insight in Nearby Galaxies) ma-



Representación artística idealizada del objeto, mostrando el cúmulo estelar con las tres burbujas a su alrededor. Crédito: Gabriel Pérez/SMM (IAC).

peando un grupo de galaxias locales usando el radiotelescopio de 100m (Effelsberg, Alemania) para investigar el origen y la energética de la emisión en el radiocontinuo, obteniendo relaciones de calibración entre eso y el ritmo de formación estelar, no mermado por los efectos del polvo interestelar. Se ha mapeado la galaxia local M33 en la frecuencia

de 6GHz con el telescopio EVLA para comparar con las observaciones en H α con GHaFaS en el telescopio WHT, y con la misma finalidad se ha completado el cartografiado de M33 basado en observaciones a 320 MHz con el telescopio de Green Bank (EEUU) con una resolución de 10'' (la mayor obtenida a esta frecuencia).



Mapas mostrando la velocidad de expansión detectada en cada punto para las tres burbujas, con contornos indicando la emisión en H-alfa de la región HII (hidrógeno ionizado). Se aprecia que las burbujas son aproximadamente concéntricas y que hay una progresión inversa entre tamaño y velocidad de expansión. Crédito: Artemi Camps Fariña (IAC).

- 4.- Se ha obtenido una relación sencilla entre el campo magnético alineado (no turbulento) promedio de una galaxia y su masa dinámica (Tabatabaei et al. 2016, *ApJ L.* 818, L10).
- 5.- Usando nuestro cartografiado de los campos de velocidad de galaxias en alta resolución observadas con GHaFaS se han podido comparar los radios de corrotación de las barras con su longitud, como una prueba dinámica de los efectos de frenado de los halos de materia oscura en las barras. Los resultados han sido sorprendentes. Se encontró que muchas de las barras giran lentamente, un resultado opuesto a casi todos los trabajos en la literatura durante las últimos dos décadas. El criterio usado previamente, que valores menores de 1,4 para la razón radio de corrotación -longitud de la barra-, no es válido porque no tiene en cuenta que las barras pueden alargarse durante su evolución además de frenarse. Este resultado tiende a favorecer la hipótesis de la presencia de los halos de materia oscura alrededor de las galaxias. Las mediciones no hubieran sido posibles sin las prestaciones de GHaFaS en resolución angular y de velocidad.
- 6.- Se ha trabajado en la preparación del instrumento NEFER, un módulo Fabry-Perot de alta resolución que, incorporado en el espectrógrafo OSIRIS dará al telescopio GTC una capacidad sin igual para obtener imágenes tridimensionales (en posición y velocidad) de alta resolución y gran campo de objetos extendidos (galaxias, y nebulosas en la Galaxia). El Proyecto dió un paso adelante al ser aprobado por el comité de usuarios del GTC. Si el informe del GTC es favorable, podría incorporarse el telescopio durante el próximo año 2017.

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS: OBSERVACIONES INFRARROJAS Y EN OTRAS LONGITUDES DE ONDA (P/308610)

I. Pérez Fournon.

A. Streblyanska, H. Dannerbauer, R. Márques Coelho y S. Geier.

Principales colaboraciones internacionales en las que participa el grupo: Herschel SPIRE, HerMES, Herschel-ATLAS, SPICA, SAFARI, SWIRE, SERVS, DEEPDRILL, SDSS-III, SDSS-IV, VISTA VHS, BELLS GALLERY, etc.

INTRODUCCIÓN

El grupo desarrolla varios proyectos extragalácticos en diferentes rangos del espectro electromagnético utilizando satélites y telescopios en tierra para estudiar la evolución cosmológica de las galaxias y el origen de la actividad nuclear en galaxias activas. En el aspecto instrumental, este grupo forma parte del consorcio internacional que ha construido el instrumento SPIRE del Observatorio Espacial Herschel y del consorcio europeo que desarrolla el instrumento SAFARI para el telescopio espacial infrarrojo SPICA de las agencias espaciales ESA y JAXA.

Los proyectos principales en 2016 han sido:

- Estudios extragalácticos con el Observatorio Espacial Herschel, de los "Key Projects" HerMES y Herschel-ATLAS.
- Observaciones de seguimiento con GTC, WHT, ALMA, IRAM 30 m, Green Bank ATCA, HST, Spitzer y otros grandes telescopios de galaxias distantes seleccionadas en el infrarrojo y en ondas mm/submm.
- Participación en el desarrollo del instrumento SAFARI, una de las contribuciones europeas al telescopio espacial infrarrojo SPICA.
- Sloan Digital Sky Survey III y IV: galaxias emisoras Lyman α del Proyecto BELLS GALLERY.
- Estudios de galaxias a desplazamientos al rojo muy altos utilizando datos públicos del Proyecto HST Frontier Fields y seguimiento espectroscópico con los telescopios GTC, VLT y ALMA.

HITOS

En 2016 se ha continuado la explotación científica multi-rango de varios proyectos del Observatorio Es-

pacial Herschel, que incluyen los mayores proyectos de tiempo garantizado (HerMES) y de tiempo abierto (Herschel-ATLAS). Los resultados publicados en 2016 incluyen el análisis de muestras grandes de galaxias de desplazamiento al rojo alto seleccionadas por sus colores en las bandas de Herschel SPIRE de los proyectos HeLMS, parte de HerMES (Asboth et al.) y Herschel-ATLAS (Ivison et al.).

En el marco del proyecto BELLS GALLERY, se han publicado dos artículos en *ApJ* (Shu et al.) sobre la selección de la muestra y sus propiedades principales, basadas en observaciones con el HST. Además, se ha llevado a cabo un estudio detallado con los telescopios GTC y WHT de una galaxia BELLS GALLERY, BG1429+1202, muy brillante y también muy luminosa (Marques-Chaves et al.).

Se ha contribuido a dos artículos sobre galaxias en proto-cúmulos de galaxias en el universo lejano. Estos artículos presentaron estudios detallados de las propiedades de la materia interestelar fría de fuentes individuales. Uno de los estudios fue publicado en *Science* (Emonts et al.).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Las actividades principales del grupo en 2016, en el marco de los proyectos del Observatorio Espacial Herschel, han estado orientadas a observaciones de seguimiento de galaxias Herschel a desplazamiento al rojo alto con lo GTC, WHT, ALMA, HST, JCMT y otros telescopios. Se ha contribuido a varias publicaciones de los proyectos HerMES y Herschel-ATLAS.

Se han liderado varios proyectos de observaciones de galaxias Herschel con GTC y WHT y otros telescopios, incluyendo la fase final de un programa de larga duración en el telescopio WHT.

En el marco del Proyecto BELLS GALLERY, se han completado varios estudios sobre lentes gravitacionales y galaxias emisoras Lyman α , basados en observaciones con los telescopios HST, WHT y GTC (Shu et al. 2016ab, Marques-Chaves et al.), con varias notas de prensa y entrevistas en los medios de comunicación.

A final de 2013 se iniciaron varios estudios de galaxias de desplazamiento al rojo muy altos ($z > 8$) utilizando datos públicos del HST y Spitzer del Proyecto HST Frontier Fields, lo que dio lugar a la primera publicación basada en los HST Frontier Fields. En 2016 se han publicado nuevos resultados (Laporte et al.).

Se ha participado en el desarrollo del instrumento SAFARI de SPICA y de un posible nuevo instrumento para SPICA, una cámara multi-banda para el infrarrojo lejano. También se ha contribuido a la propuesta de

SPICA como misión M5 de la ESA, principalmente en el grupo de trabajo sobre evolución de galaxias.

Se han estudiado los miembros de proto-cúmulos de galaxias a desplazamientos al rojo altos ($z=2-3$) con los radiotelescopios ALMA y ATCA. Estos estudios se han publicado (Geach et al.; Emonts et al.) y han dado lugar a varias notas de prensa.

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACIÓN ESTELAR (GEFE) (P/309201)

C. Muñoz-Tuñón.

J.M. Rodríguez Espinosa, J.A. López Aguerri, J. Sánchez Almeida, N. Caon, M. Miluzio, R. Calvi, N.D. Castro Rodríguez, A.M. Varela Pérez, C. Fariña, D. Reverte Payá, A.M. del Olmo García, J.H. Putko, P. Arrabal Haro y A. Lumbreras Calle.

J. Méndez Abreu (Univ. St. Andrews, Reino Unido); R. Amorin Barbieri (IoA, Cambridge, Reino Unido); G. Tenorio Tagle, S. Silich, D. Rosa (INAOE, México); J. Palous, R. Wunsch, S. Martínez (Academia de Ciencias, Rep. Checa); S. Cassisi (Teramo, Italia); B. Elmegreen, D. Elmegreen (IBM, EEUU); M. Filho (Univ. de Oporto, Portugal), P. Pérez González (UAM), A. Cava (Obs de Ginebra, Suiza), equipo ESTALLIDOS (<http://www.iac.es/project/GEFE/estallidos/>).

INTRODUCCIÓN

El Proyecto interno GEFE se encuentra enmarcado en el proyecto coordinado ESTALLIDOS, financiado por el Plan Nacional desde el año 2001. El equipo en el IAC fue impulsor y coordinó la colaboración en las tres primeras ediciones (desde 2001 hasta 2010). Desde el año 2010 tenemos un proyecto concedido como Colaboración Estallidos. El último aprobado es ESTALLIDOS VI (AYA2013-47742-C4-2-P) aun sin comenzar a efectos contables y continúa vigente ESTALLIDOS5 (AYA2010-21887-C04), que esta prorrogado hasta junio del 2018.

En el proyecto interno GEFE seguiremos trabajando en base al caso científico del Proyecto ESTALLIDOS5.

Partimos del estudio de la física de las regiones de formación estelar locales para entender las galaxias más distantes y los starbursts (SB) más extremos.

El propósito principal de este enfoque es la investigación de la interrelación de la Formación Estelar (FE) masiva con el gas, el polvo y el contenido estelar en galaxias, caracterizando el proceso de FE en galaxias con

valores extremos de masa, luminosidad, metalicidad y densidad de entorno, para así hallar soluciones a cuestiones clave en la formación y evolución de las galaxias.

Combinaremos observaciones de SB (espectrofotometría desde tierra y observaciones espaciales) junto con nuestros modelos teóricos autoconsistentes. Se ha estructurado nuestra investigación alrededor de cuatro objetivos:

- 1.- Interrelación entre FE masiva y el medio interestelar en galaxias
- 2.- Laboratorios locales para entender la formación de galaxias de disco
- 3.- Papel del entorno en la FE masiva y la evolución de las galaxias
- 4.- SB extremos en el Universo

ESTALLIDOS está también preparado para contribuir al desarrollo de un conjunto de instrumentos astrofísicos con responsabilidad formalmente adquirida a nivel de equipos tanto instrumentales como científicos. Esto se concreta en nuestra participación en los proyectos EMIR, MEGARA y WEAVE.

Los principales resultados esperados incluyen: i) explicar la evolución química de las galaxias en 2D usando la combinación de espectroscopía de campo integral y modelos completamente bidimensionales. ii) estimar la fracción de FE que puede esperarse de la acreción de gas primordial en galaxias con FE, una cota de relevancia única para las simulaciones cosmológicas de formación de galaxias. iii) descifrar de qué forma el entorno puede afectar a la FE en galaxias a lo largo del tiempo, prestando especial atención al desencadenamiento de estallidos violentos de FE en las galaxias con metalicidades más bajas. iv) explicar cómo SB muy compactos y masivos pueden evolucionar en el denominado modo de retroalimentación positiva, dando cuenta de los SB extremos, así como la retroalimentación por FE en galaxias locales, análogas a las presentes en el universo primigenio.

El Proyecto, en su sexta edición, representa la evolución natural de los casos científicos anteriores de ESTALLIDOS. Es un Proyecto coordinado que se estructura en cuatro nodos: dos en Madrid (UAM y CIEMAT), uno en Granada (IAA) y el nuestro en Canarias (IAC).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A continuación se describen los objetivos genéricos de los próximos años. Están desglosados aquellos que son responsabilidad del IAC, tomados literalmente del proyecto ESTALLIDOS5 (AYA2013-47742-C4-2-P).

El objetivo principal es investigar de la interacción de la formación estelar masiva (SF) con el gas, polvo y estrellas en las galaxias, revelando cómo la SF funciona en situaciones extremas de la masa de la galaxia, luminosidad, metalicidad y el entorno. El Proyecto intenta resolver cuestiones clave para entender la formación y evolución de las galaxias. En los párrafos siguientes se describen los objetivos (generales y específicos) y se desglosan los epígrafes que son responsabilidad del nodo IAC:

- 1.- *Interacción entre la formación de estrellas masivas y el medio interestelar en las galaxias.*
- 2.- *Los laboratorios locales para la comprensión de la formación de galaxias de disco.*

Análogos locales de formación de disco primitivo. Los metales son producidos por las estrellas, por lo tanto, las galaxias extremadamente pobres en metales (XMP) serían objetos primitivos. Son raros en el Universo Local y se han explotado ampliamente como herramientas en la cosmología, pero sólo como cápsulas de tiempo del universo temprano (ej. para medir la abundancia del He primordial, Pagel et al. 1992, o para fijar la “ejecta” de las estrellas de pop III, ej., Thuan y Izotov 2005). Planeamos usar estos singulares objetos como laboratorios para el estudio de la formación de discos: un proceso crítico que se produce principalmente en alto desplazamiento al rojo, pero que no pueden ser estudiados en detalle en ese momento. Papaderos et al. (2008) y Morales-Luis et al. (2011) descubrieron que las galaxias XMP tienden a tener forma de cometas o renacuajo, con una cabeza brillante de formación estelar en una cola tenue. Este resultado es sorprendente y puede reflejar una relación de metal-morfología de las galaxias enanas. El mecanismo físico responsable de esta morfología particular es desconocido y podría ser el resultado de diferentes procesos. En particular, la cabeza de la tadpole puede ser resultado de la acumulación directa de la caída de gas prístino (cold-flow), penetrando el halo de materia oscura y que golpea un disco preexistente (Sánchez Almeida et al. 2013). Esta es una hipótesis interesante ya que las simulaciones cosmológicas predicen que los cold-flows son el mecanismo principal que dirige la formación de las galaxias (Dekel et al 2009; Genel et al 1012). Se va a estudiar esta distribución de material primordial y creemos que las galaxias XMP ofrecer un laboratorio ideal y cercano.

Evolución de los gradientes de metalicidad en discos: ajustando la caída de material.

3.- El papel del entorno en la formación estelar y la evolución de las galaxias.

La formación de estrellas en los cúmulos de galaxias.

El entorno HI de XMPs.

Ya que las XMPs son laboratorios locales para estudiar el ensamblaje de los discos, sus entornos deben caracterizarse por filamentos de gas frío que caen sobre las galaxias. La búsqueda de este proceso de alimentación de gas se puede llevar a cabo observacionalmente mediante la búsquedas en surveys profundos en HI y en radio, y también buscando estructuras filamentosas de bajo brillo superficial en H α .

La agrupación de galaxias con SF.

4.- Starbursts extremos en el Universo.

El estudio comenzará con sistemas masivos y compactos que van desde las galaxias cercanas que muestran Súper Stellar Clusters (SSC) hasta galaxias “clumpy” hasta $z = 1$, incluyendo los “green peas”. Algunos SSC están en Starbursts cercanos (Melo et al., 2005), otros en fusiones como la antenas o Arp 220 y en las galaxias infrarrojas luminosas locales (LIRGs). Las galaxias Submilimétricas Galaxias (SMG) son el extremo de la formación estelar masiva. Las SMGs están normalmente enterradas en polvo (siendo objetivos ideales para EMIR) y contribuyen fuertemente al pico de densidad de SF en $z \sim 2$. Los Starbursts que albergan AGN, o viceversa, son también de vital importancia. Se los puede ver con desplazamientos al rojo más grandes y son cruciales para entender el “SF feedback” y la posible inhibición de la SF debido a los AGNs. A desplazamiento al rojo aun mayor se estudiará SF en “Lyman break Galaxies” (LBG) y “Lyman α Emitters” (LAE). Planteamos:

Retroalimentación de la formación estelar en estallidos masivos y compactos. Vamos a estudiar a la población cercana de SSC, las galaxias clumpy y las galaxias “green peas”, todos ellos objetos con tasa de SF específica (SFR) muy alta. Los supercúmulos estelares (SSC) tienen masas estelares de alrededor de un millón de masas solares o más en volúmenes con radio típico de unos pocos pc. En un rango de masa superior nos interesan cúmulos masivos y compactos (hasta cien millones de masas solares en cientos de pc) detectados en cartografiados profundos (UHDF, GOODS y COSMOS).

¿Cómo, cuánto y dónde la formación estelar está presente en AGN? Vamos a: estudiar los mecanismos de activación para ambos SF y la Actividad Nuclear en Galaxias; probar el Toro de Dusty modelo unificado para AGN (ver Ramos Almeida et al. 2011a); estudiar la

conexión SF-AGN; la influencia de las interacciones en el inicio de la actividad nuclear (Ramos Almeida et al. 2011a, 2012, 2013), y que incluirá una muestra de radio-AGN para estudiar si también presentan SF.

Identificación y caracterización de las fuentes Lyman-alfa. La línea de emisión Lyman-alfa se convierte en uno de los pocos marcadores que pueden utilizarse para estimar la SFR en las galaxias de formación estelar a alto corrimiento al rojo. Desafortunadamente, los fotones Lyman-alfa se ven afectados por un proceso de transferencia de radiación bastante complejo a lo largo del gas neutro que rodea la región Starburst, de modo que derivar sus propiedades intrínsecas no es fácil (Hayes et al. 2010, 2011). Comenzamos hace unos años un estudio piloto sobre Universo Lyman-alfa locales que emiten las galaxias (2009) Östlin, y tenemos la intención de completar el Proyecto LARS (muestra de referencia Lyman-alfa) en los próximos años, con el fin de cuantificar la dependencia de la fracción de escape Lyman-alfa en el propiedades (morfología, la abundancia de HI y el polvo, metalicidad o estatales evolutiva) de la galaxia anfitriona. Se quiere mejorar la calibración de este marcador.

En el proyecto tenemos cuatro estudiantes haciendo el doctorado. Sus temas de tesis están enmarcados en los objetivos 2 y 4.

Nuestro trabajo —siempre centrado en esos objetivos— se ha concretado en la publicación de 13 artículos en revistas internacionales con árbitro y en la participación en más de 30 congresos con charlas y conferencias invitadas.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P/309403)

S. Hidalgo Rodríguez.

A. Aparicio Juan, E. Lagioia, A. Rosenberg González, S. Murabito, M. Simioni, M. Bettinielli y S. Sökmen.

Colaboradores del IAC: C. Gallart Gallart, M. Monelli, R. Carrera Jiménez, M. López Corredoira y F. Garzón López.

E. Valenti, F. Surot Madrid (ESO, Garching, Alemania), J. Alonso, D. Minniti, M. Zoccali (PUC, Chile); N. Arimoto (NAOJ, Japón); S. Beaulieu (Univ. Waterloo, Canadá); R. Buonanno, F. Fusco (Univ. de Roma Tor Vergata, Italia); S. Cassisi, A. Pietrinferni (INAF-Téramo, Italia); L. Carigi (IA-UNAM, México); J.M. Carrasco, C. Jordi, F. Figueras

(Univ. de Barcelona, España); K. Freeman (Research School of Astronomy & Astrophysics, Australia); E. Kirby (Univ. de California, EEUU); E. Lokas (Centro Astronómico Nicolaus Copernicus, Polonia); A. Milone (Australian National Univ.); T. Mineikis, D. Narbutis (Vilnius Astronomical Obs., Lituania); A. Monachesi (Univ. de Michigan, EEUU); S. Okamoto (KIAA-PKU, China); A. Piatti (Obs. Astronómico de Córdoba, Argentina); V. Nascimbeni, G. Piotto (Univ. de Padua, Italia); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU).

INTRODUCCIÓN

El objetivo general del Proyecto es el estudio de la estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias a través de sus poblaciones estelares resueltas, tanto a partir de fotometría como espectroscopía. El Proyecto puede dividirse en cuatro líneas principales:

Historia de formación estelar en el Grupo Local

El objetivo de esta línea es la caracterización de la estructura espacio-temporal de las galaxias del Grupo Local mediante la observación de sus estrellas individuales. Un objetivo fundamental es la determinación de las historias de la formación estelar (HFE) detalladas y extendidas a toda la historia evolutiva de la galaxia con objeto de determinar el grado de importancia que los procesos cosmológicos (tales como la reionización o self-shielding) o locales (barrido de gas por supernovas, fuerzas de marea, migración estelar) tuvieron en su formación.

Multipoblaciones estelares en cúmulos globulares

De forma contraria al paradigma clásico, hay evidencias de que los cúmulos globulares (CG) albergan más de una población estelar de diferente composición química. Observaciones fotométricas de los CG usando el HST muestran fuertes evidencias de múltiples secuencias principales en el DCM. El objetivo de la línea es caracterizar dichas multipoblaciones en CG.

Formación y estructura de la Vía Láctea

Esta línea tiene como eje principal el estudio del disco de la Vía Láctea a través de los cúmulos abiertos y de los datos que proporcionará GAIA (espacio) y el survey ESO-VVV. Este tipo de datos van a dar una oportunidad única de conocer la historia de formación estelar en el disco y en el bulbo galáctico. En este marco, es necesario adecuar las herramientas desarrolladas por el grupo para el análisis de poblaciones estelares al tipo de datos que están suministrando ambos surveys.

Evolución estelar y diagrama color-magnitud sintético

El grupo ha liderado el desarrollo de una nueva librería de evolución estelar. Hay una necesidad en la comunidad científica de mejorar la confianza y exactitud de la computación de modelos estelares mediante la incorporación de las últimas mejoras en el campo de la Física tales como la Ecuación de Estado, nuevos cálculos en tablas de opacidades o en secciones nucleares efectivas.

HITOS

Se ha encontrado que las poblaciones estelares más jóvenes y enriquecidas en los cúmulos globulares de la Vía Láctea están más concentradas que aquellas más viejas. Este resultado está de acuerdo con los modelos de formación estelar de los cúmulos globulares en los que las estrellas se forman en el interior y con el tiempo migran radialmente hacia fuera.

Se ha publicado un artículo sobre el descubrimiento del anillo de Einstein Canarias, realizado por el grupo. Es uno de los anillos de Einstein más completos que se conocen.

Se ha desarrollado un nuevo método para evaluar la historia de formación estelar de poblaciones resueltas de forma que no se vea fuertemente afectada por los efectos observacionales que provienen de la precisión fotométrica, la limitación de las librerías de evolución estelar o las incertidumbres asociadas a los méto-

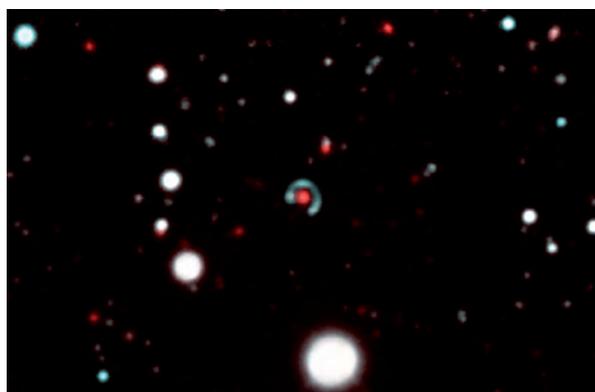


Imagen del anillo de Einstein Canarias. En el centro, se puede observar cómo la galaxia fuente, la más lejana (círculo azul-verdoso) "rodea" a la galaxia lente (punto rojo) casi por completo. Este fenómeno se produce porque el intenso campo gravitatorio de la galaxia lente distorsiona el espacio-tiempo a su alrededor, curvando la trayectoria de los rayos de luz que proceden de la galaxia fuente. Al estar ambas casi alineadas, la imagen resultante de la galaxia fuente es casi un círculo. Crédito: Imagen compuesta a partir de varias imágenes tomadas con la cámara DECam del telescopio Blanco, de 4 m, del Observatorio de Cerro Tololo en Chile.

dos de la obtención de las edades y metalicidades usando diagramas color-magnitud.

Usando el método anteriormente descrito, se ha encontrado que un conjunto de galaxias enanas aisladas del Grupo Local (Cetus, Tucana, LGS-3 y Phoenix) no presentan en sus regiones internas ninguna huella clara de la reionización en su formación estelar, al contrario de lo que predicen los modelos de formación para este tipo galaxias. Sin embargo, alguna de estas galaxias sí podrían haber sido afectadas por la reionización en su zona más externa.

Se ha encontrado que existe una dependencia con el tiempo de la relación masa-metalicidad en galaxias. El resultado sugiere que la dependencia de la metalicidad con la masa de una galaxia aumenta con el tiempo. Sin embargo, aquellas galaxias con mayor tasa de formación estelar presentan, para la misma masa, metalicidades más bajas, sugiriendo que la principal fuente de formación estelar es gas fresco, no enriquecido que se mezcla con el gas enriquecido presente en la galaxia.

Se ha encontrado que el 75% de las estrellas de la segunda generación en los CGs es rica en helio comparadas con las estrellas de la primera generación, con una diferencia promedio de helio de 0.01 en masa.

No se ha encontrado correlación entre el bump de la RGB y la magnitud absoluta del CG y su metalicidad. La diferencia de helio tampoco está correlacionada con los dos parámetros anteriores.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A lo largo de 2016 el Proyecto se ha desarrollado de la siguiente forma:

Docencia

Se han impartido las asignaturas “Física Galáctica” y “Técnicas Computacionales Básicas” del Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna ULL (A. Aparicio, S. Hidalgo). Se ha continuado con la dirección de tesis de S. Murabito (S. Hidalgo), M. Bettinelli (S. Hidalgo), M. Simioni (S. Aparicio) y E. Sökmen (S. Hidalgo, S. Aparicio). Asimismo, se ha comenzado la codirección de tesis de un estudiante de la ESO-Garching, F. Surot Madrid (S. Hidalgo). Se ha comenzado la dirección del Trabajo Fin de Máster de A.M. Rodríguez Oliva (A. Aparicio, S. Hidalgo) y otro de Trabajo Fin de Grado de J. González Rodríguez (S. Hidalgo).

Investigación

Se ha completado el análisis 48 cúmulos globulares (CGs) de la Vía Láctea observados en el Proyecto “UV Survey of GGCs” (G. Piotto). Se ha analizado la diferencia en el enriquecimiento en He entre dos poblaciones

estelares identificadas a través de los “mapas cromosómicos” usando el bump de la rama de gigantes. Se ha analizado la existencia de una posible correlación entre el contenido de Fe y la magnitud absoluta en la banda V de dichas poblaciones (E. Lagioia).

Se han obtenido los primeros resultados de la historia de formación estelar (HFE) de las galaxias Sextans y Sculptor (M. Bettinelli).

Se ha publicado un artículo sobre un nuevo Anillo de Einstein descubierto cuando se realizaba la fotometría de la galaxia de Sculptor (M. Bettinelli).

Se ha terminado el análisis fotométrico, la calibración y las pruebas de completitud de las galaxias de Bootes I, Canes Venatici I y Leo IV. Asimismo, se han obtenido los primeros resultados sobre la HFE de estas tres galaxias (S. Murabito).

Se ha obtenido fotometría profunda de varios campos del survey “Variables Vista Vía Láctea” (VVV) con objeto de obtener la HFE. Se ha trabajado en varias zonas del bulbo (S. Hidalgo) y en el disco galáctico (E. Sökmen).

Se ha finalizado el análisis de la distribución radial de las poblaciones estelares en el cúmulo globular NGC2808. Los resultados confirman que las poblaciones más enriquecidas químicamente están más concentradas, lo que coincide con los modelos de formación de CGs que predicen que las poblaciones más jóvenes se forman en regiones de alta densidad estelar (M. Simioni).

Se ha avanzado en la reducción de los datos de la ACS@HST relativos al “UV Survey of GGCs” (M. Simioni).

Se ha publicado un artículo sobre el efecto de la reionización sobre galaxias de baja masa mediante una nueva técnica que permite obtener las HFE lo suficientemente libre de efectos observacionales como para poder compararse directamente con la predicción de los modelos sobre formación de galaxias de baja masa en torno a la reionización. Los resultados muestran que ninguna de las galaxias analizadas fue afectada en su zona más interna por la reionización (A. Aparicio, S. Hidalgo).

Se ha desarrollado una pipeline para la obtención automática de la fotometría profunda de survey VVV (S. Hidalgo). El procedimiento está siendo utilizado por los estudiantes de Tesis E. Sökmen (IAC) y F. Surot (ESO-Garching).

Se ha completado la creación de la librería de evolución estelar BaSTI-IAC. Las trazas e isocronas de la librería están accesibles en una web provisional mientras se desarrolla la definitiva

<http://80.24.57.234/basti-iac> (S. Hidalgo).

Se ha publicado un artículo sobre la relación masa-metalicidad y su dependencia con el tiempo. Se ha encontrado que dicha relación varía cuadráticamente con el tiempo, siendo menos clara al inicio de la formación estelar cuando las galaxias forman estrellas usando gas fresco (S. Hidalgo).

Se ha realizado una estancia como investigador invitado en la sede de ESO-Garching, para colaborar con E. Valenti en la obtención de la HFE de la Vía Láctea (S. Hidalgo).

Se ha realizado una estancia de un mes a Téramo (Italia), para colaborar con S. Cassisi en el desarrollo de la librería de evolución estelar BaSTI-IAC (S. Hidalgo).

Se ha asistido a la séptima reunión científica del survey VVV en Antofagasta (Chile) (S. Hidalgo, E. Sökmen).

Se asistió al congreso “The Milky Way and its environment” donde se presentó una contribución oral (S. Hidalgo).

Se ha asistido a la reunión del grupo principal del “UV Survey of GGCs” en Padua (A. Aparicio, M. Bettinelli, S. Hidalgo, M. Simioni).

Se han impartido tres seminarios científicos en la PUC (Santiago, Chile), ESO-Santiago (Chile) y ESO-Garching (Alemania) y una charla de divulgación en Sevilla (S. Hidalgo).

Se han realizado dos estancias largas (6 meses) en la Universidad de Padua (Italia) en el marco de la cotutela de las tesis de M. Bettinelli y M. Simioni.

MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA LÁCTEA (P/309405)

M. López-Corredoira.

F. Garzón López, N.D. Castro Rodríguez, A.L. Cabrera Lavers, T.J. Mahoney y C.M. Gutiérrez de la Cruz.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto y S.L. Hidalgo Rodríguez.

P.L. Hammersley (ESO, Garching, Alemania); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); J. Molgó Sendra (GRANTECAN S.A., La Palma), T. Guver, A. Ozdonmez, T. Ak, S. Bilir, S. Karaali (Dept. Astronomy & Space Sciences, Estambul, Turquía), I. Negueruela (Univ. de Alicante); F. Figueras (Univ. de Barcelona); P. Compère.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto se estructura en dos partes, diferenciadas pero complementarias: morfología y dinámica. El estudio detallado de la morfología de la Vía Láctea pretende proveer una base de datos de distribución estelar en las regiones más alejadas y extintas de nuestra galaxia, mediante el desarrollo de modelos semiempíricos a partir de la información contenida en dichos catálogos. Por otra parte, los análisis cinemáticos y dinámicos pretenden hacernos entender el origen de esos rasgos que observamos.

El grupo ha utilizado la combinación de datos propios (que incluirán en el futuro observaciones espectroscópicas con GRANTECAN/EMIR) con los catálogos públicos (DENIS, 2MASS, UKIDSS, VISTA en infrarrojo cercano o SDSS en visible, SDSS-APOGEE en el infrarrojo cercano). Se cuenta con información detallada de la distribución estelar de las poblaciones dominantes en una amplia zona de cielo, abarcando diferentes componentes estructurales: bulbo triaxial, barra larga, disco, brazos espirales, etc. Las componentes de gas y polvo son también objeto de estudio en infrarrojo, o en microondas (estudios de contaminación galáctica al Fondo Cósmico de Microondas, por ej. con WMAP o PLANCK). El grupo de investigación se ha integrado también en el nodo español de GAIA con la idea de orientar parte de nuestro trabajo en el aprovechamiento científico de la misión y, en concreto, en la identificación y estudio de poblaciones estelares a gran escala en la Galaxia.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

F. Garzón, A. Cabrera-Lavers y N. Castro-Rodríguez han dedicado la mayor parte de su tiempo a proyectos relacionados con el telescopio GTC y su instrumento en desarrollo EMIR. T. Mahoney dedica su tiempo fundamentalmente como editor de lenguaje en el IAC.

Algunos detalles del desarrollo y resultados del Proyecto:

Red clump stars: durante 2016, se ha seguido manteniendo la colaboración con el grupo de la Univ. de Estambul (Turquía) en el ámbito del uso de las estrellas del red clump en el infrarrojo cercano como trazadoras de la estructura galáctica y la extinción interestelar y como candelas estándar para cálculo de distancias. Fruto de dicha colaboración se ha producido una publicación: Ozdonmez et al. (*MNRAS*, 461, 1177).

J. Molgó Sendra continúa sus trabajos (a tiempo parcial; pues su dedicación principal es como ingeniero en GTC) de cara a la consecución de una tesis doctoral en el tema del disco de la Galaxia, bajo la supervisión de M. López Corredoira.

M. López-Corredoira y el colaborador J. Molgó Sendra participan de la colaboración con el grupo de I. Negueruela (Univ. Alicante) para el análisis de cúmulos abiertos en brazos espirales.

El estudiante de doctorado J. Molgó Sendra y su supervisor M. López-Corredoira han realizado una campaña de observaciones en el telescopio INT, con la Wide Field Camera, en algunos campos para hacer fotometría en filtros visibles anchos y H α que complementen el cartografiado IPHAS en algunas regiones fuera de plano, de cara a analizar el alabeo y ensanchamiento (flare) del disco.

F. Garzón, M. López-Corredoira y el colaborador J. Molgó Sendra participan en la futura explotación científica de la misión GAIA dentro de la red española para la explotación de Gaia (REG).

M. López-Corredoira y el colaborador de la Univ. de Cambridge C. González-Fernández han publicado un artículo sobre cinemática del disco y movimientos radiales (M. López-Corredoira & C. González-Fernández, *AJ*, 151, 165).

M. López-Corredoira ha estado realizando trabajos sobre la forma del bulbo, utilizando datos recientes del cartografiado VISTA o de estrellas variables Miras de OGLE y otras fuentes, con el objetivo de poner a prueba la hipótesis de la forma de X con poblaciones diferentes al "red clump". Fruto de ese trabajo se ha publicado este año un artículo (M. López-Corredoira, *A&A*, 593, A66).

Otras publicaciones: se han escrito otros artículos y realizado otras participaciones en congresos (Ver PUBLICACIONES CIENTÍFICAS).

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (P/300424)

J.A. López Aguerri.

R. Barrena Delgado, C. Muñoz-Tuñón, C. Zurita Espinosa, C. Dalla Vecchia, W. Boschin y A. Lumbrellas Calle.

E.M. Corsini, L. Morelli (Univ. de Padua, Italia); J.M. Vilchez, J. Iglesias (IAA); C. del Burgo, E. Jiménez Bailon, S. Sánchez (UNAM, México); N. Napolitano (Obs. de Capodimonte, Italia); M. Girardi, S. Borgani (Univ. de Trieste, Italia); A. Biviano, S. Zarattini (Obs. Astronómico de Trieste, Italia); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); E. D'Onghia (Univ. Wisconsin-Madison, EEUU); M. Moles (Centro de Estudios de Física de Aragón); M. de Santos Lleo (ESA); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); O. Gerhard (MPIA, Alemania); R. Sánchez Janssen (ATC, Reino Unido); M. Huertas-Company (Obs. de París, Francia); A. Diaferio (Univ. de Turín, Italia). J. Méndez Abreu, V. Wild (Univ. St. Andrews, Escocia); A. Aragon-Salamanca (Univ. de Nottingham, Reino Unido), R. Peletier, S. Trager (Kapteyn Inst., Países Bajos); G. Dalton (Univ. de Oxford, Reino Unido).

INTRODUCCIÓN

Las estructuras en el Universo, a todas las escalas de masa, se han formado de una forma jerárquica y principalmente producidas por fusiones de galaxias. Sin embargo, esta formación jerárquica de las galaxias puede ser modulada por el entorno en el cual se crean y evolucionan. Mientras que las galaxias de campo presentan una evolución pasiva, los cúmulos de galaxias son entornos de muy alta densidad donde las galaxias interactúan unas con otras y con el gas intracumular caliente (ICM). Además, la dinámica de los cúmulos está dominada por la alta densidad y cantidad de materia oscura presente en los mismos y que provoca elevados potenciales gravitatorios. Por todo ello, los cúmulos de galaxias son sistemas complejos con múltiples componentes (galaxias, ICM, materia oscura) que evolucionan de manera acoplada. La mezcla de todas estas componentes, así como sus interacciones, hacen de los cúmulos de galaxias laboratorios ideales donde

estudiar una gran variedad de fenómenos que provocan que la evolución de galaxias en estos entornos de alta densidad sea muy diferente a la de las galaxias de campo.

Es bien conocido desde las primeras observaciones de cúmulos, que las propiedades de las galaxias que se encuentran en entornos de alta densidad son diferentes de las que se encuentran aisladas. Probablemente la relación morfología-densidad (Hubble & Humason 1931, *Astrophysical Journal*, 74, 43; Dressler 1980, *Astrophysical Journal*, 236, 351) sea la principal evidencia observacional que apunta a una diferente evolución de las galaxias en cúmulos. Esta relación establece que la densidad local de galaxias y el tipo morfológico no son cantidades independientes, así la población de galaxias presente en cúmulos está dominada por galaxias de tipo temprano, principalmente elípticas y lenticulares. Otras dos propiedades observacionales que diferencian el contenido estelar de cúmulos y campo viene dado por la presencia de las galaxias centrales luminosas (BCG; Rines et al. 2007, *Astrophysical Journal*, 665, L9) y la existencia de la luz difusa intracumular (ver Aguerri et al. 2005, *Astronomical Journal*, 129, 2585). Las BCGs están íntimamente ligadas con las propiedades del cúmulo que las alberga (Lin & Mohr 2004, *Astrophysical Journal*, 617, 879), se localizan en el fondo del pozo de potencial cumular y además tienen luminosidades que correlacionan con la luminosidad y masa total del cúmulo. Evidencias observacionales y teóricas sugieren que estas BCGs se forman a través de fusiones de galaxias más pequeñas. Durante este proceso, gran cantidad de estrellas pueden ser desligadas dando lugar a la luz difusa intracumular (De Lucia & Blaizot 2007, *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, 375, 2; Murrante et al. 2007, *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, 377, 2). Esta componente puede dar cuenta de entre un 5% y un 25% de la luminosidad total de un cúmulo y sus propiedades están ligadas a las de las BCGs (ver Castro-Rodríguez et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 507, 621). Por otro lado, la cantidad de hidrógeno neutro (HI) presente en las galaxias con disco también representa una indicación de la diferente evolución de galaxias en entornos de alta densidad. De hecho, las galaxias presentes en entornos cumulares presentan una deficiencia de HI en sus discos con respecto a las galaxias de campo, siendo esta deficiencia mayor cuando nos acercamos al centro del cúmulo (Solanes et al. 2001, *Astrophysical Journal*, 548, 97).

Estas diferencias observacionales entre las galaxias de campo y en cúmulos se conocen desde las primeras observaciones que se hicieron en cúmulos hacia la mitad del siglo XX. Esto sugirió desde un principio que

dichas diferencias entre galaxias de campo y cúmulos eran debidas a diferentes procesos de formación. Sin embargo, desde la aceptación general de las teorías jerárquicas como los modelos preferidos que explican la formación de estructuras, en los cuales las galaxias brillantes se forman por fusiones e interacciones, se ha puesto toda la atención en los mecanismos que pueden transformar galaxias de tipo tardío (dominantes en campo) en tipo temprano (dominantes en cúmulos). Estos mecanismos evolutivos se pueden separar en dos categorías: las interacciones gravitatorias entre galaxias y el potencial cumular, y las interacciones hidrodinámicas entre el medio interestelar de las galaxias y el ICM. Los principales mecanismos propuestos hasta ahora son: fricción dinámica (Chandrasekhar 1943, *Astrophysical Journal*, 97, 255; Binney & Tremaine 1987, *Galactic Dynamics*), esta afecta a objetos moviéndose en el seno de una distribución de partículas, por tanto es efectiva en entornos de alta densidad para galaxias masivas que no orbiten a gran velocidad; fusiones e interacciones de marea entre pares de galaxias (Binney & Tremaine 1987), estas afectan tanto al gas, como a las estrellas y la materia oscura dependiendo de las ligaduras entre las distintas componentes; interacciones de marea entre galaxias y el potencial del cúmulo, estas pueden perturbar las galaxias induciendo cambios morfológicos como la formación de barras o el engrosamiento de los discos, sus efectos son mayores cuanto más masivo sea el cúmulo y cuanto más cercana al centro de este se encuentre la galaxia; *harassment* (Moore et al. 1996, *Nature*, 379, 613; Moore et al. 1998, *Astrophysical Journal*, 495, 139; Moore et al. 1999, *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.*, 304, 465), este se basa en el efecto combinado de multitud de encuentros cercanos de alta velocidad entre galaxias y la interacción con el potencial global del cúmulo, sus efectos dependen de la frecuencia colisional, la intensidad de las interacciones individuales, del potencial del cúmulo y de la distribución de materia de las galaxias; *ram-pressure stripping* (Gun & Gott 1972, *Astrophysical Journal*, 176, 1; Quilis et al. 2000, *Science*, 288, 1617), esta presión de arrastre se basa en que el medio interestelar de las galaxias presentes en un cúmulo pueda ser arrancado por el ICM cuando estas pasan a altas velocidades a través de él, de esta manera se intenta explicar la transformación de galaxias espirales en lenticulares; *estrangulamiento* (Larson et al. 1980, *Astrophysical Journal*, 237, 692), este proceso se basa en que la interacción hidrodinámica de la galaxia con el ICM combinada con las fuerzas de marea del cúmulo son capaces de eliminar las reservas de gas existentes en los halos de galaxias espirales, de esta manera, se

frena la retroalimentación de gas en los discos frenando la formación estelar y convirtiendo las galaxias espirales en lenticulares.

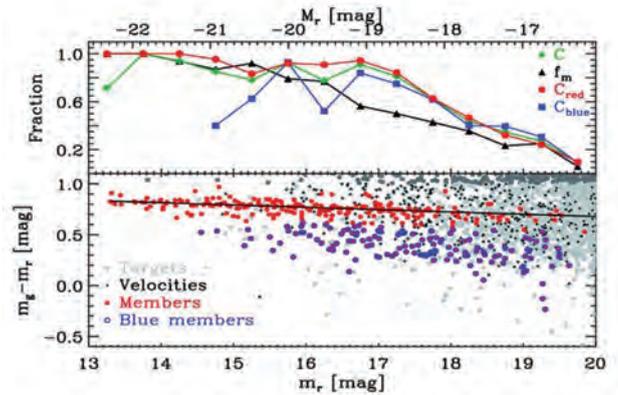
Todos estos mecanismos provocan transformaciones morfológicas en las galaxias. El objetivo de este Proyecto es estudiar la formación y evolución de las galaxias en estos entornos densos. Se pretende entender en qué entorno domina cada uno de estos mecanismos y cuál/es de estos mecanismos de transformación de galaxias es el que domina la evolución de los diferentes tipos de galaxias (tanto brillantes como enanas) en los cúmulos. Cuantificar observacionalmente la eficiencia de estos mecanismos no es un tarea sencilla ya que muchos de ellos actúan a la vez, lo hacen según escalas de tiempo muy diferentes, y en regiones del cúmulo también diversas. Sin embargo, como se comentó anteriormente, hay una serie de evidencias observacionales que pueden ser directamente contrastadas: distribución morfológica de las galaxias de los cúmulos; función de luminosidad; luz difusa (cantidad y distribución); presencia de subestructura; propiedades de las galaxias enanas y brillantes; propiedades del medio gas caliente intracumular. Todos estos observables nos pueden dar información sobre la relación entre entorno y evolución galáctica. Estas son las cantidades que queremos medir en este Proyecto para muestras amplias de cúmulos de galaxias.

HITOS

Durante el año 2016 podemos destacar como principales hitos los siguientes resultados obtenidos dentro de este Proyecto:

El crecimiento de la secuencia roja en los cúmulos de Hércules

En este trabajo presentamos el estudio del diagrama color-magnitud del grupo Abell 2151 (A2151), prestando una atención particular a las galaxias de baja masa. La espectroscopía profunda con AF2/WYFFOS @WHT y el método de las cáusticas nos ha permitido obtener 360 galaxias que son miembros del cúmulo dentro $1.3 R_{200}$ y magnitud absoluta $M_r \lesssim M^* + 6$. Este grupo cercano muestra una secuencia roja bien definida hasta $M = -18.5$; en las magnitudes más débiles, sólo el 36% de las galaxias se encuentran en la extrapolación de la secuencia roja. Se compararon las secuencias rojas de A2151 y Abell 85, que es otro cúmulo cercano con datos espectroscópicos similares, pero con diferente masa y estado dinámico. Ambos cúmulos muestran secuencias rojas similares en el extremo brillante ($M_r \leq -19.5$), mientras que son bastante diferen-

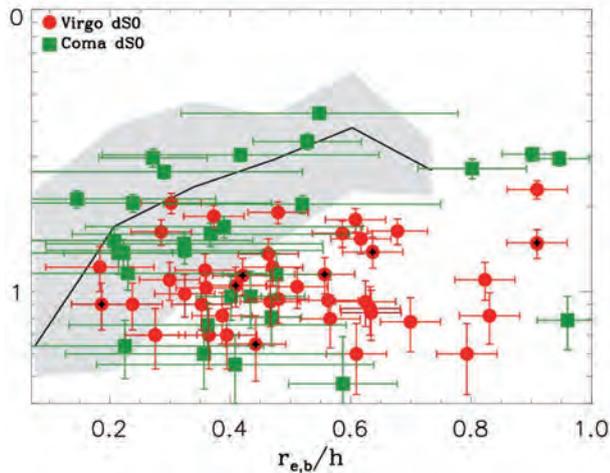


Panel inferior: diagrama de magnitud de color de las galaxias en la dirección de A2151. Los puntos gris oscuro son las galaxias excluidas de la muestra con el corte de color. Los puntos grises claros son las galaxias candidatas y los puntos negros son las velocidades obtenidas. Los símbolos rojos y azules muestran los miembros de secuencia roja y azul, respectivamente. La línea continua representa la secuencia roja del cúmulo. Panel superior: completitud espectroscópica (C, diamantes verdes), rojo (C_{red}, puntos rojos) y azul (C_{blue}, cuadrados azules), y fracción de miembros de cúmulo (f_m, triángulos negros) en función de la magnitud de la banda r. Hay que tener en cuenta que la secuencia roja no está bien definida para magnitudes más bajas que -18.5.

tes en el extremo de baja masa. Este resultado sugiere que el enrojecimiento de las galaxias brillantes es independiente del medio ambiente, a diferencia de la población de galaxias enanas ($M_r \geq -18.0$).

Formación de galaxias enanas por interacciones en cúmulos de galaxias

En este trabajo, la distribución del brillo superficial de $\sim 30\text{-}40\%$ de las galaxias enanas de tipo temprano con $-18 \leq MB \leq -15$ en los cúmulos de Virgo y Coma se ha ajustado con modelos que incluyen dos componentes estructurales (Sérsic + exponencial). ¿Son estas galaxias de baja luminosidad copias de galaxias brillantes con disco? ¿O son los restos de galaxias brillantes fuertemente transformadas por los efectos ambientales del cúmulo? Se analizó la posición de galaxias brillantes con disco y enanas de tipo temprano en el plano $r_b, e / h-n$. La ubicación en este plano de las galaxias enanas descritas con dos componentes se comparó con simulaciones numéricas donde los discos de estas galaxias ha sido truncado por efectos de marea. Las galaxias brillantes no barradas muestran una fuerte correlación en el plano $r_b, e / h-n$. Las galaxias con valores del índice de Sérsic más grandes muestran una relación $r_b, e / h$ más alta. Por el contrario, las galaxias enanas de tipo temprano descritas con dos componentes no siguen la



Distribución de las galaxias brillantes con disco (región gris) y dS0 (puntos rojos y cuadrados verdes) en el plano $r_{e,b}/h$ - n . La región gris representa el locus del 95% de las galaxias brillantes con disco en este plano. La línea continua muestra la mediana de la distribución de las galaxias brillantes con disco. La esquina superior derecha de la relación $r_{e,b}/h$ - n para las galaxias brillantes con disco se compone principalmente por sistemas dominados por un bulbo. En cambio, los sistemas dominados por discos se localizan principalmente en la esquina inferior izquierda de la relación. Las estrellas negras representan rotadores rápidos según la clasificación dada por Toloba et al. (2014).

misma correlación. Una fracción ($\sim 55\%$) de ellas está situada fuera del lugar definido en este plano por el 95% de las galaxias brillantes con disco. Esta distribución indica que no son simplemente una réplica a baja masa de las galaxias brillantes con disco. La diferente ubicación, en el plano $r_{e,b}/h$ - n , de las enanas descritas con dos componentes y de las galaxias brillantes puede explicarse cualitativamente si las primeras son remanentes de galaxias con disco fuertemente transformadas por procesos de marea. Esto implica que los progenitores de $\sim 20\text{-}25\%$ de las galaxias enanas de tipo temprano con $-18 \leq MB \leq -15$ en los cúmulos de Virgo y Coma podrían ser galaxias brillantes con disco transformadas por los efectos del medio ambiente. Estas galaxias transformadas por efectos de marea se pueden seleccionar de acuerdo con su ubicación en el plano $r_{e,b}/h$ - n .

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Este Proyecto se ha convertido en los últimos años en un proyecto interdisciplinar que combina observaciones, simulaciones y desarrollo instrumental con el fin de estudiar la formación y evolución de las galaxias en entornos de alta densidad de galaxias. Los diferen-

tes objetivos que se propusieron para 2016 han dado los siguientes resultados:

Cartografiados espectroscópicos profundos en el Universo Local

La espectroscopía profunda en cúmulos de galaxias es una herramienta clave para entender la formación y evolución de estos sistemas de galaxias. En particular, poder observar espectroscópicamente galaxias enanas ($M_r = -16.0$) permite entender la formación y evolución de los halos de baja masa presentes en los cúmulos de galaxias. Durante 2016, se ha continuado con el estudio de las propiedades de las galaxias enanas ($M^* + 6$) en los cúmulos cercanos de galaxias. Han sido dos los resultados principales que se han obtenido. El primero está relacionado con el cúmulo de Hércules (A2151). Se ha estudiado las propiedades de la población de galaxias pertenecientes al cúmulo hasta $M_r = -16.0$. Este cúmulo presenta una característica peculiar respecto a otros cúmulos del Universo Local. En particular, la secuencia roja no está bien definida para magnitudes más débiles que $M_r = -18.0$. Esto indica que la secuencia roja en galaxias de poca masa se está formando ahora en Hércules. Todavía para este cúmulo no se ha producido la parada de la formación estelar en los halos de baja masa. Esto, que es normal en cúmulos de masas similares a desplazamiento al rojo 0.8 - 1.0, hace que A2151 sea un entorno ideal para el estudio de la parada de la formación estelar en galaxias enanas.

Se han estudiado también las propiedades estructurales de las galaxias dS0 de los cúmulos de Virgo y de Coma. Estas galaxias son halos de baja masa que presentan varias componentes estructurales, similar a las galaxias espirales de mayor masa. Se ha analizado la posición de las galaxias espirales masivas y las dS0 con componentes bulbo y disco en el plano r_e/n vs n , siendo r_e el radio efectivo del bulbo, h la escala del disco y n el parámetro de forma del perfil de Sérsic con el que se ajusta el brillo superficial del bulbo. Las galaxias espirales masivas presentan una correlación en este plano. En particular, galaxias que tienen bulbos con valores de n mayores presentan valores mayores del cociente r_e/h . Sin embargo, las galaxias dS0 no presentan esta correlación. Estas galaxias se encuentran en una zona de dicho plano donde se sitúan galaxias que son remanentes de galaxias espirales masivas que han sufrido una importante pérdida de masa debido a interacciones en el cúmulo y se han transformado en enanas. Esto indica que para una fracción de las galaxias enanas de Virgo y Coma (alrededor del 20%) sus progenitores son galaxias espirales más masivas. Pro-

cesos como harassment e interacciones de marea con las galaxias de los cúmulos o con los potenciales gravitatorios de los mismos han hecho que parte de sus estrellas hayan sido arrancadas y hayan perdido una importante fracción de su masa transformándose en galaxias enanas.

Dentro de este sub-proyecto se defendió en octubre de 2016, en la Universidad de La Laguna, la tesis de I. Agulli titulada “A deep spectroscopic view of cluster galaxies: understanding luminosity functions and dynamics”.

El Proyecto WEAVE

El espectrógrafo WEAVE es un instrumento de nueva generación que está siendo construido para el telescopio WHT. Este instrumento va a combinar un gran campo (2 grados de diámetro) con una gran capacidad de obtención de espectros (1.000 fibras por apuntado). El instrumento está siendo desarrollado por un consorcio internacional en el cual el IAC tiene una importante involucración. En particular J. Alfonso L. Aguerrí es Co-IP del Proyecto WEAVE. Se espera que el instrumento esté en el telescopio en la primera mitad de 2018 y desarrolle grandes cartografiados de galaxias y estrellas durante un periodo de 5 años. Este Proyecto es un proyecto estratégico para el telescopio WHT y para el IAC. El IAC es uno de los socios mayoritarios del Consorcio WEAVE y tiene asignados importantes paquetes instrumentales con una inversión de unos 3,5 M€.

Durante 2016 se han realizado pruebas de prestaciones en importantes paquetes instrumentales asignados al IAC. En particular, la unidad de traslación del nuevo foco primario del telescopio WHT. Estas pruebas se llevaron a cabo en la Sala AIV del IAC en el mes de junio de 2016. También se ha llevado a cabo una importante tarea de diseño por parte del equipo de ingenieros del Proyecto para la publicación de dos licitaciones correspondientes a los paquetes instrumentales del corrector focal y el rotador de campo. Estas licitaciones se publicaron durante la segunda parte de año.

Uno de los paquetes que se están desarrollando para el instrumento WEAVE es el paquete de software denominado “Advance Processing System” (APS). Este paquete está siendo desarrollado por C. Allende y C. Zurita. Este software medirá una serie de parámetros físicos de los objetos que se observen en todos los cartografiados que haga el instrumento WEAVE. Estos parámetros estarán disponibles para la comunidad WEAVE y serán esenciales para la ciencia que produzca WEAVE. Durante 2016 se ha continuado con el desarrollo del software y se realizó una prueba de transferencia de datos entre los centros involucrados en el

procesado de datos de WEAVE. La prueba se superó con éxito. El grupo científico de WEAVE consta de unos 150 investigadores pertenecientes a los países miembros del Consorcio. De ellos unos 50 tienen afiliación a algún centro de investigación español. Miembros de este Proyecto coordinan los cartografiados relacionados con cúmulos de galaxias. Durante 2016 se han seguido definiendo estos cartografiados. Para ello se han organizado dos reuniones científicas del grupo WEAVE cluster surveys. La primera se realizó en Groningen en mayo y la segunda en Cambridge en diciembre.

Proyecto FOGO

Se denominan sistemas fósiles o grupos fósiles de galaxias a cúmulos o grupos que presentan una galaxia central muy dominante en luminosidad. En particular, estos sistemas tienen galaxias centrales que son al menos 2 magnitudes más brillantes que la segunda galaxia en luz del cúmulo. Estas galaxias centrales tan dominantes albergan una amplia fracción de las estrellas presentes en el cúmulo. Cosmológicamente estos sistemas son importantes ya que se piensa que son reliquias del Universo primitivo. Durante los últimos años, nuestro grupo ha estado caracterizando ese tipo de sistemas de galaxias. Para ello se nos concedió en el periodo 2008-2010 un proyecto internacional en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Este Proyecto, denominado FOGO, cuenta con un grupo de 20 investigadores internacionales y está liderado por miembros de este Proyecto.

Durante 2016 se ha realizado un estudio de la subestructura de los sistemas fósiles de galaxias. La subestructura de galaxias nos indica el grado de relajación de una agregación de galaxias. En particular, si los sistemas fósiles han sido formados a desplazamiento al rojo alto sin acreciones posteriores se espera que sean sistemas relajados que no presente subestructura. El estudio que se realizó indicó que los sistemas fósiles presentan subestructura a un nivel similar a sistemas que no son fósiles. Esto indica que son sistemas que presentan un grado de relajación similar a otros grupos y cúmulos de galaxias.

Simulaciones de cúmulos de galaxias:

Proyecto EDGE

Este Proyecto trata de estudiar en detalle la evolución de la función de luminosidad de las galaxias en cúmulos y la formación de las galaxias de baja masa mediante simulaciones numéricas. Se trata de resimular a muy alta resolución un conjunto de cúmulos cercanos. Estas simulaciones serán únicas en su clase y serán fundamentales para el desarrollo de la ciencia relacionada

con cúmulos de galaxias que llevará a cabo los cartografiados del instrumento WEAVE. Durante 2016 se han realizado algunas de estas simulaciones. Además, se ha estado trabajando con datos de la base de EAGLE sobre dos aspectos de la población de las galaxias en cúmulos. Se ha hecho un estudio sobre las funciones de luminosidad/masa de galaxias en cúmulos simulados y se ha estudiado la pérdida de gas por parte de las galaxias en su proceso de caída al cúmulo. El estudio de las funciones de luminosidad fue realizado por un estudiante de máster de la Universidad de La Laguna ULL. El estudio sobre la pérdida de gas de las galaxias se realizó por una estudiante de verano del IAC. Ambos trabajos fueron dirigidos por miembros de este Proyecto, en particular por C. Dalla Vecchia.

CENTROS DE GALAXIAS A ESCALAS DE PARSECS Y TÉCNICAS DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (P/300621)

A.M. Prieto Escudero.

J.A. Acosta Pulido, J.A. Fernández Ontiveros y G. Rodríguez Coira.

Colaboradores del IAC: J.J. Díaz García, P. López Ramos, J. Patrón Recio J. Nadolny y F. Tabatabaei.

M. Mezcuca (Astro, Canadá); A. Rodríguez-Ardila (LNA, Brasil); K. Tristram (ESO, Chile); A. Burkert, L. Bachmann, K. Dolag (LMU, Munich, Alemania); S. Mazzalay (MPE, Munich, Alemania); M. Scharmann (CfAS, Univ. Swinburne Univ., Australia); N. Haering, R. Luque (MPIA, Heidelberg, Alemania); G. Bruzual (Morelia, México); P. Mínguez, L. Reb (ULL); A.C. Raiteri, M.I. Carneero (Obs. de Torino, Italia).

INTRODUCCIÓN

Proyecto enfocado al estudio en el IR del núcleo de las galaxias más cercanas con resoluciones espaciales en el rango de 1 a 10 pc. Estas resoluciones espaciales, accesibles con los grandes telescopios de tierra usando técnicas frontera de observación, son por primera vez comparables, a las que se obtienen rutinariamente con HST en el óptico y VLBI en radio.

Los objetivos de este Proyecto son:

Desarrollar un grupo leader en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, especí-

ficamente en Adaptive Optics, laser-guide Star, Speckle and Optical Interferometry. Para ello, este equipo está involucrado en el desarrollo del primer instrumento de Óptica Adaptativa para el telescopio GTC, FRIDA <http://www.iac.es/proyecto/frida/>, en la definición de programas estratégicos de observación con láser en el telescopio GTC con GTCOA y en la definición y desarrollo de instrumentación de Óptica Adaptativa futura para el telescopio VLT, ERIS

<http://www.eso.org/~mschoell/ERIS/>

Utilizar estas técnicas para el estudio de centros de galaxias, y sus manifestaciones energéticas, con resoluciones espaciales por debajo de 100mas. Para ello, el equipo desarrolla los siguientes proyectos:

- Proyecto PARSEC: "The central PARSEC of galaxies" <http://www.iac.es/project/parsec/main/index.php>. Estudio del centro de galaxias más cercanas y brillantes utilizando datos de resolución espacial comparable: radio con VLA, IR con Óptica Adaptativa e interferometría óptica, y óptico con HST.
- Proyecto PAIS: Particle Accelerators In Space <http://www.iac.es/proyecto/jets-and-hotspots-in-radiogalaxies/main/index.php>. Estudio de jets y hot-spots en galaxias. El programa explora los procesos físicos que dan lugar a emisión óptica en jets y hot-spots, usando datos con alta resolución espacial procedentes de los telescopios VLA, HST y VLT.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El grupo PARSEC/ High angular Resolution Instrumentation ha producido:

- 6 artículos con referee en revistas internacionales
- 3 artículos para revista con referee en fase final de edición
- Conferencias: 2 charlas invitadas sobre FRIDA/PARSEC (A. Prieto), 6 contribuciones orales sobre PARSEC (Prieto x 2, Fernández-Ontiveros, Mínguez, Gracia-Coira, Naab)
- Preparación de propuestas de observación para NOT (Fernández-Ontiveros, Prieto, concedida 1 noche), Soar 4 m (Rodríguez-Ardila, Prieto, 25,5 h concedidas), y Gemini x 2 (Rodríguez-Ardila, Prieto, denegada este semestre)
- Másters terminados García-Coira (dirigido por A. Prieto) y Mínguez (dirigido por A. Prieto, F. Tabatabaei)
- Phd en curso: E. Moh (dirigida por A. Prieto), dejó el IAC en octubre

- ERASMUS fellow en PARSEC: L. Reeb (máster en curso, dirigido por A. Prieto, Fernández-Ontiveros)
- Trabajo estudiante-verano R. Luque: Fernández-Ontiveros, A. Prieto
- Estancia invitada en Munchen Sternwarte, junio-septiembre 2016: A. Prieto
- Evaluación y documentación de detectores alternativos para FRIDA proporcionados por Teledyne y GTC: A. Prieto, J. J. Díaz
- Preparación y envío de 3 solicitudes de fondos para la adquisición de un detector para FRIDA, a los centros (A. Prieto, J. Patrón):
UNAM-México: concedió 90,000 \$
FEDER: 500,000 €, se desestima
Severo-Ochoa-IAC: 500,000 €, se desestima
- Desarrollo/implementación FRIDA-ETC: Acosta-Pulido, A. Prieto
- Preparación documentación sobre requerimientos de FRIDA para GTCOA solicitados por M. Reyes (IAC- GTCOA): A. Prieto
- Postdoc PAYA: revisión CVs, contacto y selección candidato: A. Prieto
- Preparación Informe Anual IAC, Informe Progreso AYA, Informe progreso FRIDA, Informe Postdoc: A. Prieto
- Preparación Proyectos tesis doctoral y presentación: A. Prieto
- Preparación 2 Proyectos Master: A. Prieto

HUELLAS DE LA FORMACIÓN DE LAS GALAXIAS: POBLACIONES ESTELARES, DINÁMICA Y MORFOLOGÍA (P/300624)

M. Beasley.

J. Falcón Barroso, A. Vazdekis Vazdekis, I. Trujillo Cabrera, I. García de la Rosa, M. Prieto Muñoz, M. Balcells Comas, F. Pinna, M. Cebrián Renau, J. Román García y R. Infante Saiz.

Colaboradores del IAC: C. Ramos Almeida, A. Asensio Ramos y C. Brook.

J. Gorgas, N. Cardiel, A. Gil de Paz, P. Pérez-González (UCM), V. Quilis (Univ. de Valencia), J. Cenarro (CEFCA), N. Arimoto (NAOJ, Japón), S. Cassisi (Obs. de Teramo, Italia), P. Coelho (IAG-USP, Brasil), F. Buitrago, E. Marmol Queraltó (ROE, Reino Unido), R. Peletier (Kapteyn Inst., Países Bajos), I. Ferreras (UCL, Reino Unido), R.E. Carrasco (Gemini, Chile), C. Conselice (Univ. de Not-

tingham, Reino Unido), G. van den Ven (MPIA, Alemania), R.R. de Carvalho (INPE/DAS, Brasil), F. La Barbera (Obs. de Capodimonte, Italia).

INTRODUCCIÓN

Entender la formación y evolución de las galaxias es, sin duda alguna, uno de los grandes retos de la Astronomía actual. La acumulación observacional de datos de gran calidad en los últimos años permite explorar con gran detalle las propiedades de las galaxias cercanas y con creciente precisión la naturaleza de estos objetos a $z \sim 1$. Sin embargo, a día de hoy no existe un consenso de cómo se produce la evolución desde la población de objetos lejanos hasta las galaxias actuales. La razón principal para este disenso es la intrínseca complejidad del fenómeno de la formación de las galaxias. De hecho, dentro del paradigma actual, la formación y evolución de las galaxias se entiende como resultado de una combinación compleja de agrupamientos jerárquicos, disipación de gas, fusiones y evolución secular. Mientras que la gravedad guía el ensamblaje de las estructuras cósmicas, el gas se enfría en el centro de los halos de materia oscura y forma un disco, que adquiere momento angular a través de los torques de marea producidos por las estructuras cercanas. El gas finalmente se enfría y forma estrellas. Una vez se han formado estas galaxias primigenias, se espera que las fusiones entre ellas den lugar a la población de objetos tanto espirales como elípticos que observamos en la actualidad. En función de qué tipo de componente sea dominante (gas o disipativa frente a estrellas o no disipativa) durante la fusión de las galaxias, el resultado de los mecanismos de fusión puede ser muy distinta.

Una historia de formación compleja, como la que se espera describa la evolución de las galaxias, necesita de un acercamiento multidisciplinar para ser entendida. Este análisis debe englobar las poblaciones estelares, la dinámica de los diferentes constituyentes de las galaxias y un estudio morfológico cuantitativo de su estructura. Para ello nuestro grupo consta de personal con experiencia en simulaciones cosmológicas, estudios dinámicos, análisis de las poblaciones estelares y propiedades de las galaxias con desplazamiento al rojo hasta $z \sim 3$. Nuestra meta es alcanzar en los próximos años una visión consistente de la evolución de las galaxias en la última mitad de la edad del Universo.

Dentro de este esquema, las tres líneas maestras llevadas a cabo en nuestro grupo son:

Modelos de síntesis de poblaciones estelares

- a. Desarrollo de modelos de poblaciones estelares
- b. Métodos de análisis para el estudio de poblaciones estelares en galaxias
- c. Universalidad de la IMF versus a la teoría IGIMF

Evolución cósmica de galaxias

- a. Poblaciones estelares en cúmulos de galaxias
- b. Evolución de galaxias masivas
- c. Espectro-fotometría de galaxias en SDSS
- d. Simulaciones numéricas de galaxias masivas

Procesos de evolución secular en galaxias cercanas

- a. Desvelar la naturaleza de bulbos y barras en galaxias
- b. Estudio de las partes externas de galaxias espirales
- c. Formación y evolución de galaxias elípticas enanas

HITOS*Galaxias Ultra Difusas (UDG)*

Las galaxias ultra difusas (UDG) son sistemas con los tamaños de las galaxias gigantes, pero con las masas estelares de las galaxias enanas. Nuestro grupo ha obtenido las primeras mediciones de masa dinámica para una UDG en el cúmulo de galaxias Virgo (Beasley et al., *ApJL*, 819, 20). Medimos la cinemática del sistema GC de la UDG usando tiempo de DDT con el telescopio GTC, y encontramos una masa total similar a la de la Gran Nube de Magallanes. Se ha inferido una proporción de materia oscura a proporción de masa estelar de ~ 3.000 , haciendo de esta una de las galaxias dominadas por la materia más oscura conocida. Este resultado recibió una atención significativa de los medios de comunicación:

<http://aasnova.org/2016/03/09/dark-matter-halos-of-tenuous-galaxies/>

<https://www.sciencenews.org/article/star-starved-galaxies-fill-cosmos>

<http://noticiasdelaciencia.com/not/19022/el-lado-mas-oscurito-de-las-galaxias-difusas/es/>

<https://www.newscientist.com/article/2082010-ghostly-galaxies-are-light-on-stars-but-heavy-on-dark-matter/>

E-MILES Modelos de poblaciones estelares

Se publicaron nuevos modelos de poblaciones estelares que cubren el rango de longitud de onda de 0,16 a 50 micras (Vazdekis et al., *MNRAS*, 463, 3409). Estos modelos son únicos en que se basan en bibliote-

cas estelares empíricas en todo el rango de longitud de onda. El amplio rango espectral y la librería estelar de alta calidad, además del uso de la última física isócrona, hacen que los modelos sean ideales para su uso en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo galaxias de baja z y alta z , cúmulos estelares y estudios dinámicos de galaxias.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO*Modelos de poblaciones estelares*

Se han completado nuevos modelos de poblaciones estelares que cubren el rango espectral 0.17 a 5.0 micras. (E-MILES). Los modelos han sido publicados en dos artículos (Röck et al., *A&A*, 589A, 73 y Vazdekis et al., *MNRAS*, 463,3409). Son los primeros modelos que cubren un rango espectral tan amplio usando librerías empíricas.

Se ha producido unos modelos complementarios que incluyen los efectos de variaciones en [Na/Fe] (La Barbera et al., *MNRAS*, 464, 3597). Esto es algo fundamental para los estudios de la función inicial de masas estelar (FIM) dado que variaciones in Na puede confundir medidas de la FIM.

Se ha avanzado mucho en el desarrollo de la librería de X-SHOOTER. Esto es una librería estelar compuesta de ~ 700 estrellas en el rango espectral 0.3 a 2.3 micras con $R \sim 10.000$. Se ha publicado un artículo de las estrellas de carbono en la librería (Gonneau et al., *A&A*, 589, 36). Se espera la segunda *data release* en 2018. La librería será un referente en el campo de poblaciones estelares no resueltas.

Se ha usado E-MILES para analizar cúmulos de estrellas jóvenes y viejos en la Gran Nube de Magallanes (LMC en inglés) y la Vía Láctea. Edades y enrojecimientos han sido determinados para la LMC usando modelos ópticos (Asa'd, Vazdekis & Zeinelabdin, *MNRAS*, 457, 2151) y ajustes a las líneas espectrales en la ultravioleta (Vazdekis et al., *MNRAS*, 463, 3409).

Se ha publicado un catálogo nuevo de espectros integrados de alta calidad para cúmulos globulares en la Vía Láctea (Kim et al., *ApJS*, 227, 24) lo cual será muy útil para la comunidad de poblaciones estelares.

Evolución cósmica de galaxias

Se ha llevado a cabo la primera medida de una masa dinámica de una galaxia ultra-difusa en Virgo (UDG en inglés) (Beasley et al., *ApJL*, 819, 20). Se ha usado el sistema de cúmulos globulares para medir la masa de la cual se infiere una razón de materia oscura a masa bariónica de ~ 3.000 . El resultado ha tenido un gran impacto en la prensa.

Utilizando cúmulos globulares se ha estimado la masa de los halos de materia oscura de galaxias UDGs. Los datos sugieren que estos objetos son compatibles con ser nubes de Magallanes frustradas. El trabajo se publicó en Beasley & Trujillo.

El Proyecto continúa para constreñir la forma de la FIM en galaxias masivas (ETGs en inglés). Se ha publicado gradientes de la FIM en ETGs y se muestra que los ETG están dominadas por estrellas de baja masa en las partes centrales y la FIM se aproxima a algo visto en la Vía Láctea alrededor de 0.5 radios efectivos (La Barbera et al., *MNRAS*, 457, 1468).

Se ha llevado a cabo el análisis basado en espectros VLT extremadamente profundos, que cubren índices sensibles al FIM de alrededor de 1 micra y descarta formas de FIM “unimodales” de ley de potencia única que se extienden hasta el extremo de baja masa. Se llegó a una conclusión similar al comparar las masas de galaxias estimadas a partir de poblaciones estelares y de análisis dinámicos (Lyubenova et al., *MNRAS*, 463, 3220).

Se ha terminado la reducción del cartografiado Stripe82 y han hecho público los datos para toda la comunidad astrofísica vía la siguiente página Web (<http://www.iac.es/proyecto/stripe82/>). Este trabajo fue presentado en formato de artículo de revista (Fliri & Trujillo).

Se ha publicado la imagen más profunda que se ha hecho nunca del universo cercano (Trujillo & Fliri). Se ha demostrado que se pueden explorar estructuras de brillo superficial tan bajas como las equivalentes a las técnicas de “star counting”. Se ha abierto la posibilidad de explorar los halos estelares de las galaxias a distancias más allá de 20 Mpc.

Se ha hecho el estudio más preciso hasta la fecha para comprobar si el desplazamiento al rojo en la zona roja del espectro y en la azul es el mismo para las galaxias. Se ha conseguido una precisión de 1 entre 1 millón (dos órdenes de magnitud más preciso que los estudios previos). Este estudio se publicó en Ferreras & Trujillo.

Se ha publicado un estudio de la evolución de las galaxias compactas de alta- z (de la Rosa et al., *MNRAS*, 457, 1916). Se muestra que las galaxias compactas “red nuggets” pueden formar los centros de esferoides y discos.

Se ha analizado la dependencia de la abundancia de galaxias masivas reliquias con la densidad ambiental. Se encontró que aunque la mayoría de las reliquias están en el campo, la posibilidad de encontrar una en cúmulo es mayor. Este trabajo se publicó en Peralta de Arriba et al.

Se ha llevado a cabo un estudio de las masas viriales de galaxias masivas a medida que estas galaxias crecen por medio de fusiones sobre escalas de tiempo cosmológicas. Se confirma la no-homología de las galaxias elípticas, un resultado ya demostrado en los últimos años por nuestro grupo sobre la base de datos observacionales. Un documento con estos resultados fue aceptado en *MNRAS* (Peralta et al.).

Procesos de evolución secular en galaxias cercanas

Se ha llevado a cabo una búsqueda para cúmulos globulares no asociados con galaxias en el Grupo Local. Se muestra que hasta la fecha todos los candidatos del Sloan no son cúmulos globulares sino contaminantes (Mackey, Beasley & Leaman, *MNRAS*, 460, 114).

Se ha publicado el primer artículo de la serie de CALIFA dedicado al estudio de la cinemática estelar de galaxias a lo largo de la secuencia de Hubble (Falcón-Barroso et al.). En el artículo se presentan mapas cinemáticos para 300 galaxias y se proponen distintas prescripciones para corregir la dispersión de velocidades de efectos de apertura.

Se ha completado la serie de dos artículos sobre el estudio de la rotación cilíndrica y poblaciones estelares en galaxias de canto observadas con el instrumento SAURON (Molaeinezhad et al. 2016, 2017). En dichos trabajos se define un parámetro que da cuenta del nivel de rotación cilíndrica de bulbos de galaxias barradas y no barradas y se caracteriza por las variaciones de las poblaciones estelares en las zonas exteriores de los mismos. El resultado más llamativo es la diferencia tan acusada del [Mg/Fe] en sistemas barrados frente a aquellos con bulbos clásicos. Esto impone fuerte restricciones al momento en el que se formaron las primeras barras en el Universo.

Se ha medido la FIM de una galaxia enana en el cúmulo de Fómex usando datos ultra-profundos de MUSE (Metz et al., *MNRAS*, 463, 2819). Se ha mostrado que la FIM es parecida a la FIM de Kroupa y que la galaxia tiene gradientes positivas en metalicidad.

Se ha escrito un artículo de revisión sobre la cinemática estelar de bulbos galácticos. Este resume el conocimiento sobre este tema desde sus comienzos, en los años 80, hasta nuestros días. Dicho artículo forma parte de una edición especial de la Editorial Springer sobre bulbos de galaxias (Falcón-Barroso).

Instrumentación (EMIR y WEAVE)

M. Prieto Muñoz y M. Balcells Comas participaron en la puesta en marcha en el cielo de EMIR en el telescopio GTC. Se centraron en la calibración del rendimiento espectroscópico del instrumento. Como miem-

bros del equipo GOYA que propusieron inicialmente la construcción del EMIR, comenzaron en 2016 la actualización de los planes de explotación científica del EMIR utilizando el tiempo garantizado del instrumento. Este esfuerzo se centra en la formación de galaxias masivas en los desplazamientos al rojo de 1 a 4 e implica una amplia sección del grupo TRACES.

M. Balcells Comas, en su calidad de Director del Grupo Isaac Newton de telescopios (ING), lideró el esfuerzo de ING hacia la construcción de WEAVE y reforzó la colaboración entre los equipos instrumentales ING e IAC WEAVE. En 2016 se entregó y probó el nuevo top-end WHT que alojará el corrector óptico de 2 grados de enfoque principal en colaboración entre los dos institutos y el proveedor industrial. La integración final de WEAVE en el telescopio se espera en el año 2018.

LAS GALAXIAS BARRADAS: EVOLUCIÓN Y CONSECUENCIAS (P/300724)

J.H. Knapen.

B. Dullo, T. Martinsson, F. Tabatabaei y C. Martínez Lombilla.

L. Athanassoula, A. Bosma (Marsella, Francia); R. Buta (Univ. de Alabama, EEUU); E. Laurikainen, H. Salo, S. Comerón, J. Laine (Univ. de Oulu, Finlandia); E. Brinks, M. Sarzi (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); P. James, C. Collins, I Stelle, L. Kelvin (Univ. Liverpool John Moores, Reino Unido); E. Schinnerer, M. Querejeta (MPIA, Alemania); R. Peletier, M. Verheijen (Groningen, Países Bajos); B. Elmegreen (IBM, EEUU); D. Elmegreen (Vassar, EEUU); R. Beswick, A. Scaife (Univ. de Manchester, Reino Unido); I. McHardy (Univ. Southampton, Reino Unido); B. Madore, M. Seidel (Carnegie, EEUU); A. Gil de Paz, B. Dullo (UCM); J.R. Sánchez-Gallego (Univ. de Kentucky, EEUU); S. Laine (IPAC), S. Erroz (ETH, Zurich, Suiza); J. Lee (STScI, EEUU); J. Braine (Univ. de Burdeos, Francia); C. Kramer (IRAM); S.A. Mao (MPIFR), R.J. Kennicutt (IOA, Cambridge, Reino Unido); J. van Loon (Univ. de Keele; Reino Unido); C. Horrellou (Onsala Space Obs., Suecia); The KINGFISH Collaboration; The MKSP Collaboration.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las galaxias en el Universo local tienen barra y, por las imágenes del Telescopio Espacial Hubble (HST), sabemos que la proporción de galaxias

barradas no ha variado mucho durante los últimos 8 mil millones de años ($z \sim 1$). Dado que las barras son desviaciones de un potencial gravitatorio axisimétrico, tienen importantes consecuencias para la dinámica y la evolución de las galaxias en las que están. En este Proyecto se estudia la estructura y la evolución de las barras galácticas, y las consecuencias de su existencia para temas tan variados como la distribución y las propiedades del medio interestelar, la formación estelar y la estructura de sus galaxias. En primer lugar, se investigarán las propiedades fundamentales de las barras y los discos en función del desplazamiento al rojo, analizando muestras de galaxias observadas con diversos telescopios modernos. Se utilizarán imágenes en el infrarrojo cercano, óptico y radio, obtenidas con Spitzer y telescopios en tierra, para estudiar las barras cercanas, e imágenes del Hubble para estudiar galaxias a distancias más grandes. En segundo lugar, se estudiarán algunas de las consecuencias de las barras, en particular cómo están relacionadas con la evolución secular de las galaxias. Incluye el estudio detallado de anillos galácticos, y de las propiedades de las barras en las galaxias lenticulares en comparación con las que están en galaxias espirales. En tercer lugar, se estudiará la estructura, la cinemática y la evolución de los discos galácticos a base de imágenes y espectros de galaxias cercanas y a desplazamientos al rojo de hasta 1.

HITOS

Se completó un análisis estructural de alta resolución, de múltiples longitudes de onda (óptico e infrarrojo cercano) para más de 1/3 de nuestra gran muestra de 280 galaxias cercanas, que fueron estudiadas en el contexto del Proyecto LeMMINGs.

Se publicó un artículo en *MNRAS* que ofrece un nuevo mecanismo de formación para 3 galaxias barradas con estructuras centrales complejas. Este trabajo ha hecho uso de imágenes nuevas en banda ancha y banda estrecha que se obtuvo utilizando el ACAM en el telescopio WHT del ORM. Estas observaciones se realizaron durante Tiempo Discrecional del Director, basadas en la exitosa propuesta DDT2015-069.

Presentamos un artículo de descubrimiento que proporciona un análisis estructural de vanguardia junto con los mecanismos de formación para un BCG masivo raro.

Estamos completando un artículo que examina la actividad de AGN y las estructuras centrales de una galaxia elíptica de LeMMINGs utilizando datos de alta calidad de los telescopios/instalaciones de última generación incluyendo HST (óptica + IR), SDSS (óptica), Spitzer, y e-MERLIN (radio).

El estudio de seguimiento por radio del Proyecto KINGFISH (Key Insight en galaxias cercanas) se completó y aceptó para su publicación por el ApJ. La muestra de KINGFISH se observó a 1 GHz, 6,4 GHz y 8,5 GHz con el telescopio Effelsberg de 100 m (E. Schinnerer). Usando estos datos, se investigó el origen de la emisión de radio continuo y se presentaron las relaciones de calibración de la tasa de formación estelar utilizando la emisión de radio continuo como un trazador ideal e imparcial en las galaxias.

Los datos de GMRT de baja frecuencia de M33 se redujeron. Esta galaxia fue mapeada a 320 MHz a una resolución de 10" (la más alta a esta frecuencia) El mapa fue presentado en una conferencia.

El estudio con el EVLA a escala de nubes de M33 fue progresado. Las observaciones de 6 GHz se redujeron. El resultado preliminar de la proyección de imagen fue publicado en un procedimiento de la conferencia.

Se ha concedido tiempo de asignación WHT realizando Hbeta profunda (y Halpha) observaciones de las galaxias cercanas para estudiar su contenido de polvo y extinción (F. Tabatabaei).

Se nos concedió el tiempo de asignación de ALMA para estudiar la polarización del polvo en galaxias cercanas (R. Paladino).

Dos propuestas exitosas como co-I para utilizar el telescopio de radio gigante Metrewave para observar las galaxias SAMI y el telescopio Green Bank para observar las galaxias MaNGA.

Se han co-organizado varios grandes encuentros internacionales, entre ellos BiDS2016 en Santa Cruz de Tenerife, o Big Data desde el Espacio, Simposio 323 de la IAU (Toledo), sobre las Afueras de Galaxias, que fue también la conferencia internacional de clausura de la UE- Financiado ITN DAGAL (J. Knapen), y el EWASS 2016 en Atenas (Grecia).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El progreso global de este Proyecto ha sido excelente en 2016. J. Knapen ha participado estrechamente en la mayor parte de los trabajos que se describen a continuación y ha participado activamente organizando una serie de conferencias (BiDs 2016 en Tenerife y Simposio 323 de IAU en Toledo, como la serie de reuniones EWASS). También ha finalizado la edición de dos libros: el primero, los proceedings de IAUS321 (Gil de Paz, Knapen, y Lee, eds.), el segundo un libro sobre las periferias de las galaxias, que será publicado por Springer en 2017 (Knapen, Lee, Gil de Paz, Eds.) para el cual él también escribió un capítulo invitado de revisión. Ade-

más, obtuvo financiación para su grupo de la UE y del PNAyA. Los resultados específicos de la investigación obtenidos con los miembros del grupo se describen a continuación:

B. Dullo

Se completó un análisis estructural de alta resolución, multi-longitud de onda (óptica e infrarrojo cercano) para más de 1/3 de nuestra gran muestra de 280 galaxias cercanas que fueron estudiadas en el contexto del programa LeMMINGs.

Nuestro trabajo (es decir, junto con C. Martínez Lombilla y J. Knapen) planteó nuevas y complejas canales de formación para explicar 3 galaxias barradas en LeMMINGs con estructuras centrales complejas incluyendo múltiples barras y anillos nucleares. Este trabajo se basó en datos nuevos de banda ancha y estrecha que se obtuvieron con la cámara ACAM en la WHT, observaciones que se realizaron durante el tiempo discrecional del director basado en la propuesta DDT2015-069.

Presentamos un descubrimiento que proporciona un análisis estructural de vanguardia junto con los mecanismos de formación de un BCG raro y masivo con una estructura central inusual y una morfología peculiar.

Estamos completando un documento que analiza la actividad de AGN y las estructuras centrales de una galaxia elíptica de LeMMINGs utilizando datos de alta calidad de los telescopios/instalaciones de última generación incluyendo HST (óptica + IR), SDSS (óptica), Spitzer (infrarrojo) y e-MERLIN (radio).

F. Tabatabaei

Proyecto KINGFISH: Las observaciones de múltiples longitudes de onda de Effelsberg a 1,4 GHz, 4,8 GHz, 8,5 GHz y 10,5 GHz combinadas con datos de archivo nos permiten, por primera vez, determinar las luminosidades bolométricas en el radio continuo (1-10 GHz, MRC) y otras relaciones de calibración presentes frente a las luminosidades monocromáticas en radio en las galaxias cercanas. También comparamos los diagnósticos corregidos por extinción de la tasa de formación estelar con los trazadores térmicos y no térmicos y derivamos las primeras relaciones de calibración de la formación estelar utilizando la luminosidad MRC en radio. El radio SED de 1-10 GHz se ajusta utilizando una técnica Bayesiana Markov Chain Monte Carlo (MCMC). La luminosidad del MRC cambia en ~ 3 órdenes de magnitud en la muestra. El índice espectral no térmico se aplanan con el aumento de la densidad superficial de la tasa de formación estelar, indicando el efecto de la retroali-

mentación de formación estelar sobre la población de electrones de rayos cósmicos en galaxias. Comparando las SEDs en radio e IR, encontramos que la relación de FIR a MRC podría disminuir con la tasa de formación estelar, debido a la amplificación de los campos magnéticos en las regiones de formación estelar. Esto implica particularmente una disminución en la relación a altos desplazamientos al rojo, donde se detectan principalmente galaxias de formación de estrellas luminosas.

Utilizando los datos EVLA 6 GHz, rastreamos varias fases de las regiones de formación estelar. Tanto las fuentes térmicas (como las Regiones HII) como las fuentes no térmicas (restos de supernova) son brillantes a 6 GHz. Encontramos una fuerte emisión de radio continuo de las nubes moleculares, incluso aquellas sin actividad conocida de formación de estrellas.

La emisión de baja frecuencia procedente de M33 fue mapeada a 320 MHz a una resolución de 10" (máxima en esta frecuencia), emisión que es mayormente no térmica, emerge no sólo del ISM difuso sino también de complejos formadores de estrellas, indicando procesos no térmicos en estas regiones.

F. Tabatabaei aconsejó una tesis de maestría sobre "El equilibrio de energía ISM en el entorno de los agujeros negros supermasivos". El estudio indica el importante papel de los campos magnéticos y la turbulencia en la conformación de la ISM en la región kpc central en NGC 1097.

T. Martinsson

Se completó el análisis de la cinemática de gas estelar e ionizado a partir de los datos MUSE de una galaxia cercana galaxia con anillo nuclear, NGC 7742, y se ha preparado un documento que está listo para ser presentado.

Se publicó un artículo sobre las observaciones en radio de las galaxias del DiskMass Survey.

Se publicó un artículo sobre la cinemática de gas de las galaxias de desplazamiento hacia el rojo intermedio a partir de observaciones profundas de MUSE en el campo profundo de Hubble.

C. Martínez Lombilla

Cuatro meses de estancia en el Instituto de Investigación de Astrofísica (ARI) en la Universidad John Moores de Liverpool (Reino Unido), donde la doctoranda tuvo una estrecha colaboración con el Dr. Kelvin principalmente, pero también con los Dres. Collins y James en el marco del grupo extragaláctico de ARI.

Publicación de un artículo de segundo autor (con BD y JK) sobre las estructuras centrales complejas en galaxias S0 barradas.

Selección de alta calidad de 17 galaxias de la muestra anterior (imagen multibanda del área Stripe82), según masa, morfología, inclinación e interés científico para nuestra investigación. Lista de la galaxia organizada en función de su prioridad.

Se verificó el alcance de la influencia de la PSF en cuatro de estas galaxias de los perfiles de brillo superficial radial y vertical. Dos de ellos (UGC01040 y NGC00429) más masivos y complejos, y los otros (UGC01839 y UGC00931) son galaxias de baja masa, con estructura más sencilla. Para ello, se han desarrollado códigos de Python, nuevas técnicas de enmascaramiento y PSF convolucionados y modelos de galaxias con IMFIT.

Colaboración con el Dr. Comerón para desarrollar completamente un código para descomponer el perfil de luminosidad de las galaxias de disco en sus componentes delgados y gruesos. En realidad, se han implementado algunas mejoras en relación con cada historia de formación de estrellas galácticas (SFH) para minimizar la principal fuente de error del método.

El resultado principal es que los efectos debidos a la PSF son significativos cuando se alcanza una luminosidad superficial más baja, especialmente en los perfiles verticales, pero puede explicarse mediante un modelado cuidadoso. Por lo tanto, las afueras de la galaxia son fuertemente afectadas por las alas débiles de la PSF, principalmente por la luz redistribuida PSF del delgado disco. Esta es una cuestión clave cuando se trata de imágenes ultra-profundas, como los datos LSST entrantes. El componente de disco grueso es requerido para alcanzar resultados de ajuste satisfactorios en la galaxia compleja y su brillo es sobreestimado un factor de ~ 2 si PSF es ignorado.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS (P/301113)

J. Cepa Nogué.

A.M. Bongiovanni, M. Ceriño Saavedra, C.P. Padilla Torres, M. Ramón Pérez y J. Nadolny.

E. Alfaro, (IAA); B. Altieri, D. Coia, L. Metcalfe, R.M. Pérez-Martínez, I. Valtchanov (ESAC); I. Pintos Castro (Univ. de Toronto, Canadá); H. Castañeda (IPN, México); J. Gallego (UCM); I. González-Serrano (IFCA-UNICAN), J.A. de Diego, J. González, M.A. Lara-López (IA-UNAM, México); B. Vila, M. Sánchez-Portal (ESO, Chile); I. Oteo (ESO, Alemania).

INTRODUCCIÓN

El estudio de la evolución de las galaxias es un tema crucial de la Astronomía Extragaláctica moderna. Permite vincular las galaxias locales con las primeras que existieron en el Universo. Pero para poder abordarlo es preciso obtener muestras estadísticamente significativas de galaxias de distintas luminosidades, a distintas distancias. Estos cartografiados cosmológicos, o bien cubren amplias zonas del firmamento observando objetos relativamente brillantes (p.ej. SDSS, 2dFGRS), o bien cubren regiones más reducidas, pero muestreando entonces objetos mucho más débiles (ej. HUDF, GOODS). El estudio de la evolución de las galaxias es una disciplina difícil, tanto bajo el punto de vista de la física como de la tecnología. En efecto, implica conocer y verificar una amplia variedad de teorías y modelos astrofísicos, pero también ser capaz de observar objetos muy débiles (tanto intrínsecamente débiles, como brillantes pero muy lejanos), a fin de evitar sesgos en la muestra. Más aún, requiere utilizar distintas técnicas (imagen, espectroscopía, síntesis de apertura, entre otras) y observar a distintas longitudes de onda, literalmente desde el dominio centimétrico hasta los rayos gamma, a fin de abordar de forma coherente distintos procesos físicos, y también para determinar la distribución espectral de energía de los objetos en estudio. Por añadidura, el desplazamiento al rojo de las galaxias implica que una misma característica espectral se observa a distintas longitudes de onda en función de la distancia. Este fenómeno refuerza la necesidad de utilizar distintas instalaciones, que observen a distintas longitudes de onda, a fin de poder llevar a cabo un estudio homogéneo de objetos situados a distintas distancias.

La imagen profunda en banda estrecha es una técnica relativamente reciente, que permite detectar de forma eficiente galaxias con alto desplazamiento al

rojo, y estudiar así su evolución. De hecho, los filtros sintonizables del instrumento OSIRIS, su característica más distintiva, han sido diseñados con ese fin. Permiten, además, determinar campos de velocidades bidimensionales (con baja resolución) sin necesidad de tomar datos adicionales. A modo de comparación, el futuro cartografiado J-PAS, por el contrario, utilizará filtros de banda estrecha fijos pero cubriendo un área muy grande del cielo aunque a una profundidad mucho menor. El Proyecto que aquí se presenta está encaminado a explotar un conjunto de cartografiados multi-rango espectral que, combinados, constituyen el cartografiado denominado "Evolución". Este cartografiado, que constituirá una base de datos única y de la mayor profundidad existente hasta la fecha será, durante los próximos años, una herramienta imbatible para el estudio de la formación y evolución de galaxias. Incluye, además, datos únicos del observatorio espacial Herschel en el infrarrojo lejano, y estará enriquecido con información espectroscópica en el dominio óptico. Proporcionará, para miles de galaxias con desplazamientos al rojo entre 0,24 y 7,0, su morfología y distancias, así como las luminosidades de sus líneas de emisión de distintos elementos, y del continuo óptico, infrarrojo lejano y cercano y rayos-X. Un cartografiado adicional paralelo de cúmulos de galaxias, utilizando las mismas técnicas y a las mismas longitudes de onda, permitirá comparar la evolución de las galaxias de campo con las de cúmulo, estudiando, así, la influencia del entorno. En suma, este conjunto de cartografiados permitirán abordar varios aspectos críticos de la evolución de las galaxias tales como la variación de la tasa de formación estelar, la metalicidad, la luminosidad bolométrica, la extinción y la potencia de acreción de núcleos galácticos activos, entre otros temas, en función del tiempo cósmico y de la densidad ambiental. Todo ello incluso para las galaxias más débiles o las más distantes, al límite de las posibilidades de la actual instrumentación astronómica. Finalmente, la combinación de observaciones profundas a distintas longitudes de onda permitirá arrojar luz sobre las relaciones entre la confusa fauna de objetos observada con altos desplazamientos al rojo, y que nuestro grado de desconocimiento solo permite clasificar, hasta ahora, por la manera en que se han detectado.

Los datos necesarios se obtendrán mediante tres cartografiados propios obtenidos utilizando el instrumento OSIRIS en el telescopio GTC: OTELO, GLACE Y Lockman SpReSO. OTELO y GLACE se desarrollarán utilizando los filtros sintonizables de OSIRIS, mientras que Lockman SpReSO explotará el modo de espectroscopía multiobjeto óptica e infrarroja. El primero y el último

estudiarán galaxias de campo aprovechando el tiempo garantizado del instrumento OSIRIS, mientras que el Proyecto GLACE estudiará cúmulos de galaxias a distintos desplazamientos al rojo, mediante tiempo abierto, garantizado y del Proyecto ESO-GTC en el que participan miembros de este Proyecto. La mayor parte de los investigadores que componen el equipo son también miembros de PEP, un cartografiado de tiempo garantizado del telescopio espacial Herschel en el infrarrojo lejano. Asimismo, también se incluirán datos públicos en otras longitudes de onda, así como datos de los cartografiados ALHAMBRA y J-PAS, a los que los miembros del equipo también tienen acceso, y del seguimiento de fuentes seleccionadas utilizando el interferómetro milimétrico ALMA. OSIRIS en el telescopio GTC, Herschel y ALMA son instalaciones únicas, de frontera, que ya están proporcionando, y ciertamente todavía seguirán proporcionando, una visión única de la evolución de galaxias.

Los filtros sintonizables de OSIRIS permiten obtener imágenes en banda estrecha en cualquier longitud de onda dentro del dominio óptico, desde 365 hasta 960nm. Estos filtros, en un instrumento altamente eficiente como OSIRIS, en un telescopio de 10 m ubicado en un sitio excelente como el Observatorio del Roque de los Muchachos, permitirán llevar al límite cartografiados tomográficos como OTELO y GLACE: la obtención de imágenes de la mayor profundidad, a longitudes de onda contiguas, proporcionando espectroscopía tridimensional de baja resolución de todos los objetos del campo. Una técnica que ha demostrado ser muy eficiente para detectar objetos en emisión muy débiles o de pequeñas anchuras equivalentes.

El cartografiado OTELO (OSIRIS Tunable Emission Line Object survey, IP J. Cepa Nogué), es la espina dorsal del cartografiado "Evolución". Detectará las principales líneas ópticas de emisión desde Lyman-alfa hasta Balmer-a- con distintos desplazamientos al rojo, ubicadas en una ventana atmosférica relativamente libre de líneas del grupo hidroxilo y centrada a 925nm. Debido a las reducidas anchuras equivalentes que será capaz de detectar, OTELO permitirá, por primera vez en este tipo de cartografiados, observar la mayor parte de espirales y muchas elípticas y lenticulares en emisión (para las luminosidades típicas de elípticas, OTELO puede detectar anchuras equivalentes tan bajas como 0,2), así como determinar la función de luminosidad de emisores Lyman α débiles con alto desplazamiento al rojo.

GLACE es un innovador cartografiado de galaxias y núcleos galácticos activos en emisión, en una muestra bien caracterizada de cúmulos de galaxias en tres rangos de desplazamiento al rojo: $z=0,40$, $\sim 0,63$ y $0,89$. De-

tecará las líneas H α /[NII], H β , [OII], [OIII] mediante los filtros sintonizables de OSIRIS. Estos desplazamientos al rojo han sido seleccionados por caer en ventanas atmosféricas adecuadas y por muestrear el tiempo cósmico a 8.9, 7.6 y 6.0 Giga años. Este rango es especialmente interesante, puesto que muestra evidencia de una fuerte evolución de las galaxias de los cúmulos, en una transición desde galaxias azules con formación estelar, a galaxias de la secuencia roja. En efecto, a lo largo de este intervalo, la tasa cósmica de formación estelar declina por un factor de 2,5. El Proyecto GLACE ha sido aprobado como un proyecto de gran formato ESO-GTC (IP Sánchez-Portal).

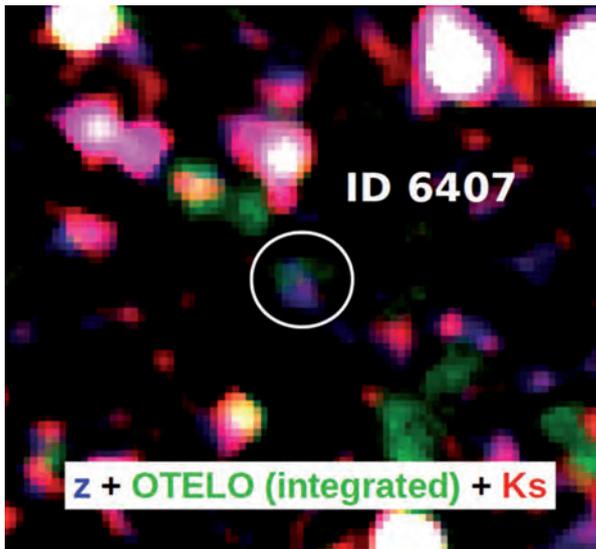
LOCKMAN SpReSO (IPs J. Cepa Nogue y J. González) dedicará más de 200 horas de tiempo garantizado de OSIRIS, para obtener espectroscopía MOS de resolución intermedia, de 365 a 1.000nm, de un millar de fuentes Herschel de la parte central del campo Lockman hasta una magnitud 24.5 AB. Asimismo, obtendrá espectroscopía MOS NIR, utilizando EMIR en el telescopio GTC, para un subconjunto seleccionado de fuentes.

PEP (PACS Extragalactic Probe, IP D. Lutz, Co-IP J. Cepa Nogué). Los campos y cúmulos de los anteriores cartografiados coinciden en gran parte con los que se han observado desde 60 a 600 micras por los instrumentos PACS y SPIRE del Observatorio Espacial HERSCHEL. De esta manera será posible identificar las contrapartidas ópticas y estudiar sus propiedades en el infrarrojo lejano. Una fracción de los participantes del Proyecto son miembros del equipo científico de PACS, y tienen acceso a los datos ya reducidos y calibrados obtenidos mediante el tiempo garantizado del instrumento en el marco de un proyecto clave.

Estos cartografiados formarán una base de datos única que permitirá abordar el estudio de las galaxias en emisión hasta un desplazamiento al rojo de 7,0. El proyecto que se propone está encaminado a completarla y a explotarla científicamente.

HITOS

La obtención del catálogo final del primer apuntado de OTELO, incluyendo fotometría y astrometría de todas las fuentes, y la correlación con los datos adicionales desde los rayos-X hasta radio (cm), es el principal hito del Proyecto en 2016. La subsiguiente obtención de los desplazamientos al rojo fotométricos y la morfología preliminar de las fuentes, permitirán abordar la explotación científica del cartografiado extragaláctico de objetos en emisión más profundo efectuado hasta la fecha. En la imagen se muestra una fuente candidata a emisor Lyman-alfa a un desplazamiento al rojo mayor que 6.



EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Una vez reducidos y calibrados fotométrica y astrométricamente los datos del primer apuntado de OTELO, se procedió a identificar las fuentes emisoras. Para ello se siguieron dos procedimientos: una clasificación automática de los pseudoespectros basada en el método de Sánchez-Portal et al. 2015, y otra utilizando el diagrama color banda ancha-estrecha frente a magnitud en la banda estrecha (Ver Figura). El primer método permitió detectar 1.030 objetos. Este método prima las líneas estrechas sobre las anchas y, aunque minimiza las falsas detecciones, penaliza los objetos más débiles. Con el segundo método, que permite detectar mejor las líneas anchas (QSO p.ej.) aunque es preciso cribar en detalle las falsas detecciones, se extendió el resultado hasta 2.400 objetos.

Estos resultados permiten apreciar que OTELO es entre 20 y 50 veces más profundo que HiZELS (Sobral et al. 2013) y, para una magnitud equivalente, detecta una densidad de emisores que es el triple que la de COSMOS.

Todos los objetos detectados, tanto con emisión como sin ella, fueron correlados con los de otros catálogos del mismo campo, a fin de completar un catálogo final multibanda espectral, que incluía datos de rayos-X (Chandra), UV (GALEX), óptico (CFHTLS y HST/ACS), NIR (WIRDS), MIR (Spitzer), FIR (Herschel, de 100 a 500 micrones), radio (VLA a 20 y 6 cm) y unos 100 espectros de objetos a desplazamiento al rojo menor que 1.5 (DEEP2).

Este catálogo ha permitido, mediante ajustes de una variedad de tipos de plantillas espectrales, la determinación de desplazamientos al rojo fotométricos

(la figura muestra una versión preliminar de los desplazamientos al rojo de los objetos en emisión), con una precisión del 5% hasta un desplazamiento al rojo de 1.4, que son esenciales para establecer la identidad de la línea espectral observada y poder estudiar la evolución de los objetos.

Por añadidura, las imágenes HST/ACS permiten abordar la clasificación morfológica de todas las fuentes, emisoras o no, que formará parte del catálogo final. Dicha clasificación, que sigue todavía en curso para la fracción más brillante, hasta magnitud 23, y que se extenderá a todos los objetos posibles detectados, se ha efectuado utilizando GALFIT (Peng 2010) en su adaptación con SExtractor (GALAPAGOS) y GalSVM (Huertas-Company 2013). Se muestra en la Figura un ejemplo de GALFIT.

Finalmente, en la actualidad se encuentran en curso varios proyectos científicos. Entre ellos cabe destacar el estudio de emisores en la línea Lyman- α a desplazamientos al rojo superiores a 6, el estudio de los núcleos galácticos activos (AGN) detectados en emisión a desplazamientos al rojo de 0.4, y también a cualquier desplazamiento al rojo en base a otros criterios diagnósticos utilizando datos en otras longitudes de onda. Asimismo, la selección de emisores a desplazamiento al rojo 0.4 que no sean AGN permitirá abordar el estudio de la evolución en metalicidad de objetos de baja luminosidad, así como las galaxias elípticas en emisión mediante el cociente [NII]/H α .

En cuanto a los avances en el proyecto Lockman SpReSO, se han observado hasta la fecha unos 400 objetos en tiempo gris, repartidos en 21 máscaras, y se han observado 2 de las 25 máscaras en tiempo oscuro en las que se distribuyen unos 550 objetos hasta magnitud 24.5 AB. Los datos están en proceso de reducción.

GALAXIAS DE TIPO TARDÍO EN EL UNIVERSO LOCAL (P/301204)

G. Battaglia

C. Gallart Gallart, M. Monelli, R. Carrera Jiménez, T. Ruiz Lara, A.J. Dorta Lorenzo, C. Martínez Vázquez, L. Monteagudo Narvi3n, L. Cic3ndez Salazar y S. Taibi.

Colaborador del IAC: M.A. Beasley.

E. Bernard, V. Hill (Obs. De la Cote d'Azur, Francia); G. Bono (Univ. de Roma Tor Vergata, Italia); S. Cassisi (INAF, Obs. de Téramo, Italia); F. Figueras, C. Jordi, L. Balaguer-N3ñez (Univ. de Barcelona); C. Martínez Vázquez, M. Bellazzini, G. Fiorentino, E. Pancino (INAF; Arcetri, Italia), A. Mucciarelli (INAF, Obs. de Bologna, Italia); F. Fraternali, C. Nipoti (Univ. de Bologna, Italia); M. Dall'Ora (INAF-OA Capodimonte, Italia); I. Pérez (Univ. de Granada); M. Rejkuba, F. Primas (ESO, Alemania); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU); P.B. Stetson (DAO, Canadá); A. Walker (CTIO, Chile), M. Zoccali (PUC, Chile); D. Nidever, K. Olsen (NOAO, EEUU); A. Monachesi, R. Leaman, G. van de Ven (MPA, Alemania); M. Irwin, V. Belokurov, S. Koposov (IoA, Cambridge, Reino Unido); A. McConnachie (NRC Herzberg, Canadá); E. Tolstoy (Kapteyn Astronomical Inst., Países Bajos); P. Jablonka, P. North (EPFL, CH); M. Shetrone (MacDonald Obs. EEUU); O. González (STFC, Reino Unido).

INTRODUCCIÓN

La formación y evolución de galaxias es un problema fundamental en Astrofísica. Nuestro Proyecto se propone estudiar la formación y evolución de galaxias usando los ejemplos locales de galaxias que pueden ser resueltas en estrellas y usando técnicas de "arqueología galáctica". Esta disciplina es el principal motor de grandes proyectos como GAIA, SDSS, WHT/WEAVE, LSST, VISTA/4MOST, DESI o E-ELT/HARMONI. Esto asegura que la "arqueología galáctica" va a estar en un primer plano de la investigación astrofísica por mucho tiempo.

Debido a su cercanía, las galaxias del Grupo Local se pueden resolver en estrellas individuales. Por esta razón, usando los telescopios actuales y un conjunto de técnicas complementarias, se puede estudiar su estado evolutivo en un detalle imposible de conseguir para galaxias más lejanas. Utilizando fotometría que llegue al turn-off viejo de la secuencia principal es posible

derivar su historia de formación estelar y caracterizar su evolución a lo largo de toda su vida. Además, la espectroscopía de estrellas individuales añade información directa sobre la cinemática y las abundancias químicas de las diferentes poblaciones estelares. Finalmente, las estrellas variables como RR Lyrae y Cefeidas aportan restricciones independientes sobre las edades y metalicidades de las poblaciones a las que pertenecen. Estas observaciones proporcionan información muy valiosa con la que contrastar las predicciones de los modelos cosmológicos de formación y evolución de galaxias.

El Grupo Local contiene unas 80 galaxias de diferentes tipos morfológicos. Entre ellas, las más grandes son galaxias espirales (la Vía Láctea, M31 y M33). Una docena de ellas son de tipo irregular (LMC), o irregulares enanas, y el resto son esferoidales. Así, podemos estudiar galaxias de diferentes tipos morfológicos en un gran rango de masas, desde espirales hasta las galaxias más pequeñas, que nos están incluso haciendo cuestionar el concepto de "galaxia". Además, estamos explotando esta información detallada para valorar la validez y aplicabilidad de las técnicas basadas en espectros de luz integrada, usadas comúnmente para obtener la historia de la formación estelar de galaxias lejanas.

HITOS

Se ha obtenido la distribución de metalicidad de una muestra de 471 estrellas variables RR Lyrae en la galaxia enana esferoidal (dSh) del Grupo Local Sculptor. Para ello se ha usado la relación periodo-luminosidad en la banda I, publicado recientemente. Es la primera vez que la historia temprana de enriquecimiento químico de una galaxia enana se caracteriza de una forma tan detallada y precisa. Se ha encontrado que la distribución de metalicidad es aproximadamente gaussiana, con el pico a $[Fe/H] = -1.9$ dex y anchura a media altura 0.8 dex. Además se ha podido verificar la existencia de un gradiente de metalicidad hasta un radio de aproximadamente 55 minutos de arco. La comparación entre el gradiente de metalicidad observado en las RR Lyrae (población exclusivamente vieja), con el que presentan las estrellas RGB (población con un rango de edad posiblemente más amplio), permitió concluir que existe una población estelar en el centro de Sculptor que es demasiado joven, o demasiado metálica (posiblemente ambos) para producir RR Lyrae.

Se ha publicado la historia evolutiva de la galaxia enana satélite de Andr3meda AndXVI. Esta incluye su historia de la formación estelar extendida a toda la



Galaxia de Andr6meda. Foto: Pablo Bonet y Pablo Rodr6guez-Gil (IAC/IAC).

vida de la galaxia, la distribuci3n espacial de sus poblaciones estelares, y las propiedades de sus estrellas variables. La historia de la formaci3n estelar de AndXVI se caracteriza por una actividad de formaci3n estelar prolongada hasta hace unos 6 Giga-años. S3lo la mitad de su masa se hab6a formado hace 10 G-a. Esto es bastante inusual en una galaxia tan pequeña, e indicaría que su formaci3n estelar no fue parada de forma temprana por la reionizaci3n o por la energ6a interna asociada a la explosi3n de supernovas, sino que fue terminada de manera tard6a cuando la galaxia fue incorporada a las regiones m6s densas del Grupo Local.

Se han presentado abundancias de $[C/Fe]$ y $[N/Fe]$ para 94 estrellas en la RGB de la galaxia dSph Sculptor, a partir de observaciones con VLT/VIMOS. Es la primera vez que se obtienen abundancias de $[N/Fe]$ para un n6mero grande de estrellas en una dSph. Se ha encontrado que la abundancia de $[C/Fe]$ tiende a decrecer para estrellas RGB m6s luminosas, en todo el rango de metalicidad. Este es un fen3meno que se observa en gigantes en el campo de nuestra galaxia y en cúmulos globulares, y que se interpreta como el resultado de mezcla dentro de la estrella de material parcialmente

procesado procedente del ciclo CNO. Las medidas de ambos elementos est6n de acuerdo con predicciones te3ricas para estrellas de luminosidad y metalicidad similar. Se detect3 tambi3n una dispersi3n significativa de la abundancia de carbono para estrellas de metalicidad dada, que se interpret3 como el resultado de la contribuci3n de diferentes fuentes de nucleos6ntesis a un medio interestelar parcialmente mezclado. Finalmente, descubrimos dos nuevas estrellas pobres en metales pero ricas en carbono, que son probablemente el resultado de la poluci3n con material enriquecido por estrellas en la rama asint3tica de gigantes, como lo indica el hecho que tienen $[Ba/Fe] > +1$.

EVOLUCI3N DEL PROYECTO

Formaci3n de discos estelares y halos

Nubes de Magallanes

Se ha avanzado en el an6lisis de las historias de formaci3n estelar (SFH) del disco interno y la barra de la LMC, a partir de datos de VIMOS y de HST. Dentro del Proyecto SMASH, se ha descubierto un cúmulos estelar disolvi3ndose en la periferia de la LMC (Martin +).

OCCASO

Se ha completado el 75% de las observaciones. Se ha publicado un artículo con la presentación del Proyecto y las velocidades radiales de la mitad de la muestra (Casamiquela +). Se está terminando el análisis de abundancias químicas de la primera mitad de la muestra. Se está colaborando con los equipos de GES y APOGEE para que los resultados se encuentren en la misma escala.

Abundancias químicas de estrellas en el Halo de la Vía Láctea

Utilizando datos propios y de APOGEE 1 y 2, se han detectado diferencias entre las abundancias químicas de las estrellas distantes del halo de la Vía Láctea y las de regiones internas.

Preparación de instalaciones futuras

Se han realizado actividades preparatorias para el cartografiado WHT/WEAVE de “arqueología galáctica” y simulaciones para el estudio de poblaciones estelares resueltas más allá del Grupo Local con E-ELT/HARMONI.

Formación y evolución de galaxias enanas

SFH

Como parte del Proyecto LCID, se ha analizado la resolución temporal de las SFH a edades muy tempranas, y los efectos que esta resolución finita tiene en las conclusiones sobre los efectos de la reionización en la SFH de las galaxias enanas (Aparicio +, incl. Gallart, Monelli). Se han realizado observaciones HST (13 órbitas con la cámara ACS@HST) para obtener diagramas color-magnitud (DCM) profundos de 3 galaxias enanas muy débiles (Gallart). Se ha continuado con el análisis de las SFH de 6 galaxias dSph satélites de M31. Se ha publicado un artículo sobre AndXVI (Monelli et al., *ApJ*). Como parte del TFM de Bermejo-Climent, se ha iniciado un análisis con el objetivo identificar las diferencias tempranas en el ensamblado de la masa de los dos tipos principales de galaxias enanas.

Variables

Se han publicado dos artículos sobre las variables de Sculptor (Martínez-Vázquez + a, b, *MNRAS*). Se han obtenido las propiedades pulsacionales de centenares de variables en 6 satélites de Andrómeda (AndI, II, III, XV, XVI, XXVIII), y se han analizado dentro de la tesis de C. Martínez-Vázquez. Se han iniciado las observaciones de un large program (14 noches, INT, Monelli) para completar el censo de estrellas variables en el Grupo

Local. Además, se ha hecho un seguimiento de las RR Lyrae en el campo de la galaxia enana Hydra II, descubierta dentro del Proyecto SMASH, y posiblemente asociada a las Nubes de Magallanes (Vivas +).

Estructura, química y dinámica de galaxias enanas aisladas

Se ha finalizado el análisis de la primera gran muestra espectroscópica de estrellas en Phoenix, encontrando signos inesperados de rotación sobre el eje menor que se podría explicar cómo el resultado de la fusión de dos galaxias enanas. Se ha empezado la reducción de datos de VLT/FORS2 MXU para las aisladas de tipo temprano de nuestra muestra y de datos VLT/MUSE para investigar la evolución temporal de las propiedades cinemáticas de las estrellas en IC613.

Se ha finalizado un análisis estructural detallado de Sextans, satélite de la Vía Láctea, no encontrando signos evidentes de perturbaciones de marea. Sin embargo, se ha encontrado un comportamiento complejo en las regiones centrales, que podría apuntar a un acrecimiento de un sistema estelar aún más pequeño.

Comparativa de SFH usando poblaciones resueltas versus integradas

T. Ruiz-Lara se incorporó en noviembre para trabajar en datos GTC/OSIRIS de LeoA. Se han conseguido 54 horas más para observar otros dos sistemas, Leol y NGC147, con OSIRIS@GTC complementando así este Proyecto.

ACTIVIDAD NUCLEAR EN GALAXIAS: UNA PERSPECTIVA 3D DEL NÚCLEO Y SU ENTORNO (P/301404)

C. Ramos Almeida.

B. García Lorenzo, J.A. Acosta Pulido, E. Mediavilla Grardolph, I. García Bernete e I. del Moral Castro.

Colaboradores del IAC: A. Asensio Ramos, M.J. Martínez González, J. Falcón Barroso, J.E. Beckman, G. Battaglia y J.A. Castro Almazán.

A. Alonso Herrero (Inst. de Física de Cantabria, IFCA); C. Tadhunter (Univ. de Sheffield, Reino Unido); C. Packham (Univ. de Texas, EEUU); R. López (IEEC, Univ. de Barcelona); L. Marina Cairós (Freelance, Alemania); S.F. Sánchez (UNAM, México); S. Arribas, M. Villar Martín, J. Piqueras (CAB-CSIC); J. Barrera Ballesteros (Johns

Hopkins Krieger School of Arts and Sciences, EEUU), A. López Sánchez (Australian Astronomical Obs., Australia);), N. Thatte (Univ. de Oxford, Reino Unido), E. López Rodríguez (SOFIA/NASA), P. Bessiere (Univ. Católica de Chile), M. Ward, H. Landt (Univ. de Durham, Reino Unido), N. Levenson (Space Telescope), O. González Martín (CRyA, UAM).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto tiene dos líneas de desarrollo fundamental; por un lado, la aplicación de técnicas 3D, en concreto la denominada espectroscopía de campo integral, al estudio de objetos extensos (actividad en galaxias, regiones de formación estelar, etc.) y la participación en el desarrollo de nuevos equipos y técnicas de análisis de datos relacionadas con instrumentación 3D. Por otro lado, la explotación científica de los datos de galaxias activas (AGN) obtenidos con los instrumentos infrarrojos del telescopio GTC CanariCam y EMIR. Estos datos están siendo o serán utilizados para la caracterización del toro de polvo que oscurece a los AGN locales, así como para el estudio de la emisión extensa de las galaxias activas, la cual puede ser debida al propio AGN o a la formación estelar presente en la galaxia que lo alberga. Además, este Proyecto está involucrado en el consorcio internacional GATOS, creado con el objetivo de conseguir tiempo en el JWST y explotar datos de ALMA de AGNs cercanos.

HITOS

Durante el año 2016 se han publicado varios trabajos liderados por distintos miembros del equipo científico de AGNs de CanariCam basados en datos del instrumento. En particular, nuestro grupo ha liderado el trabajo García-Bernete et al., donde presentamos un estudio de la emisión nuclear y extensa de una muestra completa de galaxias Seyfert. Otros artículos publicados por el grupo de AGNs de CanariCam son Alonso-Herrero et al. y López-Rodríguez et al. También se envió un artículo sobre QSOs observados con este instrumento Martínez-Paredes et al.

C. Ramos Almeida ha participado como tercera autora de la publicación García-Burillo et al., donde se presentan datos del ciclo 2 de ALMA en la banda 9 que revelan, por primera vez, el toro de polvo de la galaxia NGC 1068. Esta es la primera imagen del toro de polvo que propone el modelo unificado para explicar las características espectrales de distintos tipos de AGNs.

C. Ramos Almeida impartió la charla invitada "JWST: internal structure in galaxies" en la sesión dedicada al JWST en la Reunión de la SEA celebrada en Bilbao en el

mes de julio. También fue invitada a dar un coloquio en el Royal Observatory de Edinburgh en octubre y participó en el TAC de ALMA para evaluar las propuestas del 4º ciclo. Por último, junto con M. Villar Martín, C. Ramos Almeida fue co-chair del simposio de la EWASS "Stellar and AGN feedback in galaxies: a multi-wavelength perspective of outflows", celebrado en Atenas en julio.

B. García Lorenzo ha participado en el artículo sobre la tercera y última liberación de datos del cartografiado CALIFA (Sánchez et al.), así como en el trabajo sobre la relación Tully-Fisher obtenido de datos de CALIFA (Bekeraité, S. et al.). Además participó en varios trabajos de carácter técnico, relacionado con el desarrollo del instrumento HARMONI, presentados en el Congreso SPIE 2016 de instrumentación astronómica.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha publicado un estudio sobre la emisión nuclear y extensa en el infrarrojo medio de galaxias Seyferts que ha liderado I. García Bernete (García-Bernete et al.). Se trata de un atlas de imagen en el infrarrojo medio que incluye datos observados desde tierra y desde el espacio. De manera simultánea, I. García Bernete ha comenzado a trabajar en el estudio de la emisión nuclear infrarroja de galaxias Seyfert usando modelos de toro y estamos a punto de enviar otro trabajo liderado por Ismael que es el resultado de su estancia en la Universidad de Durham en 2015.

En 2013 obtuvimos datos espectropolarimétricos con el instrumento FORS2 en el Very Large Telescope (VLT), como parte de una propuesta liderada por C. Ramos Almeida. El resultado principal que encontramos apoya al modelo de unificado de AGN, puesto en entredicho por varios autores en los últimos años (Ramos Almeida et al.).

Durante 2015 C. Ramos Almeida inició una colaboración con M. Villar Martín y J. Piqueras, ambos del Centro de Astrobiología, y como fruto de la misma se redujo una muestra de ocho cuásares de tipo 2 observados con el instrumento del VLT SINFONI. A lo largo de 2016 C. Ramos Almeida ha estado investigando la naturaleza de los outflows que estos objetos presentan haciendo uso del rango infrarrojo, y hay un primer artículo en preparación. Este objetivo une las dos partes de este proyecto interno: la espectroscopía 3D y el estudio infrarrojo de los AGN.

C. Ramos Almeida ha estado trabajando en un review sobre oscurecimiento nuclear en el infrarrojo y rayos-X junto con C. Ricci para la nueva revista *Nature Astrophysics*. El review está listo para ser enviado y esperamos que se publique a lo largo de 2017.

C. Ramos Almeida y J.A. Acosta Pulido han participado en propuestas de observación en polarimetría con el telescopio WHT que obtuvieron tiempo en 2016 y que se observarán durante el mes de febrero. Estas propuestas son fruto de la colaboración con B. Agís González. C. Ramos Almeida y J.A. Acosta también han participado en una “letter” que se envió a finales de año a la revista *MNRAS* donde se dan datos obtenidos con la cámara CIRCE/GTC.

C. Ramos Almeida y J.A. Acosta Pulido han participado en la continuación del estudio de una muestra de LINERs candidatos a tener núcleos activos fuertemente oscurecidos. Para ello se utilizaron espectros obtenidos con el instrumento IRS/Spitzer. El trabajo está liderado por O. Gonzalez Martín y ha sido enviado a la revista *ApJ*. C. Ramos Almeida y J.A. Acosta también han supervisado la beca de verano del estudiante P. Doña Girón, el cual ha reducido y analizado datos del INT/WFC.

En octubre el doctorando I. del Moral comenzó su contrato como astrofísico residente bajo la supervisión de C. Ramos Almeida y B. García Lorenzo. El objetivo de la tesis es hacer uso de datos de los cartografiados CALIFA y SAMI principalmente, para seleccionar una muestra de galaxias barradas y no barradas con y sin actividad nuclear, y con ello definir una serie de propiedades con las que, en primer lugar, investigaremos el papel que juegan las barras en el triggering de la actividad nuclear, y por otro, nos servirán como punto de partida para estudios futuros de galaxias a $z \sim 2$ que observaremos con el instrumento del E-ELT HARMONI, con el que veremos las mismas escalas espaciales que con datos de CALIFA y SAMI a $z \sim 0$.

B. García Lorenzo ha continuado su colaboración en distintos trabajos derivados del cartografiado CALIFA y en trabajos de alta resolución espectral con GHaFAS.

En colaboración con la Universidad de Barcelona, se continuará con el estudio de las condiciones físicas del gas ionizado y molecular en objetos Herbig Haro (HH) usando espectroscopía infrarroja y espectroscopía de campo integral. En el semestre 2016A se obtuvieron datos de un objeto HH con INTEGRAL+WHT que están siendo reducidos.

Desde el punto de vista técnico, durante 2016 el equipo de HARMONI en el IAC ha participado en la fase de diseño preliminar (fase B) de este instrumento de Primera Luz para el telescopio E-ELT. Se ha revisado el diseño de los paquetes liderados por el IAC (pre-óptica y electrónica) y se está iterando con el resto de miembros del Consorcio para llegar a un diseño completo del instrumento con las limitaciones impuestas por la ESO.

Se ha comenzado con la fase preparatoria para la explotación científica de HARMONI. En concreto, se está trabajando con el equipo científico del instrumento para la generación de simulaciones de observaciones con HARMONI para distintos casos científicos. El IAC está llevando a cabo simulaciones para valorar las prestaciones de HARMONI en estudios espectroastrométricos de la región de líneas anchas en cuásares, así como simulaciones de estudios de poblaciones estelares en el Grupo Local. En 2016 se convocó una plaza postdoctoral para trabajar en estas simulaciones, y la postdoc que ha sido finalmente contratada, A. Monreal Ibero, se incorporará al equipo durante 2017.

FÍSICA DE LAS ESTRELLAS, SISTEMAS PLANETARIOS Y MEDIO INTERESTELAR

NEBULOSAS BIPOLARES (P/308613)

A. Mampaso Recio.

R.L.M. Corradi, D. Jones y R. Galera Rosillo.

J. Drew (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido) y la Colaboración IPHAS (www.iphas.org); R. Greimel (Univ. de Graz, Austria) M. Santander-García (OAN, Madrid) D.R. Gonçalves (Obs. de Valongo, Brasil) U. Munari (INAF, Italia) L. Sabin (UNAM, México) T. Liimets (Obs. de Tartu., Estonia) B. Balick (Univ. de Washington, EEUU) L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); R. Wesson, H. Boffin (ESO); T. Hillwin (Univ. de Valparaiso, Indiana, EEUU), B. Miszalski (SALT, Sudáfrica).

INTRODUCCIÓN

El Proyecto persigue tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias con geometría bipolar y de las nebulosas alrededor de estrellas simbióticas. El fin es entender el origen de la bipolaridad y poner a prueba los modelos teóricos que intentan explicar la morfología y la cinemática nebular con especial énfasis en los modelos con estrellas binarias centrales.

Estudiar las microestructuras de baja excitación en las nebulosas planetarias, su origen (en relación con el proceso de formación de la propia nebulosa), sus propiedades físico-químicas y su interacción con el gas nebular.

Descubrir y estudiar nuevas nebulosas planetarias galácticas y extragalácticas. La meta es analizar sus propiedades físico-químicas e investigar los gradientes de composición química a lo largo de los discos galácticos.

HITOS

Miszalski, B y col. (*MNRAS*, 456, 633) re-descubrieron una nova enana que fue observada por primera vez por astrónomos chinos en el año 483 de nuestra era.

Hillwig, T y col. (*ApJ*, 832, 125) demuestran que el eje de simetría de las nebulosas planetarias con estre-

llas centrales binarias es siempre perpendicular al plano orbital de las estrellas. La probabilidad de que la relación observada se deba al azar es sólo de uno en un millón.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2016 nuestro grupo demostró que la nebulosa planetaria NGC6778 que tiene una estrella central binaria, presenta una elevada discrepancia entre las abundancias químicas calculadas con líneas de recombinación y con líneas de excitación colisional (Jones, D y col., *MNRAS*, 455, 3263). Este resultado confirma la conexión descubierta en 2015 por Corradi, R y col. (2015, *ApJ*, 803, 99).

En 2016 se realizó un estudio con el Telescopio Espacial Hubble de la NP NGC3242, demostrándose que las abundancias químicas de He, C, O y Ne son homogéneas a lo largo de la nebulosa, lo que indica un mezclado eficiente de esos elementos durante la fase de expulsión de masa en la gigante (Miller, T. R. y col., *ApJ*, 830, 9).

Se obtuvieron las primeras imágenes con el filtro sintonizable de GTC-OSIRIS para mostrar que la elevada discrepancia encontrada en la NP NGC6778 es debida a una segunda componente del gas presente en la nebulosa (García-Rojas, J y col., *ApJL*, 824, 27). Las imágenes demuestran que en las partes más internas de la nebulosa hay gas deficiente en Hidrógeno, lo que explica las variaciones espaciales de abundancias químicas encontradas.

Durante 2016 la estudiante de doctorado R. Galera realizó una estancia de colaboración en Estados Unidos con dos de los principales colaboradores del grupo: K. Kwitter del Williams College y B. Balick de la Universidad de Washington. Trabajaron con algunos de los principales programas necesarios para el cálculo de abundancias químicas y el modelado en NP.

Durante este año se ha realizado un estudio detallado de la estrella binaria central de la NP SuWt2. Ninguna de las dos componentes del sistema binario puede haber originado la nebulosa y se sospechaba que podría tratarse de una estrella triple, siendo la tercera estrella, todavía no detectada, la que habría for-

mado la nebulosa. El estudio realizado con velocidades radiales durante más de un año usando el instrumento de alta resolución VLT-UVES muestra que, en realidad, no hay ningún sistema triple, ya que las dos estrellas observadas no tienen ninguna relación con la nebulosa, y aparecen cerca del centro por un efecto de proyección. La verdadera estrella central de la NP sigue sin conocerse.

REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (P/308614)

C. Esteban López.

J. García Rojas, L. Toribio San Cipriano y S. Madonna.

Colaborador del IAC: M. Cerviño Saavedra.

A.R. López Sánchez (AAO, Australia); A. Mesa Delgado (PUC, Chile); F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); C. Morisset, L. Carigi, M. Peimbert, M. Peña, G. Delgado-Inglada (IA-UNAM, México); M. Rodríguez, G. Domínguez-Guzmán (INAOE, México), X. Fang (Univ. de Hong-Kong), ; N.C. Sterling (Univ. de West Georgia, EEUU); R. Wesson (University College, Londres, Reino Unido); H. Monteiro (Univ. de Itajubá, Brasil), H. Boffin (ESO, Alemania).

INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto se dedica principalmente al estudio de la estructura, condiciones físicas y composición química de las nebulosas ionizadas, tanto galácticas como extragalácticas, a través del análisis detallado y modelización de sus espectros.

HITOS

Se analizaron espectros profundos (tomados con los telescopios VLT y GTC) de varias Regiones HII en las galaxias espirales NGC 300 y M33. Se determinaron los gradientes de O y C encontrando que, en ambos casos, el gradiente de C/H presenta una mayor pendiente que el de O/H. Comparando con otras galaxias espirales, se encuentra una fuerte correlación entre la pendiente del gradiente de C/H (también de N/H) y la magnitud absoluta de la galaxia. Algunas regiones H II situadas en zonas externas de NGC 300 y M33 muestran un C/O más similar al típico de galaxias enanas que al de regiones HII en discos de espirales. Esto puede estar relacionado con la ausencia de aplanamiento de los gradientes en las partes externas de ambas galaxias.

Se ha obtenido la primera imagen directa de la componente de gas de alta metalicidad en una nebulosa planetaria (NGC 6778) utilizando el filtro azul sintonizable de OSIRIS en el telescopio GTC, centrado en las líneas de recombinación ópticas (ORL) O II $\lambda 4649 + 50$ angstrom. La emisión de estas líneas débiles de OII se concentra en las partes centrales de la nebulosa planetaria y no coincide espacialmente con la emisión procedente de la línea brillante excitada colisionalmente (CEL) de [OIII] $\lambda 5007$ angstrom o la línea de recombinación de H I Halfa. El pico central de la emisión de O II y las diferencias con los perfiles de emisión de [O III] y H I son consistentes con la presencia de un gas pobre en H cuyo origen puede vincularse a la binaridad de la estrella central. La determinación de la distribución espacial de los ORLs y CELs en otras NP y un estudio detallado de su dinámica son necesarios para restringir aún más la geometría y el mecanismo de eyección de la componente rica en metales (pobre en H), y comprender mejor el problema de discrepancia de abundancia en NP.

Se han detectado líneas de elementos de captura de neutrones (elementos-s) por primera vez en NP de las Nubes de Magallanes, usando espectros en el infrarrojo cercano (NIR) con los espectrógrafos FIRE y GNIRS instalados en el telescopio Magallanes y en el telescopio Gemini Sur, respectivamente. El análisis de las líneas de Se y Kr detectadas en varias NP sugiere que estos elementos están muy enriquecidos en la mitad de la muestra de NP estudiadas. También se pudieron determinar límites superiores a las abundancias de Rb y Cd en algunos objetos. Las abundancias calculadas en la Gran Nube de Magallanes son consistentes con la hipótesis que indica que progenitores de NP con 2-3 masas solares dominan la parte brillante de la función de luminosidad de NP en galaxias jóvenes ricas en gas. Estos resultados confirman la posibilidad de detectar líneas de elementos-s con telescopios terrestres en galaxias cercanas, permitiendo calcular enriquecimientos de elementos-s en poblaciones de NP con distancias bien determinadas.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se realizó un análisis de espectros profundos (obtenidos con los telescopios GTC y Magellan) de una muestra de nebulosas anulares asociadas a estrellas Wolf-Rayet (WR) y de tipo espectral O. En algunos casos se determinó la abundancia de C y la discrepancia de abundancia de O. Esta última magnitud resulta ser mayor que la típica de las regiones HII normales pero similar a la que se mide en galaxias starburst.

Todos los objetos asociados a estrellas WR muestran enriquecimiento de N y deficiencia de O, así como un cociente Ne/O inferior al esperado indicando la acción intensa de los ciclos ON y NeNa en las estrellas progenitoras. Modelos de evolución estelar sin rotación de estrellas entre 25 y 40 masas solares parecen reproducir la composición observadas de la mayoría de las nebulosas.

Se realizó el análisis de espectros de rendija larga de la NP de alto ADF NGC 6778 usando el espectrógrafo FORS2@VLT. Esta NP tiene una estrella central que se ha confirmado como una estrella binaria de muy corto periodo. A partir del análisis de los datos de la nebulosa, se ha encontrado una correlación entre la alta discrepancia de abundancias obtenida con líneas de excitación colisional y líneas de recombinación y la presencia de una estrella central binaria que ha pasado por una fase de envoltura común.

Se han obtenido datos IFU con el espectrógrafo MUSE en el telescopio VLT (Chile). La reducción se ha completado y el análisis preliminar de los datos (presentado en dos congresos este año) confirma las diferencias en la distribución espacial de las emisiones de O II y [O III] encontradas a partir de espectroscopía de rendija larga. El análisis detallado de estos datos se espera que suponga un hito para el problema de la discrepancia de abundancias en NP.

Se ha finalizado el análisis de la muestra de NP con doble química del polvo a partir de datos VLT. La determinación precisa de los cocientes C/O a partir de líneas de recombinación no permite discriminar ninguno de los escenarios propuestos para explicar la aparición de rasgos de polvo rico en C y rico en O en los espectros IR de estos objetos. Sería necesario disponer de modelos de nucleosíntesis para una rango de masas y metalicidades amplio con helio pre-enriquecido o con “overshoot” para poder explicar simultáneamente los cocientes N/O, C/O y He/H observados. El artículo se está finalizando.

También se está finalizando el análisis de velocidades radiales de líneas de recombinación de O II en una muestra NP galácticas con discrepancias de abundancias moderadas, a partir de espectros de alta resolución espectral. La comparación con las velocidades obtenidas para las líneas de [O III] en los mismos objetos muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas líneas, sugiriendo que las líneas de O II tienen velocidades radiales consistentes con estar siendo emitidas en una zona más interior que las líneas de [O III], en consonancia con lo encontrado a partir de perfiles espaciales de emisión de las líneas o imagen directa (Ver Hitos).

J. García-Rojas ha entrado a formar parte del equipo científico de MEGARA, nuevo instrumento IFU/MOS para el telescopio GTC.

NUCLEOSÍNTESIS Y PROCESOS MOLECULARES EN LOS ÚLTIMOS ESTADOS DE LA EVOLUCIÓN ESTELAR (P/308615)

A. García Hernández.

A. Manchado Torres, O. Zamora Sánchez, F. Dell’Aglì, J.J. Díaz Luis, V. Pérez Mesa y M.A. Gómez Muñoz.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto y J. García Rojas.

L. Stanghellini (NOAO, EEUU); E. Villaver (UAM); P. García Lario, (ESAC); G. García-Segura (UNAM, México); B. Plez (Univ. de Montpellier, Francia); A. Karakas (Mt. Stromlo Obs., Canberra, Australia); M. Lugaro (Monash Univ., Australia); D. Lambert (Univ. Austin, Texas, EEUU); P. Ventura, A. Yagüe (INAF, Roma, Italia); F. Cataldo (Obs. de Catania, Italia); S. Kwok (HKU China), R. Szczerba (Copernicus Astronomical Center, Torun, Polonia); J.M. Trigo-Rodríguez (CSIC-IEEC, Barcelona); L. Bianchi (YHU, EEUU); K. Rao (IIA, India).

INTRODUCCIÓN

Las estrellas de baja masa e intermedia ($M < 8$ masas solares) constituyen la mayoría de las estrellas en el Universo. Muchas de estas estrellas terminan sus vidas con una fase de gran pérdida de masa y experimentan pulsos térmicos en la rama asintótica de gigantes (AGB), siendo uno de los principales contribuyentes al enriquecimiento del medio interestelar. En este proyecto, se investiga la fase de transición entre los últimos pulsos térmicos en la AGB y la formación de nebulosas planetarias (NPe). En particular, utilizando modelos de atmósferas más realistas, calculamos las abundancias de elementos ligeros (p. ej., CNO, Li, Ca) y elementos muy pesados ricos en neutrones en estrellas AGB para imponer ligaduras observacionales a los modelos teóricos actuales de nucleosíntesis. Para ello estamos desarrollando mallas de espectros sintéticos de atmósferas AGB, y así poder analizar los espectros en banda H de las estrellas AGB presentes en la base de datos SDSS/APOGEE. En la fase de transición entre AGB y NP, estas estrellas pueden formar moléculas orgánicas complejas y compuestos de estado sólido. Uno de

nuestros objetivos es investigar los mecanismos de formación de estas moléculas (p. ej. PAHs, fullerenos, grafito y HACs). También se estudian los procesos hidrodinámicos que dan lugar a morfologías diferentes y también las estructuras complejas detectadas en el hidrógeno molecular en las PNe. El estudio de las bandas difusas interestelares (DIBs) tiene por objeto detectar moléculas orgánicas complejas en el medio interestelar (ISM) y circunestelar.

HITOS

Se ha conseguido explicar por primera vez el origen del oxígeno en nebulosas planetarias de baja masa.

Se ha demostrado que las estrellas AGB masivas son las responsables de la contaminación del medio intracúmulo, a partir del cual se forman las sucesivas generaciones estelares en cúmulos globulares.

Se ha analizado una muestra completa de estrellas AGB masivas galácticas con modelos de atmósfera dinámicos (considerando la presencia de una envoltura circunestelar con viento radial) encontrando abundancias de Rb más bajas (1-2 dex) que las obtenidas a partir de modelos hidrostáticos, mientras que las abundancias de Zr son prácticamente las mismas.

En el marco de nuestra participación en SDSS-IV/APOGEE-2, se han publicado un total de ocho artículos científicos en diferentes campos como cúmulos globulares/abiertos, gigantes rojas con patrones químicos peculiares en diferentes entornos de nuestra galaxia, etc., así como un artículo técnico.

Se ha construido un nuevo "grid" mucho más completo (cubriendo un mayor rango de parámetros estelares y menores pasos) de modelos de atmósfera MARCS para estrellas frías que se implementará en la pipeline automática de extracción de abundancias químicas (ASPCAP) de la colaboración SDSS-IV/APOGEE-2 (próximo DR15).

Se han sintetizado/caracterizado por primera vez agregados del fullereno C70 con diferentes PAHs y se ha estudiado la interacción del fullereno C60 con PAHs pequeños (naftaleno) con grupos alquilo.

Se han utilizado modelos evolutivos estelares autoconsistentes con modelos teóricos de formación de polvo para explicar las abundancias químicas observadas en estrellas AGB y NP de nuestra galaxia, así como los datos fotométricos del telescopio espacial Spitzer en estrellas evolucionadas de la galaxia del Grupo Local IC 1613.

Se ha encontrado que los sistemas binarios separados que no entran en la fase desbordamiento del Lóbulo de Roche durante la AGB no formarán NPe bipo-

lares, ya que el momento angular adquirido se pierde por el viento durante los últimos pulsos térmicos. Este estudio descarta que las mareas, debido al giro de los sistemas binarios que no están en contacto, puedan formar NPe bipolares.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante este año se ha trabajado intensamente en la Colaboración SDSS-IV/APOGEE-2 (estando involucrados en diferentes aspectos técnicos de los data release DR13 y DR14). En particular, se ha construido una nueva malla ("grid") de modelos de atmósfera MARCS para estrellas frías (~2500-4000 K) que se implementará en la pipeline automática de extracción de abundancias químicas (ASPCAP) de la colaboración (próximo DR5). Durante este año, se ha estado directamente involucrado en un artículo técnico así como un total de ocho artículos científicos en diferentes campos como cúmulos globulares y abiertos, gigantes rojas con patrones químicos peculiares en diferentes entornos de nuestra galaxia (halo, bulbo, disco), enanas frías de tipo M, etc.

Se ha utilizado una versión modificada del código de síntesis espectral Turbospectrum y considerado la presencia de una envoltura circunestelar gaseosa con viento radial para modelar una muestra completa de estrellas AGB masivas de nuestra galaxia. Las nuevas abundancias de Rb, obtenidas a partir de estos modelos dinámicos, son menores (1-2 dex) que las obtenidas utilizando modelos hidrostáticos. Por su parte, las abundancias de Zr no se ven afectadas por la presencia de la envoltura circunestelar. Además, se ha estudiado el efecto que tiene la variación de los parámetros del viento radial en nuestros modelos dinámicos. Tenemos un artículo a punto de ser enviado.

Se han analizado imágenes de GTC/CanariCam de la nebulosa planetaria IC 418 en los filtros de banda estrecha Si3, PAH2, SiC, Q1 y Q4, con el fin de estudiar la distribución espacial relativa de los fullerenos, PAHs, y el carrier del feature en 9-13 micras. Se encontró que los fullerenos, PAHs y el carrier del feature en 9-13 micras, coexisten en las regiones externas al noroeste de la nebulosa. Los fullerenos parecen al mismo tiempo coexistir con los granos de polvo y el material ionizado en regiones cerca de la estrella central, por lo que podrían ser un fotoproducto del carrier del feature en 9-13 micras. De acuerdo con estos resultados, los fullerenos podrían formarse mediante el procesamiento fotoquímico de carbono amorfo hidrogenado, pero se necesitarán observaciones futuras (por ej., con el telescopio James Webb) mucho más sensibles para al-

canzar una conclusión definitiva. Como resultado de este trabajo, tenemos un artículo terminado para ser enviado.

En laboratorio, se han sintetizado y caracterizado, por primera vez, agregados de fullerenos C70 con varios PAHs y se estudió la interacción del fullereno C60 con PAHs pequeños (naftaleno) con grupos alquilo.

Se han utilizado modelos evolutivos estelares ATON auto-consistentes con modelos teóricos de formación de polvo para explicar las abundancias químicas (por ej., CNO) en estrellas AGB y nebulosas planetarias de nuestra galaxia, así como los datos fotométricos del telescopio espacial Spitzer en estrellas evolucionadas de la galaxia del Grupo Local IC 1613.

Se han combinado las abundancias de Al y Mg en cinco cúmulos globulares (CG) observados por el instrumento APOGEE con modelos de nucleosíntesis de estrellas AGB masivas. Como resultado de este trabajo se ha podido reproducir las anticorrelaciones Al-Mg en estos cinco CG con cantidad de metales (metalicidad) muy diferentes.

Para estudiar la interacción de los sistemas binarios, se seleccionaron sistemas con masas en la secuencia principal de 2,5 y 0,8 M_{sun} y los hacemos evolucionar permitiendo separaciones iniciales de 5, 6, 7 y 8 unidades astronómicas (AU). Los modelos binarios de evolución estelar se han calculado hasta la fase de formación de NPE o hasta que se alcanza el desbordamiento del lóbulo de Roche (RLOF), pase lo que pase primero. Se muestra que con las separaciones iniciales de 7 y 8 AU, el sistema binario evita entrar en RLOF, y la estrella AGB alcanza velocidades de rotación moderadas en la superficie ($\sim 3,5$ y ~ 2 km s⁻¹, respectivamente) durante las fases entre pulsos, pero después de los pulsos térmicos cae a una velocidad de rotación final de sólo $\sim 0,03$ km s⁻¹. Para las separaciones binarias más cercanas exploradas, 5 y 6 AU, la estrella AGB alcanza velocidades de rotación de ~ 6 y ~ 4 km s⁻¹, respectivamente, cuando se inicia el RLOF. Esta velocidad de rotación es del orden del 20% de la velocidad crítica y puede generar una pérdida de masa asimétrica y por tanto una NP bipolar.

Se ha comenzado a analizar una muestra de NPE observadas por el satélite GALEX, para comparando con fotometría óptica, obtener su distribución de energía espectral, y encontrar sistemas binarios.

ESTRELLAS BINARIAS (P/308807)

C. Lázaro Hernando.

M.J. Arévalo Morales, T. Shahbaz, J. Casares Velázquez, I. González Martínez-País, P. Rodríguez Gil, T. Muñoz Darias, V. Dhillon, M. Armas Padilla, M. Pérez Torres y S. Palomo Nevado.

R. Iglesias Marzoa (Univ. de La Laguna); M. López Morales (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); P. Abraham (Konkoly, Hungría); D. Steeghs, B.T. Gänsicke, T.R. Marsch, E. Breedt (Univ. de Warwick Reino Unido); L. Schmidtobreick, J.M. Corral-Santana (ESO, Chile); S.B. Potter (SAAO, Sudáfrica); W. Skidmore (Thirty Meter Telescope, Caltech, EEUU); P. Hakala, A. Somero (Univ. de Helsinki, Finlandia); C. Tappert (Univ. Católica de Chile); K. Long (Space Telescope Science Institute, EEUU); V. Rana (Caltech, EEUU); M. Hernanz, G. Gala, A. Ramassa-Mansergas (Inst. Estudios Espaciales de Cataluña); A. Schwöpe (Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, Alemania); A. Nebot Gómez-Morán (Obs. de Strasbourg, Francia); J.R. Thorstensen (Dartmouth College, EEUU).

INTRODUCCIÓN

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica estelar. Se cree que una gran parte de las estrellas de la Galaxia se ha formado en sistemas binarios o múltiples, por lo que entender la estructura y evolución de estos sistemas es importante desde el punto de vista estelar y galáctico. En muchos casos, cuando los periodos orbitales son cortos y la separación entre componentes comparable al radio de las estrellas, la evolución es influida por su interacción mutua, dando lugar a procesos físicos y recorridos evolutivos muy distintos que los que se observan en estrellas aisladas. Especialmente relevante es el efecto de transferencia de masa entre las estrellas, como se produce en las binarias de tipo Algol y en las variables cataclísmicas, algunos tipos de sistemas estudiados en este Proyecto. Un aspecto donde las binarias juegan un papel fundamental es en la determinación de parámetros estelares absolutos, siendo la única fuente de valores precisos para los radios y las masas estelares.

Actualmente se siguen varias líneas de trabajo:

- La determinación de parámetros absolutos en binarias eclipsantes de tipo Algol, en base a curvas de luz en el visible y en el rango infrarrojo, complementadas con medidas en el sistema fotométrico Strömgren y ob-

servaciones espectroscópicas. Este tipo de binarias son también de gran interés para el estudio de los efectos de irradiación externa sobre las atmósferas estelares.

Desde 2006 el grupo trabaja en la obtención de curvas de luz en visible e infrarrojo de binarias separadas, formadas por estrellas de muy poca masa (enanas de tipo M), complementadas con observaciones espectroscópicas para la obtención de sus curvas de velocidad radial. La finalidad es determinar con mayor precisión los parámetros absolutos estelares en el rango de la secuencia principal poco masiva, mal conocidos, y poner a prueba los modelos de atmósferas estelares para estrellas M más modernos. A la vez se obtiene información sobre fenómenos de actividad estelar, debido a las modulaciones fotométricas y otras variaciones en las curvas de luz observadas, producidas por grandes grupos de manchas oscuras superficiales, siempre presentes en estas estrellas frías.

- El estudio fotométrico, espectroscópico y polarimétrico de sistemas con periodo orbital corto, clasificados como variables cataclísmicas, dirigido a entender las estructuras de acreción que se forman a consecuencia de la transferencia de masa, así como su evolución. Entre los objetivos se pretende corroborar o desmentir las predicciones que hace la teoría estándar de evolución de estos sistemas binarios, llevando a cabo estudios de poblaciones tanto en la región cercana al mínimo periodo orbital observado (~ 80 min), como en la frontera superior del “hueco de periodos”, el intervalo de periodos orbitales comprendido entre 3 y 4,5 horas. Cerca del periodo mínimo (~ 65 min según la teoría) se predice una concentración de más del 90 por ciento de la población total de cataclísmicas, que nunca había sido encontrada observacionalmente. Para probar o descartar esta afirmación, se siguen midiendo los periodos orbitales de toda la muestra de nuevas variables cataclísmicas del Sloan Digital Survey, en un ingente esfuerzo observacional.

Por otra parte, el grupo de investigación ha demostrado que existe una gran densidad de sistemas intrínsecamente muy luminosos (con tasas de transferencia de materia muy altas) en el rango de periodos orbitales comprendidos entre 3 y 4,5 h, que se conocen como sistemas SW Sextantis.

En un periodo orbital de 3 horas, la teoría predice el cese del transporte de masa, lo cual parece contradecirse con la existencia de cataclísmicas con los mayores ritmos de transferencia de masa justo en la frontera superior de 3 h. Se están realizando medidas de las masas de los sistemas SW Sextantis durante los estados de cese temporal de la acreción, cuando la desaparición del disco permite la observación de ambas

componentes estelares. Este último Proyecto cuenta con una amplia colaboración internacional, y requiere observaciones en modo “Target of Opportunity” con telescopios de clase 8 m, como el VLT y Gemini, así como el telescopio GTC.

Durante los últimos años se ha abierto otra línea de investigación: el estudio de estrellas binarias progenitoras de nebulosas planetarias. Uno de los posibles efectos que podrían esculpir una nebulosa planetaria bipolar es la órbita de una estrella binaria central, que contiene al menos una enana blanca. Por tanto, se busca una correlación significativa bipolaridad-binariidad a partir del estudio de las estrellas centrales de nebulosas planetarias bipolares. Se estudiará también una muestra de control de nebulosas planetarias esféricas. La historia de los episodios de eyección de masa dará pistas acerca de la fase de envoltura común, aún poco entendida.

HITOS

Se ha descubierto una nova enana eclipsante dentro de la nebulosa bipolar Te 11. La modelización de la fotometría de alta velocidad durante el eclipse de la enana blanca indica que ésta tiene una masa de 1.18 masas solares y una temperatura de 13.000 K. El tipo espectral de la estrella compañera es M2.5, resultando encontrarse a una distancia de 330 pc, lo que posiciona el sistema en el bucle de Barnard, al borde de la súper burbuja de Orión-Eridano. Se ha identificado este sistema con la nova histórica ocurrida en el año 483 de nuestra era en Orión, y se postula que la nebulosa de Te 11 es el remanente de esa explosión. Esta conexión apoya el tiempo característico de miles de años para la transición posnova desde ritmos de transferencia de masa altos a bajos, lo que provoca las erupciones de tipo nova enana. Te 11 se ha convertido por tanto en un importante sistema para los estudios de novas y otras variables cataclísmicas, ya que es la única nova enana eclipsante dentro de un remanente de nova.

Hasta la fecha se habían observado 10 explosiones de la nova recurrente M31N 2008-12a en la Galaxia de Andrómeda, incluyendo las erupciones anuales de 2008 a 2014. Con un periodo de recurrencia medido de 351 ± 13 días (aunque el valor verdadero podría ser la mitad) y una enana blanca muy cercana al límite de Chandrasekhar, M31N 2008-12a se ha convertido en uno de los principales candidatos a progenitor de una supernova de tipo Ia. Iniciamos una campaña para asegurar la detección temprana de la erupción prevista para 2015, lo que puso en marcha programas de se-

guimiento en telescopios terrestres y espaciales, incluyendo fotometría desde el visible al infrarrojo cercano y espectroscopía visible, y observaciones en el ultravioleta y en rayos X desde el observatorio Swift. Tras el descubrimiento de la erupción de 2015 por el telescopio LCOGT (Hawai, EEUU), se realizaron observaciones espectroscópicas tempranas, que revelaron emisiones de corta duración de material con velocidades $\sim 13.000 \text{ km s}^{-1}$, posiblemente colimadas. Las observaciones fotométricas y espectroscópicas de esta explosión han proporcionado evidencias que indican la presencia de una gigante roja como estrella donante. El periodo de recurrencia actualizado basado en todas las erupciones conocidas es de 174 ± 10 días, y se esperaba que la siguiente explosión de M31N 2008-12a ocurriera alrededor de mediados de septiembre de 2016. La erupción de 2016 tuvo lugar finalmente el 12 de diciembre, pero la mayoría de las observaciones (telescopios GTC, Gemini, etc.) se vieron truncadas por las pésimas condiciones meteorológicas sufridas en el hemisferio norte durante el invierno. Un artículo sobre esta nova recurrente fue publicado en *The Astrophysical Journal*.

Tras del descubrimiento de Vanderburg et al. (2015) de tránsitos en la curva de luz K2 de la enana blanca WD 1145+017, que también muestra un gran exceso infrarrojo y una contaminación significativa por metales en su fotosfera, realizamos fotometría con resolución temporal de WD 1145+017 durante cuatro semanas. Se observaron múltiples eventos de tránsito con diferentes duraciones (3-12 min) y profundidades (10%-60%). Los tránsitos de menor duración indican que la nube de escombros posplanetarios tiene unas pocas veces el tamaño de la enana blanca. Los tránsitos evolucionan en tiempos característicos de pocos días, y se pudo realizar el seguimiento de varios tránsitos en particular durante varias noches, con periodos de recurrencia de ≈ 4.49 h. Esto indica la existencia de múltiples fragmentos de escombros en órbitas casi idénticas, cuyo origen aún es desconocido.

Se ha publicado en *Nature* el hallazgo de un sistema binario compuesto por una enana blanca y una estrella fría, que muestra emisión desde los rayos X hasta longitudes de onda de radio. Se demuestra que AR Scorpii, inicialmente clasificada erróneamente como una estrella delta-Scuti en la década de 1970, es en realidad un sistema binario compacto con un periodo orbital de 3.56 h que muestra pulsos de brillo que se repiten cada 1.97 min. Estos pulsos reflejan la rápida rotación de una enana blanca magnética, la cual se está frenando con un tiempo característico de 107 años. Aunque los pulsos son generados por la rotación de la enana blanca, en realidad tienen su origen en la estre-

lla compañera fría. El espectro de banda ancha de AR Sco es característico de la radiación sincrotrón, que requiere electrones moviéndose a velocidades relativistas. Por lo tanto, deben originarse cerca de la enana blanca o en la estrella compañera a través de la interacción directa con la magnetosfera de la enana blanca.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha descubierto la primera variable cataclísmica de tipo nova enana *eclipsante* contenida en el remanente de una explosión de nova, la nebulosa bipolar Te 11. Se establece la conexión con la nova histórica del año 483 de nuestra era (Nova Orionis 483), observada por los chinos. El supuesto remanente de nova en el que Te 11 reside es relativamente pequeño, lo que podría ser debido a una rápida deceleración del material eyectado por la explosión nova a causa de su interacción con el gas presente en la región de Orión (con 10 ó 100 veces la densidad del Medio Interestelar). Se observa un frente de choque en uno de los lados de la nebulosa, hecho que apoya la hipótesis de la interacción eyección/medio circundante (Ver Hitos).

Se ha completado y publicado el estudio de la explosión de la nova recurrente M31N 2008-12a en la Galaxia de Andrómeda, acaecida en 2015. Con un periodo de recurrencia entre explosiones de tan solo 351 ± 13 días (puede que la mitad de este valor), M31N 2008-12a es la única nova recurrente de la que se pueden predecir con cierta precisión sus explosiones. Su enana blanca con una masa cercana al límite de Chandrasekhar hace que este sistema sea actualmente uno de los mejores candidatos a supernova de tipo Ia. El estudio predice que la explosión de 2016 ocurriría a mediados del mes de septiembre, la cual tuvo lugar el 12 de diciembre. El artículo se ha publicado en *The Astrophysical Journal*.

Se sigue trabajando en la medida dinámica de las masas estelares en las variables cataclísmicas KR Aur y WX Ari. Se han medido las temperaturas de las enanas blancas, que son de 27.000 y 48.000 K, respectivamente. Esto confirma la sobredensidad de enanas blancas muy calientes entre las variables cataclísmicas de tipo VY Sculptoris con periodos orbitales comprendidos entre 3 y 4 horas, hasta la fecha sin explicación teórica en el marco de la evolución de las variables cataclísmicas.

Se han obtenido excelentes resultados en diversos campos de investigación relacionados usando las cámaras ultrarrápidas ULTRACAM y ULTRASPEC, de las que V. Dhillon, investigador de este Proyecto, es IP (Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA).

ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES (P/309506)

R. Rebolo López.

C. Allende Prieto, V.J. Sánchez Béjar, N. Lodieu, J.I. González Hernández, Z. Zhang, B. Gauza, P. Chinchilla Gallego, S. Velasco Muñoz y B. Toledo Padrón.

M.R. Zapatero Osorio (Centro de Astrobiología CSIC-INTA); A. Pérez-Garrido, I. Villo, A. Díaz Sánchez, E. Jodar (Univ. Politécnica de Cartagena); C. McKay, D. King (Univ. de Cambridge, Reino Unido); M. Pérez Cagigal (Univ. de Cantabria); T. Henning, R. Mundt (MPIA, Alemania); G. Bihain (Inst. de Astrofísica de Potsdam, Alemania); P. Lucas, D. Pinfield, H. Jones, F. Marocco (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); M.T. Ruiz (Univ. de Chile); L. Labadie (Univ. de Colonia, Alemania) Y. Pavlenko (Main Astronomical Obs., Ucrania); R. Smart (Obs. de Torino, Italia); A. Burgasser (Univ. de San Diego, EEUU); F. Allard (ENS-Lyon, Francia); R. Raddi (Univ. de Warwick, Reino Unido).

INTRODUCCIÓN

Se pretende investigar los procesos que conducen a la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y exoplanetas y caracterizar las propiedades físicas de estos astros en varias etapas evolutivas. Las estrellas de muy baja masa y las enanas marrones son probablemente los objetos más numerosos de nuestra galaxia, pero no por ello están suficientemente bien establecidas sus propiedades. En particular, los objetos subestelares constituyen uno de los grupos más difíciles de estudiar desde el punto de vista observacional dada su baja luminosidad intrínseca. Se pretende establecer la frecuencia, multiplicidad y distribución espacial de estrellas ultrafrías y objetos subestelares en la vecindad del Sol y en regiones de formación estelar y cúmulos cercanos con el fin de proporcionar información sobre los mecanismos que los originan, caracterizar sus propiedades ópticas e infrarrojas y establecer relaciones entre sus propiedades espectrales, masas y luminosidades. Se hace especial énfasis en empujar la frontera de detección hacia los objetos de menor masa, bien sea como objetos ligados por atracción gravitatoria a otros, o flotando libremente en el espacio interestelar. Los objetos menos masivos también suelen ser los de menor luminosidad intrínseca y temperaturas superficiales más frías por lo que entrañan notable

dificultad de detección por medio de imagen directa. Sin embargo, la detección directa permite una caracterización fotométrica y espectroscópica mucho más completa y una mejor determinación de sus propiedades físicas y químicas. También se pretende investigar la presencia de exoplanetas en estrellas de baja masa empleando técnicas de medida de velocidad radial con muy alta precisión y técnicas de muy alta resolución espacial. Se trabaja en el desarrollo de espectrógrafos ultraestables para grandes telescopios y de sistemas de imagen ultraRápida. Con los primeros es posible lograr la detección de planetas con masas similares a la de la Tierra en estrellas de tipos G, K y M. Un objetivo que se persigue es establecer la frecuencia de estos planetas en las estrellas de la vecindad solar y caracterizar las propiedades de los sistemas planetarios a los que pertenecen.

HITOS

Descubrimiento de dos planetas de baja masa, de aproximadamente 6.3 y 2.5 masas terrestres, orbitando una estrella de tipo espectral M usando el espectrógrafo ultra-estable HARPSN instalado en el telescopio TNG (Affer et al.).

Comisionado del instrumento AOLI y primera publicación científica del mismo (Velasco et al.).

FastCam vuelve a obtener tiempo en el telescopio NOT desde 2010. Se instala por primera vez con éxito el sistema opto-mecánico final en el NOT. Inicio del programa de multiplicidad en estrellas con exceso en IR.

Densidad de subenanas de tipo M con 100 nuevos objetos descubiertos en los grandes cartografiados de UKIDSS, SDSS y 2MASS.

En 2016 se publicó el descubrimiento de un planeta aislado de tipo espectral L4-L6 en la región de formación de Upper Scorpius (Peña-Ramírez et al.). Se trata de uno de los objetos aislados de masa planetaria más fríos y menos masivos conocidos.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2016 se ha trabajado en el estudio de señales de actividad para caracterizar la actividad en estrellas enanas de tipo F, G, K y M. El objetivo final es comprender la actividad estelar para poder distinguir las señales de actividad de aquellas causadas por la presencia de planetas, en particular, las señales débiles de velocidad radial de los exoplanetas de baja masa (Suárez Mascareño et al.).

Se continuó realizando el estudio de velocidad radial en enanas de tipo espectral M con el descubrimiento de dos planetas de tipo súper-Tierra con masas

de 6,3 y 2,5 masas terrestres orbitando una enana tipo M temprana (Affer et al.). También se ha continuado con el estudio de velocidad radial de estrellas de tipo G y K, y pronto se presentará el descubrimiento de exoplanetas de baja masa.

N. Lodieu et al. (*A&A*, 598, A92): Publicación de 100 nuevas enanas pobres en metales de tipo M con diferentes metalicidades identificadas en los cartografiados de UKIDSS, 2MASS y Sloan. Se han confirmado esas sub-enanas espectroscópicamente con múltiples telescopios e instrumentos (NOT, GTC, VLT).

N. Lodieu ha obtenido espectroscopía en el visible e infrarrojo cercano de enanas marrones muy frías pertenecientes a la asociación de Upper Scorpius. El artículo se enviará a la revista *Astronomy & Astrophysics*. N. Lodieu ha realizado también un nuevo cartografiado profundo en la banda Y con VISTA/VIRCAM en mayo/junio de 2016 para complementar el cartografiado anterior publicado en 2013 (Lodieu et al. 2013).

Dentro de los estudios del VISTA Hemisphere Survey (VHS), cuyo grupo de enanas ultra-frías lidera el IAC, se ha finalizado la primera búsqueda de compañeros ultra-fríos con movimiento propio común incluyendo datos hasta Marzo de 2013 y cubriendo una región de unos 8.500 grados cuadrados. La caracterización espectroscópica se ha llevado a cabo con instrumentos como Osiris en el GTC, Sofl en el NTT y NICS en el TNG. Como resultado de este trabajo, se descubrieron 35 nuevos compañeros, incluyendo 10 M tardías, 6 enanas L y dos de tipo T. Además como parte de la tesis doctoral de Patricia Chinchilla, se ha comenzado una búsqueda de compañeros jóvenes alrededor de estrellas jóvenes de la vecindad solar, fruto de la cual se descubrieron una decena de compañeras de baja masa M intermedias y tardías, entre las que destaca una M6 alrededor de una estrella de tipo solar con una edad similar a la de las Pléyades.

Se ha llevado a cabo un estudio de caracterización de las atmósferas de dos enanas L jóvenes ultrarrojas y del planeta VHS1256b, gracias a los espectros ópticos obtenidos con Osiris en GTC y espectros IR con FIRE en el telescopio Magellan. Además se obtuvieron nuevos datos fotométricos y astrométricos del sistema de VHS1256 con NICS en el TNG, CAMELOT en el telescopio IAC-80 y RISE en el LT, lo que nos permitirá estudiar su variabilidad y determinar con mejor precisión la distancia de la primaria. Durante la estancia de Y. Pavlenko se realizó un estudio de síntesis espectral de la primaria con el objetivo de determinar sus propiedades físicas: Teff, metalicidad, edad y rotación.

En colaboración con O. Zakhzhay, se presentó un estudio teórico que simula la presencia de un disco de

debris alrededor de la enana marrón G196-3B (Zakhzhay et al. 2017). Este modelo podría explicar el color óptico e infrarrojo muy rojo de algunos de estos objetos subestelares jóvenes y por sus características físicas sería más parecido a los anillos de los planetas de nuestro sistema solar que al de las estrellas.

En colaboración con K. Peña Ramírez, de la Universidad Pontificia Católica de Chile, y M.R. Zapatero Osorio, del Centro de Astrobiología (CAB), se ha publicado el descubrimiento de una L4-L6 en Upper Scorpio (Peña-Ramírez et al.). En la fecha de publicación, se trataba del objeto de masa planetaria aislado más frío y menos masivos que se había podido confirmar espectroscópicamente.

NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (P/309710)

T. Muñoz Darias.

J. Casares Velázquez, I. González Martínez-País, A. Herrero Davó, G. Israelian, T. Shahbaz, P. Rodríguez Gil, M. Armas Padilla, M. Linares Alegret, C. Zurita Espinosa, M. Pérez Torres, V. Dhillon, J.I. González Hernández, P.J. Blay Serrano, D. Mata Sánchez F. Jiménez Ibarra y S. Palomo Nevado.

P. Charles (Univ. de Southampton, Reino Unido); P. Jonker (Univ. de Utrecht, Países Bajos); T. Marsh, D. Steeghs, B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); R. Fender, S. Motta, K. O'Brien (Univ. de Oxford, Reino Unido); R.I. Hynes (Univ. de Louisiana, EEUU); J.M. Paredes, M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); T. Belloni, S. Campana, P. D'Avanzo (Obs. de Brera, Italia); I. Negueruela (Univ. de Alicante); J.M. Corral-Santana (Univ. Católica, Chile); D. Russell (Univ. de Abu Dhabi, Arabia Saudita); G. Ponti, B. de Marco (MPE, Alemania); R. Wijnands, N. Degenaar (Univ. de Amsterdam, Países Bajos); A. de Ugarte (IAA, Granada); Y. Ueda (Univ. de Kyoto, Japón).

INTRODUCCIÓN

Las Binarias de Rayos X son binarias compactas dominadas por procesos de acreción sobre estrellas de neutrones (NS) o agujeros negros (BH). Un subgrupo de estos sistemas (binarias transitorias de rayos X, SXTs) se caracteriza por la presencia de erupciones recurrentes (varias décadas) durante las cuales la luminosidad aumenta típicamente un factor 10³-10⁶ en los

rangos óptico y rayos X, respectivamente. Estos sistemas ofrecen un interés especial ya que contienen los candidatos a BH más firmes conocidos vía la determinación de la función de masa de la estrella compañera. El análisis de estos residuos estelares compactos es esencial, entre otras cosas, para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas y la estructura de la materia nuclear. Desgraciadamente, el número de BH detectado es todavía demasiado pequeño para abordar análisis estadísticos comparativos con la población de binarias con NS.

Los objetivos científicos que se persiguen son:

Expandir la muestra de BH midiendo funciones de masa en nuevas binarias transitorias. Asimismo, determinar los cocientes de masas y ángulos de inclinación para estimar las masas de las dos componentes y, por tanto, la naturaleza de los objetos compactos. Para ello se utilizan diversas técnicas espectrofotométricas en los rangos óptico e IR (incluyendo el análisis de emisión Bowen fluorescente de la estrella compañera, una nueva técnica descubierta por el grupo). También se están explorando nuevas estrategias que permiten aumentar significativamente la muestra de nuevos agujeros negros en quietud. Cuando el número de objetos sea suficientemente grande se intentarán abordar estudios estadísticos de la muestra de BH respecto a binarias con NS (ej. distribución de masas, cocientes de masa, distribución galáctica) para caracterizar las dos poblaciones de objetos compactos. Se espera obtener información que permita restringir la ecuación de estado de la materia nuclear, la edad e historia evolutiva de estos sistemas (ej. M_{\max} para NS, M_{\min} para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

Analizar la estructura y variabilidad de los discos de acreción alrededor de los objetos compactos en diferentes bandas espectrales (óptico-rayos X). La distribución espectral durante la erupción (especialmente a altas energías) y su variación temporal es esencial para restringir los modelos de erupción y la estructura física del disco (ej. radio del disco advectivo o ADAF). En el óptico se estudiará la variación orbital de los perfiles de emisión utilizando técnicas de tomografía doppler. Esto nos permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo. Además, se ha abierto una nueva ventana con el descubrimiento de variabilidad óptica rápida (mins-segs) en los discos de acreción en quietud en varios BHs y NS. Es importante ampliar la muestra de sistemas y extraer el espectro de la variabilidad para restringir posibles mecanismos de producción. Por ejemplo, el es-

tudio de las oscilaciones cuasi-periódicas (QPOs) y de las propiedades del ruido temporal permite distinguir entre diferentes modelos de discos alabeados por irradiación y extraer información privilegiada sobre las inestabilidades que se forman en los discos alrededor de objetos compactos. Por su parte, el estudio de variaciones fotométricas durante las erupciones y la quietud permite determinar parámetros fundamentales de estos sistemas binarios, esenciales para determinar las masas de las componentes: ej. P_{orb} e inclinación mediante eclipses y efectos de irradiación, y cociente de masas a partir del período de “superhump” (batido entre el período de precesión del disco y P_{orb}).

Estudio de binarias de gamma, formadas por un púlsar joven en órbita alrededor de una estrella masiva. La interacción del viento de la estrella con el del púlsar genera emisión de muy alta energía (MeV-TeV), fuertemente modulada con el periodo orbital, que es detectada por telescopios Cherenkov como MAGIC y satélites de rayos gamma como Fermi. Seguimiento espectroscópico intensivo en el óptico permite caracterizar los parámetros fundamentales de estas binarias. Recientemente descubrimos la presencia del primer BH en una binaria de rayos gamma. Asimismo, se pretende estudiar la composición química de las estrellas compañeras y, concretamente, establecer el origen de las altas abundancias de Litio y elementos-a descubiertas por el grupo. Para ello se proyecta:

- Realizar análisis de metalicidad para encontrar evidencias de la explosión de Supernova que dio origen al BH/NS. Anomalías en las abundancias nos permitirán reconstruir la historia evolutiva de las estrellas progenitoras.
- Investigar la formación de líneas de litio en los discos de acreción y en las atmósferas de las estrellas secundarias. La razón isotópica Li^7/Li^6 es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

HITOS

Nuestro equipo ha liderado un ambicioso estudio multi-frecuencia que cubrió la erupción de 2015 del agujero negro transitorio V404 Cyg. Este evento ha sido uno de los más interesantes jamás observados de este tipo. El trabajo se tradujo en varias publicaciones, una de ellas de gran impacto en la revista *Nature* (Muñoz-Darias et al.), donde se presentó el descubrimiento de viento procedente del disco de acreción del sistema y simultáneo a emisión radio-jet y rayos X.

BlackCAT: un catálogo de agujeros negros de masa estelar en binarias de rayos X transitorias. En 2016 nuestro grupo lideró este trabajo, donde se presentó un catálogo de agujeros negros confirmados dinámicamente, así como sistemas candidatos a agujeros negros y un completo estudio de población. El creciente número de citas del artículo pone de manifiesto el interés del trabajo para la comunidad científica (Corral-Santana, Casares, Muñoz-Darias et al., *A&A*).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2016 se han producido progresos sustanciales en las principales líneas de investigación del grupo. En total se han publicado 36 artículos. De estos, el grupo ha liderado o coliderado 10 trabajos, entre ellos un trabajo en la revista *Nature* y uno de revisión en el libro “Astrophysical black holes”. 14/36 trabajos son aportaciones del investigador asociado V. Dhillon en diversos campos, compartidas con el grupo de estrellas binarias. Este número (22+7) representa un incremento muy significativo con respecto a 2015 (13 publicaciones).

Agujero negro V404 Cyg

Se publicaron los principales resultados de las campañas de observaciones realizadas durante la erupción del agujero negro V404 Cyg. El grupo lideró la detección de viento en el sistema, resultado que fue publicado en *Nature* (Muñoz-Darias et al.). La misma fenomenología se observó durante una mini-erupción en diciembre de 2015, resultado que fue obtenido durante 2016 y que se publicará en 2017. El grupo también lideró la detección de choques en el jet de dicho sistema (Shahbaz et al. *MNRAS*) y participó en otros trabajos relacionados con este evento (Bernardini et al.; Gandhi et al.). Finalmente, cinco miembros del grupo fueron invitados al meeting monográfico que tuvo lugar en Oxford, donde se dieron dos charlas.

Búsqueda de agujeros negros y determinación de masas

Se publicó el primer catálogo completo de agujeros negros y candidatos a agujeros negros de masa estelar en binarias de rayos X (Corral-Santana, Casares, Muñoz-Darias et al., *A&A*). Este ambicioso proyecto se inició durante la tesis del primer autor en el IAC, y está teniendo una gran repercusión en el campo. Por otro lado, se presentó el segundo trabajo (ver también Casares 2015, *ApJ*) que relaciona los parámetros de línea Halfa obtenidos durante la quietud con los parámetros

fundamentales del sistema. Estos trabajos sientan la base para futuros estudios en sistemas muy débiles y tienen por tanto el potencial de ampliar considerablemente el número de sistemas del que podremos obtener restricciones dinámicas.

Fenómenos de acreción y eyección

Además de los resultados de V404 Cyg ya mencionados, se publicó un artículo de revisión (“Accretion & Feedback in Stellar Mass Black Holes”) como uno de los capítulos del libro “Astrophysical Black Holes” (Fender & Muñoz-Darias, LNP). Asimismo, el grupo participó en la detección de emisión polarizada (jet) en varios agujeros negros en quietud (Russell, Shahbaz et al. *MNRAS*).

Emisión Bowen en binarias de rayos X activas/persistentes

Esta técnica novedosa (descubierta por el grupo) proporciona las primeras masas dinámicas en estrellas de neutrones activas y agujeros negros en erupción. Durante 2016 se realizó un gran campaña de observación con GTC+OSIRIS de la estrella de neutrones transitoria Aql X-1, cuyos resultados esperamos publicar en 2017. Asimismo se realizaron estudios del mismo sistema en quietud con Óptica Adaptativa usando el IFU del VLT-8.2m SINFONI. Este estudio permitió dar una solución dinámica al sistema (saldrá publicado durante el primer trimestre de 2017).

Magnetares y otros objetos transitorios

En 2016, y usando datos de GTC-OSIRIS, se presentó el primer espectro tomado de un magnetar, así como varias distribuciones espectrales de energía en quietud, que muestran que el objeto no es variable (como se había afirmado previamente; Muñoz-Darias, de Ugarte Postigo & Casares, *MNRAS Lett*). El grupo participó en la detección de la primera fuente transitoria descubierta por el radio telescopio LOFAR (Stewart et al.) y en la elaboración del catálogo de explosiones observado por Fermi-GBM (Jenke, Linares et al.).

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P/309808)

A. Herrero Davó.

G. Gómez Velarde, L. Crivellari, S. Simón-Díaz, M. Cerviño Saavedra, L. Patrick e I. Camacho Inesta.

Colaboradores del IAC: S.L. Hidalgo Rodríguez, K.S. Rübke Zúñiga, S. Rodríguez Berlanas y G. Holgado Alijo.

J. Puls (Univ. de Munich, Alemania); C. Evans (ROE, Reino Unido); A. de Koter (Astronomical Inst., Univ. de Utrecht, Países Bajos); J.S. Vink (Obs. de Armagh, Reino Unido); N. Markova (NAO, Bulgaria); D.J. Lennon (ESA, Madrid), N.R. Walborn (STScI, EEUU); R.P. Kudritzki (IoA, Univ. de Hawai, EEUU); M.A. Urbaneja (Univ. de Innsbruck, Austria); F. Najarro, M. García (CAB, Madrid); I. Negueruela (Univ. de Alicante); J. Maíz Apellániz (IAA, Granada); N. Langer, N. Castro (Univ. de Bonn, Alemania); S. Clark (Open Univ., Reino Unido); G. Maynet (Univ. de Ginebra, Suiza); C. Sabín (Univ. La Serena, Chile); D. Calzetti (Univ. de Massachussets, EEUU); M. Godart (Univ. de Lieja, Bélgica).

INTRODUCCIÓN

En este Proyecto se pretende observar y analizar estrellas masivas en galaxias cercanas para comprender sus propiedades y evolución en diferentes entornos, en especial aquéllos cuyas condiciones se aproximan a las del universo temprano, a fin de que puedan ser utilizadas para comprenderlo mejor.

Las estrellas masivas constituyen el origen de fenómenos tremendamente energéticos y son un agente primario de la evolución química y dinámica de las galaxias y del Universo. Son también uno de los más importantes agentes propuestos para iniciar la reionización del Universo, que lo volvió transparente a la radiación, permitiéndonos hoy en día su observación. Estas estrellas nacen con masas superiores a ocho veces la masa del Sol, lo que las condena a morir como Supernovas al final de su vida, formando estrellas de neutrones y agujeros negros y produciendo Estallidos de Rayos Gamma. Su evolución es muy rápida, y durante la misma liberan gran cantidad de material procesado nuclearmente a través de fuertes vientos estelares (pueden perder hasta el 90% de su masa) emitiendo gran cantidad de radiación en forma de fotones de alta energía. Su alta masa las predispone a formar sistemas binarios, que pueden evolucionar a binarias de rayos X de alta masa y formar objetos compactos.

Estos procesos dependen de las propiedades de las estrellas, como su masa, metalicidad, rotación que cambian en función de la galaxia que aloja a la estrella. Para interpretar la radiación que nos llega de galaxias lejanas debemos comprender cómo estas propiedades varían con las de la galaxia anfitriona y cómo determinan los procesos descritos. Es necesario pues estudiarlas en un conjunto de galaxias que cubran una variedad de características.

Afortunadamente, al ser muy luminosas, las estrellas masivas pueden estudiarse individualmente en galaxias cercanas, en donde su física puede acercarse a la del Universo primitivo y pueden así utilizarse como patrones de distancia. También pueden observarse colectivamente en regiones de intensa formación estelar a grandes distancias, incluso poco después de la reionización del Universo, que podrían haber causado.

Los espectros de estas estrellas contienen gran cantidad de información. Presentan un gran número de líneas de diferentes elementos químicos, como por ejemplo H, He, C, N, O, Si, Mg o Fe, y muestran fuertes signos de la pérdida de masa que constituye el viento estelar. Estos vientos posibilitan estudios espectroscópicos en galaxias lejanas permitiéndonos así obtener información esencial sobre las galaxias que las hospedan. Si hay presentes lentes gravitatorias, las líneas de los vientos estelares pueden ser usadas para obtener la composición química (metalicidad) de galaxias del universo temprano con formación estelar activa.

La determinación de sus parámetros estelares y abundancias químicas permite una comparación detallada con las predicciones de la teoría de evolución estelar, pero como contrapartida exige un detallado cálculo del espectro emergente. Este cálculo detallado se complica debido a las fuertes condiciones de NETL, esfericidad y pérdida de masa, cuyo efecto es acoplar las ecuaciones del transporte de radiación, del equilibrio estadístico y de continuidad en una geometría esférica. Además, el problema debe resolverse utilizando una descripción realista del modelo atómico. Sin embargo, si disponemos de dichos parámetros estelares y abundancias, podemos además comparar con las determinaciones de abundancias en el medio interestelar de nuestra galaxia y galaxias vecinas, y con las predicciones de las teorías de evolución química de las galaxias.

Los análisis de estrellas masivas en la Vía Láctea y en galaxias cercanas, tanto dentro como fuera del Grupo Local, nos pueden proporcionar una gran cantidad de información acerca de la estructura y evolución de estrellas y galaxias, bajo diferentes condiciones, extrapolables a regiones más alejadas del Universo. No obstante, ello requiere identificar las estrellas masivas

como tales, lo que obliga al uso de diagramas de color-magnitud y a la obtención de espectros de baja resolución. Además, es necesario recurrir a las observaciones en distintas longitudes de onda, para lograr los datos precisos. Aunque muchos parámetros pueden obtenerse a partir de observaciones en diferentes rangos espectrales, el UV es necesario para determinar velocidades terminales del viento; el visible, para temperaturas efectivas, gravedades y pérdidas de masa, lo que puede obtenerse bajo determinadas condiciones también del IR.

Los objetivos del presente Proyecto son los siguientes:

- Identificar las estrellas masivas en galaxias cercanas, en especial aquellas con condiciones cercanas a las del universo primitivo.
- Observar y analizar las estrellas en esas galaxias.
- Determinar las propiedades de las estrellas masivas en diferentes entornos. Correlacionar las propiedades estelares con las del entorno.
- Estudiar la variación de la evolución de las estrellas con sus propiedades iniciales (determinadas en parte por el entorno).
- Diseñar un tratamiento numérico fiable que reproduzca el comportamiento de los diferentes procesos físicos que tienen lugar en el interior de las atmósferas estelares.

A largo plazo, pretendemos aplicar estos objetivos a estudios del Universo primitivo.

HITOS

El principal hito de este año ha sido la publicación del primer atlas espectroscópico de estrellas masivas a metalicidades por debajo de la Pequeña Nube de Magallanes. El atlas consiste en 18 estrellas, de ellas 16 entre O7.5 y A0. Además, se ha realizado el primer análisis cuantitativo de estrellas O a estas metalicidades.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El principal desarrollo en el Proyecto durante 2016 se ha producido en el campo de las estrellas masivas en Sextans A e IC1613, dentro de la tesis de I. Camacho Inesta. Continuando con el esfuerzo del año anterior, se ha publicado el primer atlas de este tipo de estrellas a metalicidades tan bajas como la de Sextans A. También se ha concluido el estudio de las estrellas B supergigantes en IC1613. Este último estudio muestra que las estrellas masivas deben nacer con altas velocidades de rotación en los entornos de baja metalicidad

o tener mecanismos extra de mezcla interior todavía no bien comprendidos. También se han reducido los espectros obtenidos con el modo multiobjeto de OSIRIS en Sextans A, que han producido un total de 14 nuevas estrellas entre los tipos espectrales O3 y B3. Junto con las 18 anteriores, esto da un total de 32 estrellas masivas jóvenes en Sextans A. Los trabajos desarrollados nos han permitido obtener tiempo en los telescopios VLT y GTC para nuevas observaciones.

En la colaboración VFTS se ha concluido el análisis de las estrellas enanas O en 30 Dor. Como resultado importante encontramos que la distribución de velocidades de rotación con la gravedad (que se puede considerar un indicador de edad) no es la esperada. Junto con los resultados en otras galaxias, parece acumularse la evidencia de que el papel jugado por la rotación en estas estrellas no es bien comprendido. También se han encontrado algunas discrepancias con la teoría de los vientos impulsados por radiación, pero en este caso las dificultades para determinar la pérdida de masa en las estrellas dificultan mucho una conclusión sólida.

En otros aspectos del Proyecto, se ha continuado trabajando en el proyecto de M31 y M33 para WEAVE, y se envió una nueva versión del proyecto para adaptarse al tiempo de observación disponible para el consorcio del instrumento. También se continuó con nuestra participación en los proyectos ALBA y LEGUS.

Finalmente, L. Crivellari y S. Simón-Díaz serán los organizadores de la próxima Escuela de Invierno del IAC, que versará sobre el tema "Aplicaciones del transporte radiativo a las atmósferas estelares y planetarias".

PRUEBAS OBSERVACIONALES DE LOS PROCESOS DE NUCLEOSÍNTESIS EN EL UNIVERSO (P/300423)

G. Israelian.

J. Casares Velázquez, R.J. García López, R. Reboló López, J.I. González Hernández y L. Suárez Andrés.

Colaboradores del IAC: A. Herrero Davó y J. Trujillo Bueno.

M. Mayor, S. Udry, F. Pepe, G. Meynet, A. Maeder (Obs. de Ginebra, Suiza); N. Santos, S. Sousa (Univ. de Oporto, Portugal); P. Bonifacio (Obs. de Meudon, Francia); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); C. Melo (ESO, Chile), S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); F. Musaev (SAO, Rusia); A. Livs-

hits (Univ. de Moscú, Rusia); B. May, M. Rowan Robinson (IC, Reino Unido); S. Dermott (Univ. de Florida, EEUU); J. Jenkins (SETI/NASA Ames, EEUU); M. Showalter (SETI, EEUU).

INTRODUCCIÓN

Recientemente se han llevado a cabo varios análisis espectroscópicos de estrellas con planetas. Uno de los resultados más relevantes ha sido descubrir que las estrellas con planetas son en promedio más metálicas que las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (Santos, Israelian & Mayor 2001, *Astronomy & Astrophysics*, 373, 1019; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153). Existen dos hipótesis posibles para relacionar el exceso de metalicidad con la presencia de planetas. La primera es la del “autoenriquecimiento” que atribuye el origen de la sobreabundancia de metales observada en estrellas con planetas a la acreción sobre la estrella madre de grandes cantidades de material planetario rocoso, rico en metales y pobre en elementos como H y He. La hipótesis contraria es la principal y considera que el exceso de metales sea debido al alto contenido en metales de la nube protoplanetaria a partir de la cual se formó el sistema estrella-planeta.

Los elementos ligeros pueden proporcionar información valiosa sobre la mezcla, la difusión y la evolución del momento angular en estrellas con planetas, así como sobre la actividad estelar causada por la interacción con exoplanetas (Santos, Israelian, García López et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 427, 1085; Israelian et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 414, 601). Estudios sobre el Be, el litio y la razón isotópica ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$ podrían aportar pruebas para distinguir entre las diferentes teorías de formación planetaria (Sandquist et al. 2002, *Astrophysical Journal*, 572, 1012). Israelian et al. encontraron evidencias de la caída de un planeta o de material protoplanetario sobre la estrella HD82943 (2001, *Nature*, 411, 163; 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 405, 753).

Si el “autoenriquecimiento” fuera el principal responsable del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas, eso implicaría una sobreabundancia relativa de elementos refractarios (Si, Mg, Ca, Ti, etc.) respecto a los volátiles (CNO, S y Zn). Se han llevado a cabo varios estudios espectroscópicos del hierro (Santos et al. 2001, *Astronomy & Astrophysics*, 373, 1019; 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 398, 363; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153) y de otros elementos (Bodagheer et al 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 404, 715; Ecuillon, Israelian, Santos et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 418, 703; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 445,633; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449, 809; Gilli, Israelian, Ecuillon, et al. 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 449,723).

El análisis espectroscópico de estrellas ricas en metales también proporciona información valiosa sobre las tasas de eyección al medio interestelar de elementos químicos producidos por explosiones de supernova en los últimos 10.000 millones de años. Otro método alternativo para investigar los productos de las explosiones de supernova es el estudio de las estrellas compañeras de los sistemas binarios de rayos X.

Las estrellas compañeras en sistemas binarios de rayos X de baja masa han sobrevivido a estas explosiones de supernova y quizás han podido capturar parte del material eyectado en la explosión. Este material se mezclará en la zona de convección con el material de la estrella, de forma que las abundancias de los elementos presentes en el material eyectado se modificarían. Así pues el estudio de anomalías químicas en las atmósferas de las estrellas secundarias en estos sistemas puede darnos información sobre la nucleosíntesis y evolución estelar en estrellas masivas y sobre la complejidad de las explosiones de supernova. Este nuevo enfoque fue aplicado por vez primera por Israelian et al. (1999, *Nature* 401, 142) en el espectro de GRO J1655-40 (Nova Scorpii 1994), un sistema binario de rayos X que contiene el agujero negro cuya determinación de masa es la más precisa. El análisis mostraba abundancias de O, Mg, S, Si desde 6 hasta 10 veces mayores que las encontradas en el Sol. Estos autores lo interpretaron como evidencia de que había habido una explosión de supernova que dio lugar al agujero negro, y que la estrella compañera de baja masa no podía haber sintetizado estos elementos.

Las explosiones de supernova son responsables del progresivo enriquecimiento del medio interestelar por elementos pesados. Las tendencias marcadas por las abundancias relativas de diferentes elementos químicos en función de la metalicidad aportan información sobre sus ritmos de formación y nucleosíntesis en diferentes tipos de supernova. La nueva generación de telescopios de clase 4-10 m ha mejorado drásticamente la calidad de las observaciones espectroscópicas. Mientras tanto, las herramientas computacionales permiten estudiar la formación de líneas espectrales en NLTE en átomos tan complejos como el Fe. Gracias a esos progresos se han descubierto nuevas e interesantes tendencias de las abundancias de O, S y N (Israelian et al. 1998, *Astrophysical Journal*, 507, 805; 2001, *Astrophysical Journal*, 551,833; 2004, *Astronomy*

& *Astrophysics*, 421, 649). Además se ha demostrado, por vez primera, que los modelos de atmósfera 1D estándares de estrellas gigantes muy pobres en metales son incapaces de resolver los conflictos entre abundancias obtenidas a partir de diferentes líneas espectrales de oxígeno y magnesio (Israelian et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 419, 1095). Se proyecta continuar estudios consistentes de abundancias en una selección de estrellas pobres en metales, con el objetivo de comprender por qué y cuándo los modelos 1D fallan como herramientas de síntesis espectral.

HITOS

Se ha utilizado una amplia muestra de las estrellas enanas de tipo FGK para los que se han obtenido abundancias precisas de C utilizando espectros de alta resolución de HARPS para una muestra de 1.110 estrellas FGK. Se analizó la posible relación entre la presencia o no de planetas en dichas estrellas. No se han encontrado diferencias entre las muestras, sugiriendo que las estrellas con planetas no tienen una huella diferente en lo que al C se refiere. No hay una dependencia entre la abundancia de [C/Fe] con respecto a la metalicidad de las estrellas. Para bajas temperaturas se observa un comportamiento anómalo del [C/Fe]. Debido a la cantidad de blends a dichas temperaturas, se deben tomar con precaución las medidas a $T_{\text{eff}} < 5200\text{K}$.

Se han estudiado las posibles correlaciones entre la existencia de compañeros planetarios y la abundancia de los elementos relativos de sus estrellas. Conjunto con abundancias de O previamente obtenidas, se ha analizado el ratio C/O y [C/O], y las posibles correlaciones entre estrellas con planetas y la abundancia de sus estrellas. Un primer análisis de los datos sugiere que las estrellas con planeta de alta masa muestran proporciones superiores de [C/O]. Sin embargo, encontramos que la relación [C/O], al igual que la relación [Mg/Si] depende en gran medida de la metalicidad a través evolución química de la galaxia. Después de la eliminación de la evolución galáctica sólo la diferencia en la relación elemental [C/O] entre los hosts con planetas de alta masa y las estrellas sin planetas estaba presente de manera significativa. Estos resultados sugieren que los planetas de alta masa son más frecuentes alrededor de estrellas con alto [C/O]. Respecto al ratio C / O, no se encuentran diferencias entre las muestras estudiadas. Asimismo, se estudió el ratio Mg/Si, ampliando estudios previos del [Mg/Si]. No encontramos, al igual que con el ratio C/O, diferencias entre las muestras.

Combinando los resultados de los ratios, se realizó un estudio de formación planetaria, en base a la

posible formación de compuestos. Se ha encontrado que, de una muestra de 502 estrellas, todas tienen $\% < 0.8$, por lo que la presencia de grafitos, TiC y SiC será importante. Además, el ratio Mg/Si determinará la forma en que encontraremos estos compuestos. En ambas muestras planetarias, tanto los planetas de alta como los de baja masa, los compuestos se repartirán casi equitativamente entre un ratio inferior a 1 (donde se formarán ortopiroxenos y feldespatos) y un ratio entre 1 y 2 (donde se creará tanto olivina como piroxenos).

Se han buscado gigantes ricas en Li en una muestra de cúmulos donde se han buscado planetas, así podemos estudiar el escenario de engullimiento del planeta para explicar la reposición de Li usando una muestra de comparación adecuada de estrellas sin planetas gigantes detectados. Se ha derivado las abundancias de Li para una muestra de 67 estrellas gigantes rojas en 12 diferentes cúmulos abiertos utilizando técnicas de síntesis espectral estándar y espectros de alta resolución (de HARPS y UVES). Encontramos tres estrellas en diferentes grupos con abundancias claramente mejoradas de Li en comparación con otras estrellas dentro del grupo. Curiosamente, las únicas dos estrellas con un compañero sub-estelar detectado en nuestra muestra pertenecen a ese grupo. Una de las estrellas con planetas, NGC 2423 No. 3, podría estar cerca de la protuberancia de luminosidad en el diagrama de HR, una fase en la que la producción de Li por el proceso de Cameron-Fowler es soportada por extra-mezcla para llevar Li fresco a la superficie.

Utilizamos espectros de muy alta calidad de las dos estrellas obtenidas del archivo HARPS para obtener parámetros estelares muy precisos y abundancias químicas. Se derivaron los parámetros estelares con el método clásico (no diferencial), mientras que se aplicó un análisis diferencial línea por línea para lograr la mayor precisión posible en las abundancias, que son fundamentales para explorar las diferencias muy pequeñas en las abundancias entre las estrellas. Confirmamos que la diferencia de abundancia entre zeta2 Ret y zeta1 Ret muestra una correlación significativa (~ 2 sigma) con Tc. Sin embargo, también encontramos que las tendencias de Tc dependen del espectro individual utilizado (aunque siempre de muy alta calidad). En particular, encontramos diferencias significativas pero variables en las abundancias de la misma estrella de diferentes espectros individuales de alta calidad.

Nuestros resultados para el sistema zeta Reticuli muestran, por ejemplo, que los factores no físicos, como la calidad de los espectros empleados y los errores que no se tienen en cuenta, pueden estar en la raíz

de las tendencias de T_c para el caso de los espectros individuales.

El objetivo principal de este trabajo es explorar la posible dependencia de la tendencia de la T_c en las distancias galactocéntricas estelares, R_{mean} .

Utilizamos espectros de alta calidad de alrededor de 40 estrellas observados con los espectrógrafos HARPS y UVES para obtener parámetros estelares precisos, abundancias químicas y edades estelares. Se aplicó un análisis diferencial línea por línea para lograr la máxima precisión posible en las abundancias químicas.

Confirmamos los resultados anteriores de que las proporciones de abundancia $[X/Fe]$ dependen de la edad estelar y que para una edad determinada, algunos elementos también muestran una dependencia de R_{mean} . Cuando se utiliza toda la muestra de estrellas, observamos un débil indicio de que la tendencia de T_c depende de R_{mean} . La dependencia observada es muy compleja y desaparece cuando sólo se consideran estrellas con edades similares. Para concluir sobre la posible dependencia de la tendencia de T_c en el lugar de formación de las estrellas, se necesita una muestra más grande de estrellas con parámetros atmosféricos muy similares y edades estelares observadas a diferentes distancias galactocéntricas.

El objetivo de este trabajo es obtener una nueva calibración espectroscópica para una rápida estimación de T_{eff} y $[Fe/H]$ para una amplia gama de tipos espectrales estelares. Utilizamos espectros de una muestra conjunta de 708 estrellas, compilada a partir de 451 enanas FGK y 257 estrellas GK gigantes. Utilizamos parámetros espectrales espectroscópicos para determinar las calibraciones de temperatura utilizando un conjunto de relaciones de línea EW seleccionadas y calibraciones $[Fe/H]$ usando un conjunto de líneas Fe I seleccionadas. Se ha derivado 322 EW y 100 Fe I líneas que se pueden utilizar para calcular T_{eff} y $[Fe/H]$, respectivamente. Mostramos que estas calibraciones son efectivas para las enanas FGK y las estrellas GK-gigantes en los siguientes rangos: $4500 \text{ K} < T_{\text{eff}} < 6500 \text{ K}$, $2,5 < \log g < 4,9 \text{ dex}$ y $-0,8 < [Fe/H] < 0,5 \text{ dex}$. La nueva calibración tiene una desviación estándar de 74 K para T_{eff} y 0,07 dex para $[Fe/H]$. Utilizamos cuatro muestras independientes de estrellas para probar y verificar la nueva calibración, una muestra de 56 estrellas gigantes, una muestra compuesta por las estrellas de referencia Gaia FGK, una muestra de 36 estrellas GK-gigantes de la DR1 de la encuesta Gaia-ESO y una muestra de 582 estrellas enanas FGK. También proporcionamos un nuevo código, GeTCal, para producir automáticamente nuevos archivos de calibración basados en cualquier nueva muestra de estrellas.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se han analizado las abundancias de litio en 67 gigantes rojas en 12 cúmulos abiertos usando observaciones con UVES (VLT) y HARPS (3.6 m ESO). El objetivo de este trabajo fue encontrar estrellas con sobre-abundancia de Litio y comparar con una muestra de estrellas sin planetas gigantes observados con HARPS.

Una gigante roja con alto contenido de litio puede señalar procesos de acreción (engullimiento) de planetas. Se calcularon las masas y edades de las estrellas en nuestra muestra utilizando isocronas de PARSEC. Se encontraron 3 estrellas con alto contenido de Li en 3 diferentes cúmulos. La súper-abundancia de Li en una de estas estrellas se puede explicar mediante el mecanismo de Cameron-Fowler.

Varios estudios han concluido una correlación entre las abundancias químicas de las estrellas y la temperatura de condensación (conocida como tendencia de T_c). Se ha encontrado una fuerte tendencia de T_c para el sistema binario zeta Reticuli, que consta de dos análogos solares. La tendencia observada en zeta2 Ret en relación con su compañero ha sido explicada por la presencia de un disco de desechos alrededor de zeta2 Ret. Se re-analizó la presencia y variabilidad de la tendencia de T_c en el sistema zeta Reticuli. Se utilizaron espectros de muy alta calidad de las dos estrellas obtenidas del archivo HARPS para obtener parámetros estelares muy precisos y abundancias químicas. Se derivó los parámetros estelares con el método clásico (no diferencial), mientras que se aplicó un análisis diferencial línea por línea para lograr la mayor precisión posible en las abundancias, que son fundamentales para explorar las diferencias muy pequeñas en las abundancias entre las estrellas. Se ha confirmado que la diferencia de abundancia entre zeta2 Ret y zeta1 Ret muestra una correlación significativa ($\sim 2\sigma$) con T_c . Sin embargo, también encontramos que las tendencias de T_c dependen del espectro individual utilizado (aunque siempre de muy alta calidad). En particular, se encontraron diferencias significativas, pero variables, en las abundancias de la misma estrella de diferentes espectros individuales de alta calidad. Nuestros resultados para el sistema zeta Reticuli muestran, por ejemplo, que los factores no físicos, como la calidad de los espectros empleados y los errores que no se tienen en cuenta, pueden estar en la raíz de las tendencias de T_c para el caso de espectros individuales.

Se han analizado posibles correlaciones entre la existencia de compañeros planetarios y las abundancias de los elementos químicos en las estrellas con pla-

netas. Se utilizó una amplia muestra de las estrellas enanas de tipo FGK (1.110 estrellas) para los que se han obtenido abundancias precisas de C utilizando el espectrógrafo HARPS. Se ha analizado la abundancia de carbono en estrellas con y sin planetas estudiando la banda molecular localizada en el óptico (4300Å). Las mayores dificultades del trabajo son, al ser una banda molecular, los puntos de referencia del continuo (escasos) y la presencia de otros elementos. Dada nuestra experiencia anterior con la banda molecular del UV cercano con la que obtuvimos abundancias de N, solucionamos estos problemas sin mayor dificultad. Los resultados muestran que la abundancia no depende de la metalicidad de la estrella, siendo $[C/Fe]$ con tendencia casi constante (con una inclinación pequeña) con respecto a $[Fe/H]$. Estos resultados se corresponden con resultados previos en el campo, al cual contribuiremos ampliando la muestra de estrellas calculadas.

Un primer análisis de los datos sugiere que las estrellas con planetas de alta masa muestran un alto contenido de $[C/O]$, mientras que las estrellas con planetas pequeños presentan $[C/O]$ menor que las estrellas de campo. Sin embargo, encontramos que la relación $[C/O]$ depende en gran medida de la metalicidad a través de la evolución química de la Galaxia, como ocurría en el caso del $[Mg/Si]$. Después de la eliminación de la tendencia de la evolución galáctica, la diferencia en la relación de $[C/O]$ entre las estrellas con planetas de alta masa y planetas fue significativa. Estos resultados sugieren que los planetas de alta masa son más frecuentes alrededor de estrellas con alta $[C/O]$. Nuestros resultados, combinados con nuestros resultados previos de $[Mg/Si]$, demuestran la importancia de los efectos de la evolución química de la galaxia e indican que estos efectos pueden jugar un papel importante en la estructura interna planetaria y su composición química. Los resultados también muestran que los índices de abundancia pueden ser un tema muy relevante para nuestra comprensión de la formación de los planetas extrasolares.

Con una muestra con datos del instrumento FIES del NOT se están realizando estudios sobre abundancias de elementos alfa en estrellas pobres en metales con planetas. No solo se están obteniendo abundancias con precisión de dichos elementos, sino que estamos añadiendo objetos a la pequeña muestra existente. Para ello estamos usando la lista de líneas estudiadas por Neves et al (2009) y Adibekyan et al (2012), por lo que la validez de los valores atómicos de cada línea espectral es robusta, minimizando los errores. Se espera no solo confirmar los resultados previamente obtenidos por dichos autores, sino añadir más resulta-

dos no tenidos en cuenta antes, como la relación de estas abundancias con la edad del host o los parámetros planetarios.

Se están realizando, en la línea de los elementos alfa, un estudio detallado de la composición química de la estrella KIC 8462852, conocida por mostrar variaciones de su flujo de hasta el 20% sin causa conocida. Gracias a nuestro programa de observaciones en el telescopio NOT, obtuvimos espectros de alta calidad de la estrella en fases de no actividad, que complementaremos con observaciones en periodo de actividad. Para ello, disponemos de tiempo como ToO en el mismo telescopio.

Durante la última década, varios estudios informaron una correlación entre las abundancias químicas de las estrellas y la temperatura de condensación. Sin embargo, la naturaleza de esta correlación todavía no está clara. Se ha investigado la posible dependencia de la tendencia de la T_c en distancias Galactocentrales estelares, R_{mean} . Se utilizaron espectros de alta calidad de 40 estrellas observadas con los espectrógrafos HARPS y UVES para obtener parámetros estelares precisos, abundancias químicas y edades estelares. Se aplicó un análisis diferencial (línea por línea) para lograr la máxima precisión posible en las abundancias químicas. Asimismo, confirmamos los resultados anteriores que afirmaban que las abundancias $[X/Fe]$ dependen de la edad estelar y que, para una edad determinada, algunos elementos también muestran una dependencia de R_{mean} . Cuando se utiliza toda la muestra de estrellas, observamos una dependencia de la tendencia de T_c con R_{mean} . La dependencia observada es muy compleja y desaparece cuando sólo se consideran estrellas con edades similares. Para concluir sobre la posible dependencia de la tendencia de las T_c en el lugar de formación de las estrellas, se necesita una mayor muestra de estrellas con parámetros atmosféricos muy similares y edades estelares observadas a diferentes distancias Galactocéntricas.

Se ha intentado obtener una nueva calibración espectroscópica para una rápida estimación de T_{eff} y $[Fe/H]$ para una amplia gama espectral de estrellas.

Se utilizaron espectros de una muestra conjunta de 708 estrellas, formada por 451 enanas FGK y 257 GK-estrellas gigantes. Asimismo, se utilizaron parámetros espectrales espectroscópicos para determinar las calibraciones de temperatura utilizando un conjunto de EW y calibraciones $[Fe/H]$ mediante una selección de líneas Fe I. Se han derivado 322 ratios y 100 Fe I líneas que se pueden utilizar para calcular T_{eff} y $[Fe/H]$, respectivamente. Se concluyó que estas calibraciones son efectivas para las enanas FGK y las es-

trellas GK-gigantes en los siguientes rangos: $4500 \text{ K} < T_{\text{eff}} < 6500 \text{ K}$, $2,5 < \log g < 4,9 \text{ dex}$ y $-0,8 < [\text{Fe}/\text{H}] < 0,5 \text{ dex}$. La nueva calibración tiene una desviación estándar de 74 K para T_{eff} y $0,07 \text{ dex}$ para $[\text{Fe}/\text{H}]$. Se utilizaron cuatro muestras independientes de estrellas para probar y verificar la nueva calibración, una muestra de 56 estrellas gigantes, una muestra compuesta por las estrellas de referencia Gaia FGK, una muestra de 36 estrellas GK-gigantes de la DR1 de la encuesta Gaia-ESO y una muestra de 582 estrellas enanas FGK. También se ha proporcionado un nuevo software llamado GeTCal, para producir automáticamente nuevos archivos de calibración basados en cualquier nueva muestra de estrellas.

ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN ESTRELLAS (P/301008)

C. Allende Prieto.

R.A. García Días, P. Alonso Palicio, R. Rebolo López, D. García Álvarez, R. Carrera Jiménez, C. Zurita Espinosa, D. Sánchez Aguado y S. Bertrán de Lis Mas.

Colaboradores del IAC: J. Sánchez Almeida, R.J. García López, J. Casares Velázquez, M. López Corredoira, J.A. López Aguerri, F. Garzón López, A. García Hernández, A. Asensio Ramos, C. Dalla Vecchia, R. Alonso Sobrino, J.I. González Hernández, F. Dell'Agli, O. Zamora Sánchez, I. Martínez Valpuesta, P. Rodríguez Gil, F. Gracia Temich, J.L. Rasilla Piñeiro, E. Joven Álvarez y F. Tenegi Sanginés.

I. Hubeny (Univ. de Arizona, EEUU); D.L. Lambert, L. Koesterke, I. Ramírez, M. Shetrone, J.J. Hermes, D.E. Winget, B. Castanheira (Univ. de Texas, EEUU); M. Asplund (ANU, Australia); W. Brown (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); M. Kilic (Univ. de Oklahoma, EEUU); S. Majewski (Univ. de Virginia, EEUU); R. Schiavon (Univ. de Liverpool, Reino Unido); J. Holtzman (Univ. de Nuevo México, EEUU); H.G. Ludwig (Univ. de Heidelberg, Alemania); C. del Burgo (INAOE, México); T. Beers (Notredame, EEUU); V.S. Smith (NOAO, EEUU); Y. Sun Lee (Chungnam National Univ., República de Corea); M. Cropper, D. Kawata (Univ. College London, Reino Unido); M.P. Ruffoni, J.C. Pickering (Imperial College, Reino Unido); K. Cunha (Obs. Nacional, Brasil); C. Rockosi (Univ. de California, EEUU); A. Cooper (Univ. de Durham, Reino Unido); B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido).

INTRODUCCIÓN

La espectroscopía de estrellas permite determinar las propiedades y composiciones químicas de las mismas. A partir de esta información para estrellas de diferente edad en la Vía Láctea es posible reconstruir la evolución química de la Galaxia, así como el origen de los elementos más pesados que el boro, forjados principalmente en los interiores estelares. También es posible estudiar la formación estelar, y la de la propia Galaxia, a través de la huella que deja el potencial galáctico en las órbitas de las estrellas, y de las distribuciones de masa, edad y la abundancia de elementos pesados.

La obtención de espectros con alta resolución espectral, apropiados para estudios de la composición química, requiere instrumentación sofisticada y eficiente. Esto es especialmente cierto en investigaciones en las que se necesitan extensas muestras de estrellas, que exigen observar cientos, o incluso miles de fuentes de forma simultánea. El procesado y análisis de los datos debe ser automatizado para ser igualmente eficiente.

La interpretación de los espectros se basa en modelos físicos de las atmósferas de las estrellas, de donde se escapa la luz que observamos. Los ingredientes fundamentales para la construcción de estos modelos son la dinámica de fluidos, y las propiedades de los átomos, iones y moléculas, especialmente en lo que se refiere a sus interacciones con la radiación que proviene del interior estelar. Una vez que se tiene un modelo plausible, es posible calcular de forma detallada cómo se propaga la radiación a través de la atmósfera estelar, y el espectro emergente, para, de forma iterativa, compararlo con las observaciones y refinar el modelo.

Este Proyecto incluye tres diferentes frentes de investigación:

- La mejora de los modelos de atmósfera y las simulaciones de espectros estelares.
- El desarrollo de herramientas para la obtención, reducción y el análisis de observaciones espectroscópicas, y en particular para la determinación de abundancias químicas en estrellas.
- El diseño, preparación, y ejecución de estudios espectroscópicos de estrellas con el fin de entender: los aspectos más relevantes de la física de las atmósferas estelares, la formación y evolución de las estrellas, el origen de los elementos químicos y la formación, estructura y evolución química de la Vía Láctea.

HITOS

Hacer pública DR13, la decimotercera entrega de datos del Sloan Digital Sky Survey, incluyendo espectros infrarrojos para más de 140.000 estrellas de nuestra galaxia.

Hacer pública la primera entrega de datos de la misión espacial Gaia.

Publicar el primer estudio combinando astrometría de Gaia y espectroscopía desde tierra con APOGEE, demostrando que las dos componentes del disco de la Vía Láctea muestran correlaciones opuestas con la metalicidad.

Demostrar la viabilidad de las estrellas de tipo-A como calibradores de flujo con un nivel de precisión entre 1 y 2%.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto APOGEE-2 (www.sdss.org) prosigue a buen ritmo y las observaciones continuarán hasta el año 2020, con la incorporación del segundo instrumento en el Observatorio de Las Campanas a partir de mediados de 2017. Este año se hizo una nueva entrega de datos (DR13; www.sdss.org/dr13).

A lo largo de 2016 se concluyeron varias investigaciones con los datos de APOGEE sobre el disco de la Galaxia, el halo estelar, cúmulos estelares, y la frecuencia de formación de sistemas binarios y múltiples. También se realizaron investigaciones sobre el impacto de las desviaciones del Equilibrio Termodinámico Local en la derivación de abundancias químicas de silicio y magnesio a partir de espectros de APOGEE.

Durante 2016 HORS ha seguido avanzando en el IAC, completándose la electrónica de control, el software, así como el diseño y fabricación de un nuevo brazo de adquisición y un nuevo haz de fibras.

El Proyecto Gaia-ESO continuó su marcha en 2016, su cuarto año, incrementando constantemente la base de datos resultante. Se han obtenido resultados para la mayoría de las estrellas observadas con el espectrógrafo GIRAFFE en el telescopio VLT, y haciendo ciencia con los parámetros y abundancias químicas para la muestra, que ya incluye decenas de miles de estrellas.

Se llevó a cabo un estudio del potencial de las estrellas de tipo espectral A como calibradores de flujo, identificando varias decenas de objetos muy brillantes que pueden proporcionar medidas de gran precisión para pequeños telescopios y nanosatélites. También se han realizado un análisis espectrofotométrico de la estrella HD 209458, que alberga uno de los planetas extrasolares mejor estudiados hasta la fecha.

En 2016 vio la luz el primer catálogo basado en datos del satélite Gaia, con astrometría basada en la combinación de datos de Gaia y Tycho. Nuestro grupo participa en el análisis de datos de esta misión espacial, y en particular en el software de análisis de los espectros del instrumento RVS a bordo de Gaia. El grupo ha publicado uno de los primeros artículos en los que se estudia la dinámica del disco de la Vía Láctea y su correlación con las abundancias químicas estelares utilizando datos combinados de Gaia y APOGEE. También este año concluimos un estudio detallado del potencial de los espectros del RVS para la determinación de parámetros estelares.

Además, se ha seguido impulsado el diseño y organización del subproyecto dedicado al estudio de la Vía Láctea con el instrumento DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument; desi.lbl.gov), que comenzará a operar en el telescopio Mayall en el Observatorio de Kitt Peak en 2019. También estamos involucrados en el desarrollo de software para WEAVE (www.ing.iac.es/weave), que verá su Primera Luz en 2018 en el telescopio WHT, en La Palma.

EXOPLANETAS Y ASTROBIOLOGÍA (P/301301)

E. Pallé Bago.

H.J. Deeg, N. Lodieu, J. Licandro Goldaracena, V.J. Sánchez Béjar, J.A. Belmonte Avilés, R. Alonso Sobrino, P. Montañés Rodríguez, G. Chen, L. Nortmann, A.L. Cabrera Lavers, G. Nowak, D. Hidalgo Soto, N. Casasayas Barris, D. López Fernández-Nespral, P. Chinchilla Gallego y J. Prieto Arranz.

Colaboradores del IAC: Z. Shang, P. Rodríguez Gil y B. Gauza.

P. Miles Páez (Univ. Western Ontario, Canadá); M.R. Zapatero Osorio, M. Mas-Hesse (CAB, INTA-CSIC, Madrid); M. Deleuil (LAM Marsella, Francia); D. Gandolfi, (Univ. de Torino, Italia); M. Fridlund (Leiden, Países Bajos - Onsala, Suecia); L. Doyle (SETI, EEUU); H. Rauer, J. Cabrera, Sz. Csizmadia (DLR, Alemania); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); E. Günther, A. Hatzes (Tautenburg Obs., Alemania); T. Mazeh (Univ. de Tel Aviv, Israel); T. Boyajian (Univ. de Yale, EEUU); B. Tingley (Univ. de Aarhus, Dinamarca); P. Klagyivik (Konkoly, Hungría).

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de vida en el Universo se ha visto impulsada por los recientes descubrimientos de planetas alrededor de otras estrellas (los llamados exoplanetas), convirtiéndose en uno de los campos más activos dentro de la Astrofísica moderna. En los últimos años, los descubrimientos cada vez más numerosos de nuevos exoplanetas y los últimos avances en el estudio de sus atmósferas no sólo están dándonos valiosa nueva información sobre sus propiedades físicas, sino que nos están permitiendo además poner las propiedades de los planetas de nuestro Sistema Solar dentro un contexto más global. El campo está acercándose al importante descubrimiento de los primeros planetas potencialmente habitables, impulsando estudios más detallados de estos planetas. Además, con el fin de la misión CoRoT y las modificaciones a la misión Kepler (problemas en sus giroscopios), se espera que el foco en exoplanetas va a cambiar de la detección de nuevos planetas hacia la caracterización más precisa de aquellos ya conocidos. En esta tarea, y debido a las lejanas fechas de lanzamientos de los próximos satélites relacionados (ej. JWST, CHEOPS, TESS, EChO o PLATO), se espera una oportunidad de varios años en la cual los instrumentos terrestres van a dominar el campo.

Por esta razón, este campo se ayuda de y, a su vez motiva, el desarrollo de instrumentación cada vez más sensible y estable tanto para telescopios en tierra como para las misiones espaciales. Dos frentes para los que nuestro grupo está especialmente preparado. Por un lado, durante los últimos años se han desarrollado técnicas de observación y reducción de tránsitos de exoplanetas para los telescopios del ORM, siendo el nuestro uno de los grupos más productivos en la explotación del telescopio GTC. Por otro lado, todas las misiones espaciales ESA (presentes y futuras) relacionadas con exoplanetas cuentan con uno o varios de los componentes del Proyecto como Co-Is.

En el marco de este Proyecto, se pretende que los investigadores del IAC mantengan una situación aventajada con la explotación de OSIRIS y CanariCam, instrumentos de Primera Luz del telescopio GTC, y participan en la construcción, comisionado y operación de nuevos instrumentos, como el espectrógrafo óptico de alta resolución HORUS en el telescopio GTC. La explotación de la fotometría y espectroscopía de tránsitos con LIRIS en el telescopio WHT es también uno de nuestros principales intereses, especialmente en preparación de la instalación en 2015 del instrumento EMIR en el telescopio GTC.

En resumen, el Proyecto “Exoplanetas y Astrobio-

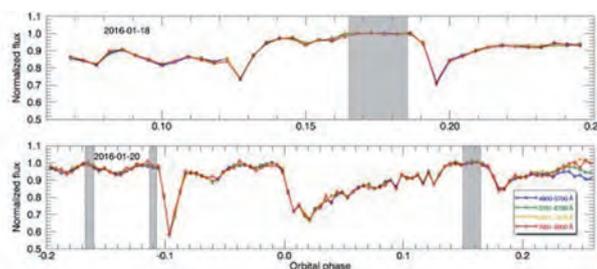
logía” se centrará en torno a estas cuatro líneas principales de actuación:

- Caracterización de las propiedades físicas y atmosféricas de exoplanetas (GTC, WHT, W-FC, EChO, etc.).
- Búsquedas y confirmación de exoplanetas por tránsitos (CoRoT, Kepler, CHEOPS, XO, LCOGT, W-FC, PLATO, etc.).
- Búsquedas/confirmación de exoplanetas por velocidad radial (HARPS-N, HORUS, LCOGT, SONG, CARMENES).
- Astrobiología.

HITOS

Ausencia de color en los tránsitos de material desintegrándose cerca de una enana blanca

En las últimas décadas, han ido aumentando las evidencias de la existencia de material planetario en torno a enanas blancas. La presencia de rasgos de elementos pesados en los espectros de una gran fracción (25-50%) de estos objetos requiere de una acreción frecuente de material cercano a la enana. Además, se sabe que al menos el 4% de estos objetos poseen discos de polvo. La misión espacial K2, que reutiliza el instrumento Kepler tras el fallo de dos de sus cuatro giróscopos, detectó recientemente tránsitos de material en torno a WD1145+017, con periodos comprendidos entre 4.5 y 5 horas, y una variabilidad en la profundidad con escalas de varios. Se atribuye a la presencia de planetesimales en proceso de desintegración debido a las altas temperaturas en la cercanía de la enana. Sin embargo, los datos de K2 tienen un muestreo pobre (30 min) para el estudio de este objeto, y no tienen información cromática. En este trabajo, utilizamos el telescopio IAC-80 para predecir tránsitos profundos, que se observaron horas después con OSIRIS en el telescopio GTC. El muestreo de cerca de un minuto, y la información en cuatro bandas en el rango visible, permitieron medir



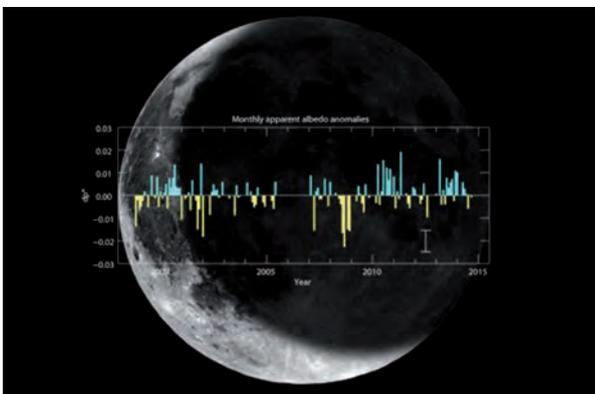
Variaciones en el albedo terrestre 1998-2014 medidas con observaciones del earthshine.

por vez primera, y con una precisión sin precedentes, el color de los tránsitos del material. La ausencia de cambios de profundidad en las distintas bandas (tránsitos grises) sirvió para establecer límites inferiores a los tamaños de las partículas del material que transita, que han de ser mayores de 0.5 micras para los minerales más comunes.

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 también desde instrumentos en tierra durante los últimos 16 años desde el Observatorio de Big Bear (California, EEUU) tomando observaciones de la Luna. La razón 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 medidas de los últimos 16 años, encontramos variaciones modestas del albedo de la escala de décadas, pero si 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.

Durante el año 2016 han comenzado el programa principal de CARMENES de búsqueda de planetas rocosos alrededor de 300 estrellas M por el método de velocidad radial. Hasta la fecha se han obtenido más de 4.000 espectros ópticos e infrarrojos de más de 240 estrellas.

Descubrimiento de un planeta aislado de tipo espectral L4-L6 en la región de formación de Upper Scorpius (Peña-Ramírez et al.). Se trata de uno de los objetos aislados de masa planetaria más fríos y menos masivos conocidos.



EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Búsquedas y confirmación de exoplanetas

En enero de 2016, el instrumento CARMENES inició las observaciones regulares en el telescopio de 3,5 m de Calar Alto e inició el programa de Tiempo Garantizado del Consorcio para realizar una búsqueda de planetas rocosos por velocidad radial en estrellas de 300 M. Hasta la fecha, se han obtenido más de 4.000 espectros, tanto ópticos como infrarrojos, de un total de más de 240 M de estrellas. Como parte de la contribución del IAC a la preparación científica de la encuesta, se realizó un estudio de multiplicidad de más de 500 M estrellas de la muestra CARMENES utilizando FastCam en el telescopio TCS y el artículo ha sido aceptado este año (Cortés-Contreras Et al.). Este trabajo se realizó en colaboración con M. Cortés (UCM) y formó parte de su tesis doctoral, presentada en el mes de noviembre. También se iniciaron varias campañas de observaciones fotométricas de apoyo a la confirmación de los primeros candidatos a exoplanetas.

Las colaboraciones ya establecidas para la búsqueda de planetas tanto desde tierra (Superwasp, XO) como desde el espacio (K2) han avanzado.

Se informó (Hirano et al.) sobre la detección y la caracterización temprana de un Júpiter caliente en una órbita de tres días alrededor de K2-34 (EPIC 212110888), una estrella de tipo F rica en metal ubicada en el campo 5 de la misión K2. Nuestras medidas de RV intensivas mostraron que K2-34b (EPIC 212110888b) tiene una masa de $1,773 \pm 0,086$ MJ. También detectamos el efecto de Rossiter-McLaughlin para K2-34b y mostramos que el sistema tiene una buena alineación de órbita de rotación ($I = 1 + 10^{-9}$ grados). El brillo relativo de la estrella anfitriona ($R = 11,52$ mag) hace que K2-34b sea un buen candidato para caracterizar su atmósfera.

En total, durante 2016 los miembros del grupo contribuyeron con la publicación final de 6 planetas descubiertos con datos de la misión K2, contando además con 5 publicaciones en un estado avanzado, con los preprints ya publicados.

Informamos sobre observaciones Doppler de tres candidatos en tránsito planetario que fueron detectados durante la Campaña 1 de la misión K2 (Van Eylen et al.). Medimos la masa de EPIC 201546283b, y proporcionamos límites superiores para EPIC 201295312b y EPIC 201577035b. Estas mediciones se unen a la relativamente pequeña muestra de planetas menos masivos que Neptuno, con mediciones o restricciones de su densidad media.

Cien nuevas enanas de tipo M de baja metalicidad identificadas en UKIDSS, 2MASS, SDSS y confirmadas espectroscópicamente (Lodieu et al.).

Participamos en el descubrimiento de KIC 8462852 (Boyajian et al.), un objeto extraño con extrañas variaciones de brillo ocasionales para las cuales no existen explicaciones satisfactorias. Una campaña de observación con GTC fue preparada y aceptada para observar este objetivo cada vez que vuelve a estar activa.

Caracterización de las propiedades físicas y atmosféricas de exoplanetas

Se llevaron a cabo varios trabajos sobre planetas conocidos, con observaciones de instrumentación terrestre. Estos trabajos son importantes, porque permiten a nuestro grupo la involucración en una amplia variedad de temas (y técnicas) científicos relacionados con exoplanetas, lo cual es de gran importancia para nuestras capacidades de aprovechar los resultados de futuras misiones espaciales como CHEOPS, TESS o PLATO. En particular, la espectrofotometría de tránsitos con el telescopio GTC, liderada por nuestro grupo vio su primera publicación en 2014, y varias más la siguieron en 2015/16.

Basado en dos tránsitos observados con el instrumento OSIRIS de baja resolución en el telescopio GTC, se realizó la primera detección de dispersión Rayleigh resuelta espectralmente en el espectro de transmisión óptica del planeta de masa sub-Uranus GJ 3470b. También observamos otro tránsito con el instrumento UVES de alta resolución en el telescopio VLT de 8,2 m, que no dio ninguna restricción útil para ninguna característica espectral estrecha. Combinando nuestros datos GTC/OSIRIS de baja resolución y los datos VLT/UVES de alta resolución, exploramos los impactos potenciales de la actividad estelar en el espectro de transmisión derivado. Confirmamos que la dispersión de Rayleigh en una atmósfera extendida de hidrógeno / helio es actualmente la mejor explicación para este planeta.

Se ha observado el Júpiter caliente HAT-P-32b como parte de campaña de espectroscopía de tránsitos con el telescopio GTC. Nuestro resultado muestra un espectro plano de transmisión óptica indicativo de una capa de nubes altas en la atmósfera de este planeta (Nortmann et al., A&A, 594, 65, 19). Este resultado está en excelente acuerdo con estudios previos de este planeta. La reproducción independiente de resultados concordantes para este planeta también funciona como una prueba de concepto para la factibilidad y el gran potencial de nuestra metodología.

Durante las últimas décadas, se ha establecido una creciente evidencia acerca de la presencia de material planetario alrededor de las enanas blancas. Las características de los elementos pesados en los espectros de una gran fracción (25-50%) de estos objetos necesitan una acumulación frecuente de material orbitando cerca de la enana blanca. Además, al menos el 4% de estos objetos son conocidos por albergar discos polvorientos. La misión espacial K2, que reutiliza el instrumento de Kepler después de un fallo de dos de sus cuatro giroscopios, detectó recientemente material de tránsito alrededor de WD1145 + 017, con períodos en el intervalo de 4,5-5 h, y una variabilidad de profundidad con escalas de unos pocos días. Esto se atribuye a la presencia de planetesimales desintegrantes, debido a las altas temperaturas cercanas a la enana blanca. Los datos K2 sufren de un pobre muestreo para estudiar este objeto (30 min), y carecen de información cromática. Utilizamos el telescopio IAC-80 para predecir los tránsitos profundos que se observaron unas horas más tarde con OSIRIS en el telescopio GTC. El muestreo cercano a 1 min y la información en cuatro bandas visibles permitieron la primera detección, con una precisión sin precedentes, del color del material en tránsito. La falta de cambios de profundidad en las diferentes bandas (tránsitos grises) sirvió para establecer restricciones a los tamaños mínimos de partículas del material en tránsito, que tienen que ser de 0,5 micras o más para los minerales más comunes.

Astrobiología

Se ha comenzado a realizar una serie de reuniones con periodicidad mensual con los departamentos de Biología y Geología de la Universidad de La Laguna y con el Hospital Universitario. El objetivo es la creación a largo plazo de un gran proyecto interdisciplinar, centrado en la Astrobiología, en Canarias.

También se ha publicado la nueva serie de mediciones del albedo terrestre, medidas con los telescopios Earthshine, y que cubren un periodo ininterrumpido de 16 años. Un primer trabajo para medir el espectro de transmisión de Saturno (trabajo de fin de máster de N. Casasayas) también se ha terminado.

Participación en misiones espaciales

La misión sucesora de Kepler, ha sido operativa como "K2". En 2016, dos colaboraciones internacionales (KEST, ESPRINT) con varias campañas de observaciones liderados por nosotros con los instrumentos NOT/FIES y TNG/HARPS. Se han fusionado en un solo consorcio, KESPRINT. En ellos, se han observado varios

decenas de candidatos de la campañas 0 – 9 del K2. Se han detectado varios planetas con tránsitos, y muchos trabajos de descubrimiento y caracterización están siendo publicados.

En 2014 se decidió que el Mission Operation Center de la misión CHEOPS se instalaría en España, lo que ha permitido a nuestro grupo situar a varios miembros dentro del Board y el Core Science Team de la misión. Actualmente estamos tomando responsabilidad de varios paquetes de trabajo en preparación para su lanzamiento a finales de 2017.

Con relación a PLATO, varios miembros del grupo han liderado unos grupos de trabajo (planetas circumbinarias; seguimiento fotométrico) y participado en algunos demás. Para el diseño de componentes de la electrónica del instrumento de PLATO, se recibió la financiación solicitada al MICINN, dentro un consorcio de institutos españoles, y se iniciaron los trabajos pertenecientes.

Se terminó un trabajo (Deeg & Tingley) sobre la estimación de tiempos de mínimos en eclipses de binarias y en tránsitos de planetas, con previsiones para la misión TESS, lo cual impactará en la planificación del seguimiento observacional de esta misión.

Interacción entre investigadores

Los “exocafes” —una reunión semanal del grupo— siguen asentando como un elemento importante para la interacción dentro de los miembros del mismo. En ellos se discuten nuevos desarrollos en la ciencia de exoplanetas y se han concebido varios proyectos de observación. Durante 2016 se han producido varias incorporaciones al grupo.

La redacción del “Handbook of Exoplanets”, dirigido en el IAC por H. Deeg y J.A. Belmonte como editores jefe, R. Alonso como uno de sus editores de sección y varios otros miembros del grupo como contribuyentes a capítulos individuales, hizo un fuerte progreso durante 2016. Se espera que esta obra se convierta en el trabajo de referencia básico en el campo de exoplanetas. Todos sus 215 capítulos han sido definidos por los Editores de Sección correspondientes, y la gran mayoría de los autores de los capítulos han sido contratados y están actualmente en el proceso de redactar sus contribuciones. Se puede esperar una publicación en 2018.

PROYECTO IACOB: UNA NUEVA ERA EN EL ESTUDIO DE ESTRELLAS OB GALÁCTICAS (P/301405)

S. Simón-Díaz.

A. Herrero Davó, P.J. Blay Serrano, K.S. Rübke Zúñiga, S. Rodríguez Berlanas y G Delgado Alijo.

Colaboradores IAC: P.L. Pallé Manzano, A. Asensio Ramos, I Camacho Iñesta y J. Andrés Pérez Prieto.

J. Puls (USM, Alemania); M. Godart (Univ. de Lieja, Bélgica); C. Evans (ROE, Reino Unido); N. Markova (NAO, Bulgaria); N.R. Walborn (STSci, EEUU); R. Barba, J. Arias, C. Sabin-Sanjulian (Univ. La Serena, Chile); F. Najarro, J. Caballero, M.M. Rubio, M. García, J. Maiz Apellaniz (CAB-CSIC, Madrid); I. Negueruela, J. Lorenzo, R. Dorta (Univ. de Alicante); N. Castro, N. Lager, L. Grassitelli (Univ. de Bonn, Alemania); C. Aerts, E. Moravveli, J. Sundqvist, P. Degroote (Univ. de Leuven, Bélgica); P. de Cat (Obs. de Bruselas, Bélgica); M.F. Nieva (IAPP, Austria); G. Meynet, S. Ekstrom, C. Georgy (Obs. de Ginebra, Suiza); F. Martins (Univ. de Montpellier, Francia); J. Telting (NOT, La Palma); M. Fredslund, F. Grundahl (SONG, Dinamarca).

INTRODUCCIÓN

Los inicios del siglo XXI han vislumbrado un avance enorme en el estudio de las estrellas masivas, principalmente gracias al desarrollo de modelos de atmósfera estelar realistas y a la mejora en la potencia computacional. Pese a ello, nuestro conocimiento de las propiedades físicas y la evolución de estos importantes objetos astrofísicos se limita todavía a estudios basados en el análisis de muestras pequeñas (no más de 20-30 objetos) y espectros obtenidos en una sola época. Esto hace que puedan aparecer sesgos estadísticos en nuestras conclusiones y que queden abiertas cuestiones importantes que requieren un estudio multi-época. Para avanzar en este campo es, por tanto, crucial aumentar el número de estrellas analizadas tanto en la Vía Láctea como en otros entornos de distinta metalicidad, combinando siempre que sea posible observaciones fotométricas, espectroscópicas (en varios rangos del espectro) y espectropolarimétricas, todas ellas obtenidas en escalas de tiempo adecuadas. Esto nos llevará una nueva era en el estudio de Estrellas Masivas, que estará marcada por la investigación del impacto que parámetros de tercer orden (binarie-

dad/multiplicidad, campos magnéticos, pulsaciones estelares) tienen sobre las propiedades físicas de las estrellas masivas y sus vientos, así como sobre la evolución de estos importantes objetos estelares.

El proyecto observacional *IACOB Spectroscopic Database of Northern Galactic OB Stars*, activo desde 2008, está permitiendo compilar la base de espectros multi-época de alta resolución de estrellas OB Galácticas más completa hasta la fecha. El proyecto asociado “The IACOB project: a new era in the study of Galactic OB stars” tiene como objetivo la explotación científica de esta base de espectros usando las técnicas y herramientas para el estudio de estrellas masivas más novedosas.

HITOS

La publicación de dos artículos sobre la caracterización empírica global del ensanchamiento macroturbulento en el dominio de las estrellas OB y el estudio de la posibilidad de que este ensanchamiento sea producido por un determinado tipo de oscilaciones estelares ha conllevado no solo el logro de uno de los principales objetivos científicos que motivaron el inicio del Proyecto IACOB, sino también un avance remarcable dentro del campo de las estrellas masivas, dando respuestas a una de las preguntas abiertas en el campo desde hace más de 40 años.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha seguido haciendo uso de los telescopios NOT y MERCATOR para, por una parte, extender la base de espectros IACOB a estrellas de tipo O con magnitudes más débiles que las consideradas hasta ahora y, por otra parte, continuar con la compilación de series temporales de una muestra de estrellas O y supergigantes B brillantes.

El primer grupo de observaciones está siendo complementado con una campaña similar en el Hemisferio Sur en colaboración con investigadores de la Universidad de la Serena (Chile), utilizando para ello el instrumento FEROS.

En lo referente a la compilación de series temporales se ha continuado asimismo con el uso intensivo del telescopio Hertzprung-SONG. El modo de operación de dicho telescopio está permitiendo compilar una base observacional sin precedentes (en lo referente a base temporal y cadencia) para el estudio de pulsaciones estelares en estrellas masivas.

Finalmente, y como parte del trabajo de tesis de S. Rodríguez Berlanas, se han realizado dos de las cuatro campañas del programa largo con IDS@INT que pre-

tende la caracterización física de la población estelar masiva de la región de formación Galáctica Cygnus OB2. Todas estas observaciones están actualmente reducidas y listas para su explotación científica.

Se han realizado grandes avances (en la tesis de G. Holgado) en el análisis espectroscópico cuantitativo de una muestra de ~350 estrellas de tipo O de la Vía Láctea. Dicha muestra no solo incluye espectros compilados dentro del Proyecto IACOB, sino que también se ha tenido acceso a espectros de características similares de estrellas del Hemisferio Sur (gracias a la colaboración con el Proyecto OWN liderado por R. Barbá). Los análisis están actualmente terminados y los resultados asociados se están organizando en tres publicaciones.

Se ha finalizado con éxito el estudio empírico global más completo sobre el ensanchamiento macroturbulento dentro del dominio de las estrellas OB, así como su posible conexión con fenómenos de tipo pulsacional. Dicho estudio, liderado por S. Simón-Díaz en colaboración con M. Godart, ha dado lugar a dos artículos en *A&A*.

Por último, se ha completado el análisis espectroscópico (incluyendo parámetros y abundancias) de una pequeña muestra de estrellas B de baja rotación dentro de Cygnus OB2. Dichos análisis se orientan a la posible detección de evidencias de autoenriquecimiento por generaciones sucesivas de estrellas masivas en una de las regiones de formación estelar activa más extensas de la Galaxia.

MAGNETISMO: DEL SOL A LAS ESTRELLAS (P/301600)

M.J. Martínez González.

T. Felipe García, C.J. Díaz Baso y C. Westendorp Plaza.

Colaboradores del IAC: A. Asensio Ramos, H. Socas Navarro, M. Luna Bannasar e I. Arregui Uribe Echevarria.

C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); J. de la Cruz Rodríguez (Univ. de Estocolmo, Suecia); M. Leitzinger (Univ. de Graz, Austria); A. Pastor Yabar (Kiepenheuer Inst. for Solar Physics, Alemania); A. López Ariste (CNRS, Francia); F. Leone (Univ. de Catania, Italia); R. Manso Sainz (Max Planck Inst., Alemania).

INTRODUCCIÓN

Los campos magnéticos son uno de los ingredientes fundamentales en la formación de estrellas y su evolución. Nuestro Sol tiene campos magnéticos que dan lugar a una actividad tan espectacular que es capaz de tener un impacto en la Tierra. La actividad magnética de otras estrellas es, en algunos casos, órdenes de magnitud más intensa que la solar, influenciando (por lo general drásticamente) el transporte de especies químicas y de momento angular, así como afectando posibles sistemas planetarios alrededor de éstas.

El estudio empírico del magnetismo estelar es un campo bastante inexplorado. La razón es que, la espectropolarimetría, que es la única técnica que nos permite obtener información cuantitativa sobre éste, requiere muchos fotones y los datos son complicados de interpretar. El punto de vista único y diferente de este Proyecto es que el magnetismo estelar se estudia de la mano del magnetismo solar. Es decir, el Proyecto tiende un puente entre los estudios solares y estelares a través de la espectropolarimetría y el magnetismo.

HITOS

Los filamentos de regiones activas pueden estar formados por campos débiles

(Díaz Baso, C. J., Martínez González, M. J., Asensio Ramos, A., *ApJ*, 822, 50)

En este artículo resolvemos la controversia surgida en el pasado en observaciones de filamentos en regiones activas. Se había propuesto que los campos en estas estructuras eran intensos (500-600 G) en contraste con los filamentos en regiones en calma (10 G). Pero campos de 500-600 G deberían mostrar signos de

polarización por scattering, los cuales estaban ausentes en estas observaciones. Nosotros mostramos que un modelo de dos componentes (cromosfera activa con hG abajo y un filamento débil de unos 10G suspendido por encima) resuelve la aparente controversia, ya que aunque considera la polarización por scattering, la combinación de las dos componentes hace que esta se llegue a cancelar casi por completo. Este modelo pone de relieve la existencia de campos débiles, haciendo que los filamentos de región en calma y los de región activa no sean tan diferentes, al fin y al cabo.

Síntesis del espectro polarizado de protuberancias estelares

(Felipe, T., Martínez González, M. J., Asensio Ramos, A., *MNRAS*, 465, 1654)

En este artículo, realizamos simulaciones numéricas de la señal de polarización esperada de protuberancias estelares. Mostramos que, tomando parámetros de protuberancias estelares observadas en estrellas frías y teniendo en cuenta las características de MIRADAS, las señales de polarización por scattering son observables incluso con tiempos de integración de pocos minutos.

El código está disponible para la comunidad en la plataforma de github.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En este año, se han realizado diversos trabajos cuyo ingrediente principal es la conexión solar-estelar. En lo siguiente, se detallan los más importantes.

Inferencia del campo magnético solar global a partir del efecto Hanle

En el transcurso de la tesis de A. Pastor, que trata sobre el magnetismo de los polos solares, se pudo observar un comportamiento que era totalmente inesperado en el Sol pero muy común en todas las observaciones polarimétricas en otras estrellas: el campo magnético global tenía una modulación asociada a la rotación. En el mundo estelar, este hecho se interpreta como que el campo global estelar y la rotación están desalineados. En el Sol, todas las teorías de generación del campo global por efecto dinamo asumen que esos ejes están alineados. Pero dado que el Sol no es una estrella especial, medir esa modulación mensual en el campo global del Sol supuso que el magnetismo y la rotación solares estarían también desalineados.

Este resultado es muy importante y también, por ahora, controvertido. Por eso, se decidió buscar otro

método distinto al usado en la tesis de A. Pastor (efecto Zeeman) para confirmar dicho resultado. En 2012, se publicaron las señales de polarización debidas al efecto Hanle que se generarían en una estrella debidas a la presencia de un campo magnético (Manso Sainz & Martínez González 2012). En este año, se decidió particularizar este cálculo al caso solar y buscar el tipo de observaciones más adecuadas para medir la posible modulación mensual del campo global.

Los resultados son muy prometedores y se han publicado en Vieu et al., como resultado de la estancia de dos meses en el IAC de T. Vieu, de la Universidad de París. Se ha contactado con el grupo de SONG (OT) que ha accedido a modificar su instrumentación para poder realizar estas medidas sin precedentes.

Estudio de protuberancias solares y estelares

Se han realizado simulaciones numéricas de la señal de polarización por scattering proveniente de protuberancias estelares, en particular, en la línea de He neutro en 10830 angstrom. Este estudio se ha particularizado al caso del futuro instrumento MIRADAS, que se instalará en el telescopio GTC en 2019.

En este artículo se muestra que, tomando parámetros de protuberancias estelares observadas en estrellas frías y teniendo en cuenta las características de MIRADAS, las señales de polarización por scattering son observables incluso con tiempos de integración de pocos minutos.

La falta de información polarimétrica en los presentes instrumentos no ha impedido la exploración de otras técnicas que nos permitan, aunque de manera menos exacta, la medida de campos magnéticos en protuberancias estelares. En concreto, se ha evaluado la posible detección de oscilaciones de gran amplitud en protuberancias estelares, que podrían abrir el campo de la sismología de estos objetos. Este tipo de oscilaciones son muy comunes en el Sol y se usan como diagnóstico del campo magnético, pero nunca se han detectado en las protuberancias de otras estrellas. Se están analizando observaciones que se consiguieron en agosto de 2016 en HARPS-N (TNG) para establecer si hay oscilaciones de gran amplitud también en protuberancias estelares.

Inferir el campo magnético de protuberancias estelares mediante señales debidas a la polarización por scattering y el efecto Hanle no es sencillo debido a que se conoce que el problema puede tener varias soluciones ambiguas. Para hacer esto correctamente en un futuro (con la llegada de MIRADAS), hay que saber cómo hacer el diagnóstico correctamente en datos de protuberancias solares, donde las señales no están integradas y además la señal a ruido es típicamente mejor. Se han publicado varios artículos dedicados a la inversión del campo magnético en protuberancias solares (Díaz Baso et al. 2016, Martínez González et al. 2015, 2016).

EL SOL Y EL SISTEMA SOLAR

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (P/300313)

F. Moreno-Insertis.

J. Trujillo Bueno, H. Socas Navarro, A. Asensio Ramos, E. Khomenko, I. Arregui Uribe-Echevarria, T. Felipe García, N. Vitas, M. Luna Bennisar, Á. de Vicente Garrido, P.A. González Morales, B. Popescu Brailenau y D.E. Nóbrega Siverio.

K. Galsgaard (Univ. de Copenague, Dinamarca), J. Martínez Sykora (Lockheed Martin Solar & Astrophysical Lab., EEUU); V. Hansteen (Univ. de Oslo, Noruega); E. Priest (Univ. de St. Andrews, Reino Unido); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); J. Stepan (Astronomical Inst. ASCR, Ondrejov, República Checa); M. Madjarska (Max Planck Institute for Solar System, Gottingen, Alemania), L. Belluzzi (Obs de Locarno, Suiza); T. del Pino (HAO, EEUU); V. Olshevsky, I. Calvo Santamaria (Univ. de Leuven, Bélgica); P. Cally, S. Shelyag (Univ. de Melbourne, Australia); M. Stangalini (Univ. Tor Vergata, Roma, Italia); J. Klimchuk (NASA Goddard, Washington); T. Kucera, K. Muglach, H. Gilbert, J. Karpen (NASA Goddard Space Flight Center, EEUU); B. Schmieder (LESIA, París, Francia); R. Chandra (Kumaun Univ., Nainita, India).

INTRODUCCIÓN

La simulación numérica mediante códigos completos de ordenador es una herramienta fundamental en la investigación física y en la técnica desde hace décadas. El crecimiento vertiginoso de las capacidades informáticas junto con el avance notable de la matemática numérica ha hecho accesible a los centros de investigación de tamaño medio esta rama de la investigación, a caballo entre la física teórica y la física experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los 70 una especialidad de la misma, la astrofísica computacional, que ha permitido llegar a comprender gran variedad de fenómenos inaccesibles a la investigación teórica pura y dar cuenta de observaciones hasta entonces inexpli-

cadadas. Su mayor campo de aplicación en las décadas pasadas han sido los fenómenos (magneto) hidrodinámicos y de dinámica de gases en multiplicidad de entornos cósmicos, por ejemplo los interiores y atmósferas estelares y planetarios y el medio interestelar, incluyendo magnetoconvección y dínamo, discos de acreción, evolución de nebulosas planetarias, explosiones y restos de supernova, etc. La incorporación a las simulaciones numéricas de las ecuaciones del transporte radiativo, ocurrida ya en décadas pasadas, ha permitido dotar de mayor realismo a los estudios de procesos hidrodinámicos en fotosferas y cromosferas estelares.

El presente Proyecto quiere apoyar el desarrollo en el IAC de la investigación astrofísica basada en el uso de grandes códigos numéricos que requieren el uso de ordenadores masivamente paralelos y su enlace con los resultados de observación. Objetivo general de este Proyecto es la realización de cálculos de física de fluidos cósmicos y de transporte radiativo. La temática de dichos cálculos se centrará en:

- Fenómenos de dinámica de gases magnetizados en interiores y atmósferas estelares
- Transporte de radiación y señales de polarización en líneas espectrales en base a modelos atómicos y moleculares realistas y los efectos Hanle y Zeeman
- Comparación de resultados teórico/numéricos con datos de observación

Este Proyecto es especialmente relevante a la vista de la involucración, cada vez mayor, del IAC en las redes de supercomputación nacionales y europeas y, en general, en grandes iniciativas de instalación de superordenadores.

HITOS

Se ha obtenido el primer modelo numérico tridimensional de “puntos brillantes coronales”, que son, como los arcos brillantes y los agujeros coronales, elementos estructurales fundamentales de la corona solar. Los puntos brillantes han sido observados sistemáticamente desde hace décadas en longitudes de onda del Extremo Ultravioleta y Rayos X por las grandes misio-

nes espaciales solares (Yohkoh, SOHO, SDO, Hinode, Stereo, etc.): estos puntos brillantes aparecen en todo el disco solar. No había hasta ahora una explicación de estos fenómenos desde el punto de vista de la magnetohidrodinámica incluyendo el proceso fundamental de la reconexión de líneas de campo, la estratificación de la atmósfera solar y la evolución temporal detallada del plasma: una gran dificultad es que la reconexión cambia de naturaleza cuando tiene lugar en estructuras tridimensionales y plantea dificultades importantes para su estudio. Los avances observacionales de los últimos años indicaban que para entender los puntos brillantes era necesario un estudio a fondo de reconexión tridimensional en estructuras coronales por encima de regiones bipolares de la red supergranular. En nuestro estudio, realizado con modelado numérico 3D usando un código MHD masivamente paralelo, demostramos cómo el forzamiento de una estructura de punto nulo coronal por el movimiento de sus pies fotosféricos lleva a reconexión, liberación de energía magnética en forma de calentamiento óhmico y producción de regiones coronales que pueden explicar las observaciones de EUV y Rayos X de los puntos coronales brillantes.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Erupciones y emisiones de plasma en la atmósfera solar

1.- Finalización de un módulo de Super-Time-Stepping (STS) para el código Bifrost. Evolución de la baja atmósfera solar con efectos de ionización parcial en la electrodinámica del plasma (D Nóbrega Siverio y F. Moreno-Insertis. Externo: J. Martínez Sykora). Se lleva construyendo desde 2015 un módulo para la implementación en el código Bifrost de técnicas de Super-Time-Stepping para calcular los efectos de la ionización parcial (como la difusión ambipolar) en la electrodinámica del plasma. En 2016 se ha terminado la construcción y comprobación exhaustiva de este módulo. Se han obtenido también los primeros resultados referentes al proceso de emergencia de flujo a través de una capa de convección granular y hacia la atmósfera solar incluyendo dicho módulo. Ya tenemos un análisis preliminar de los mismos, pero los resultados definitivos y las publicaciones correspondientes se esperan obtener a lo largo de 2017.

2.- Observaciones de eventos eruptivos usando datos de IRIS, STS y Hinode y comparación con las simulaciones realistas de Bifrost (D. Nóbrega Siverio y F. Moreno-Insertis. Externo: J. Martínez Sykora). Los eventos eruptivos observados en líneas espectrales de la región de transición, que reciben nombres variados como

bombas UV, bombas de IRIS o parecidos, han suscitado mucho interés en los pasados pocos años. Hasta ahora, sin embargo, no hay una explicación satisfactoria del complejo de procesos físicos magnetodinámicos y radiativos que dan lugar a dichos eventos. Particularmente interesante es la aparición de esos eventos en las cercanías de las llamadas surges de Halfa. En nuestro estudio, se ha usado una combinación de observaciones fotosféricas, cromosféricas y de región de transición procedentes de diferentes fuentes (sobre todo IRIS y el telescopio solar sueco, SST) para encontrar las claves de explicación de dicha fenomenología. Nuestros resultados teórico-numéricos de 2015 sobre la formación y evolución temporal de las surges usando simulaciones realistas con Bifrost (ver informe de este proyecto para 2015) se prestan perfectamente para comparar con las observaciones. Para realizar esta comparación se han realizado una serie de experimentos numéricos usando un módulo que calcula poblaciones iónicas de metales con posibles desviaciones de los valores LTE. Los resultados se han usado para realizar forward-modeling y comparación con las observaciones. Se está terminando una publicación que se piensa enviar a publicar en los primeros meses de 2017.

3.- La física de los puntos brillantes coronales (F. Moreno-Insertis. Externo: K. Galsgaard y M. Madjarska). Este apartado se encuadra en nuestra línea de investigación de estudio de fenómenos coronales mediante modelado numérico directa o indirectamente ligado a observaciones del extremo ultravioleta (EUV) o de Rayos X conjuntamente con magnetogramas fotosféricos. A finales de 2015 comenzamos un subproyecto de modelado de puntos brillantes coronales (CBPs, por sus siglas en inglés). En 2016 se ha calculado un número suficiente de casos concretos que explican la formación de dichas zonas de emisión intensa en EUV y rayos X como resultado del forzamiento (stressing) del campo magnético coronal mediante movimiento de los pies fotosféricos de las líneas de campo: en la fotosfera el plasma domina al campo magnético y los flujos fotosféricos pueden mover libremente los pies de las líneas coronales. Por su propia naturaleza, este modelado tiene que ser tridimensional y, por tanto, muy costoso computacionalmente; sólo ha sido posible gracias a la concesión de varios millones de horas de CPU en el computador paralelo MareNostrum del BSC/Red Española de Supercomputación. Estos modelos constituyen el primer intento en el mundo de entender en detalle la estructura y evolución 3D de los CBPs, incluyendo los delicados pero esenciales procesos de reconexión (que resultan ser del tipo fan-spine), y la liberación correspondiente de energía magnética en térmica por disi-

pación óhmica. Como característica positiva (infrecuente en la literatura coronal), nuestros modelos tienen plasma estratificado por la gravedad y no suponen evolución isoterma. Un artículo con las primicias de esta línea se está terminando y se espera enviar a publicación en la primera mitad de 2017 (Moreno-Inser-tis y Galsgaard).

Magnetoconvección, campos magnéticos de pequeña escala y transporte de radiación

1.- Determinación de abundancias químicas solares (J. Trujillo Bueno. Externo: N. Shchukina). La mayoría de estudios de la metalicidad solar, basados en determinaciones de abundancia de los elementos CNO, ignoran el hecho de que la fotosfera del Sol en calma está magnetizada de manera significativa por un campo magnético de pequeña escala con intensidad media de 100 G. En esta línea de investigación cuantificamos cómo este nivel de magnetización afecta a las determinaciones de abundancias de estos elementos químicos. Con ese fin, utilizamos un modelo 3D de magnetoconvección caracterizado por una intensidad de campo promedio de 160 G en las capas superficiales visibles y realizamos síntesis espectral para un conjunto amplio de líneas de C I, Ni, y O I, con vistas a derivar correcciones de abundancia. Se incluyó el ensanchamiento magnético de las líneas (efecto directo) y los cambios inducidos magnéticamente en la estratificación de temperatura (efecto indirecto). Encontramos que los campos magnéticos de pequeña escala del modelo 3D afectan de manera insignificante a la determinación de las abundancias solares de carbono, nitrógeno y oxígeno.

2.- Magnetoconvección y campos magnéticos de pequeña escala calculados con el Código Bifrost (F. Moreno-Inser-tis. Externos: J. Martínez Sykora y V. Hans-teen). Se ha continuado durante 2016 el estudio de la emergencia del campo magnético en pequeñas escalas realizado mediante el código realista Bifrost (Gudiksen et al 2011). Usando una combinación de un amplio espectro de técnicas (métodos estadísticos, síntesis es-pectropolarimétrica a posteriori, forward-modeling, vi-sualización 3D de líneas de campo magnético y de flu-jos materiales) se ha profundizado en la comprensión del origen de diferentes estructuras magnéticas emer-gentes detectadas en observaciones de alta resolución de la fotosfera del Sol en calma. La complicación del análisis de modelos realistas 3D que abarcan desde las capas superiores del interior solar hasta la corona, como nuestro modelo, es considerable, pero es nece-saria si se quiere entender el origen subsuperficial de

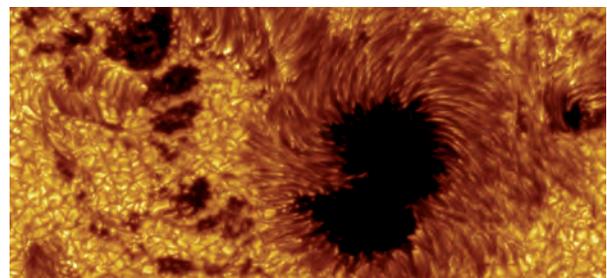
eventos observados en la fotosfera, y cromosfera como consecuencia de la emergencia de flujo.

Inferencia Bayesiana de parámetros físicos y comparación de modelos en el campo de la sismología de la atmósfera solar (I. Arregui)

Se ha continuado aplicando técnicas Bayesianas de inferencia de parámetros y comparación con modelos sismológicos de la atmósfera solar. En 2016 se ha diseñado un método de inferencia Bayesiana para la de-terminación de la magnitud del campo magnético en guías de onda de la atmósfera solar, utilizando la in-formación en periodos y tiempos de amortiguamiento de oscilaciones transversales. Los resultados indican que esta magnitud física puede inferirse, aun cuando la densidad del plasma en las guías de onda es incierta.

Modelos MHD de propagación de ondas en la atmósfera solar (E. Khomenko, I. Santamaria, M. Collados y A. de Vicente)

Se han obtenido estimaciones referentes a la can-tidad de energía ondulatoria que llega a la cromosfera y corona solar en una topología de campo magnético tipo red que incluye un punto nulo magnético. Las ondas son excitadas por una fuente subfotosférica fuerte y se propagan a través de la subfotosfera, fo-tosfera, cromosfera, región de transición y corona, a través de cambios en varios órdenes de magnitud en el beta del plasma y otros parámetros atmosféricos. Se han comparado dos regímenes de propagación de ondas, el lineal y el no lineal. Aunque la cantidad de energía que llega a la corona es semejante en ambos regímenes, la energía se transmite en diferentes rangos de frecuencias en cada caso. En ambos regímenes, los periodos dominantes de las ondas en cada altura de-penden fuertemente de la topología local del campo magnético, pero esta distribución sólo está de acuerdo con las observaciones en el caso no lineal.



Grupo de manchas solares en la superficie del Sol obtenidas con el Telescopio Solar Sueco, del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Autores: Göran Scharmer y Mats Löfdahl (ISP).

ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (P/309902)

E. Khomenko.

M. Collados Vera, B. Ruiz Cobo. A. Asensio Ramos, I. Arregui Uribe-Echevarria, M.J. Martínez González, T. Felipe García, C. Westendorp Plaza, M. Montes Solis y C.J. Díaz Baso.

Colaboradores del IAC: H. Socas Navarro, M. Luna Ben-
nasa y A.B. Griñón Marín.

L.R. Bellot Rubio, J.C. del Toro Iniesta (IAA); R. Kostic, N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); V. Olshevsky (Univ. de Leuven, Bélgica); A. Sainz Dalda (Univ. de Stanford, EEUU); W. Schmidt, D. Soltau, Th. Berkefeld, S.K. Solanki, A. Gandorfer (Kiepenheuer Inst. für Sonnenphysik, Alemania); P. Cally, S. Shelyag (Monash Univ., Melbourne, Australia); M. Stangalini (Univ. de Tor Vergata, Roma, Italia); C. Beck (NSO, EEUU); C. Kuckein (Potsdam, Alemania); C. Quintero Noda (Japan Aerospace Exploration Agency, Japón) I. Calvo Santamaría (Katholic Univ., Bélgica); C. González Fernández (Univ. de Cambridge, Reino Unido); J. de la Cruz Rodríguez (Univ. de Estocolmo, Suecia); M. Leitzinger (Univ. de Graz, Austria); A. Pastor Yabar, R. Manso Sainz (Kiepenheuer Inst. for Solar Physics, Alemania); A. López Ariste (CNRS, Francia); F. Leone (Univ. de Catania, Italia).

INTRODUCCIÓN

Los campos magnéticos son uno de los ingredientes fundamentales en la formación de estrellas y su evolución. En el nacimiento de una estrella, los campos magnéticos llegan a frenar su rotación durante el colapso de la nube molecular, y en el fin de la vida de una estrella, el magnetismo pueden ser clave en la forma en la que se pierden las capas externas de forma dramática. En la vida adulta, el magnetismo da lugar a la actividad de las estrellas. Nuestro Sol tiene campos magnéticos que dan lugar a una actividad tan espectacular que es capaz de tener un impacto en la Tierra. Pero, en otras estrellas, la actividad magnética es, en algunos casos, órdenes de magnitud más intensa que la solar, influenciando drásticamente el transporte de especies químicas y de momento angular, así como afectando posibles sistemas planetarios alrededor de éstas.

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar y en otras estrellas. Estas incluyen estructuras tan diversas como las man-

chas solares, los campos débiles presentes en el Sol en calma o estructuras cromosféricas y coronales como los filamentos y las protuberancias. Así, se han ido abordando gradualmente los siguientes temas de investigación:

Magnetismo solar

- Estructura y evolución del campo magnético en manchas solares
- Estructura y evolución del campo magnético en el Sol en calma
- Estructura y evolución del campo magnético en la cromosfera y en estructuras cromosféricas (protuberancias, espículas,...)
- Estructura y evolución del campo magnético en bucles coronales
- Estructura y evolución del campo magnético global del Sol. Estudios del ciclo de actividad magnética
- Estudio empírico de la propagación de ondas magnetohidrodinámicas en el seno de estructuras magnéticas
- Estudio empírico de mecanismos relacionados con el calentamiento de las capas externas del Sol
- Estudio empírico de la influencia de la ionización parcial en la dinámica de la atmósfera solar
- Implicación en el proyecto del Telescopio Solar Europeo

Magnetismo estelar

- Desarrollo de métodos numéricos para el diagnóstico del campo magnético estelar, tanto en la superficie como en la cromosfera
- Estudio del magnetismo en protuberancias estelares
- Impacto del campo magnético en las últimas fases de la evolución estelar

HITOS

Observational Detection of Drift Velocity between Ionized and Neutral Species in Solar Prominences (E. Khomenko)

En este artículo, se presenta la detección de velocidades relativas entre los iones y los neutros en protuberancias solares, usando espectroscopía de alta resolución obtenida en el telescopio VTT (OT, Tenerife). Este resultado observacional es una confirmación de que hay efectos de magnetohidrodinámica no lineal en la atmósfera solar.

Inference of the chromospheric magnetic field orientation in the Ca II 8542 Å line fibrils

(A. Asensio Ramos)

En este trabajo, se usa un análisis estadístico para estudiar si el campo magnético de la cromosfera se alinea con las fibrillas que son visibles en las imágenes de intensidad de esta capa. Se encuentra que, mayoritariamente, las fibrillas están alineadas con el azimuth del campo magnético. Si bien, también se hace notar que existe una gran dispersión de desalineamientos, especialmente en los filamentos de las penumbras.

Active region filaments might harbor weak magnetic fields (C. J. Díaz Baso)

En este artículo se resuelve la controversia surgida en el pasado con respecto al magnetismo de filamentos en regiones activas. Se había propuesto que los campos en estas estructuras eran intensos (500-600 G) en contraste con los filamentos en regiones en calma (10 G). En este trabajo se muestra que un modelo de dos componentes (cromosfera activa con hG abajo y un filamento débil de unos 10G suspendido por encima) resuelve la aparente controversia, ya que aunque considera la polarización por scattering, la combinación de las dos componentes hace que esta se llegue a cancelar casi por completo.

Synthetic polarimetric spectra from stellar prominences (T. Felipe)

En este artículo, se realizan simulaciones numéricas de la señal de polarización esperada de protuberancias estelares. Mostramos que, tomando parámetros de protuberancias estelares observadas en estrellas frías y teniendo en cuenta las características de MIRADAS, las señales de polarización por scattering son observables incluso con tiempos de integración de pocos minutos. El código está disponible para la comunidad en la plataforma de github.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Este Proyecto, en 2017, va a fusionarse con el Proyecto P/301600, que contenía el estudio del magnetismo estelar. Dado que el desarrollo del Proyecto P/301600 (que desaparecerá en 2017) ya se detalla en otro informe, aquí vamos a comentar sólo los resultados sobre magnetismo solar.

Estudio de regiones activas

Se han analizado varias observaciones de los primeros datos ofrecidos por el telescopio GREGOR. En

particular, este año, el grupo se ha centrado en entender cómo es el campo magnético en los puentes de luz en manchas solares y también en filamentos de regiones activas. El estudio de filamentos de regiones activas se enmarca en la tesis de C. Díaz Baso.

Estudio de las propiedades magnéticas del Sol en calma

En el grupo, seguimos analizando las propiedades magnéticas del Sol en calma. Se publicó un artículo en el número especial de los primeros datos del telescopio GREGOR con las propiedades magnéticas de una región de "Sol en calma". En este artículo mostramos que el vector campo magnético sigue una distribución casi isotropa. También desmentimos los resultados previos que habían afirmado que los campos magnéticos del "Sol en calma" eran mayoritariamente paralelos a la superficie.

Campo magnético de la cromosfera solar

Este año, se ha estudiado un aspecto fundamental del magnetismo cromosférico. Cuando uno mira imágenes en ciertas líneas cromosféricas, como H α o el Calcio infrarrojo, la granulación característica de la superficie desaparece para dar lugar a estructuras filamentosas. En las manchas, estas estructuras filamentosas son radiales y, en general, unen manchas y regiones magnetizadas de distinta polaridad, dando la sensación que están trazando las líneas de campo magnético. Pero ¿está el campo realmente dibujando estas estructuras filamentosas? El primer inconveniente con el que nos encontramos para responder a esta pregunta es que las señales de polarización son muy pequeñas, apenas llegan al nivel de ruido en los mejores casos. En el grupo, se ha hecho uso de las más actuales técnicas de análisis bayesiano para obtener información estadística acerca del alineamiento del campo magnético y las fibrillas cromosféricas. Se ha encontrado que, por lo general, el campo parece seguir estas fibrillas. Aunque también se hace notar que hay mucha dispersión en el desalineamiento, sobre todo en los filamentos penumbrales.

Estudios de ondas en la corona

Se ha continuado con la aplicación de técnicas bayesianas de inferencia de parámetros físicos y comparación de modelos en sismología de la atmósfera solar. En particular, se ha diseñado y aplicado un método de comparación de modelos para la discriminación de mecanismos de amortiguamiento de ondas magnetodi-

námicas en la atmósfera solar mediante la utilización de técnicas bayesianas de comparación de modelos. Aplicado a una muestra extensa de observaciones de oscilaciones de bucles coronales, los resultados indican que no existe evidencia firme que apoye ninguno de los mecanismos físicos considerados, salvo en algunos casos particulares.

Estudio del campo magnético global del Sol y el ciclo de actividad

Este año también se ha iniciado la escritura de la tesis de A. Pastor Yabar, que trata sobre las regiones en calma situadas en los polos solares. Se prevé la lectura de la tesis para mayo de 2017. En esta tesis se han dilucidado aspectos muy importantes sobre el magnetismo en los polos. Quizás el resultado más destacado de esta tesis sea la detección de un posible desalineamiento de la rotación y el magnetismo solares. Para confirmar este resultado realizamos un trabajo teórico buscando otros métodos de medida del campo magnético global independientes. Este trabajo tuvo lugar durante la estancia de dos meses en el IAC de T. Vieu, de la Universidad de Paris-Sud. En él, calculamos la señal de polarización debida al efecto Hanle producido por el campo global del Sol. Estas señales podrían ser medibles con un espectrógrafo de alta resolución y un telescopio que mida el disco entero (observaciones de tipo “Sun-as-a-star”). Por este motivo, se contactó con el equipo de SONG en el Observatorio del Teide, que ha accedido a colaborar en la construcción de un polarímetro que va a ir unido a su espectrógrafo.

Propagación de ondas magnetoacústicas a través de la atmósfera solar

En la atmósfera donde se encuentran las manchas solares, podemos encontrar muchos tipos de ondas. Pero ¿cómo se relacionan todos estos tipos entre ellos? Y ¿cómo se propagan por la atmósfera? En el grupo se han aplicado técnicas de heliosimología local para demostrar que los modos p son capaces de viajar desde la superficie hasta la corona y a través de la cromosfera. También se ha mostrado que las distintas ondas que se miden en distintas capas son, en realidad, la misma onda pero que se transforma debido a las distintas condiciones físicas de la atmósfera.

La atmósfera solar como plasma multi-fluido

Una de las suposiciones mayores que se hacen al modelar la atmósfera solar, es que el plasma puede reproducirse en el marco de la magnetohidrodinámica.

En este marco, las especies ionizadas y los neutros se mueven coherentemente. Sin embargo, hay ciertos indicios que apuntan a que esto no es así al cien por cien. Es decir, que los iones y los neutros pueden tener movimientos propios y no moverse como un solo fluido. En el grupo, se han hecho estudios observacionales donde se ha detectado la posible desviación del plasma solar de la descripción magnetohidrodinámica como velocidades diferenciales entre iones y neutros. Esto se ha detectado en una protuberancia solar, utilizando espectroscopía de alta resolución.

FÍSICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (P/300004)

J. Licandro Goldaracena.

J. de León Cruz, A. Oscoz Abad, M. Serra Ricart, O. Vaduvescu, D. Morate González y V. Lorenzi.

N. Pinilla Alonso, H. Campins, Y. Fernández (UCF, EEUU); M. Popescu (Astronomical Inst. Romanian Academy); F. Moreno, J.L. Ortiz, R. Duffard (IAA, Granada); A. Morbidelli, M. Delbó, V. Alí-Lagoa (Obs. de la Côte d’Azur, Francia); J. Carbano, D. Lazzaro, A. Alvarez Candal (ON de Río de Janeiro, Brasil); J. Fernández, G. Tancredi (UDELAR, Uruguay); G.P. Tozzi (INAF/Obs. de Catania, Italia); M. Melita (IAFE, Argentina); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto estudia las propiedades físicas de una serie de poblaciones de pequeños cuerpos del Sistema Solar, desde los objetos trans-neptunianos (TNOs), Centauros y cometas a los asteroides cercanos a la Tierra (NEAs). Entre los grupos de mayor interés destacamos los objetos “helados” (TNOs, Centauros y cometas) y los asteroides primitivos (incluyendo a los objetos transicionales cometa-asteroide como por ejemplo los “Main Belt Comets, MBCs”) por ser los que contienen el material más primordial y prístino del Sistema Solar y ser claves para comprender su origen y evolución; y los NEAs, porque son los objetos más accesibles al estudio in-situ con misiones espaciales y por el riesgo de impacto con la Tierra. Lideramos el survey PRIMASS (PRIMitive Asteroid Spectroscopic Survey) y la cooperación EURONEAR.

Entre los estudios de las propiedades físicas que realizamos se destacan el estudio de la composición su-

perficial y propiedades térmicas de estos cuerpos utilizando espectroscopía en un amplio rango de longitudes de onda (desde 0.35 a 24 micras), imagen y fotometría en el mismo rango y su interpretación utilizando modelos de scattering y modelos termofísicos. Además trabajamos en el estudio de las propiedades físicas de los núcleos cometarios y de las propiedades del polvo y el gas en las comas cometarias, muy especialmente en el estudio del polvo en las colas de los MBCs y de los mecanismos por los cuales se emite.

Nuestro grupo mantiene diversas colaboraciones internacionales con otros grupos entre las que podemos destacar: (1) la pertenencia al Grupo de Ciencia de la misión de NASA OSIRIS-REx, en concreto al “Image Processing Working Group”, en donde nos encargaremos del tratamiento de los mapas de color que se obtendrán con las cámaras OCAMS; (2) la pertenencia al núcleo duro de proponentes de las misiones M5 de ESA CASTALIA, CASTAway y MarcoPolo-M5; (3) la coordinación de un grupo internacional de estudio de NEAs llamado EURONEAR (European Near Earth Asteroid Research); (4) nuestra pertenencia al “Center for Lunar and Asteroid Surface Science” (CLASS, NASA); (5) nuestra integración en el grupo de Sistema Solar de la misión EUCLID; (6) nuestra participación activa en los surveys J-PLUS y J-PASS, en los que trabajamos en la explotación de las observaciones de objetos del Sistema Solar.

Por otra parte, nuestro grupo está trabajando en un proyecto tecnológico relacionado con el espacio: el desarrollo de la electrónica para un detector en el térmico, una matriz de 640x480 microbolómetros, que pretendemos sea el detector de la cámara térmica para misiones a objetos del Sistema Solar, en particular para la misión AIM de ESA, o las propuestas para M5 indicadas anteriormente.

HITOS

La destrucción del asteroide activado P/2016 G1 (PANSTARRS) vista con el telescopio GTC (Moreno et al.)

Imágenes profundas obtenidas con la cámara OSIRIS en el telescopio GTC entre abril y junio de 2016 nos permitieron probar que el recientemente descubierto asteroide activado P/2016 (PANSTARRS) se destruyó completamente en febrero de 2016, dejando una nube de polvo y fragmentos de a lo sumo 50 m de radio. Esta es la primera vez que se registra la destrucción de un asteroide.

Los asteroides activados (también conocidos como Main Belt Comets) son objetos que, a pesar de estar en órbitas típicas de los asteroides (con un improbable

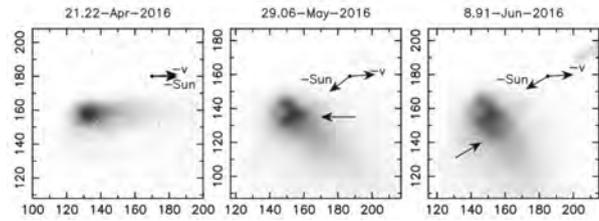


Figura 1.- Imágenes de P/2016 G1 obtenidas con el instrumento OSIRIS en el telescopio GTC utilizando el filtro r' de Sloan. N arriba, E a la izquierda. Se indican las direcciones opuestas al Sol (-Sun) y contrarias a la velocidad orbital (-v). Las dimensiones de los paneles en km son 27.930 x 27.930, 26.306 x 26.305 y 27.025 x 27.025.

origen en el cinturón transneptuniano o la Nube de Oort, de donde vienen los cometas) son capaces de eyectar polvo por algún tipo de proceso, ya sea por sublimación de hielos, colisión con otro objeto o rotura rotacional (total o parcial).

P/2016 (PANSTARRS) fue estudiado en el marco de nuestro programa de seguimiento de asteroides activados con el telescopio GTC. Las imágenes obtenidas muestran una coma de polvo, similar a la que se observa en los cometas, pero sin ningún tipo de concentración central (Ver Figura 1). Las imágenes muestran además que esa coma se va dispersando con el tiempo, lo que confirmamos luego con imágenes obtenidas con el telescopio espacial Hubble (Ver Fig. 2). Utilizando un modelo de Monte Carlo que permite generar imágenes de comas de polvo asumiendo diferentes condiciones de eyección del mismo, se determinó que la coma que se observa se produjo por una emisión de

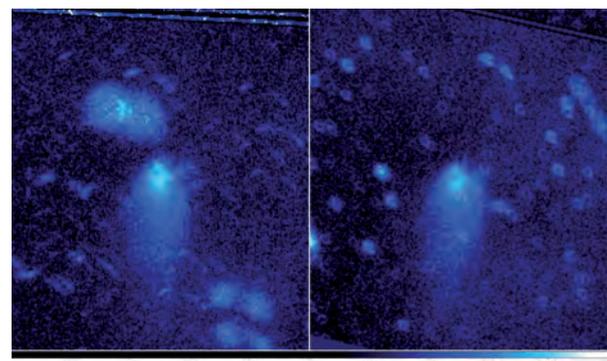


Figura 2.- Imágenes de P/2016 G1 obtenidas combinando series de imágenes tomadas con la cámara WFC3 del HST el 28 de junio (izquierda) y el 11 de julio (derecha) de 2016. El objeto extendido en el centro de las imágenes es el asteroide. El resto de las manchas son residuos de las imágenes de las estrellas de campo que no se quitan completamente en el proceso.

muy corta duración que ocurrió alrededor del 10 de febrero de 2016, unos 350 días antes del pasaje del objeto por el perihelio. Concluimos que el objeto emitió unos 17 millones de kg de polvo. La forma de la coma que se observa en las imágenes se puede reproducir si una fracción significativa de ese polvo se emitió en una dirección privilegiada al inicio de la emisión, lo que sugiere que pudo haber una colisión con otro objeto seguida con una rotura total o parcial del asteroide.

MOVIS, el survey fotométrico infrarrojo de objetos del Sistema Solar de VISTA

En 2016 completamos el catálogo con todas las observaciones astrométricas y fotométricas de objetos del Sistema Solar hechas durante el desarrollo del survey VHS que se está llevando a cabo con el telescopio VISTA y del que el IAC forma parte. VHS (VISTA Hemisphere Survey) es un survey infrarrojo en los filtros Y, J, H y Ks que pretende hacer un mapeado del Hemisferio Sur celeste cubriendo 19.000 grados cuadrados de cielo.

Utilizando los datos del data release VHS-DR3, que tomó imágenes de 8.239 grados cuadrados (un 40% del total del programa), obtuvimos posiciones y magnitudes de 39.947 objetos del Sistema Solar, incluyendo 52 objetos cercanos a la Tierra (NEAs), 325 Mars croses, 515 asteroides Hungaria, 38.428 asteroides del cinturón principal, 146 Cybeles, 147 Hildas, 270 Troyanos, 13 cometas, 12 TNOs y Neptuno con sus satélites. Se reportaron más de 200.000 posiciones astrométricas al Minor Planet Center y se publicó un artículo (Popescu et al.) donde se presenta el Moving Object VISTA catalogue (MOVIS), consistente en un catálogo de posiciones, otro de magnitudes y otro de colores infrarrojos de asteroides. Se obtuvieron colores infrarrojos de 5.000 objetos con precisiones > 0.1 mag.

Estudiando los diagramas de color de MOVIS se pudo probar que estos son extremadamente útiles para determinar el tipo espectral de los asteroides ya que los tipos principales ocupan regiones bien determinadas en estos diagramas (Ver Figura 3). En particular se demostró lo útil que son los diagramas que utilizan el filtro Y, cosa que no se había hecho hasta el momento.

Los colores de MOVIS nos están permitiendo: (1) estudiar los colores infrarrojos de las familias y poblaciones de asteroides (Morate et al.); (2) determinar una nueva taxonomía (Popescu et al.); (3) identificar asteroides de tipos “raros” como ser los basálticos tipo V (Licandro et al.) y los asteroides tipo A con alto contenido de Olivina en su superficie.

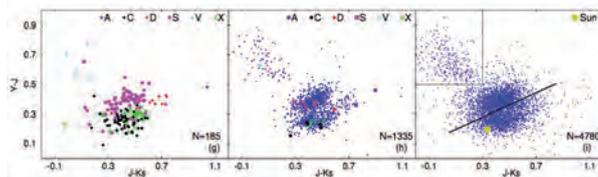


Figura 3.- Diagrama color-color (Y-J) vs (J-Ks) obtenido con los colores de MOVIS. En el diagrama de la izquierda se indican los colores de todos los asteroides con tipo espectral previamente determinado por medio de observaciones espectroscópicas. Obsérvese como se agrupan en el diagrama según sus tipos espectrales. En particular los asteroides “primitivos” (C, X y D) ocupan la región inferior del diagrama, mientras que los “rocosos” (tipos S, A, V) la región superior. En el diagrama central se presentan todos los asteroides observados en MOVIS con $\text{SNR} > 30$ y los colores de los objetos de diferentes tipos espectrales obtenidos de los espectros “tipo” de cada clase espectral en la clasificación de Bus-DeMeo. Obsérvese como hay una separación notable entre asteroides primitivos y rocosos. Finalmente, en el panel de la derecha se pueden observar todos los asteroides con colores en MOVIS y $\text{SNR} > 10$, la línea diagonal dibujada separa primitivos de rocosos. El cuadrado de arriba a la izquierda es la región de los asteroides basálticos tipo V, una clase de asteroide excepcional, como Vesta, que debe provenir de un asteroide padre completamente diferenciado y que ha cubierto de magma su superficie.

Este catálogo, el mayor catálogo infrarrojo de objetos del sistema solar obtenido hasta el momento, constituye un avance notable en el conocimiento de las propiedades superficiales de los objetos del sistema solar, combinado con surveys en el visible y el térmico permitirá avanzar en el estudio de las familias y poblaciones de asteroides, y es un preámbulo de lo que se obtendrá de estos objetos con la misión EUCLID.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante 2016, nuestro grupo ha publicado 13 artículos en revistas con árbitro. También somos coautores de 4 artículos en revistas sin árbitro y 12 contribuciones en las *Minor Planet Circulars* de la IAU. El grupo presentó una charla de revisión en un congreso internacional, fuimos coautores en 15 presentaciones orales (una de ellas invitada presentada por J. de León) y 3 pósters presentados en 10 congresos o talleres internacionales y 2 a nivel nacional. Nos visitaron N. Pinilla Alonso que trabajó durante un mes en el IAC con J. Licandro y V. Lorenzi en las observaciones de Plutón y en la preparación de propuestas del JWST y M. Popescu, quien hizo una estancia de un mes en el IAC y trabajó con J. Licandro, J. de León y D. Morate en la explota-

ción del catálogo de magnitudes y colores infrarrojos de objetos del Sistema Solar (MOVIS) observados por el survey VHS-VISTA.

J. Licandro hizo dos visitas de 15 días c/u al Observatorio Nacional (ON) de Río de Janeiro en el marco del Proyecto “Accessing the volatile content of minor bodies populations through spectroscopic observations and photometric surveys” con financiación del programa “Ciencia sem Fronteras” del CnPq de Brasil. Trabajó con J. Carvano, M. de Prá (estudiante que está codirigiendo) y D. Lazzaro en los proyectos de asteroides con los surveys J-PASS y J-PLUS, y dio una conferencia invitada. D. Morate hizo una estancia de 3 meses en el ON trabajando con J. Carvano y M. de Prá en J-PLUS y J-PASS financiado por el MINECO.

Organizamos la XXVIII Canary Islands Winter School of Astrophysics, celebrada en el IAC entre el 7 y el 16 de noviembre, con el título “Solar System Exploration”.

J. de León se integró en el Asteroids Focus Group del JWST, liderado por A. Rivkin, y dedicado al análisis de las capacidades del JWST para estudiar asteroides (Rivkin et al.). En septiembre asistió a un workshop organizado por ESAC en Madrid en preparación para el llamado de propuestas del JWST que tendrá lugar a finales de 2017, y centrado en la descripción de los diferentes modos de observación del telescopio y su instrumentación. Además J. Licandro se integró en el TNO Focus Group del JWST. Ambos han trabajado en la preparación de propuestas GTO y ERS.

Trabajo científico

Se ha concentrado principalmente en 4 áreas: los asteroides primitivos, los asteroides activados, TNOs y Centauros, y los NEAs y los cometas. Igualmente se inició un catálogo de observaciones astrométricas y fotométricas de pequeños objetos del Sistema Solar observados por el Survey VHS de VISTA del que el IAC es parte.

Asteroides primitivos

Se han publicado o enviado a publicar más artículos con resultados del survey espectroscópico PRIMASS (PRIMitive Asteroids Spectroscopic Survey) con datos de familias de asteroides primitivos del cinturón donde se originan los asteroides cercanos a la Tierra (NEAs) que estudiarán las misiones espaciales, con el objetivo de trazar un mapa composicional del contenido de materiales primitivos en el interior del Sistema Solar. Hasta la fecha se han observado más de 300 asteroides con LIRIS (WHT) y OSIRIS (GTC). Hay tres artículos publicados, uno sobre la familia de Polana en el visible (de

León et al.), otro sobre Polana en el infrarrojo (Pinilla et al.), y otro sobre la familia de Erigone en el visible (Morate et al.). Hay uno en preparación sobre las familias de Sulamitis y Clarissa (Morate et al.) y otro con espectros infrarrojos de 40 objetos de la familia de Erigone. El programa observacional con el telescopio GTC ha obtenido tiempo para observar los objetos de la familia de Klio y Chaldaea, también primitivas y algo más. Hay dos artículos en preparación con espectros obtenidos con SOAR, unos sobre las familias primitivas en la parte externa del Cinturón Principal (de Prá et al.) y otro sobre las poblaciones de Cybeles e Hildas (Pinilla et al.).

Publicamos un artículo con espectroscopía en el rango 7-14 micras obtenidos con Spitzer de asteroides de la familia de Veritas (Landsman et al.). Se cerró el programa GTC para espectroscopía en banda N de Hildas y Cybeles (2014B, 2015A) y tenemos los espectros reducidos. Obtuvimos tiempo en el IRTF para observar a los padres de las familias de Polana, Erigone, Sulamitis y Clarissa en la banda de 3 micras para estudiar la presencia de silicatos hidratados, dadas las diferencias que encontramos en el rango visible entre estas familias.

Publicamos un artículo con datos de WISE de los asteroides de la familia de Pallas y los tipo B pequeños (Alí-Lagoa et al.)

Estamos preparando una propuesta de ERS del JWST (PI: N. Pinilla) para observar asteroides primitivos, Centauros y TNOs en las bandas de 3 y 10 micras para estudiar hidratación, hielo, orgánicos y silicatos en la superficie de estos objetos.

Se están analizando los primeros resultados del programa de observaciones con LCOGT para obtener curvas de luz de los objetos que se observaron con CanariCam en el telescopio GTC con el objetivo de obtener la forma y el eje polar a partir de estas y junto con las observaciones en el térmico y utilizando los modelos termofísicos del programa que tenemos en colaboración con M. Delbó y V. Alí-Lagoa (Obs. de Niza) obtener sus inercias térmicas.

Seguimos trabajando además en la colaboración con el Dr. Carvano (ON, Río de Janeiro) para estudiar hidratación en los espectros de estos objetos y su aplicación a la espectrofotometría de asteroides que se obtendrá con los surveys J-PASS y J-PLUS de los que J. Carvano forma parte. J. Licandro está codirigiendo la tesis doctoral que defenderá M. de Prá en el ON. Estamos trabajando sobre los primeros datos y probando las rutinas que permitirán analizar la banda de hidratación a 700 nm y la caída en el UV que se observa en asteroides primitivos.

Finalmente, J. de León ha presentado el proyecto

“Near-UV and Visible Observations of asteroids through the Solar System – NUVOSS” a la convocatoria de 2017 del European Research Council (ERC) en la modalidad de Starting Grant y J. Licandro está trabajando en la presentación de un proyecto H2020 COMPET-4 para trabajar con los datos de asteroides de Gaia (PI: Paolo Tanga).

Asteroides activados y asteroides en órbitas cometarias

Se publicó un artículo sobre las propiedades térmicas de los Asteroides en órbitas cometarias (ACOs) a partir de datos de WISE (Licandro et al.). Estamos preparando un artículo con espectros en el visible tomados con telescopios del ORM y el IRTF (Licandro et al.) y tenemos en curso un programa para obtener curvas de luz de ACOs con el telescopio IAC-80 y los telescopios de SARA, con la finalidad de determinar la distribución de períodos de rotación de los ACOs. El estudiante de verano J. Fernández acabó un trabajo para detectar comas en imágenes de ACOs observados por WISE, trabajo que realizó en 2016 con una beca de la Universidad de La Laguna.

En relación con los asteroides activados se publicaron dos artículos sobre dos main belt comet (MBC) con datos obtenidos con el telescopio GTC (Moreno et al. a y b) y se continúa con el programa GTC de observación de nuevos MBCs, se han obtenido datos de 3 nuevos objetos.

Finalmente se envió a publicar un artículo con observaciones del cometa 249P en el marco de la colaboración con J. Fernández, con quien se trabajó en cometas que posiblemente sean MBCs dispersados, y se inició un programa observacional para el seguimiento de otros objetos similares.

NEAs

Se publicó el modelo térmico del NEA potencialmente peligroso (99942) Apophis (Licandro et al.). Continuamos con el programa de observaciones de NEAs con diversos telescopios del ORM y OT. Hay un artículo en preparación (de León et al.) con datos de más de una decena de NEAs de interés para misiones espaciales obtenidos con los telescopios GTC y WHT que están siendo analizados. Se continuaron las observaciones astrométricas de NEAs en el marco del programa EURO-NEAR (se han publicado varias MPEC con nuestros datos). O. Vaduvescu ha presentado una propuesta COST para coordinar una red de investigadores europeos en NEAs y J. Licandro ha asistido a la reunión del ESA-SSA de NEAs para coordinar nuestras actividades con ellos.

TNOs, Centauros y cometas

Se publicó el primer artículo con espectros de Plutón (Lorenzi et al.) obtenidos con el programa observacional de Plutón iniciado en 2014 como parte de una campaña internacional en soporte de la misión New Horizons para estudiar la evolución de su superficie y atmósfera y se están analizando los datos obtenidos en semestres posteriores (hay un artículo en preparación).

J. de León inició una colaboración con C. de la Fuente Marcos y R. de la Fuente Marcos sobre los “Extreme trans-neptunian objects” (ETNOs) que ha obtenido tiempo DDT en el telescopio GTC. Ya tienen un paper enviado a *MNRAS*.

Pequeños cuerpos del Sistema Solar en el survey VHS de VISTA (MOVIS)

Se publicó el artículo con el catálogo MOVIS (Popescu et al.) y hay otro en prensa con los asteroides basálticos tipo V (Licandro et al. 2017). Durante la visita de M. Popescu actualizamos el catálogo con el nuevo release de VISTA, trabajamos en la clasificación taxonómica de asteroides basada en los colores de MOVIS y en la caracterización de los colores infrarrojos de las familias y poblaciones de asteroides. Este trabajo continuará y esperamos de lugar al menos a otras dos publicaciones que están en preparación. A partir del Licandro et al. se inició un programa espectroscópico de los candidatos a tipo V obtenidos con MOVIS, que se ha ampliado a los asteroides tipo A. Hay un artículo en preparación con observaciones de 4 de ellos (de León et al.).

Desarrollo tecnológico y participación en misiones espaciales

OSIRIS-REx

Nuestro grupo participa activamente en el equipo de ciencia de esta misión de NASA. Se participó en la reunión del Science Team de OSIRIS-REx realizada en Tucson (Arizona, EEUU) en marzo donde asistió J. de León como nuevo miembro del Science Team y participó en un taller de procesamiento de imagen, en el que se realizó el procesado de imágenes del asteroide Vesta (Dawn) y de Mercurio (Messenger), como entrenamiento de cara al encuentro con Bennu. J. Licandro y J. de León también participaron en la reunión del Science Team realizada en Orlando (Florida, EEUU) en ocasión del lanzamiento de la misión (septiembre 2016). J. Licandro y J. de León siguen con los trabajos del Imaging

Working Group de la misión, preparándose para la elaboración e interpretación de los mapas de color que producirán las cámaras OCAMS de OSIRIS-REx.

Misiones M5 a objetos del Sistema Solar

Participamos en las propuestas de misiones de ESA M5 CASTAway, CASTALIA y MarcoPolo-M5. J. Licandro es parte del core team de CASTALIA y Marco Polo, J. de León es parte del core team de CASTAway.

Asteroid Impact Mission (ESA)

Se ha conformado un consorcio con N. Bowles (Univ. de Oxford; Reino Unido) y M. Delbó (Obs. de Niza, Francia) para diseñar una cámara en el térmico cuyo detector y electrónica se basa en el desarrollo realizado para JEM-EUSO. Se respondió a un ITT de ESA para diseñar un instrumento de estas características (TIRI) para la misión tecnológica AIM de la cual aún no tenemos respuesta formal de ESA.

Igualmente, nos hemos integrado en el grupo de ciencia de AIM (y de la misión conjunta NASA-ESA AIDA de la que AIM es parte junto con la misión DART de NASA) y en particular estamos trabajando en el Working Group 2 (Remote Observations). J. Licandro asistió al workshop de AIM organizado en ESAC en marzo, y participó en el AIDA 2nd International Workshop en Niza, junio. Se han presentado propuestas al 2016B para observar el target the AIM con el telescopio GTC y al 2017A con el telescopio WHT y se ha obtenido el tiempo solicitado.

Grupo de Sistema Solar de la misión EUCLID

Finalmente se creó, junto con otros grupos europeos, el grupo de Sistema Solar de la misión de ESA EUCLID. En noviembre de 2016 J. de León viajó al Observatorio de la Costa Azul, en Niza, para asistir a una reunión en la que establecer un grupo de explotación de datos de la misión EUCLID sobre objetos del Sistema Solar, en concreto asteroides. J. Licandro participó por teleconferencia. Se discutió el modo en el que el telescopio EUCLID realizará las observaciones de estos objetos y la ciencia que se podrá realizar, así como la integración de este grupo de trabajo dentro del consorcio oficial de EUCLID.

Asteroid Redirect Mission (NASA)

ARM está concebida con el objetivo de visitar un NEA, recolectar una roca de varias toneladas de su superficie y redirigir dicha roca a una órbita estable alrededor de la Luna, de manera que pueda ser explorada

por astronautas que traerían muestras a la Tierra. Estamos colaborando en la ciencia de esta misión. J. de León está terminando una publicación donde presentará espectros en el rango visible obtenidos con el telescopio GTC de una decena de NEAs considerados como objetivos potenciales, así como información sobre sus propiedades físicas (fotometría y curvas de luz), morfológicas (imágenes de radar), y orbitales (astrometría), recopiladas por otros investigadores que también forman parte del equipo de soporte científico de ARM.

EUSO

La colaboración en JEM-EUSO finalizó en 2016 dado que no se aprobó la financiación para la participación española en la misión.

SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (P/300008)

F. Pérez Hernández.

J.A. Belmonte Avilés, H.J. Deeg, A. Jiménez Mancebo, R. Alonso Sobrino, P.L. Pallé Manzano, C. Régulo Rodríguez, T. Roca Cortés y D. López Fernández-Nespral.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich y J. Patrón Recio.

R. García, S. Mathis, D. Salabert (IRFU/DSM/CEA Saclay, Francia); J.F. Anderson, J. Christensen-Dalsgaard, F. Grundahl, H. Kjeldsen, (Univ. de Aarhus, Dinamarca); E. Corsaro (INAF Obs. Astrofisico de Catania, Italia); M. Cunha (CAUP, Portugal); G. Davies (Univ. de Birmingham, Reino Unido); T. Metcalfe, T. Bedding (Univ. de Sydney, Australia); D. Chou, J. Fernández (Univ. Tsing Hua, Taiwan); F. Hill (GONG-NSO, EEUU); J.C. Suárez, R. Garrido (IAA, Granada); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); M. Deleuil (LAM Marsella, Francia); D. Gandolfi, (Univ. de Heidelberg, Alemania – Univ. de Torino, Italia); M. Fridlund (ESA/ESTEC); L. Doyle (SETI, EEUU); H. Rauer, J. Cabrera, Sz. Csizmadia (DLR, Alemania); V. Kozhevnikov (Ural State Univ., Rusia); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); E. Günther, A. Hatzes (Obs. Tautenburg, Alemania); T. Mazeh (Univ. de Tel Aviv, Israel); D. Queloz (Obs. de Ginebra, Suiza); J. Ballot (CNRS, Univ. de Toulouse, Francia); O. Creevey (Lab. Lagrange, Univ. de Niza, Francia); T. Boyajian (Univ. de Yale, EEUU); B. Tin-

gley (Univ. de Aarhus, Dinamarca); P. Klagyivik (Konkoly, Hungría).

INTRODUCCIÓN

Los objetivos genéricos de este Proyecto son: el estudio de la estructura y dinámica del interior solar, la extensión de dicho estudio al caso de otras estrellas, la búsqueda de planetas extrasolares por métodos fotométricos, principalmente mediante tránsitos por delante de sus estrellas principales y espectroscópicos (variaciones en la velocidad radial de la estrella) y el análisis de las atmósferas de estos planetas.

Para el primer objetivo se utiliza la Heliosismología tanto global (la que se obtiene de los modos propios de oscilación) como la Local (que deriva del estudio de ondas viajeras). Mediante la detección y estudio del espectro de modos globales de pulsación del Sol es posible inferir de modo preciso, información acerca de su estructura y dinámicas interna, es decir, la determinación de los perfiles de las variables físicas más importantes, desde su centro hasta su superficie. El presente Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado:

- Instrumental, en el que ya se ha trabajado intensamente en el pasado y aún se sigue haciendo a través de implicaciones en nuevos proyectos, tanto de instrumentación espacial como en tierra.
- Observacional, en el que se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias redes mundiales de estaciones heliosismológicas (BiSON y GONG), además del acceso a los datos de los experimentos GOLF y VIRGO a bordo de la sonda espacial SOHO.
- Técnicas de reducción, análisis e interpretación de los datos.
- Desarrollo teórico de técnicas de inversión de datos y elaboración de Modelos de Estructura y Evolución del Sol. Los resultados ya obtenidos muestran que podemos conocer el Sol con una precisión del orden de un 1 por mil.

Por otro lado, la Astrosismología o Sismología estelar pretende obtener un conocimiento similar en otras estrellas. Esta rama de la Astrofísica está viviendo en estos momentos una edad de oro gracias a la enorme cantidad de estrellas observadas por las misiones espaciales CoRoT y Kepler. Con los datos obtenidos por estas misiones (ya finalizadas), está siendo posible extraer parámetros sismológicos globales de cientos de estrellas, tanto de estrellas tipo solar como

de gigantes rojas, así como de estrellas pertenecientes a cúmulos. Con estos parámetros se pueden derivar relaciones de escala que nos permiten estimar parámetros estelares como la Masa y el Radio de las estrellas en amplios rangos evolutivos. Además, para muchas de estas estrellas, la calidad fotométrica de las observaciones está permitiendo la medida de modos acústicos y modos mixtos individuales, con lo cual se pueden desarrollar modelos muy precisos de la estructura interna de dichas estrellas. Todo ello se verá complementado con el desarrollo de la red SONG (Stellar Observations Network Group): una batería de telescopios en Tierra dotados con espectrógrafos de última generación y que permitirá una mayor y más precisa determinación de los modos propios de oscilación en estrellas brillantes.

La estrategia de utilización de tránsitos planetarios para descubrir la existencia de planetas alrededor de otras estrellas consiste en la detección fotométrica de disminuciones de brillo de una estrella cuando uno de sus planetas está pasando por delante de la misma, es decir, entre ella y el observador. Actualmente esta metodología es la preferida para la investigación de planetas pequeños, no sólo por su sensibilidad sino también porque permite llevar a cabo estudios relativamente detallados de los planetas descubiertos. Esta tecnología es similar a la que también se utiliza para la Helio y Astrosismología, por lo que se puede entender como una extensión lógica de lo aprendido con los anteriores objetivos. Por otro lado, es importante desarrollar algoritmos y métodos observacionales para la detección inequívoca y el análisis de los planetas, y para distinguirlos de los que son falsas alarmas.

Cuando un exoplaneta transita su estrella, la geometría excepcional de la órbita nos permite llevar a cabo una serie de observaciones de seguimiento. La mayor parte de las observaciones que han permitido aumentar el conocimiento acerca de las atmósferas de estos planetas procede de los exoplanetas con tránsitos. Mientras que gran parte de los resultados se obtuvieron gracias a telescopios espaciales como HST y Spitzer, en los últimos cuatro años varios instrumentos en tierra han demostrado tener la precisión suficiente como para contribuir al campo. Desde el IAC, intentamos forzar las técnicas desde tierra, para estudiar las características físicas de los exoplanetas tipo "Júpiter caliente". Esto es posible gracias a técnicas de espectroscopía de transmisión (consistente en medir el radio del exoplaneta en distintas longitudes de onda) o técnicas de ocultación (la medida de la profundidad del eclipse secundario -ocultación- del planeta proporciona directamente la emisión del lado diurno).

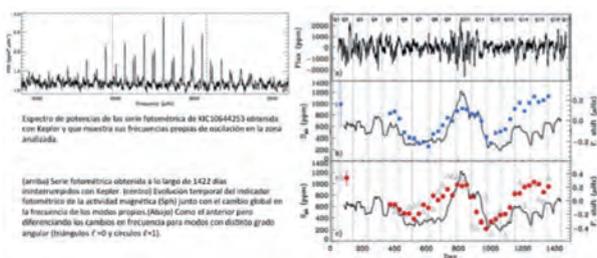
El panorama actual para los estudios de exoplanetas con misiones espaciales no contempla nuevas misiones hasta al menos los finales del 2017, con el lanzamiento de CHEOPS, seguido por TESS, JWST y en 2024, PLATO. Por lo tanto, se abre una ventana temporal en la que los observatorios terrestres pueden liderar este campo. Estamos llevando a cabo observaciones usando principalmente los telescopios TNG, NOT y GTC.

HITOS

Detectada la actividad magnética en un “Sol joven”, KIC 10644253, observado por la misión Kepler utilizando técnicas de Astrosismología

Las observaciones llevadas a cabo con la misión Kepler de la NASA, en la que más de 200.000 estrellas fueron estudiadas durante cuatro años ininterrumpidos, auguraban la interesante posibilidad de detectar la variabilidad en la actividad magnética de muchas estrellas similares al Sol. Esto ha quedado demostrado con los resultados obtenidos en este trabajo (Salabert et al., *A&A*, 589, A118), en el que se ha puesto de manifiesto la variabilidad temporal en las frecuencias de los modos acústicos de una estrella análoga al Sol, pero más joven (1 Gyr), con un periodo característico de 1.5 años y correlacionado con la variación del índice fotométrico de variabilidad magnética (Sph). Los cambios observados en las frecuencias propias de oscilación son de la misma naturaleza y características similares a las observadas en el Sol. Las observaciones complementarias llevadas a cabo con el espectrógrafo HERMES (MERCATOR) situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos han permitido obtener el índice de actividad cromosférica (S) y la abundancia de Li confirmando que KIC 10644253 es “un joven Sol” y mucho más activo que éste.

Observaciones de velocidades radiales llevadas a cabo por nuestro grupo junto con el análisis de los datos la misión Kepler revelaron que el objeto KIC8462852, presenta variaciones ocasionales de su



Las anómalas variaciones de flujo de la estrella KIC 8462852.

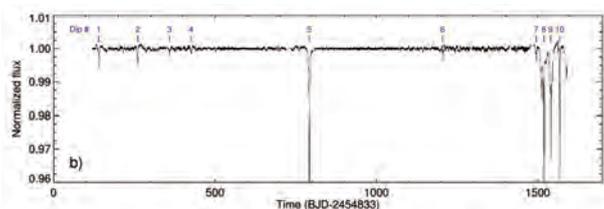
brillo de un tipo desconocido hasta ahora y sin explicación satisfactoria (Boyajian et al., *MNRAS* 457, 3988). Este objeto ha motivado múltiples estudios posteriores a su descubrimiento y generó un gran eco en los medios de comunicación debido a la hipótesis de que el origen de las señales observadas se debiera a una megaestructura extraterrestre. La existencia de un grupo de cometas de gran tamaño parece ser la explicación más razonable. Nuestro grupo obtuvo tiempo en modo ToO en el telescopio GTC para volver a observar este objeto con más detalle cuando vuelvan a producirse señales de interés.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Ha proseguido el análisis detallado de las variaciones en el espectro de modos acústicos globales del Sol (modos p) obtenidos de modo continuo e ininterrumpido desde abril de 1996 (más de 20 años) con los instrumentos GOLF y VIRGO a bordo el observatorio espacial SoHO. Los datos cubren ya casi dos ciclos completos de actividad magnética y ello permite detectar efectos más sutiles que ayudarán a comprender mejor los mecanismos básicos de este fenómeno.

En Heliosismología local se publicó un trabajo que analiza la evolución de la imagen sísmica de la zona convectiva y la tacoclina a lo largo del ciclo de actividad magnética, encontrándose evidencias de cambios en esta última.

Se inició el Proyecto “Solar-SONG” que, con financiación del Programa Severo Ochoa en el IAC, pretende dotar a la instalación telescópica “Hertzprung SONG” en el OT de capacidad para utilizar el espectrógrafo Echelle en observaciones del Sol (global) tanto en campañas clásicas de Heliosismología (observación ininterrumpida a lo largo de todo el día y diariamente a lo largo de varios meses) como su uso como facilidad sinóptica tanto espectroscópica (obtención del espectro solar con resolución superior a 110.000) como espec-



Serie temporal del flujo de KIC 8462852 durante los 4 años de observaciones de la misión Kepler. Los números corresponden a las variaciones de brillo identificadas pero inexplicadas, con amplitudes hasta el 20% del flujo normal (Boyajian et al.,).

trométrica (medida precisa de la velocidad radial del Sol) así como en la caracterización atmosférica de las condiciones diurnas en el OT.

Astrosismología

Se modelizaron los espectros acústicos de una muestra de diecinueve estrellas gigantes de baja luminosidad observadas con Kepler, que permitieron obtener sus parámetros estelares y rotación interior.

Con datos de Kepler se identificó una estrella con masa similar a la del Sol pero más joven (1 Gyr, KIC 10644253) detectándose una variación temporal periódica (1.5 años) en las frecuencias de los modos acústicos. Los cambios en frecuencia son similares a los que presenta el espectro acústico del Sol como consecuencia de su ciclo de actividad magnética.

La operación de la facilidad SONG en el OT ha sido satisfactoria a lo largo de 2016 (pérdida de tiempo por causas instrumentales inferior al 9%) permitiendo la realización de varios programas de observación con liderazgo y palpación de miembros del grupo. El primer gran artículo de ciencia (caracterización astrosismológica precisa de la subgigante muHerc) fue aceptado en diciembre de en *Astrophysical Journal* y varios trabajos están en fase de redacción.

Exoplanetas

La misión CoRoT terminó en 2013 pero todavía sirve de base para varios trabajos finalizados en 2016 o todavía en progreso.

Se finalizó una búsqueda de tránsitos de planetas circumbinarios en los datos completos de CoRoT. Para ello, se rastrearon las 2.700 binarias eclipsantes presentes en la muestra de CoRoT para identificar señales de tránsitos de planetas. Una revisión detallada de los mejores candidatos encontrados descartó su naturaleza como planetas en todos los casos. Una publicación en proceso de publicación (Klagyivik et al.) presenta este estudio con sus implicaciones para la abundancia de este tipo de planetas.

Se terminó un trabajo (Tingley & Deeg) sobre la precisión de mediciones de tiempos de mínimos en eclipses de binarias y tránsitos de planetas, basado en las experiencias ganadas durante el seguimiento de candidatos de CoRoT.

Se concluyó un trabajo sobre la clasificación de la muestra de CoRoT (Damiani et al.) y otro, describiendo el catálogo entero de candidatos a planetas de CoRoT, está a punto de terminarse.

Dos trabajos sobre el seguimiento de CoRoT-9b con el telescopio espacial Spitzer se están finalizando.

En relación con la misión PLATO, se gestionó nuestra participación en el consorcio español que se encarga del desarrollo de la electrónica de los detectores de PLATO. El subpaquete en el IAC recibió los fondos necesarios para el diseño de las fuentes de alimentación de la electrónica del instrumento, con licitaciones industriales pendientes de resolución. A finales del 2016, la ESA anunció un retraso de 1 o 2 años en la implantación de la misión y, además, redujo el número de cámaras del instrumento de 32 a 24. Las implicaciones para la futura gestión de nuestros trabajos, en particular en relación al cumplimiento de los hitos establecidos, son todavía difíciles de prever. Se desarrollaron también algunos trabajos sobre la detectabilidad de planetas circumbinarios con PLATO.

MAGNETISMO Y POLARIZACIÓN EN ASTROFÍSICA (P/300725)

J. Trujillo Bueno.

A. Asensio Ramos, F. Moreno Insertis, H. Socas Navarro, N. Vitas, R. Rezaei, E. Alsina Ballester, A.B. Griñón Marín y M. Cubas Armas.

Colaboradores del IAC: C. Allende Prieto, M. Collados Ver, B. Ruiz Cobo, M.J. Martínez González, I. Arregui Uribe-Echevarria y C. Ramos Almeida.

M. Bianda, R. Ramelli, L. Belluzzi (Inst. Solari Ricerche, Suiza); R. Casini, R. Centeno, J. Cernicharo (CAB, Madrid); J. de la Cruz (Univ. de Estocolmo, Suecia); E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); N. Shchukina (Main Astronomical Obs., Kiev, Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU); D. McKenzie (Univ. de Alabama, EEUU); R. Ishikawa, R. Kano (NAOJ, Japón); J. Stepan (Astronomical Inst., Rep. Checa).

INTRODUCCIÓN

Los campos magnéticos están presentes en todos los plasmas astrofísicos y controlan la mayor parte de la variabilidad que se observa en el Universo a escalas temporales intermedias. Los tenemos en estrellas a lo largo de todo el diagrama de Hertzsprung-Russell, en galaxias, e incluso quizás en el medio intergaláctico. La polarización de la luz nos proporciona la fuente más fiable de información para la teledetección de campos magnéticos en Astrofísica, incluyendo los campos magnéticos del Sol. En particular, el diagnóstico de campos

magnéticos en las atmósferas del Sol y de otras estrellas requiere de la medida e interpretación física de señales de polarización en líneas espectrales, las cuales son inducidas por varios mecanismos físicos que operan a las escalas atómicas. Además del efecto Zeeman, hay muchos otros mecanismos físicos que producen polarización en la radiación electromagnética. Por ejemplo, la polarización de los niveles atómicos o moleculares inducida por el bombeo óptico de un campo de radiación anisótropo, las interferencias cuánticas entre niveles de estructura fina o hiperfina, el efecto Hanle, etc. La polarización generada por tales mecanismos es sensible a las condiciones físicas del plasma astrofísico en consideración y, en particular, a la presencia de campos magnéticos en un rango de intensidades que va desde valores tan bajos como 1 microgauss hasta varios miles de Gauss.

El principal objetivo de este Proyecto es explorar, en profundidad, la física y el origen de la radiación polarizada en plasmas astrofísicos, así como su utilidad como medio de diagnóstico para descifrar y entender la actividad magnética en Astrofísica, con énfasis en el magnetismo de la atmósfera solar. Nuestras investigaciones involucran:

- La física de la polarización, lo que requiere profundizar en la teoría cuántica de la interacción radiación-materia, teniendo en cuenta procesos de "scattering" en presencia de campos magnéticos y eléctricos.
- El desarrollo de técnicas de diagnóstico de plasmas para la exploración de campos magnéticos en Astrofísica, con particular interés en descifrar el complejo magnetismo de la atmósfera solar, envolturas circunestelares y nebulosas planetarias.
- Observaciones espectropolarimétricas y su interpretación en términos de modelos físicos.
- Desarrollo de métodos numéricos para la solución de problemas de transporte radiativo sin suponer equilibrio termodinámico local, con aplicaciones a modelos tri-dimensionales de atmósferas estelares resultantes de simulaciones magneto-hidrodinámicas.
- Espectroscopía y espectropolarimetría atómica y molecular, con aplicaciones en varios campos de la Astrofísica.

Este Proyecto está formado por un grupo de científicos convencidos de la importancia de complementar investigaciones teóricas, observacionales e instrumentales para hacer frente a algunos de los retos actuales de la Astrofísica.

HITOS

Estudios sobre la estructura térmica, dinámica y magnética de diversas estructuras de la atmósfera solar, tales como la umbra de manchas solares, puentes de luz, penumbras y el "Sol en calma".

Demostración de que es posible medir polarización con un polarímetro a pesar de medir a frecuencias muy por debajo de las variaciones del "seeing" con una cámara lenta.

Desarrollo de un código de transporte radiativo que tiene en cuenta efectos de redistribución parcial en frecuencias (PRD) y la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman. Su aplicación ha permitido descubrir un nuevo mecanismo físico que introduce una interesante sensibilidad magnética en las alas de los perfiles de polarización lineal de líneas cromosféricas fuertes, tales como el Mg II k.

Extensión de los códigos de inversión del grupo, lo que mejorará considerablemente la interpretación de observaciones espectro-polarimétricas.

La interpretación con nuestro código HAZEL de observaciones en filamentos en regiones activas ha llevado a proponer un nuevo escenario con dos componentes atmosféricas a lo largo de la línea de visión. Las inversiones sugieren que una componente debe tener campos en el régimen hG y la otra con campos muy débiles.

Mejora y mantenimiento para la comunidad del código NICOLE, que está siendo empleado por varios grupos de investigación en el mundo.

Novedosos estudios sobre abundancias químicas en el Sol.

Análisis de datos de HMI sobre un nuevo fenómeno dinámico en la penumbra de las manchas solares.

Desarrollo de un código de inversión de líneas en no equilibrio termodinámico local y con efectos de redistribución parcial.

Aplicación de nuestro código PORTA para realizar, con el ordenador MareNostrum, novedosas investigaciones sobre la generación y transferencia de luz polarizada en el triplete IR del Ca II utilizando modelos 3D de la cromosfera solar resultantes de simulaciones MHD.

En colaboración con grupos en Japón, EEUU y Europa, preparación y envío a la NASA el Proyecto CLASP-2, para observar la polarización producida por la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman en las líneas h y k del Mg II alrededor de 2.800 Angstroms. Dicho Proyecto fue aceptado por la NASA en diciembre de 2016. El lanzamiento está previsto para el año 2019.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Analizando observaciones espectro-polarimétricas obtenidas con telescopios terrestres (VTT y GREGOR) y espaciales (IRIS) se han realizado estudios muy cuidadosos sobre la estructura térmica, dinámica y magnética de diversas estructuras de la atmósfera solar, tales como la umbra de manchas solares, puentes de luz, penumbras y el Sol en calma. (Reza Rezaei).

Se ha demostrado que es posible medir polarización con un polarímetro a pesar de medir a frecuencias muy por debajo de las variaciones del “seeing” con una cámara lenta. Para tal fin se ha usado la teoría de “compressed sensing” para recuperar las variaciones de alta frecuencia de las medidas integradas en el tiempo. (A. Asensio Ramos).

Se ha desarrollado un código de transporte radiativo fuera del equilibrio térmico local, que tiene en cuenta efectos de redistribución parcial en frecuencias (PRD), de polarización atómica producida por un campo de radiación anisótropo, la modificación de ésta por la presencia de un campo magnético (efecto Hanle), además de la separación de subniveles atómicos debido al efecto Zeeman. Las aplicaciones realizadas a varias líneas espectrales (Mg II k, Sr I 4607, Sr I 4078, Ca I 4227) han dado lugar a dos artículos ya publicados en *ApJ*, y se tiene previsto redactar otros dos para su publicación en el 2017. (E. Alsina Ballester y J. Trujillo Bueno, con L. Belluzzi).

Las propiedades termodinámicas, dinámicas y magnéticas del plasma solar se diagnostican midiendo la luz polarizada usando códigos de inversión. La presencia de efectos sistemáticos (líneas cercanas, absorción tellúrica, corrección incorrecta del continuo) puede afectar negativamente. Se ha desarrollado una extensión a los códigos de inversión que permite lidiar con estos efectos de forma transparente. (A. Asensio Ramos et al.).

Recientemente se han hecho observaciones en filamentos en regiones activas con señales claramente sugerentes de efecto Zeeman. Se ha presentado un escenario natural para explicar esas observaciones mediante dos componentes atmosféricas a lo largo de la línea de visión. Las inversiones indican que una componente debe tener campos en el régimen hG y la otra con campos muy débiles. (C. Díaz Baso y A. Asensio Ramos).

Se ha trabajado en: a) la mejora y mantenimiento para la comunidad del código NICOLE, que está siendo empleado por varios grupos de investigación en el mundo (Socas-Navarro); b) observaciones sobre abundancias químicas en el Sol (Melania Cubas, Socas-Navarro y Asensio Ramos); c) análisis de datos de HMI sobre un nuevo fenómeno dinámico en la penumbra de las manchas solares (A. Griñón Marín y H. Socas-Navarro, con R. Centeno).

Se ha descubierto un nuevo mecanismo físico que introduce una muy interesante sensibilidad magnética en las alas de los perfiles de polarización lineal producidos por procesos de “scattering” en líneas resonantes fuertes, para las cuales los efectos de PRD son importantes. Tal mecanismo produce líneas espectrales cromosféricas por la acción de los efectos magneto-ópticos de la ecuación de transferencia radiativa para los parámetros de Stokes, los cuales introducen un acoplamiento entre los perfiles de Stokes Q y U que da lugar a una importante sensibilidad magnética en las alas de dichos perfiles incluso para campos débiles. (E. Alsina Ballester y J. Trujillo Bueno, con L. Belluzzi).

Los códigos tridimensionales de radiación-MHD actuales son una herramienta extraordinaria para entender la física que opera tras los fenómenos observados en la atmósfera solar. El modelo de magnetoconvección del Sol en calma calculado con el código Bifrost (Gudiksen et al 2011) en el marco de otro proyecto del IAC (Moreno-Insertis et al.) proporciona un buen ejemplo de estas posibilidades: la caja numérica del modelo se extiende desde las capas superiores del interior solar hasta la corona vía la fotosfera, cromosfera y región de transición. La comprensión detallada de los resultados requiere, entre otras cosas, el cálculo de espectros sintéticos usando las distribuciones de temperatura, densidad y composición en las columnas de la caja. En 2016 se extendieron nuestros resultados anteriores calculando un número de espectros de interés cromosférico (Mg II h+k, Calcio). Esos espectros serán usados en 2017 para entender y predecir fenómenos observados en episodios de emergencia de flujo magnético en los gránulos solares. (F. Moreno-Insertis, con J. Martínez Sykora y T. Pereira).

Se ha desarrollado un código de inversión de líneas en no equilibrio termodinámico local y con fuertes efectos de redistribución parcial. Este código está ahora en aplicación a observaciones espectroscópicas de líneas de Mg II del satélite IRIS. (A. Asensio Ramos, con J. de la Cruz Rodríguez y J. Leenaarts).

Se ha aplicado el código PORTA para realizar con el ordenador MareNostrum investigaciones sobre la generación y transferencia de luz polarizada en el triplete IR del Ca II utilizando modelos 3D de la atmósfera solar. Los resultados, publicados en *ApJ*, demuestran la importancia de tener en cuenta la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman y la inhomogeneidad del plasma de la cromosfera solar para lograr una inter-

pretación correcta de las observaciones. (J. Trujillo Bueno con J. Stepan).

En colaboración con grupos en Japón, EEUU y Europa, se preparó y envió a la NASA el Proyecto CLASP-2, para observar la polarización producida por la acción

conjunta de los efectos Hanle y Zeeman en las líneas h y k del Mg II alrededor de 2800 Angstroms. Dicho proyecto fue aceptado por la NASA en diciembre de 2016. El lanzamiento está previsto para el año 2019. (J. Trujillo Bueno, E. Alsina Ballester y A. Asensio Ramos).

INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO

INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRARROJO PARA EL TELESCOPIO GTC

F. Garzón.

J. Patrón, M. Barreto, Á. Mato, E. Hernández, E. Joven, H. Moreno, J.L. Rasilla, J. Rosich, M. Insausti, M.E. Majavacas, M. Miluzio, M. Núñez, N. Vega, N. Castro, P. López y P. Fernández.

R. Guzmán (Univ. Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder, E. Bourrec (LATT, Francia); C. Gry, B. Milliard, R. Grange (LAM, Francia), P. Hammersley (ESO, Alemania), C. González (Inst. de Astronomía de Cambridge, Reino Unido).

INTRODUCCIÓN

El Proyecto EMIR aborda el diseño y construcción de una cámara y espectrógrafo multiobjeto para observaciones en el rango infrarrojo cercano que será instrumento de uso común en el telescopio GTC. EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multirrendija y de imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura y en el dominio infrarrojo cercano. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multiobjeto en la banda de 2,2 micras abrirá campos de investigación únicos a la comunidad de astrónomos usuarios del telescopio GTC. EMIR está diseñado para operar principalmente como multiobjeto en la banda K, pero ofrece un amplio rango de modos de observación, que incluyen imagen y espectroscopía, tanto de rendija larga como multiobjeto, en el rango espectral entre 0,9 y 2,5 micras. Estará equipado, entre otros, con tres subsistemas de alta tecnología de última generación, algunos especialmente diseñados para este

proyecto: un sistema robótico reconfigurable de máscaras de selección; elementos dispersores formados mediante la combinación de redes de difracción de alta calidad, fabricadas mediante procedimientos fotorresistivos, y prismas convencionales de gran tamaño, y el detector HAWAII-2 de Rockwell, diseñado para el infrarrojo cercano con un formato de 2048x2048 píxeles, y dotado de un novedoso sistema de control, desarrollado por el equipo del Proyecto.

Las prestaciones más importantes del instrumento quedan resumidas a continuación. Es oportuno resaltar que prácticamente todos los requisitos se cumplen en la actualidad más allá de su valor nominal.

Especificaciones de EMIR:

- Rango espectral: 0,9 – 2,5 micras
- Resolución espectral: 5.000, 4.250, 4.000 (JHK)
- Cobertura espectral: Una ventana de observación en Z, J, H o K
- Formato del detector: HAWAII-2 2048 x 2048 píxeles de Rockwell
- Escala en el detector: 0,2 arcsec/píxel
- Ritmo de toma de datos > 1 imagen/seg
- Temperatura del espectrógrafo: ~77 K
- Campo de visión: 6,64x6,64 arcmin imagen 6,64x4 arcmin espectroscopía
- Número de máscaras para MOS: 55
- Transmisión: >40% en modo Imagen, sin filtro ni detector
- Calidad de imagen (θ_{80}): < 0,3 arcsec (en todo el rango espectral)

La explotación científica inicial de EMIR corre a cargo de dos grupos científicos principales. El grupo GOYA, cuyo Proyecto científico dio origen y dirige el desarrollo de este instrumento, y el grupo EAST. El objetivo principal de GOYA es realizar un censo de galaxias dedicado a la observación de fuentes con desplazamiento al rojo $2 < z < 3$, para la exploración de épocas tempranas en la historia del Universo, donde la for-

mación de galaxias alcanzó su máxima intensidad. Por otro lado, desde el año 2004 funciona, dentro del Proyecto EMIR, el grupo EAST (EMIR Associate Science Team), que reúne a los investigadores interesados en la explotación científica inicial de EMIR, y que se encargarán de preparar el Programa Central de Observaciones cubriendo aspectos no contemplados dentro de GOYA.

El diseño y construcción de EMIR ha corrido a cargo de un equipo de instituciones nacionales e internacionales con amplia experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Midi-Pyrénées (LAOMP) y el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Marsella (LAM).

EMIR es un instrumento único por sus características y alcance, y abrirá nuevos campos de investigación a la comunidad astrofísica española e internacional con acceso al telescopio GTC. Por un lado, debido a la alta sensibilidad, sin precedentes en la instrumentación disponible para los astrónomos españoles, resultado de la combinación de la gran apertura del telescopio GTC con los detectores de última generación que equiparán el instrumento. Por otro lado, la capacidad de realizar espectroscopía con resolución espectral intermedia en el IR cercano y de un gran número de objetos simultáneamente.

Durante el año 2016, como se recoge en esta Memoria, se ha completado el proceso de verificación y ajuste de los diversos elementos que conforman el instrumento completo, y se ha realizado la Primera Luz a mediados de año. Desde comienzos de verano hasta finales de año, se ha llevado a cabo el complejo comisionado del instrumento en el telescopio GTC, distribuido en varios periodos de observación. A principios de diciembre, se lanzó la primera llamada de propuestas para la fase de verificación científica de EMIR, en los modos de imagen y espectroscopía de rendija larga, que se ejecutará en los primeros meses de 2017. Es esperable que EMIR se ofrezca a la comunidad GTC en la próxima llamada de CAT en marzo de 2017, para empezar a ejecutar programas a partir de septiembre del mismo año.

HITOS

Se llevó a cabo el último ciclado criogénico de pruebas de EMIR en el IAC antes de su envío al telescopio (del 5 de febrero al 11 de marzo). Esto constituye el hito más importante previo a la autorización de envío del instrumento a La Palma.

Se elaboró un plan detallado de entrega de la documentación contractual, requisito previo al envío a telescopio (mayo de 2016).

Se cumplieron los siguientes hitos de transporte, integración y comisionado en telescopio:

- Transporte de EMIR al telescopio GTC: 20 de mayo
- Integración de EMIR en el foco Nasmyth del telescopio GTC: 3 de junio
- EMIR en condiciones criogénicas en Nasmyth e inicio del comisionado: 13 de junio
- 3 periodos de comisionado, mayoritariamente en régimen de medias noches:
 - Comm1: 13-22 de junio
 - Comm2A: 7-12 de julio, más el 14 de julio
 - Comm2B: 24-27 de julio
 - Comm3A: 13-19 de septiembre
 - Comm3B: 14-19 de noviembre

En los periodos mencionados se realizaron prácticamente todas las tareas incluidas en el plan de comisionado, y se pusieron a punto varios procedimientos de configuración en coordinación con GTC.

Por último, la aceptación final y cierre del contrato de la CSU tuvo lugar el 25 de octubre.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2016 se llevó a cabo el último ciclado criogénico de EMIR, durante el cual se verificó, con resultados satisfactorios, la última modificación implementada en la CSU: la sustitución de piezoeléctricos en varios de los elementos actuadores, tras la cual mejoraron las prestaciones de movimiento de las barras en la configuración de las rendijas.

Se realizaron las pruebas de aceptación en el IAC con personal de GTC, realizándose observaciones end-to-end con el software de control de telescopio, que junto con el desarrollo y revisión exhaustiva del plan de integración de EMIR en GTC fueron clave para el éxito de la integración de EMIR en GTC.

En paralelo con el último ciclado en el IAC, se trabajó en la elaboración de un plan de entrega de documentación contractual que fue revisado e iterado con GRANTECAN S.A., y que, tras su aprobación, permitió la autorización de envío de EMIR al telescopio.

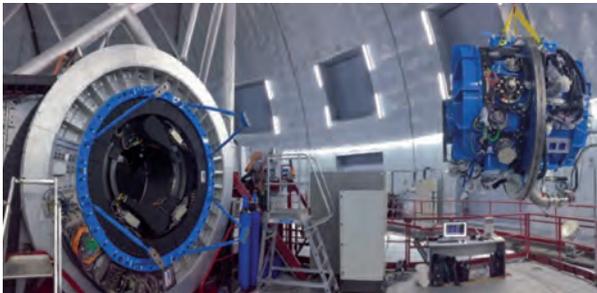
El día 20 de mayo llegó el instrumento EMIR al telescopio. Durante los días 21, 23, 24 y 25 de mayo, se realizaron los preparativos para la integración definitiva del instrumento en la plataforma y rotador Nasmyth del telescopio: apertura, desbloques y veri-



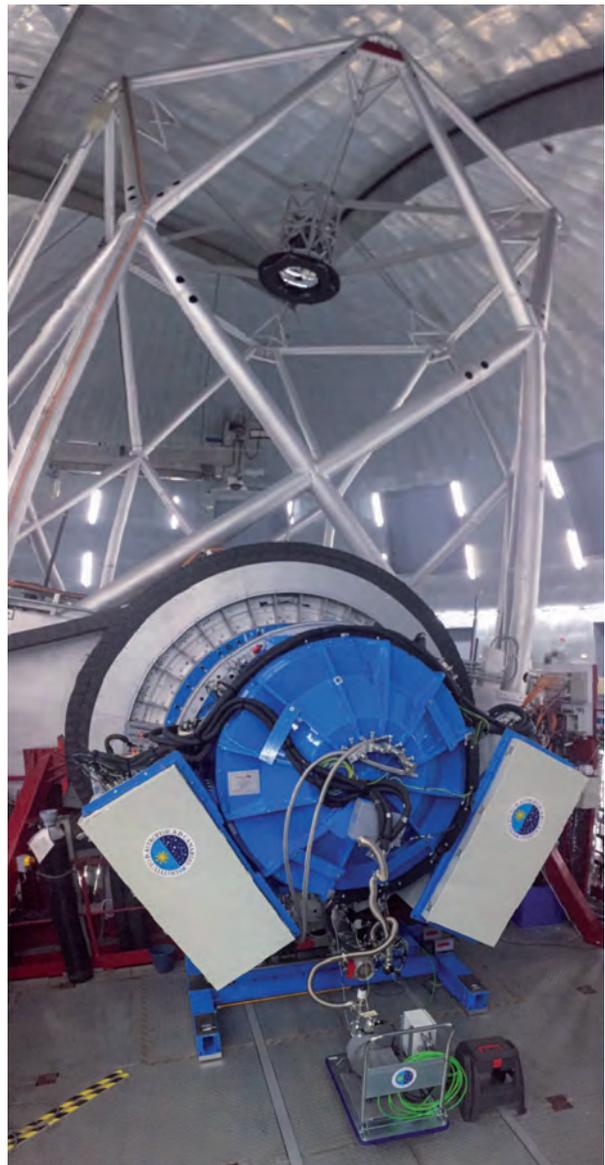
Llegada de EMIR al telescopio GTC.



Equipo de integración del instrumento en la plataforma Nasmyth del telescopio GTC.



Distintos momentos de las maniobras de anclaje del instrumento en el rotador del telescopio.



Instrumento instalado y haciendo vacío.

verificaciones post-transporte de la cámara de vacío, verificaciones funcionales de mecanismos y sistema de vacío a temperatura ambiente, instalación y ajuste del anillo de anclaje al rotador y pre-montaje de la estructura de soporte y mecanismo de rodadura del segundo apoyo en la plataforma Nasmyth.

Durante los días 31 de mayo al 3 de junio se instaló definitivamente el instrumento en el rotador y plataforma Nasmyth del telescopio, iniciándose el proceso de vacío del instrumento.

El día 6 de junio se completó la instalación del sistema de criogenia, iniciándose el proceso de enfriado con los ciclos cerrados de Helio al día siguiente, 7 de junio.



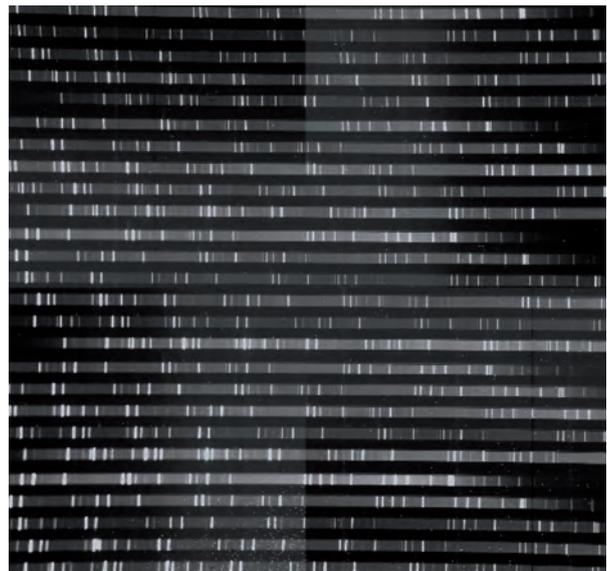
Equipo de EMIR y GTC en la Primera Luz del instrumento.

La noche del 13 al 14 de junio, tras una semana de enfriamiento del instrumento y ya en condiciones de operación, se realizan las primeras medidas de cielo del instrumento (Primera Luz de EMIR) con todos los sistemas operativos.

Desde entonces, se han sucedido varios periodos de comisionado (13-22/06, 07-12/07, 24-27/07, 13-19/09, 29/09, 20/10, 14-19/11), en función de la disponibilidad de noches asignadas para ello, durante los cuales se han ido completando las distintas tareas de caracterización de los subsistemas en observaciones de cielo real y optimización de distintos paquetes de software.

Por último, tras la reparación y cambio de una de las tarjetas electrónicas de la CSU, y las pruebas de validación posteriores, se pasó el último hito de pago y cierre del contrato del mecanismo.

En diciembre de 2016 se lanzó la primera llamada de verificación científica, para los modos de imagen y espectroscopía de rendija larga, que se ejecutará en los primeros meses de 2017. Y debe concluir con la inclusión de EMIR en el CAT 2017A, para comenzar sus observaciones rutinarias en septiembre de 2017.



Arriba: Primera imagen de EMIR: cúmulo globular NGC 5053, sin procesar. Debajo: Primer espectro, banda K, utilizando lámparas de Ne, Xe y Ar.



Cúmulo abierto NGC6811 (imagen procesada, 5 de julio).



Nebulosa planetaria M57 Lyra (imagen procesada, 5 de julio; composición JHK).



Galaxia M51 (imagen procesada, 5 de julio; composición JHK).

FRIDA Y DESPUÉS: CIENCIA CON ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA DE LOS TELESCOPIOS GIGANTES

A. Prieto.

J. Acosta, J.J. Díaz, P. López, H. Moreno, J. Patrón y J. Marco de la Rosa.

A. López (Univ. de México), S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), N. Cardiel (UCM).

INTRODUCCIÓN

Ciencia con FRIDA

FRIDA (inFRared Imager and Dissector for the Adaptive optics system of the GTC) es un espectrógrafo de campo integral e imagen diseñado para trabajar al límite de difracción de GTC en el rango de 1–2,5 μm .

El Proyecto de ciencia con FRIDA se enfoca en la identificación y preparación de programas de observación competitivos para FRIDA. FRIDA se prevé que llegue al telescopio GTC hacia finales de este decenio, excesivamente tarde comparado con todos los grandes telescopios del mundo que ya disfrutaban de instrumentos para Óptica Adaptativa desde más de 7 años, produciendo Ciencia frontera. Por tanto, con el fin de que la comunidad del telescopio GTC sea competitiva en el tiempo de FRIDA, es fundamental que se comience desde ya la identificación y preparación de programas científicos de innovación que exploten al máximo las posibilidades de FRIDA+GTC.

El objetivo de este Proyecto es iniciar dentro del IAC tales estudios. Para ello se pretende establecer una colaboración estrecha entre el equipo de FRIDA de IAC y la comunidad científica del telescopio GTC a fin de identificar programas y estrategias de observación claves para este instrumento.

Como punto de partida, se ha seleccionado el estudio a gran escala de la galaxia Andrómeda. Andrómeda es la galaxia espiral más cercana a la Tierra, lo que permite que sus diferentes componentes galácticas: núcleo, disco, bulbo, brazos y halo, puedan ser estudiadas bajo escalas espaciales sin precedencia. FRIDA podrá realizar un mapeado espectroscópico de regiones seleccionadas en Andrómeda con resoluciones espaciales por debajo de 0,16 pc a 2 micras.

Por su proximidad, la observación de Andrómeda con FRIDA involucra el estudio de un gran número de

problemas astrofísicos: formación estelar, función inicial de masa en cúmulos globulares, dinámica galáctica, escenarios de formación de galaxias, etc., a escalas espaciales sólo conseguidas anteriormente en nuestra galaxia y las Nubes de Magallanes. En este Proyecto, se pretenden analizar las posibilidades de realización y nivel de competitividad de estos estudios en Andrómeda sobre la base de las capacidades y limitaciones actuales de FRIDA y del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC.

Participación tecnológica en FRIDA

El IAC está involucrado tecnológicamente en el desarrollo Sistema de Control de FRIDA y software de alto nivel, el cual estará basado en la medida de lo posible en EMIR.

El sistema de adquisición de datos, la electrónica de control del detector y la caracterización de éste, así como el software de alto nivel para el control de mecanismos son responsabilidades directas del IAC. Asimismo, el IAC es responsable de la definición de la “pipeline” y de las herramientas de observación con FRIDA. El IAC coordina todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: UCM en Madrid y UNAM en México. Estas tareas comprenden desde diseño, fabricación y adquisición de componentes.

HITOS

El IAC ha completado el desarrollo de componentes de software en EMIR, quedando pendiente su adaptación al caso de FRIDA.

Con la incorporación de un nuevo ingeniero de software se ha avanzado y cerrado en los simuladores de mecanismos y en los componentes de software de los mismos.

El sistema de control del detector sigue al completo y disponible para su uso final. Pendiente de la decisión del paso a un detector Hawaii-2RG.

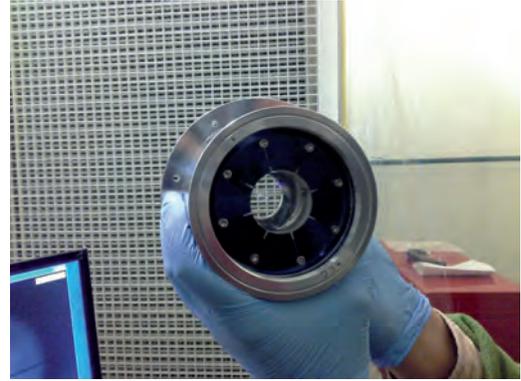
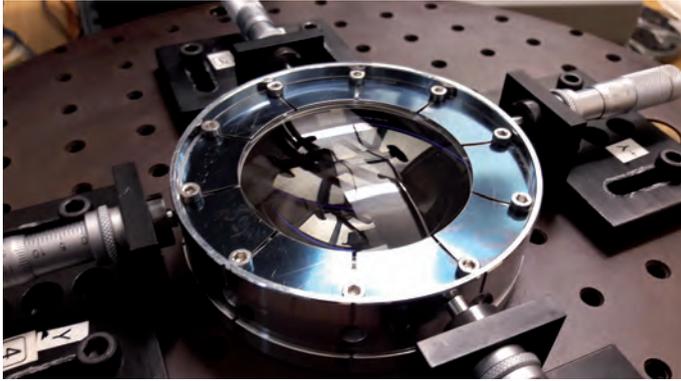
Se gestiona financiación parcial para la compra de un detector RG por parte de UNAM, A. Prieto.

A. Prieto está gestionando la provisión de un detector de ciencia H2 por parte del Observatorio de Calar-Alto.

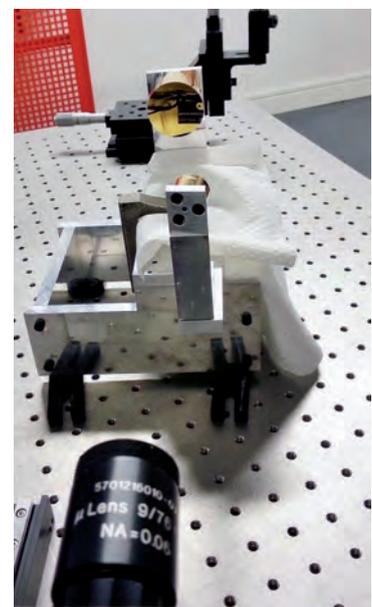
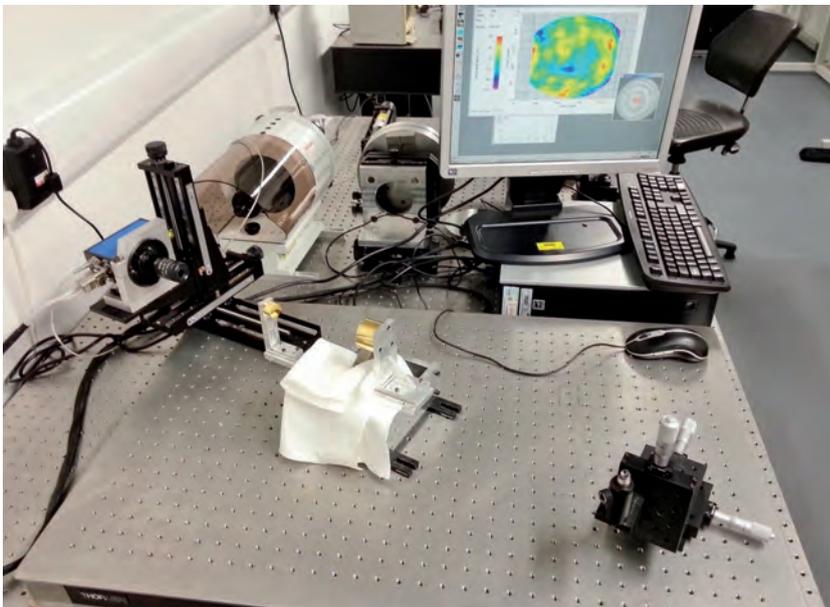
EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Estado del Proyecto FRIDA

Ensamble Integración y pruebas a nivel de subsistemas.



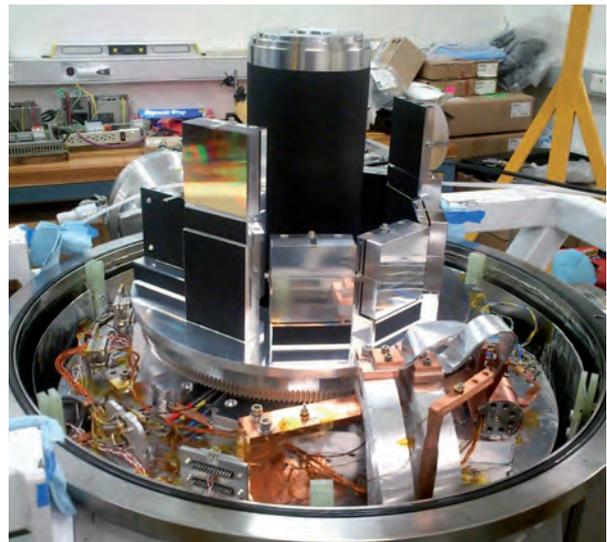
Alineación e integración de la cámara coarse.



Relay de Schwarzschild en pruebas de aceptación.

Se concluyeron y probaron los últimos componentes del *Image Slicer*.

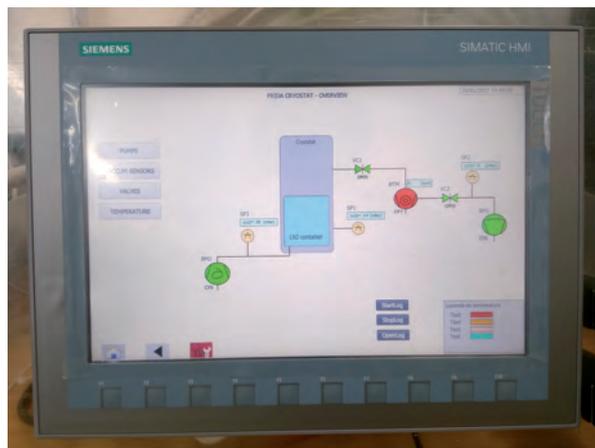
Se ha avanzado en la programación del software embebido para la prueba de los mecanismos.



Pruebas del carrusel a lazo cerrado con el codificador de alta precisión.



Programación del House-keeping y su interfaz.



Gestión

El desarrollo del Exposure Time Calculator (ETC) sigue bajo contrato con la empresa Shidix Technologies sin haberse completado el componente. El simulador de Óptica Adaptiva (AO) de FRIDA sigue pendiente de realizarse, en función de los desarrollos de GTC AO.

Ciencia IAC

Se continúa con periodicidad bimensual, videoconferencias con los grupos que participan en FRIDA para seguir la evolución del instrumento.

A. Prieto mantiene conversaciones regulares con el ingeniero óptico de FRIDA (S. Cuevas, UNAM) con el fin de mantener un seguimiento pormenorizado en los desarrollos de los prototipos de ingeniería.

Se mantiene continua actualización de los documentos de ciencia "FRIDA commissioning plan" y "FRIDA calibration plan", "FRIDA observing modes" y "FRIDA date reduction".

Se continúa la interacción con los grupos de instrumentación en ESO con relación al desarrollo de instrumentos de Óptica Adaptativa para los telescopios VLT y ELT. A. Prieto es miembro del grupo científico ERIS de ESO encargado de la definición de la nueva instrumentación de Óptica Adaptativa para el telescopio VLT.

Sistema de Control

En cuanto al detector, se sigue a la espera de conseguir fondos para plantear la compra de un detector Hawaii-2RG. Mientras tanto, se plantea seguir adelante con el detector Hawaii-2, de manera que, si en el futuro se consigue un detector Hawaii-2RG, se realice el intercambio de los mismos en el instrumento.

Se incorporó un nuevo ingeniero de software para los paquetes de trabajo relativos a los mecanismos de FRIDA.

Se ha finalizado la programación de los componentes software de control de los mecanismos de FRIDA, incluyendo documentación completa, configuraciones adaptadas a cada mecanismo concreto y paneles de control en el Inspector de GTC. El desarrollo de los componentes para mecanismos de FRIDA se da por finalizado. Futuras modificaciones quedan pendientes hasta el momento de integración con los mecanismos físicos correspondientes.

Se ha finalizado la programación de simuladores básicos de los mecanismos físicos, incluyendo el protocolo de comunicaciones de la controladora phytron, y se ha generado la documentación correspondiente a estos simuladores.

Se han programado aplicaciones en LabVIEW para permitir una comunicación sencilla con controladoras phytron desde esta plataforma software.

Tras el avance bajo las líneas de desarrollo de EMIR, el resto de tareas de SW quedan pendientes de su adaptación a las particularidades de FRIDA.

MIRADAS (MID-RESOLUTION INFRARED ASTRONOMICAL SPECTROGRAPH)

F. Garzón.

J. Rosich y P. López.

Consortio: Univ. de Florida (EEUU), Univ. de Barcelona, Univ. Complutense de Madrid, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Inst. de Física de Altas Energías (IFAE)

e Inst. de Estudios Espaciales de Catalunya (dando soporte técnico a UB). Además, hay investigadores individuales de la Univ. Nacional Autónoma de México (UNAM).

INTRODUCCIÓN

El espectrógrafo infrarrojo de resolución intermedia, MIRADAS, operará en el rango infrarrojo de 1 a 2,5 micras con una resolución espectral de 20.000.

En el año 2010 fue seleccionado para ser el espectrógrafo infrarrojo de la nueva generación de instrumentos para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

MIRADAS es un espectrógrafo multi-objeto con capacidad para observar hasta 20 objetos gracias a 20 brazos articulados provistos de un espejo, a modo de sonda, que patrullan un sector dentro de un círculo de 5 minutos de arco en el plano focal de telescopio GTC.

Sus principales características, que aún no pueden considerarse como totalmente definitivas, se muestran en la tabla 1.

En la figura 1 se muestra un esquema del trazado de la luz dentro del instrumento pasando por los diferentes subsistemas que lo componen.

Además de en los aspectos científicos, la contribución del IAC se centra en el desarrollo del sistema de

control del instrumento y en la coordinación de la participación de las otras instituciones que desarrollan diversos apartados del sistema de control del instrumento.

El sistema de control de MIRADAS sigue los estándares de GTC y se basa en una arquitectura distribuida, siguiendo el modelo de componentes de GTC, se está desarrollando en C++, y se ejecuta en diferentes ordenadores usando el middleware CORBA.

El sistema de control está compuesto por el control de mecanismos, la adquisición de datos, el control de alto nivel, la reducción de datos, el calculador de tiempo de exposición y el agente de pre procesado. En su desarrollo se intenta aprovechar la experiencia previa y los componentes ya existentes en los sistemas de control de otros instrumentos para GTC como OSIRIS, EMIR y FRIDA.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

La actividad en el Proyecto durante 2016 se ha centrado en el desarrollo de los componentes software que forman parte del sistema de control del instrumento. Estos componentes se integran en el sistema de control global del telescopio GTC, para lo cual se realizan entregas periódicas del sistema de control completo de MIRADAS, desde el IAC a GRANTECAN S.A.

Tabla 1

Parámetro	Valor	Comentario
Campo de observación	5 minutos de arco de diámetro	20 brazos. Cada brazo barre un sector del campo
Campo de visión de cada brazo	3,7 x 1,2 segundos de arco	
Geometría de cada rendija	3 cortes de 3,7x0,4 segundos de arco	
Detector	4096 x 2048 píxeles	Mosaico de dos detectores HAWAII-2RG 2Kx2K
Espectropolarimetría	Lineal, circular	Modo dispersión cruzada para un solo objeto
Sensibilidad en el continuo	J=18,9 mag H=17,4 mag K=16,7 mag	Para una S/N=10 en 1 h de exposición
Sensibilidad para líneas de emisión	5×10^{-18} ergs/cm ² /s (puntual) 8×10^{-18} ergs/cm ² /s (resuelta)	Para una S/N=10 en 1 h de exposición. Se supone un segundo de arco cuadrado como celda de detección para la fuente resuelta

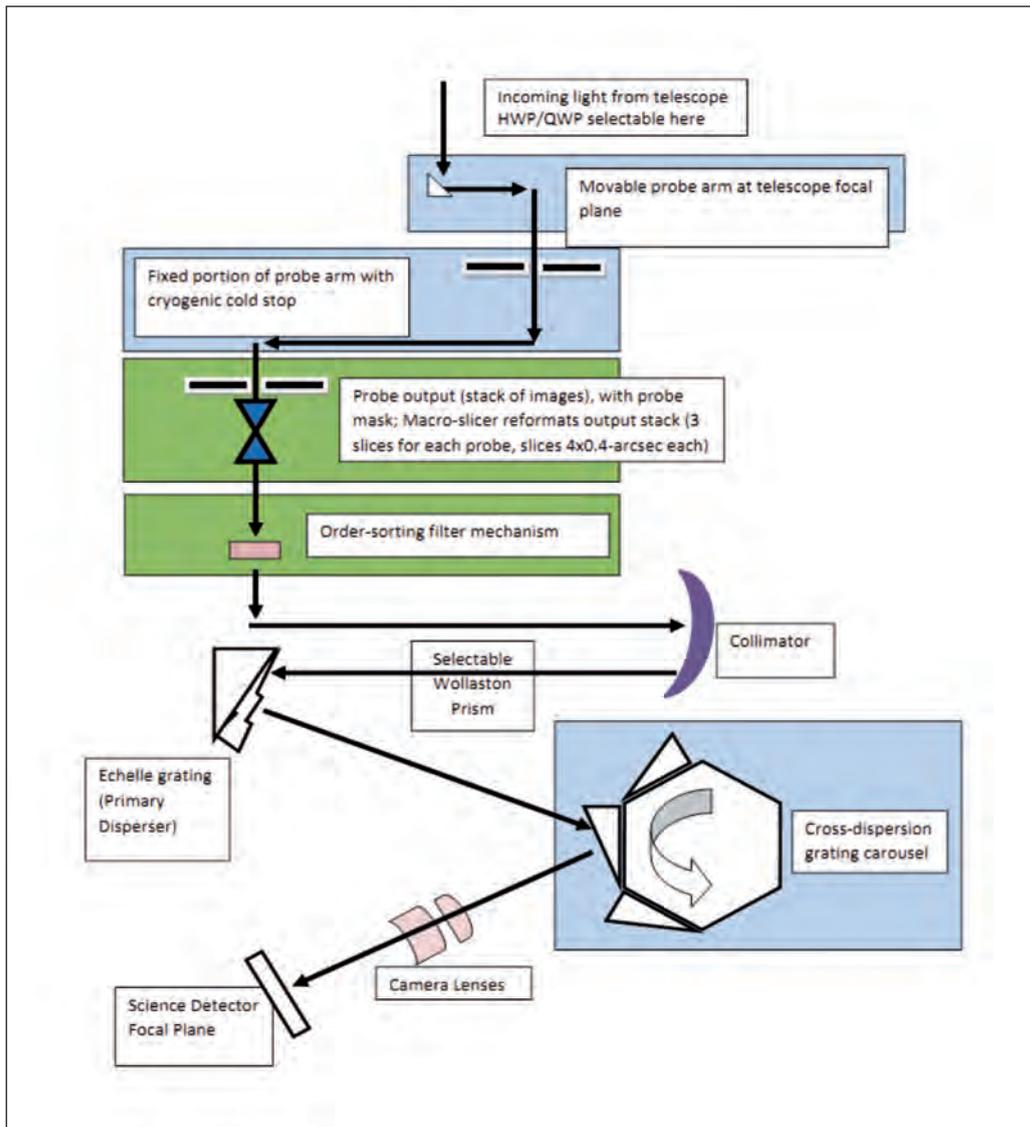


Figura 1.- Esquema del concepto del instrumento MIRADAS para el telescopio GTC.

La parte de desarrollo instrumental del IAC en MIRADAS, como se ha dicho, se resume en el diseño y codificación del sistema de control completo que integra, por un lado, los componentes de bajo nivel que se comunican directamente con los mecanismos y el detector, y por otro, con el control global del GTC.

En 2016, se han definido completamente las interfaces del sistema de control de MIRADAS y se están desarrollando diversos componentes del control de los mecanismos, como paso previo al desarrollo de los componentes de más alto nivel, Instrument y DataFactoryAgent.

HARMONI

E. Mediavilla Gradolph.

B. García Lorenzo.

J.M. Herreros, M.A. Cagigas, J.V. Gigante, E. Hernández, J.L. Rasilla y L.F. Rodríguez.

INTRODUCCIÓN

HARMONI es uno de los dos instrumentos de Primera Luz del telescopio E-ELT. Su diseño y construcción es responsabilidad de un Consorcio formado por cinco instituciones europeas (Univ. de Oxford, Univ. de Lyon, IAC, CAB-CSIC y UK-ATC), lideradas por la Universidad de Oxford. La participación en HARMONI garan-

tiza tiempo de observación en el telescopio E-ELT en las primeras etapas de su uso, una oportunidad científica única para los investigadores españoles. La contribución del IAC en HARMONI puede separarse en tres grandes bloques:

- El desarrollo (diseño, fabricación y verificación) del subsistema que constituye la pre-óptica del instrumento
- Coordinación en la arquitectura y desarrollo de la electrónica de control de todo el instrumento
- Participación en la definición y desarrollo de los casos científicos para el aprovechamiento de HARMONI

HARMONI es un espectrógrafo de campo integral de alta resolución angular y optimizado en el óptico – infrarrojo cercano (0,45 - 2,45 micras). Está preparado para operar con varios niveles de corrección de Óptica Adaptativa. Con el sistema de Laser Tomography Adaptive Optics (LTAO) permite realizar espectroscopía de campo integral (ECI) al límite de difracción del telescopio, con una escala de 4 milisegundos de arco (mas) por spaxel. También puede operar con el sistema de Ground Layer Adaptive Optics (GLAO) a otras escalas angulares. HARMONI tiene una gran versatilidad para optimizar diferentes tipos de observaciones (en función de la resolución angular, de la sensibilidad, del campo de visión, etc.) teniendo en cuenta los requisitos científicos. Por tanto, es considerado un instrumento “workhorse”, es decir, de interés para un amplio rango de programas científicos (Tatthe et al. 2010; Arribas et al. 2010a).

HITOS Y EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En 2015 se cerró la Fase Delta A -Interim Study-, y se arrancó, en septiembre de 2015, la Fase B -Diseño Preliminar-. A principios de 2016 se firmó el acuerdo MoU entre los miembros del consorcio internacional con el reparto del tiempo garantizado entre otros aspectos. El plan global no ha sufrido ningún cambio, y la responsabilidad del IAC se mantiene en la Pre-óptica y el Sistema de Control. El IAC continúa realizando estudios para mitigar riesgos tecnológicos. Se ha eliminado del alcance el mecanismo rotador de pupila.

Como viene siendo habitual en el Proyecto, a lo largo del año 2016 se ha asistido a numerosas reuniones y video/tele-conferencias (cada dos semanas) dedicadas principalmente a planificar, coordinar y desarrollar las tareas de ingeniería, de gestión y científicas

asignadas al IAC y a cada uno de los institutos que forman el consorcio.

Las actividades de ingeniería asociadas con los productos “Pre-óptica” y “Sistema de Control” consistió en:

Ingeniería Óptica

Se comenzó con un nuevo análisis de las diferentes arquitecturas planteadas como son el criostato rotante, criostato no rotante, una combinación de ambos y su impacto sobre el sistema óptico.

En el criostato no rotante se analizó la de-rotación del campo mediante el K-mirror así como la calidad de la imagen tanto a la salida del K-mirror como a la salida del sistema de la pre-óptica. Se analizó el criostato rotante con el Offner Relay, que sitúa el foco del telescopio E-ELT dentro del criostato del instrumento. Por otro lado se analizó la combinación de ambos que sitúa el Offner Relay fuera del criostato rotante, en una caja fría (no criogénica) sin rotación.

Tras varios debates dentro del Consorcio se decantaron por la tercera opción, que dejaba fuera del criostato al Offner Relay. Desde el punto de vista óptico, esto hace que los ejes de entrada y salida de la PreÓptica sean coincidentes, lo que complica el diseño de la PreÓptica y hace que haya que modificar los diseños que había hasta ahora.

Otro de los factores que han complicado el diseño es la forma de la tapa del criostato que hace que tengamos varias interferencias con las monturas ópticas en caso de que se quiera aprovechar toda la superficie del banco óptico.

En las siguientes figuras (Figuras 1 y 2) se muestra un diseño de la PreÓptica donde se puede observar la coincidencia de los ejes entrada salida.

Ingeniería Electrónica y Control

Durante el año 2016 se ha avanzado en el diseño preliminar del control del instrumento, sobre todo en lo que se refiere a los subsistemas que están más maduros, como son los incluidos en el interior del criostato y que deben funcionar a temperaturas criogénicas. Se ha realizado un trabajo de recopilación exhaustiva de los requerimientos de control de cada uno de los subsistemas, especialmente en lo que se refiere a mecanismos, temperaturas y seguridad. Para realizar estas recopilaciones, se establecieron teleconferencias independientes con las instituciones responsables de cada uno de los subsistemas.

Paralelamente a las tareas de diseño preliminar y soporte al consorcio, se han realizado algunas tareas

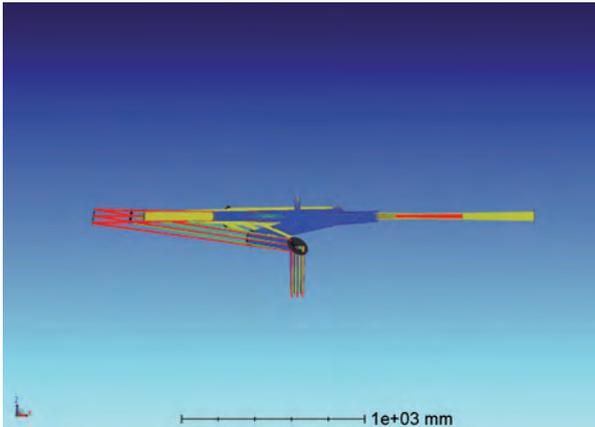


Figura 1.- Coincidencia de los ejes entrada-salida.

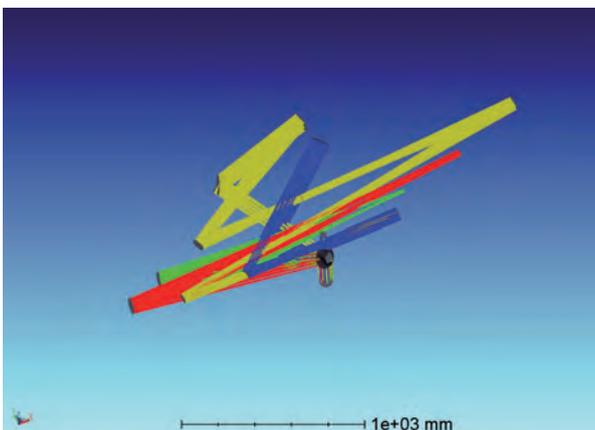


Figura 2.- Escala 60x30 (azul), Escala 20x20 (amarillo), Escala 10x10 (verde) y Escala 4x4 (rojo).

de desarrollo tecnológico ensayando los métodos de control que se pretende utilizar de acuerdo a los estándares establecidos por la institución ESO, usuaria final del instrumento. Con tal finalidad, y con la colaboración de una estudiante en prácticas, se implementó un sistema prototipo usando autómatas programables de la marca Beckhoff, el cual utilizaba una interfaz basada en el protocolo de sincronización PTP (IEEE1588).

Ingeniería Mecánica

Se han seguido probando elementos electromecánicos comerciales como encoders, voice coils, etc. haciéndoles una preparación para criogenia y realizándoles pruebas a baja temperatura. Dadas las necesidades de esta preparación se han tenido que investigar y desarrollar técnicas de lubricación en seco para rodamientos comerciales.

Por otra parte ha habido varias reuniones durante el año para fijar las especificaciones de la Preóptica, lo

que ha originados nuevos diseño ópticos y por lo tanto nuevos diseños mecánicos. Se ha conseguido rebajar la masa total de la Preóptica con un nuevo diseño de banco óptico y se ha rediseñado los soportes del mismo por unos soportes kinemáticos.

INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

EDiFiSE: ESPECTRÓGRAFO DE CAMPO INTEGRAL ECUALIZADO LIMITADO POR DIFRACCIÓN

J. Acosta, J.J. Fuensalida.

B. García-Lorenzo

A. Alonso, H. Chulani, F. Gracia, Y. Martín y L.F. Rodríguez.

INTRODUCCIÓN

EDiFiSE (Equalized and Diffraction-limited field spectrograph experiment) es un instrumento prototipo compuesto por un sistema de Óptica Adaptativa (Unidades de alto y bajo orden) y un espectrógrafo de campo integral ecualizado (IFU y Espectrógrafo). El Proyecto está concebido como una plataforma de ensayo para futuros instrumentos en grandes telescopios de próxima generación, donde la información de la estructura de la atmósfera se determine en tiempo real. Para ello, la rama del instrumento astronómico y la rama de Óptica Adaptativa se concibe conjuntamente.

EDiFiSE nace a partir de los logros del Proyecto AYA2003-07728 y en el marco del Proyecto AYA 2006-13682: "Sensado y corrección de la turbulencia atmosférica: aplicación astronómica", que tiene su continuidad en los proyectos AYA2009-12903 y AYA2012-39136, en el que se pretenden, por una parte, extraer y analizar, en tiempo real, la información relevante de la turbulencia y del sodio mesosférico para suministrarla a sistemas AO/MCAO; y por otra, la aplicación de técnicas para atenuar los efectos de saturación producidos por el objeto más brillante que impiden la detección de los más débiles cercanos. El caso científico de EDiFiSE está centrado en objetos compactos con alto contraste en intensidad. La detección resuelta de los componentes espaciales del objeto se aprovechará tanto de la mejora de la resolución espacial como de la resolución espectral.

EDiFiSE se encuentra en su prórroga final dentro del plan nacional de Astronomía y Astrofísica, y el objetivo es concluir la fabricación del prototipo y probarlo en el Laboratorio de Óptica a lo largo de 2017.

HITOS

Marzo - septiembre: Montaje del dispositivo en laboratorio para el pegado de la máscara y la matriz de microlentes del IFU.

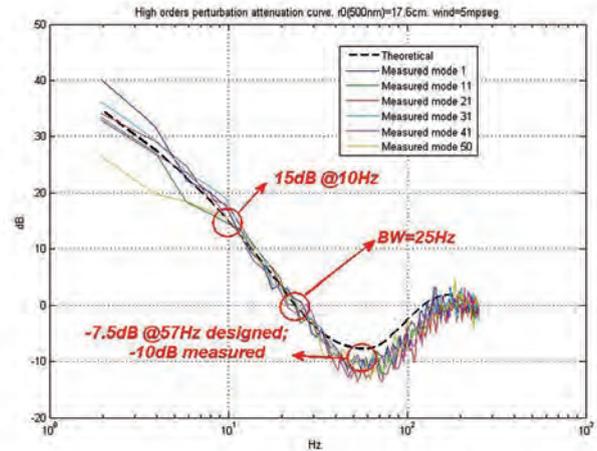
Octubre - diciembre: Se ha iniciado la caracterización de las cámaras EMCCD para optimizar el sistema de control.

Diciembre: Se han tomado datos en el laboratorio el sistema de OA de alto orden en diferentes condiciones de iluminación y turbulencia.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El principal objetivo hasta diciembre ha sido comprobar y documentar el funcionamiento del sistema en lazo cerrado simulando diferentes regímenes de turbulencia e iluminación.

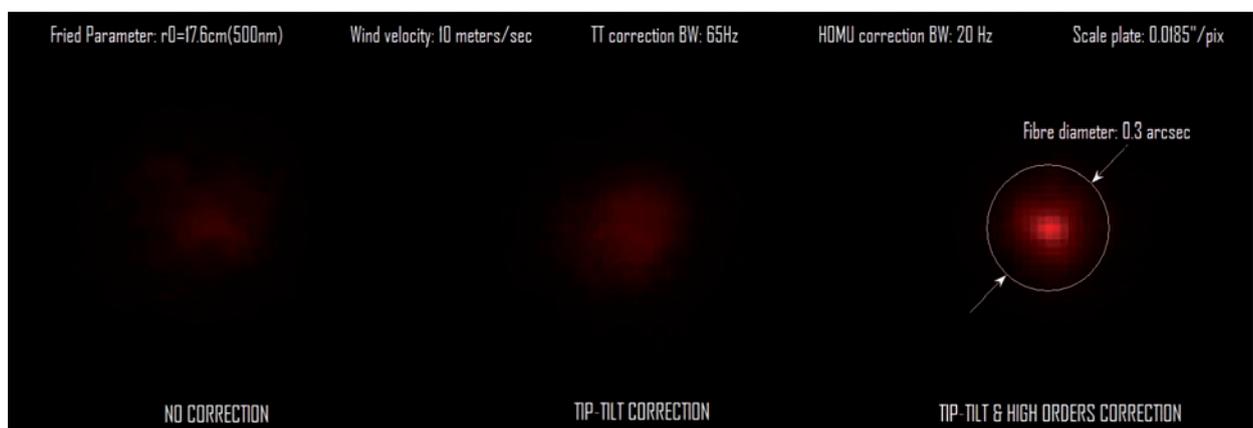
Se ha creado un modelo Zemax del sistema óptico en la configuración actual con vistas a analizar las posibles mejoras que conduzcan a la optimización del prototipo definitivo. Por otra parte, mediante simulaciones con el paquete Object Oriented Matlab & Adaptiva Optics (OOMAO) se ha obtenido una estimación del Strehl esperable en función de magnitud de estrella/número de fotones por sub-pupila. El sistema podría sensar y corregir alcanzando un Strehl de 0.77 para



Curvas de atenuación medidas con el HOMU diseño de ancho de banda 25 Hz.

condiciones de alta iluminación (>300 fotones por sub-pupila) y 0.1 para condiciones de baja iluminación (20 fotones por sub-pupila).

El análisis de las posiciones de las microlentes y los huecos de la máscara de repuesto muestra un desajuste esencial, que no permitiría un acoplamiento perfecto. Se propone ejecutar el procedimiento desarrollado comparando los dos juegos de máscaras y matrices disponibles, para seleccionar el par que proporcione una mayor superficie útil del módulo. Adicionalmente se va a fabricar un haz de fibras compacto para probar el espectrógrafo en el telescopio TCS del Observatorio del Teide.



Imágenes de larga exposición con el Sistema de corrección y placas de turbulencia de IACAT: r0=17.6 cm (500 nm) y velocidad de viento 10 m/s. Efecto de la corrección de tip-tilt y 60 modos de alto orden.

ESPRESSO (ECHELLE SPECTROGRAPH FOR ROCKY EXOPLANETS AND STABLE SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS)

R. Rebolo.

C. Allende, M. Amate, F. Tenegi, S. Santana, J.L. Rasilla, A.B. Fragoso y J. González.

Consortio: Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (Portugal), Univs. de Oporto y Lisboa (Portugal), INAF, Obs. de Trieste (Italia), Obs. de Brera (Italia), Obs. de Ginebra (Suiza), Inst. Physics de Univ. de Berna (Suiza), IAC, ESO (Europa).

INTRODUCCIÓN

ESPRESSO (Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations) es un espectrógrafo Echelle de alta resolución, con dispersión cruzada, alimentado por fibra óptica; concebido para ser usado en el foco combinado del telescopio VLT (Very Large Telescope), para aprovechar la luz de hasta 4 Unidades de Telescopio (4UT).

Los objetivos científicos del Proyecto son:

- Medición de velocidad radial con alta precisión (10 cm/s) para buscar planetas rocosos.
- Medir la variación de las constantes físicas.
- Analizar la composición química de las estrellas en las galaxias cercanas.
- Servir de precursor y demostrador en el VLT de la tecnología del instrumento HIRES (HI RESolution) para el telescopio E-ELT.

El principal objetivo del Proyecto en esta fase (2016) fue verificar e integrar los elementos responsabilidad del IAC, enviarlos a Ginebra e integrar allí el instrumento.

HITOS

Se corrigieron los problemas de oxidado del Banco Óptico.

Se recibieron, verificaron, aceptaron y enviaron todos los elementos ópticos.

Se finalizó, integró y envió a Ginebra el Fibre Link.

Se trabajó en el software de reducción de datos.

Se superó la Delta FDR (RAMS para el IAC).

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Banco Óptico

Tras haber sido entregado en agosto de 2015, y detectados unos problemas de oxidación ocasionados durante el transporte, las acciones sobre el Banco Óptico de ESPRESSO se centraron en su restitución al estado original saneado, incluyendo la limpieza del óxido, así como la aplicación de un segundo niquelado. Adicionalmente se procedió a la realización de una nueva campaña metrológica para su caracterización, cálculo de dimensiones de sistemas de posicionado para un correcto alineado, soporte a la ingeniería de sistemas para la correcta definición del alineado, etc. También hubo que actuar sobre los interfaces con las cámaras debido a la detección de desviaciones respecto de la tolerancia especificada al fabricante, logrando obtener la planicidad adecuada mediante un proceso de rasquetado manual.

Suministro de elementos ópticos

Justo a final de 2015 se recibió y aceptó el Dicroico (DC). Primer cuatrimestre del año: a principios de año, se realizó una visita a Presicion Asphere en Fremont para el seguimiento del contrato de suministro del Colimador Principal (MC). Durante las siguientes semanas, montaje y verificación de la óptica de ESPRESSO (DC, Blue Transfer Mirror, Red Transfer Mirror, Blue Cross Disperser, Red Cross Disperser, Field Lens) y envió a Ginebra para su integración en el sistema. Segundo cuatrimestre: Pruebas de integración en Ginebra y elaboración de la documentación final para la opto-mecánica. En agosto, recepción y aceptación del MC llegado de EEUU. Montaje y verificación de la montura del MC en Ginebra en septiembre. Tercer cuatrimestre: alineado del MC en el sistema (Ginebra). Entrega de la documentación relativa a la óptica y opto-mecánica bajo nuestra responsabilidad.

"Fibre Link"

Durante el año 2016, se realizó la integración final del subsistema Fiber Link de ESPRESSO, así como las pruebas del sistema. Este subsistema fue enviado a Ginebra y entregado al proyecto en julio de 2016 quedando pendientes labores de finalización de la documentación.

Asimismo, a finales de año comenzaron labores de montaje de un sistema de repuesto del Fiber Link que supone la fabricación de un conjunto similar al anterior con ciertas mejoras en el ámbito de la protección y me-



ESPRESSO, integración optomecánica en Ginebra.

jas en la manipulación de los haces de fibras. Estas labores iniciadas, como se ha dicho, en la segunda mitad de 2016 se prevén finalizar en la primera mitad de 2017.

Monturas Opto-mecánicas

Se finalizaron, integraron, verificaron y enviaron a Ginebra donde se integraron con la Óptica y el Banco Óptico.

Software de Reducción de Datos

Se ha trabajado en el software y en la documentación asociada, se prevé entregar el paquete de trabajo en el primer trimestre de 2017.

PA/QA

Se trabajó en las nuevas versiones de "Configuración Item Data List", "Reliability Analysis", "Hazard Analysis" y "List of Safety Provisions". También se inició la recolección de documentos para el "Safety File" y el "Technical Construction File".

Se realizaron viajes para seguimiento de suministradores de la óptica, y para la integración en Ginebra.

HORS (HIGH OPTICAL RESOLUTION SPECTROGRAPH)

R.J. García López.
C. Allende Prieto, J. Calvo, F. Gracia, E. Joven, F. Gómez Reñasco, F. Tenegi y J.J. Fernández.

INTRODUCCIÓN

HORS es un espectrógrafo de alta resolución para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), desarrollado por el

IAC a partir de los componentes del extinto Utrech Echelle Spectrograph, que operó en el telescopio WHT en los años 90. HORS permite espectroscopia óptica de objetos puntuales con un poder resolutivo $\lambda/\text{FWHM} \sim 25.000$.

Durante 2016 HORS ha seguido avanzando en el IAC, completándose la electrónica de control, el software, así como el diseño y fabricación de un nuevo brazo de adquisición y un nuevo haz de fibras. El trabajo se ha repartido a lo largo del año, y ha sufrido en parte la coincidencia en el tiempo con la finalización de otros proyectos (ESPRESSO y EMIR, principalmente). Mientras que los avances en la electrónica y el software han sido relativamente predecibles, la fabricación del haz de fibras presentó numerosas dificultades, relacionadas en particular con la interfaz entre las microlentes y las fibras, y el reto técnico de medir con precisión la eficiencia del haz.

La falta de eficiencia del haz de fibras detectada a finales de 2015 ha sido investigada en detalle, lo que ha revelado tres problemas diferentes:

- El alineado del brazo de adquisición
- Su rigidez y estabilidad mecánica
- La interfaz entre las microlentes y las fibras

WEAVE (WHT ENHANCED AREA VELOCITY EXPLORER)

J.A. López Aguerri.
J.M. Herreros, J. Alonso, C. Allende, J.M. Delgado y C. Zurita.

INTRODUCCIÓN

WEAVE (WHT Enhanced Area Velocity Explorer) es un nuevo espectrógrafo multiobjeto que se ubicará en el telescopio WHT, del Observatorio del Roque de los Muchachos, en la Isla de La Palma. Este instrumento va a ser crucial en el futuro del telescopio WHT porque no sólo renovará la instrumentación existente sino que lo situará en lo más alto del conjunto de telescopios de la clase de 4 metros de diámetro que llevan a cabo inventarios de espectroscopia multiobjeto. El instrumento está siendo desarrollado por un consorcio en el que participan instituciones del Reino Unido, Países Bajos, Francia, Italia, México y España.

Este instrumento combina un gran campo de visión de 2 grados de diámetro con una gran capacidad espectral, capaz de proporcionar hasta 1.000 espectros

de objetos astronómicos en una única exposición. Dispondrá además de unidades de campo integral (IFU) que serán útiles para realizar espectroscopía de campo integral de galaxias. El instrumento ofrecerá resolución de $R=5.000$ entre 370 y 950 nanómetros de longitud de onda, y una alta resolución de $R=20.000$ en dos rangos situados entre 410 - 460 nm y 600 - 678 nm. El espectrógrafo y las unidades de control se instalarán en el foco Nasmyth (Laboratorio GHRIL), mientras que el sistema posicionador de fibras se ubicará en el nuevo foco primario del telescopio.

La participación del IAC en el proyecto WEAVE consiste en: i) diseño, fabricación y entrega del nuevo foco primario –estructura soporte con control de foco, corrector focal y rotador, ii) suministro de los retractores de fibras del sistema posicionador de fibras, iii) diseño, fabricación y entrega de los sistemas de control del espectrógrafo, del control de foco, corrector focal y rotador, iv) suministro de una de las lentes del corrector focal, la Lente #4, y v) diseño y desarrollo del software de análisis y procesado de datos científicos.

HITOS Y EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Los paquetes de trabajo que el IAC tiene encomendados se están ejecutando conforme al plan previsto. En el 1T2016 se realizó el montaje, verificación y envío a La Palma de la estructura soporte y control de foco “Focus Translation System” (FTS). La validación del sistema tuvo que ser dividida en dos etapas. La primera etapa se decidió llevarla a cabo en el IAC desde junio de 2016 hasta finales de año. La segunda etapa de validación se realizará en el propio telescopio durante el primer semestre de 2017.

Durante el primer trimestre de 2016 se realizó la fabricación de los retractores y la lente #4 considerándose así finalizados por parte del IAC. Por otra parte se ha llevado a cabo, por la industria local, la fabricación, el montaje y pruebas del sistema de control del espectrógrafo. Aún queda pendiente la integración mecánica y eléctrica en el espectrógrafo del sistema de control hardware. Se prevé que se lleve a cabo a principios de 2017.



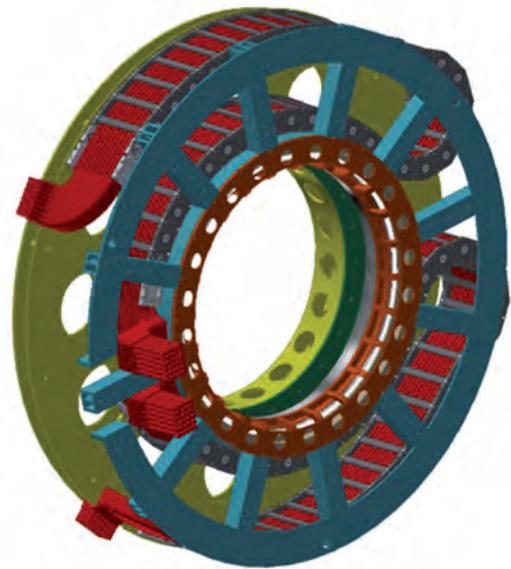
Pruebas en el IAC de la estructura soporte y unidad de traslación del foco (FTS).



Parte de la electrónica de control del instrumento.



Lente #4 y componentes del sistema retractor de fibras.



Modelo 3D del Prime Focus Corrector Unit y del rotador.

A lo largo del año se procedió a la revisión de los diseños y preparación de la documentación para la publicación de las licitaciones del corrector focal y del rotador de campo. En agosto se publicó la licitación del corrector. El 25 de noviembre se celebró sin incidencia la tercera mesa de contratación del WCS con lo que se continuó con el proceso de adjudicación. Se espera que la firma del contrato con la empresa adjudicataria se realice a principios de 2017. La publicación de la licitación del rotador se hizo a principios de diciembre, se prevé su adjudicación para mediados de 2017.

Durante 2017 y primera mitad de 2018 se llevará a cabo una actividad muy intensa de ingeniería y gestión

para el seguimiento de los contratos. Se prevé que estos dos sistemas sean entregados al ING en el primer semestre de 2018.

En relación a la financiación del Proyecto hay que mencionar que en mayo de 2016 se concedieron 1,8 MM de EUR procedentes de fondos FEDER-ICTS para la financiación de los sistemas corrector y rotador de campo. Con esta aportación de dinero se tiene cubierto todo el presupuesto para financiar los paquetes de trabajo restantes responsabilidad del IAC.

A fecha actual se prevé que el instrumento sea comisionado en el telescopio durante la segunda mitad de 2018.

AOLI (ADAPTIVE OPTICS LUCKY IMAGER)

R. Rebolo.

A. Oscoz, J. Font, R. López, M. Puga, L.F. Rodríguez, G. Rodríguez-Coira y S. Velasco.

Inst. of Astronomy IoA (Univ. de Cambridge, Reino Unido), Univ. de Cartagena; Physikalisches Inst. (Univ. de Colonia, Alemania); Univ. de La Laguna; Plataforma Oceánica de Canarias; Inst. de Microelectrónica (Madrid).

INTRODUCCIÓN

AOLI (Adaptive Optics Lucky Imager) es un instrumento de última generación que combina las dos mejores técnicas existentes para mejorar la resolución espacial con el fin de obtener imágenes en el límite de difracción en el rango visible con el telescopio WHT (y, en el futuro cercano, con el telescopio GTC), con resoluciones superiores a las del HST. Su precursor, FastCam, ha servido para realizar investigaciones en 40 campos distintos de la Astrofísica, por lo que las expectativas de lo que puede obtener AOI son inmensas.

Este instrumento consiste en un sistema de Óptica Adaptativa (OA) además de una cámara de alta resolución con componentes adicionales para permitir la más alta resolución jamás obtenida en Astrofísica (20-50 milisegundos de arco) con un campo superior a 1 minuto de arco. Aunque la técnica de Lucky Imaging (LI) ofrece unos resultados espectaculares y resulta muy barata en comparación con otras de alta resolución espacial, solamente iguala la resolución del HST. La adición de OA de bajo orden al sistema antes de la cámara de LI elimina las mayores escalas de turbulencia y permite que el proceso de LI funcione mejor en grandes telescopios. Así, los sensores de curvatura de frente de ondas en modo “photon counting” son una parte clave de AOI.

HITOS

Dos períodos de comisionado.

Diseño final del TP3-WFS (Two Projected Pupil Planes WFS).

Cierre rutinario del lazo en laboratorio y en telescopio (WHT) en malas condiciones meteorológicas.

Simplificación del diseño del instrumento.

Obtención de imágenes de calibración y ciencia.

Compensación de las NCPAs.

Solucionados problemas de sincronización en la generación de imágenes.

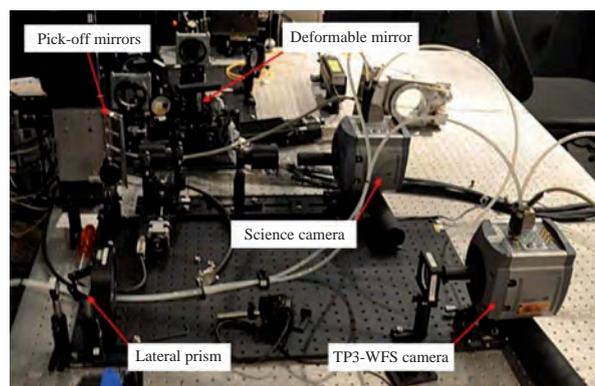
EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El avance realizado en los últimos meses ha sido muy alto. Por un lado se llevó a cabo un estudio realista y completo de las tareas pendientes y el trabajo que requeriría cada una. Por otro lado, todo ha ido encaminado a las observaciones programadas en los meses de mayo y octubre en el telescopio WHT. Estos eran los puntos críticos del Proyecto y se han conseguido “con nota”.

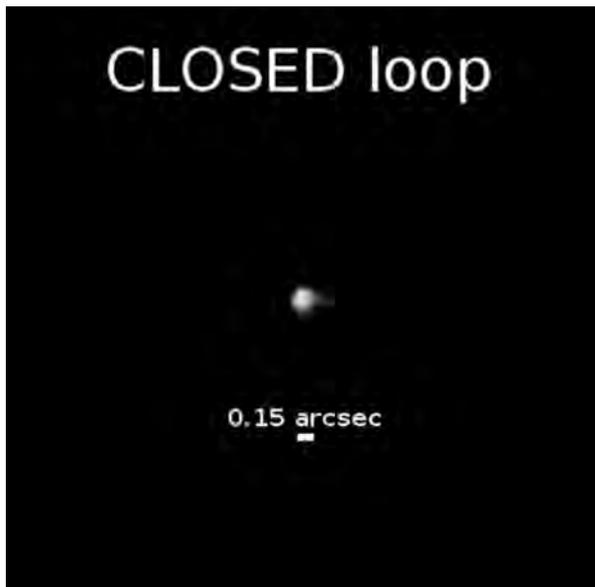
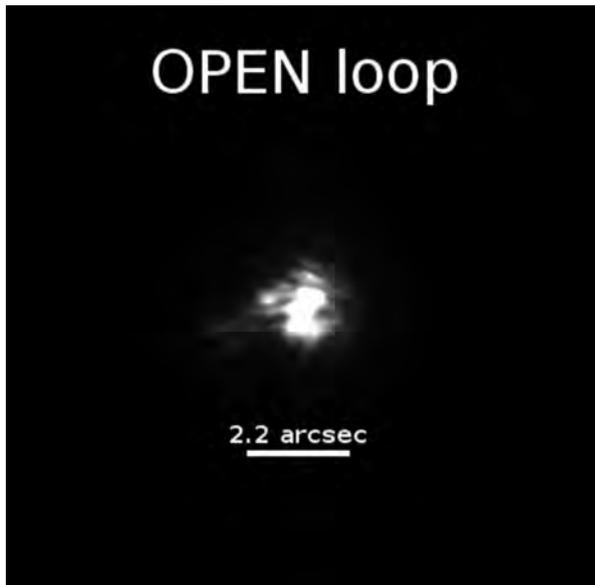
Las tareas concretas en las que se ha trabajado durante este período han sido: 1 pickoff mirror; 2 plate scale exchanger; 3 autoguiding; 4 calibrations subsystems; 5 WFS and science cameras; 6 calibration of the gWFS; 7 software; 8 AO control; 9 real time control; 10 modularization; 11 science and reduction software; 12 dynamic response of the AO system. De las 58 tareas que había que finalizar antes de las observaciones, con diferentes niveles de complejidad, premura e importancia, se han finalizado la inmensa mayoría de ellas.

Una vez realizado el montaje y pruebas de AOI en el IAC, el equipo del Proyecto probó su eficacia en el telescopio WHT en mayo y en octubre. A pesar de las malas condiciones de las noches (turbulencias, luna llena, calima y telescopio no optimizado), el instrumento se comportó de manera excepcional, pudiéndose cerrar el lazo en cielo con estrellas de diferente magnitud (hasta magnitud 10), en circunstancias imposibles para otros instrumentos de Óptica Adaptativa. Debido a los problemas indicados y a otros fallos instrumentales descubiertos con posterioridad no se pudo cerrar el lazo con estrellas más débiles, algo que se deja para 2017. Es la primera vez que un instrumento desarrollado por el IAC consigue el cierre del lazo en un telescopio.

Los problemas fundamentales que se han encontrado, además de la complicación del cierre del lazo,



AOLI instalado en uno de los dos focos Nasmyth del WHT, dentro de GRACE. Se identifican los principales componentes.



Comparación entre la observación de una estrella en el telescopio WHT con el lazo abierto o con el lazo cerrado.

han sido dos: primero la incompatibilidad de la electrónica de control de las cámaras EMCCD con el resto del sistema y segundo la dificultad en la obtención del pick-off mirror. El primer punto se solucionó temporalmente usando cámaras Andor para las observaciones, pero se intentará solucionar definitivamente con una colaboración con PLOCAN. Para el segundo punto se han desarrollado nuevas líneas de trabajo tanto en Omega Optical como en el Instituto de Microelectrónica del CSIC.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

SOLARNET/GREST_EST (TELESCOPIO SOLAR EUROPEO DE GRAN APERTURA - LARGE APERTURE EUROPEAN SOLAR TELESCOPE)

M. Collados.

A. Escobar y A. Martín Gálvez.

S. Jiménez, C. Grivel, T. Vaz, M. Esteves, N. Vega, D. Vega, C. Domínguez, I. Montilla, L. Montoya, R. López, E. Páez, J. Marco de la Rosa, E. Ballesteros, H. Socas, M. Reyes, F. Gracia, LL. Cavaller (GRANTECAN S.A.) y O. Grassin (KIS).

INTRODUCCIÓN

El objetivo del Proyecto European Solar Telescope (EST) es la elaboración de un diseño conceptual que demuestre la viabilidad científica, técnica y presupuestaria, de un telescopio solar europeo de clase 4 m y su instrumentación de alta resolución espacial y temporal, optimizados para el estudio del acoplamiento magnético entre la Fotosfera y la Cromosfera y que será instalado en los Observatorios de Canarias.

2008-2011: El diseño comenzó a realizarse en el marco de un contrato con la Comisión Europea dentro del Séptimo Programa Marco (FP7), con el IAC como institución coordinadora, liderando un consorcio de 29 socios y 7 colaboradores.

En la fase actual de optimización del diseño "SOLARNET_EST", las actividades se están financiando por IAC, el programa Severo Ochoa y la red europea SOLARNET hasta fin de 2015 y se prorrogarán hasta fin de marzo de 2017 por SOLARNET, y hasta fin de junio de 2018 por el proyecto europeo GREST.

Dentro del marco de SOLARNET se están realizando análisis que se enfocan principalmente sobre el telescopio, la cúpula y la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO) de EST. Se estudia también un prototipo de "image slicer" MuSICa (concepto de uno de los instrumentos propuestos para EST) que será validado con el espectrógrafo GRIS en el telescopio GREGOR. Esta fase abarca el diseño óptico, por parte del IAC, y la fabricación, a cargo de Winlight Optics. Además se incluye la campaña de 2014 de dos "Shabar largos", instrumentos que miden la turbulencia atmosférica en los 2 observatorios, OT y ORM, su mantenimiento y el proce-

sado de los datos acumulados desde la primera campaña de 2010.

El objetivo general de GREST es continuar con los trabajos de diseño técnico relacionados con la instrumentación de que dispondrá el EST. En el área de instrumentación del IAC, el trabajo consiste en el seguimiento de los desarrollos tecnológicos realizados por los socios y el estudio optomecánico de un image slicer con salida multirrendija para EST.

HITOS

Febrero:

- Se incorpora S. Jiménez como tecnólogo del EST
- Relevo en el puesto de ingeniero de sistemas

Marzo:

Se repara una mesa posicionadora de PiMicos

Abril:

- Entregables del "second reporting period" de SOLARNET
- EST reconocido como ESFRI
- Versión inicial del entregable GREST D4.1 Multi-IFU requirements
- Entregable GREST D1.5 Dissemination, Communication and Exploitation plan
- Entregable GREST D1.1 Minutes of the Kick Off meeting
- Entregable SOLARNET D10.3: Minutes of Board Meetings
- Entregable SOLARNET D10.4: Report on public outreach
- Entregable SOLARNET D30.5: Progress and final reports issued by host institutions concerning short stays
- Entregable SOLARNET D60.9: Image slicer prototype
- Entregable SOLARNET D70.6: Results of MCAO correction simulations
- Entregable SOLARNET D70.8: Results of site-testing campaign at ORM and OT
- Entregable SOLARNET D70.9: Results of the optimization of EST design based on CFD analysisEntregable

Mayo:

- Entregable GREST D1.6: GREST Web Site
- Entregable GREST D7.1: Scientific community in Solar Physics and technological expertise in Europe
- Web del EST, reorganización webs SOLARNET y EST DS
- Se acaba la fabricación y se aborda la integración

del sistema de barrido de la IFU

Junio:

Asistencia al SPIE con presentación de varios posters y charlas del EST

Julio:

Se incorpora C. Domínguez a GREST

Agosto:

Se incorpora A. Martín Gálvez como gestora del Proyecto GREST

Septiembre:

Reunión anual de GREST en Granada

Octubre:

- Entregable GREST D1.2: Minutes of Steering Committee Meetings Y1
- Recepción del image slicer de Winlight Optics
- Finalización de la fabricación de la versión inicial del banco IFU
- Diseño, Cálculo y Fabricación de una unidad de transporte para el banco IFU

Noviembre:

- Pruebas del banco IFU (incluyendo el image slicer) en GREGOR
- Integración del banco IFU en el sistema de control de GREGOR. Estas pruebas suponen la validación de la tecnología del image slicer

Diciembre:

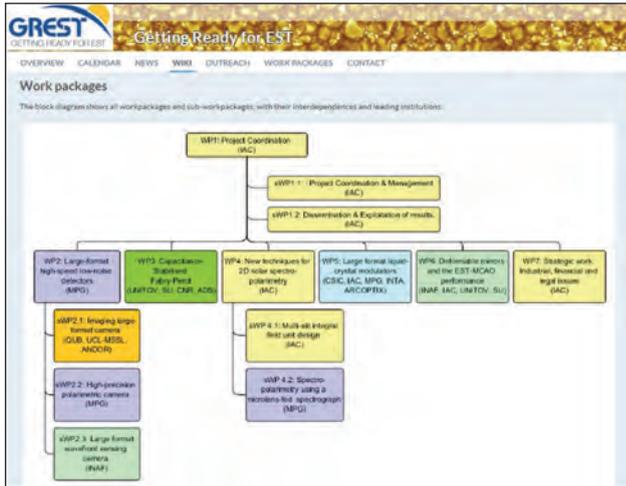
- Entregable GREST D4.2 Multi-IFU impacto on other optical elements
- Convocatoria de plazas para ingenieros mecánicos de GREST
- Recapitulación de las experiencias de la integración del banco IFU en GREGOR
- Redacción del informe de las pruebas del image slicer en telescopio y envío a Winlight Optics.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En el mes de febrero se incorpora S. Jiménez como tecnólogo del EST.

También en febrero se produjo el relevo de ingeniero de sistemas. C. Grivel (ing. de sistemas de SOLARNET) dejó el IAC, y se incorporó T. Vaz (ing. de sistemas de GREST).

En febrero también se detecta que una de las tres mesas posicionadoras de PiMicos, que se usaban para el FovScan, no funciona. A posteriori se detectó un error en nuestro cableado que pudo ser la causa. Preguntado a PiMicos, el proveedor se compromete a repararla. PiMicos acorta sus plazos al máximo y, con



Detalle de las webs desarrolladas por el Proyecto GREST.

gran diligencia, arregla la mesa posicionadora en apenas tres semanas.

Durante marzo y abril, se desarrolló y desplegó la Web de GREST, basada en un gestor de tareas (Redmine), y abierta al consorcio de GREST. Se aprovechó el tirón de esta actividad para reagrupar las webs de proyectos anteriores (SOLARNET y EST_DS) en un mismo servidor. También se creó una Web de publicación de contenidos para el EST. La Web finalmente se desplegó en mayo.

En abril, el EST fue incluido en el roadmap 2016 de ESFRI.

Entre abril y mayo se finaliza la fabricación y se integra el sistema de barrido del banco IFU. También se prepara y entrega toda la documentación del "second period" de SOLARNET.

Durante abril, O. Grassin y E. Ballesteros sintonizan las mesas posicionadoras de PiMicos. También se desa-



Presentación de M. Collados en el evento de lanzamiento del roadmap 2016 de ESFRI, en Amsterdam.

rolla una herramienta para especificar y ejecutar barridos durante las pruebas en la sala de AIV, consistente en una aplicación web para definir los barridos, y una aplicación Python para manejar el sistema de barrido en base a los contenidos de la Web. Se complementa con un simulador de sistema de barrido para probar las herramientas sin dañar la unidad.

2 ESFRI PROJECTS

An advanced telescope for observing the Sun and its magnetic activity

EST European Solar Telescope

Description
The European Solar Telescope (EST) is a 4-metre class telescope dedicated to study the fundamental processes in the Sun that control the solar atmosphere and its activity and the physical conditions in the heliosphere. EST will be optimized for high-resolution multi-wavelength simultaneous multi-instrument observations of the photosphere and chromosphere, as well as magnetic structures therein. One of its main objectives will be to understand and predict the emergence of magnetic fields at the solar surface and transfer of magnetic and kinetic energy from subsurface layers in the solar atmosphere. This is the key question for understanding how the magnetic field is controlling the solar atmosphere and its activity. As the Sun is the only star at which photospheric and chromospheric features can be resolved, these observations will be of astrophysical wide relevance. Understanding the interaction of plasmas with magnetic fields has many technological applications, e.g. in fusion nuclear reactors. Space missions are also tributary of data from ground solar telescopes.

Steps for implementation
EST will be built in the Canary Islands, where the current major telescopes are already situated. This will give continuity and increase the importance of the scientific parts existing at present in the Islands. Operation of the telescope will progressively implement "open-mode" observing, which is standard for night-time telescopes, allows optimization of the observations, and does not require on-site presence of the beneficiary. 30% of the observing time will be through open calls for proposals, and the open access data policy (after a one year proprietary period) allows access to the whole interested scientific community. Sites will be decided between the Institut de Recerca de les Illes Balears (IRIB) and THEMIS, most of which are approaching the end-of-life stage. These national observatories shall be demonstrated as requested to become test facilities for detector development or to educational programmes, and the research programme shall concentrate to the EST. Key elements of the landscape are the space missions, in particular the ESA Solar Orbiter programme to be launched in 2020, and the US Daniel K. Inoué Solar Telescope (DKIST), formerly the Advanced Technology Solar Telescope (ATST), currently being built in Hawaii. DKIST is an asymmetric telescope with an observation programme concentrated on the South camera and linked with space missions. EST has the same diameter (4m) but it is symmetric and optimized to observe light polarisation as it is mandatory for the study of the emergence of magnetic fields at the solar surface and transfer of magnetic and kinetic energy from subsurface layers to the solar atmosphere. A significant advance can be achieved by obtaining observations of the lower/outer part of the solar atmosphere, with greatly improved spatial and temporal resolutions. The behavior of the solar atmosphere in response to the input of magnetic energy is then observable with space instrumentation. The combination of space and ground-based instrumentation will allow a thorough comprehension of the solar magnetic dynamics.

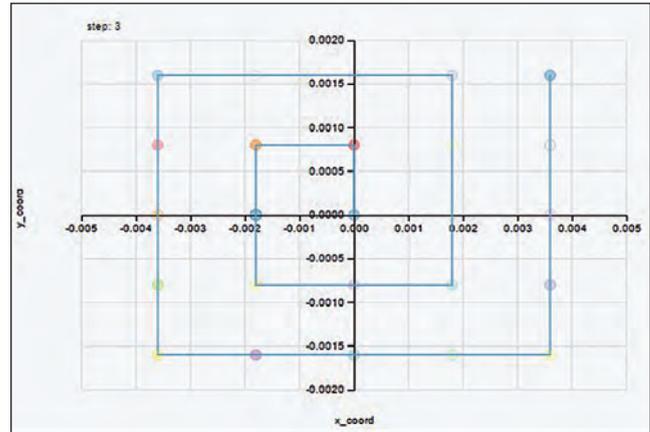
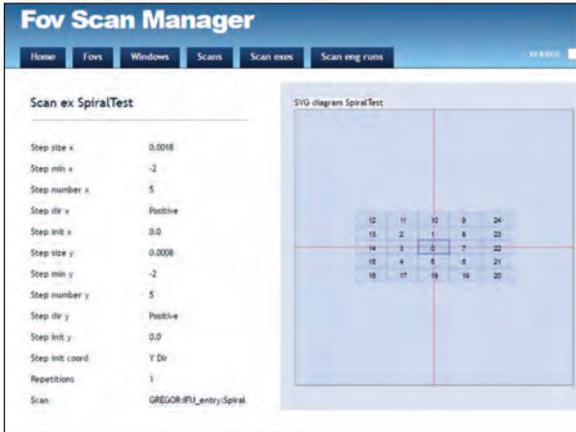
Background
The solar physics community was involved in the development of the project from the beginning. It consists of the EST consortium, all disciplines of the conceptual design study, the European Union (EU) Trans-National Access network SOLARNET and the GREST project. The solar astronomy community is organized through SOLARNET and ASTRONET and operates with success, since the last decades, a set of national observing facilities and infrastructures on the Canary Islands including the Swedish Solar Telescope, the IAC, the ITeL, GREGOR and THEMIS, most of which are approaching the end-of-life stage. These national observatories shall be demonstrated as requested to become test facilities for detector development or to educational programmes, and the research programme shall concentrate to the EST. Key elements of the landscape are the space missions, in particular the ESA Solar Orbiter programme to be launched in 2020, and the US Daniel K. Inoué Solar Telescope (DKIST), formerly the Advanced Technology Solar Telescope (ATST), currently being built in Hawaii. DKIST is an asymmetric telescope with an observation programme concentrated on the South camera and linked with space missions. EST has the same diameter (4m) but it is symmetric and optimized to observe light polarisation as it is mandatory for the study of the emergence of magnetic fields at the solar surface and transfer of magnetic and kinetic energy from subsurface layers to the solar atmosphere. A significant advance can be achieved by obtaining observations of the lower/outer part of the solar atmosphere, with greatly improved spatial and temporal resolutions. The behavior of the solar atmosphere in response to the input of magnetic energy is then observable with space instrumentation. The combination of space and ground-based instrumentation will allow a thorough comprehension of the solar magnetic dynamics.

Headquarters
The solar physics community was involved in the development of the project from the beginning. It consists of the EST consortium, all disciplines of the conceptual design study, the European Union (EU) Trans-National Access network SOLARNET and the GREST project. The solar astronomy community is organized through SOLARNET and ASTRONET and operates with success, since the last decades, a set of national observing facilities and infrastructures on the Canary Islands including the Swedish Solar Telescope, the IAC, the ITeL, GREGOR and THEMIS, most of which are approaching the end-of-life stage. These national observatories shall be demonstrated as requested to become test facilities for detector development or to educational programmes, and the research programme shall concentrate to the EST. Key elements of the landscape are the space missions, in particular the ESA Solar Orbiter programme to be launched in 2020, and the US Daniel K. Inoué Solar Telescope (DKIST), formerly the Advanced Technology Solar Telescope (ATST), currently being built in Hawaii. DKIST is an asymmetric telescope with an observation programme concentrated on the South camera and linked with space missions. EST has the same diameter (4m) but it is symmetric and optimized to observe light polarisation as it is mandatory for the study of the emergence of magnetic fields at the solar surface and transfer of magnetic and kinetic energy from subsurface layers to the solar atmosphere. A significant advance can be achieved by obtaining observations of the lower/outer part of the solar atmosphere, with greatly improved spatial and temporal resolutions. The behavior of the solar atmosphere in response to the input of magnetic energy is then observable with space instrumentation. The combination of space and ground-based instrumentation will allow a thorough comprehension of the solar magnetic dynamics.

Website
<http://www.es-est.eu/>

Spain

Página del roadmap 2016 de ESFRI dedicada al EST.



Herramienta de configuración de barridos para pruebas en la sala de AIV.

En paralelo, se ha diseñado el banco IFU, considerando el cambio de configuración de GRIS, y se han desarrollado los prototipos del soporte de la IFU y del FOVsc para validar los conceptos.

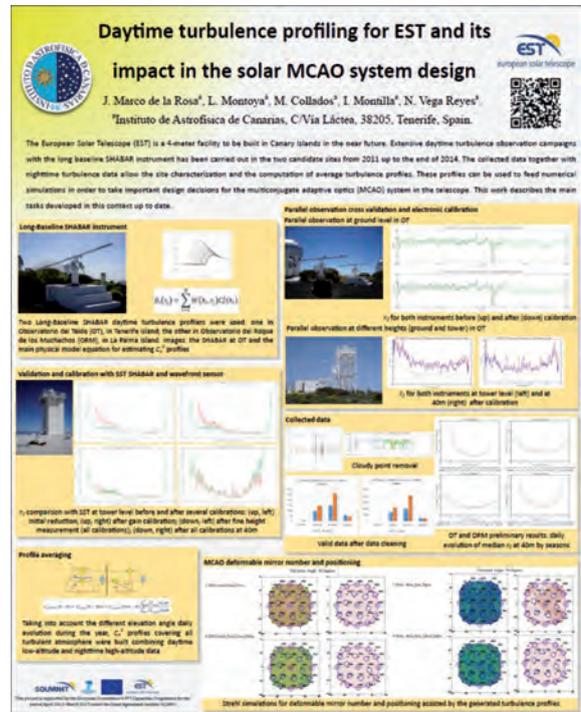
En junio, varios posters y charlas sobre el EST tuvieron lugar en el SPIE 2016:

- Un póster sobre SHABAR presentado por J. Marco
- Una charla sobre Óptica Adaptativa solar presentada por I. Montilla
- Un póster sobre la optomecánica del banco IFU presentado por N. Vega

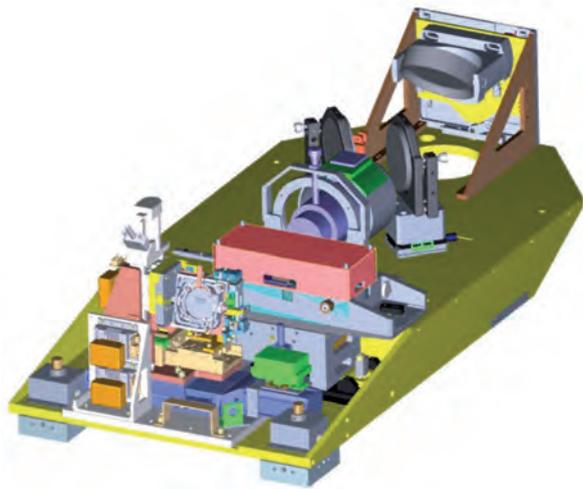
- Una charla sobre los estudios de la cúpula del EST presentado por N. Vega

En julio se incorporó C. Domínguez, lo que supuso un gran apoyo para la integración y validación del image slicer de Winlight Optics, así como para validar el banco IFU en GREGOR.

Durante los meses de verano, los servicios de delimitación y taller, con gran empuje, adelantaron la fabricación del banco IFU. Se optó también por dejar sin pintar las piezas que deberían ser pintadas, puesto que ello haría peligrar la fecha de entrega del banco, y con



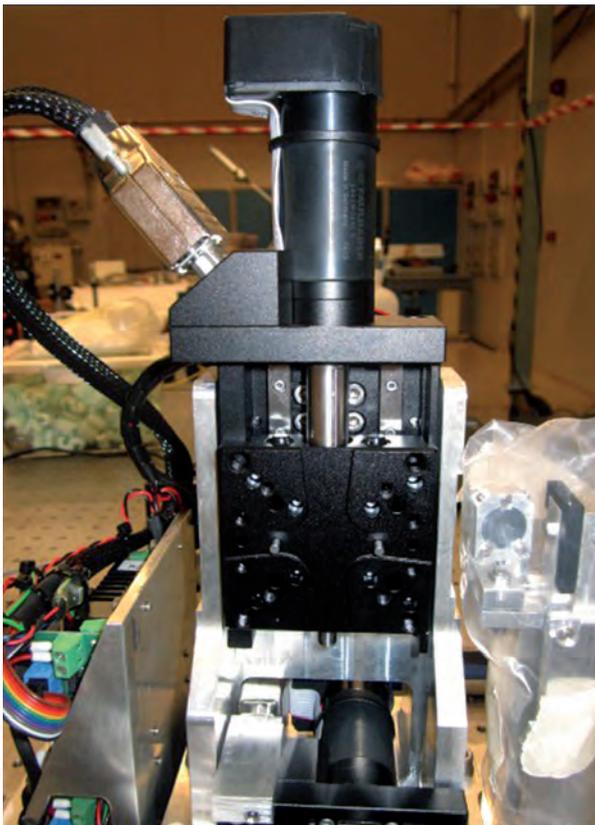
Algunos posters presentados en SPIE 2016.



Diseño del banco IFU.

ello podría comprometerse el hito más importante de SOLARNET.

Se decidió, por tanto, desarrollar una primera versión no definitiva del banco IFU para las pruebas de noviembre, y dejar pendiente los acabados menos prioritarios para después. También se decidió no comenzar a fabricar el banco SLIT aún, para que éste no introdu-



Izquierda, mesa posicionadora afectada por el backlash. Derecha, montaje para la caracterización de las mesas posicionadoras.

jese retrasos en el IFU. Otra cosa que se decide dejar para 2017 son los mecanismos para automatizar los movimientos de polarímetro y FM1.

También se detecta la presencia de “backlash” mecánico en el prototipo del sistema de barrido. Se habla con el proveedor de la mesa posicionadora implicada y se conviene que, tras acabar las pruebas de telescopio, se les enviará la mesa para su revisión/repación. Se decide que no es conveniente gastar tiempo en resonanzar fino el sistema de barrido pues necesitaría reparaciones por parte de PiMicos en 2017.

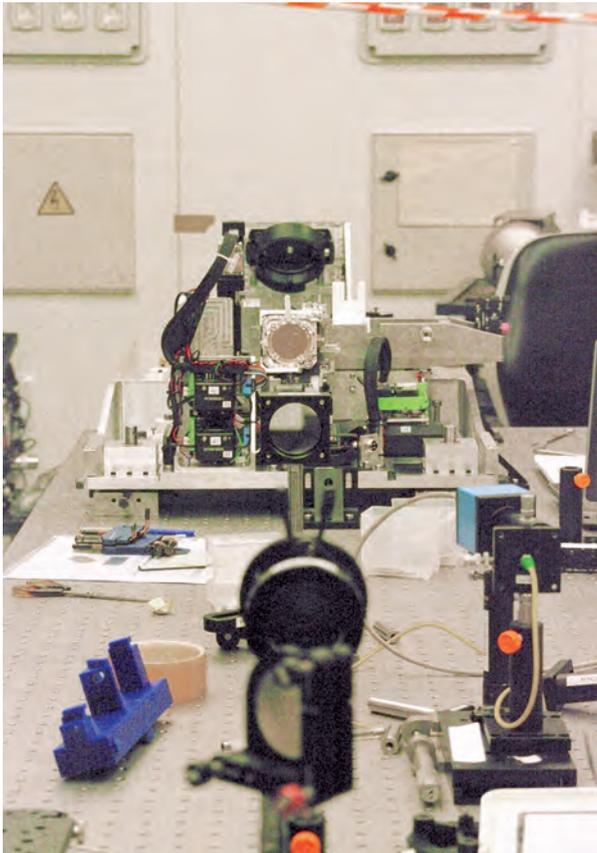
Otra decisión que se tomó fue el forzar a WO (Winlight Optics) una fecha límite (el 13 de octubre), y que nuestro equipo fuese a recibir y traer de vuelta el image slicer desde Francia.

En septiembre tuvo lugar la primera reunión anual de GREST en Granada, en la sede del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA). En ella se presentaron los entregables y las vías de investigación de todos los paquetes de trabajo. Se presenta a A. Martín Gálvez como gestora, y se sientan las bases organizativas para todo el consorcio.

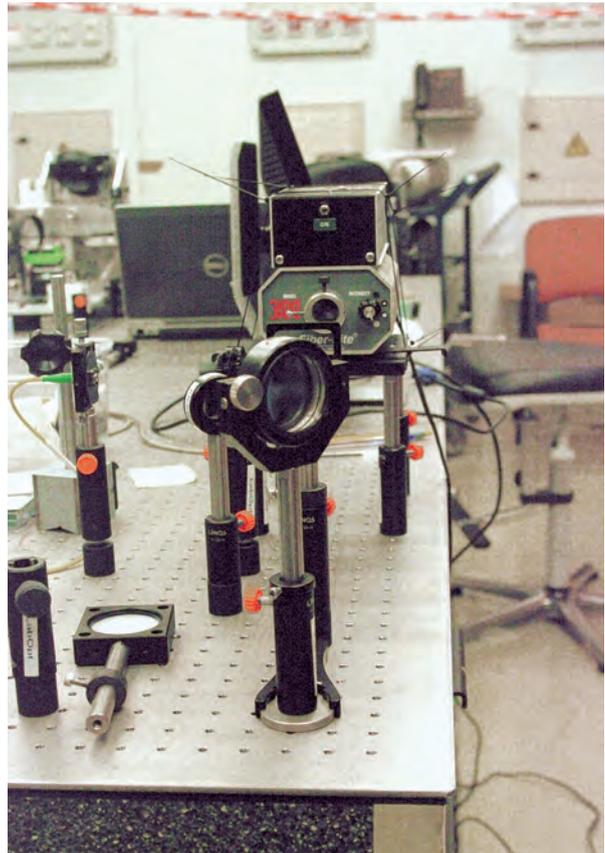
Entre agosto y septiembre se construye en la Sala de AIV un simulador de la $f/37.5$ del telescopio, y se procede a caracterizar el comportamiento óptico y dinámico del sistema de barrido.

En octubre tres integrantes del equipo del banco IFU (N. Vega, C. Domínguez y T. Vaz) se desplazan a Perthus para recibir la IFU. La IFU presenta dos problemas serios (un espejo mal orientado que hace perder una rendija) y el oscurecimiento de otras dos rendijas (un error en el alineado forzó a WO (Winlight Optics) a desmontar el “stack” de espejos aplicando calor). Otro problema organizativo del proveedor impide validar el image slicer con el interferómetro, y también impide a WO entregar la documentación de fabricación y pruebas. El equipo, de acuerdo con WO y con el IP, decide aceptar bajo condiciones la IFU para sus pruebas en telescopio. Las condiciones incluyen que WO repare la IFU durante el primer trimestre de 2017.





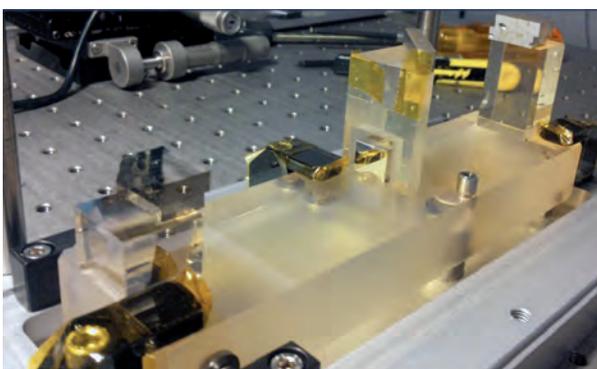
Simulador del telescopio (f/37.5) en la Sala AIV del IAC.



Recepción de la IFU en las oficinas de Winlight Optics. De izquierda a derecha: T. Vaz (IAC), Y. Salaun (WO), C. Domínguez (IAC) y N. Vega (IAC).



Foto conmemorativa de la recepción del image slicer en la Sala AIV del IAC.



IFU fabricada por Winlight Optics, basada en el concepto de image slicer diseñado por el IAC.

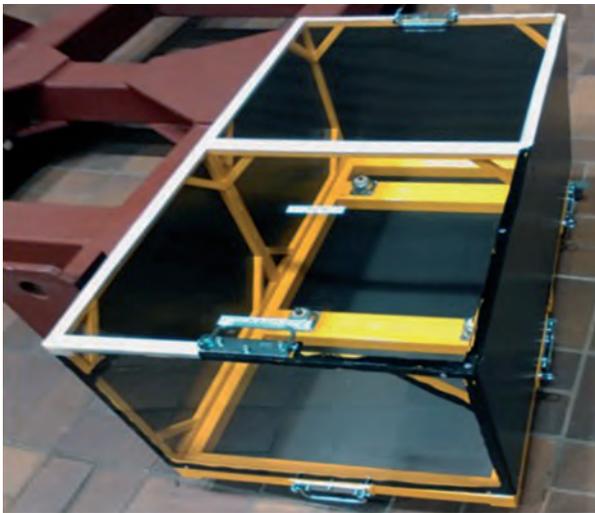
En octubre se acaba la fabricación del banco SLIT, y se procede a integrar los últimos componentes del mismo con ayuda de metrología. En el mismo mes se integra el image slicer en el banco IFU, y se realizan pruebas de validación en la Sala de AIV.

También se diseña y fabrica un útil de transporte y almacenaje del banco IFU, incluyendo también unos patines de teflón para asistir al montaje fino del instrumento sobre la mesa óptica de GREGOR.

Desde septiembre, GRESt está subcontratando la construcción de una maqueta del telescopio EST, para lo cual los ingenieros mecánicos y el de sistemas han prestado colaboraciones técnicas puntuales.



Izquierda: Montaje del goniómetro del banco IFU. Derecha: Instante de las pruebas en la Sala AIV.



Útil de transporte y almacenaje de los bancos IFU y SLIT.

Entre septiembre y octubre, el Proyecto tiene un problema con la ventana de entrada del FovScan. Los cristales de zafiro e IR silica no acaban de llegar, y cuando llegan solo se puede intentar aluminizar en la casa. Las ventanas quedan mal perfiladas, pero se estima suficiente para las pruebas inminentes. En paralelo se contacta con la empresa ProActive para que intente proveer una máscara plan B, recortada. ProActive hace un primer intento fallido que llega justo para probar en telescopio, aunque la ventana se comporta sensiblemente peor que los cristales aluminizados en casa por F. Gracia. A posteriori Proactive realiza (sin sobrecoste para el IAC) una segunda máscara bastante mejor, que no ha podido ser probada en telescopio, aunque se estima que aún no llega a los requisitos. En paralelo a estos dos planes, R. López consigue unas ventanas fruto de una colaboración con la Universidad de Santiago de Compostela, que aunque no llegan a tiempo para ser usadas durante las pruebas del image slicer, sí pueden ser ensayadas uno de los últimos días de telescopio, con resultados mucho mejores. Se estima que es la opción deseable para acabar el banco

IFU. También F. Gracia provee una ventana realizada con galgas, pero no llega a tiempo de poderse probar.

En noviembre el banco IFU sube a telescopio, marcando la integración y las pruebas de validación con resultados mayormente satisfactorios y siendo necesarias pocas acciones de contingencia o correctivas. El apoyo de metrología resulta fundamental, ya que algunas de estas acciones de contingencia requerían absorber imprevistos en el camino óptico del telescopio con inclinaciones precisas del banco IFU. El image slicer se comporta como se espera de él (aunque WO deberá hacer sus pruebas con interferómetro cuando se vuelva a trabajar en él en 2017).

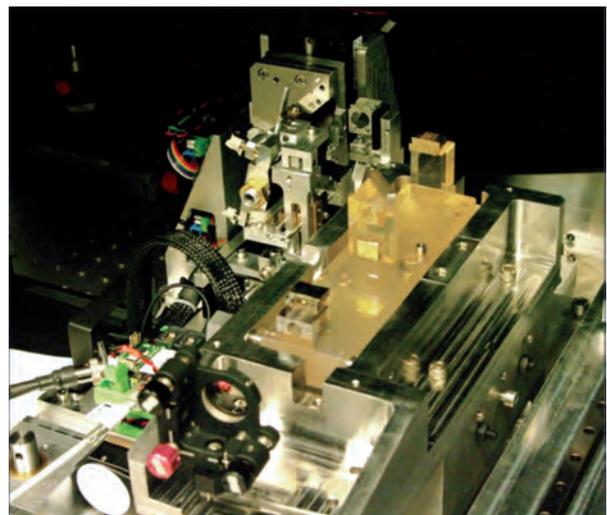


Image slicer montado en GREGOR.

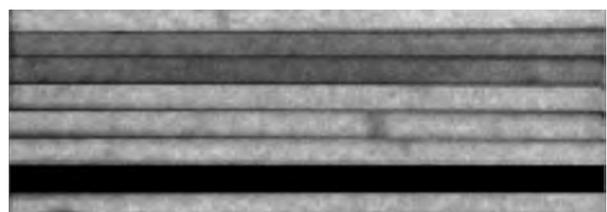
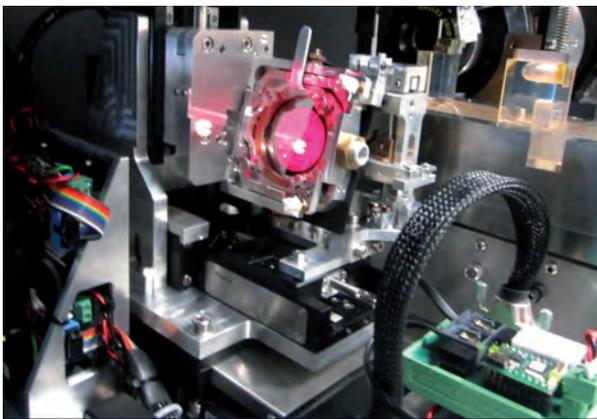
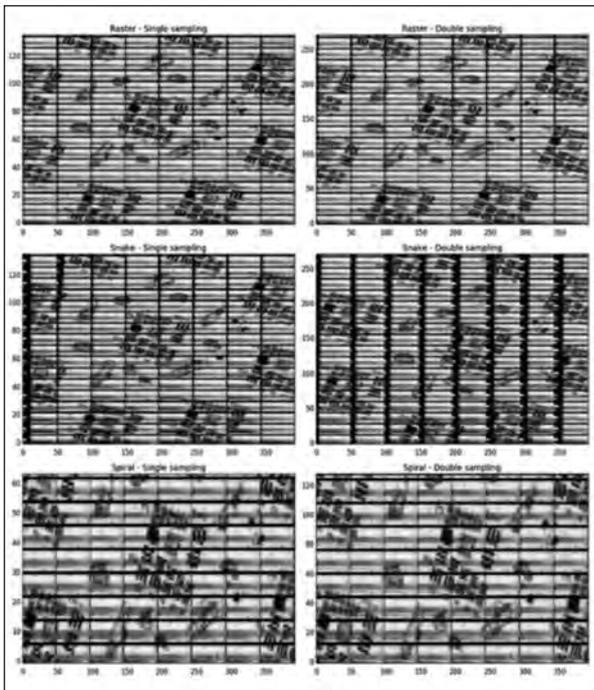


Imagen reconstruida para probar la calidad óptica de las rendijas producidas por la IFU.

La integración con el sistema de control de GREGOR fue un éxito, aunque hubo que resolver algunas incidencias. El barrido se atascaba debido a que el sistema de control de telescopio requiere tener las mesas perfectamente sintonizadas (acción pospuesta por decisión descrita más arriba) o se bloquea. O. Grassin resintonizó las mesas de trabajo y funcionó a la perfección. El software de barridos, además, estaba desarrollado en base a una convención de ejes y signos que no producía los movimientos en los sentidos deseados. O. Grassin introdujo la posibilidad de girar el signo de las coordenadas de cada motor para poder resolver la situación.



Sistema de barrido funcionando en GREGOR.



Imágenes reconstruidas para las pruebas de calidad del sistema de barrido.

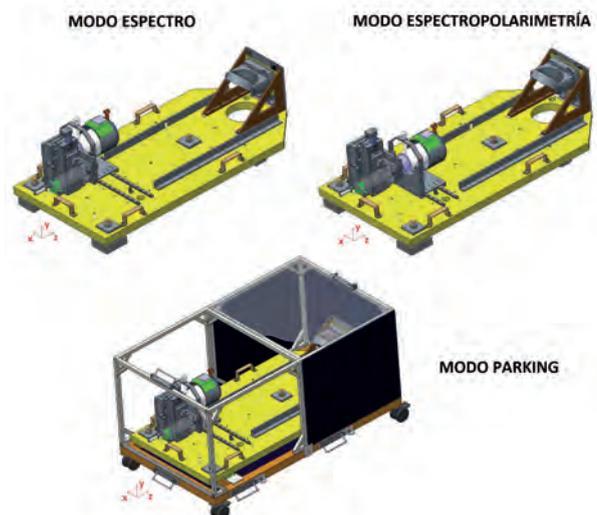
En diciembre tuvo lugar la reunión de recapitulación de las pruebas del banco IFU, donde se trazaron las estrategias a seguir para que el banco pueda, finalmente, dar servicio a la comunidad científica, incluyendo la reparación del image slicer y del sistema de barrido, y la adaptación (ya dentro de GRESt) del banco SLIT de GREGOR para garantizar su intercambiabilidad con la IFU. También se estudiaron cómo conseguir la ventana del sistema de barrido y cómo resolver las anomalías que forzaron la inclinación del banco IFU en GREGOR, y las posibles implicaciones que para el diseño del banco SLIT podrían aparecer.

En diciembre, también, se trabajó en los siguientes documentos:

- Redacción del Reporte de pruebas del image slicer en la Sala AIV y en el telescopio
- Actualización del entregable GRESt D4.1 Multi-IFU requirements
- Redacción del entregable GRESt D4.2 Multi-IFU impact on other elements

En diciembre se convocaron las plazas para los ingenieros mecánicos de GRESt, así como el borrador de la convocatoria para incorporar dos post-doc como ingenieros de sistema o tecnólogos para GRESt.

También se realizó la caracterización de las prestaciones de las mesas del sistema de barrido, y se aisló la causa del backlash (sujeción de la mesa vertical sobre



Diseño del banco SLIT en sus tres estados posibles. Dichos estados también los comparte el banco IFU, gracias a diseños compatibles que los hacen intercambiables tanto en funcionamiento integrados en GRIS, como aparcados en su útil de transporte y almacenaje.

una superficie no completamente plana, sino galgada con dos galgas de 100 y 20 micras respectivamente, en escalón).

Se preparó el image slicer para ser devuelto (mediante exportación temporal) a WO para su reparación.

GTCAO (SISTEMA DE ÓPTICA ADAPTATIVA Y ESTRELLA GUÍA LÁSER PARA EL GRAN TELESCOPIO CANARIAS)

V. Sánchez Bejar.

C. Martín y M. Reyes.

F. Tenegi, J.C. López, J. Marco, J. Rosich, L.F. Rodríguez, M. Núñez, M. Puga, ÓT ubio, R. López e I. Montilla.

Por parte de GRANTECAN S.A.: J. Castro, L. Cavaller y G. Lombardi.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del Proyecto es dotar al Gran Telescopio CANARIAS (GTC) de un Sistema de Óptica Adaptativa (AO), una infraestructura necesaria para explotar su capacidad de alta resolución espacial, permitiendo el desarrollo de la instrumentación científica y la investigación en este campo. El sistema de Estrella Guía Láser (Laser Guide Star - LGS) sirve para ampliar la cobertura del cielo del sistema de Óptica Adaptativa allí donde la densidad de estrellas brillantes es menor, permitiendo

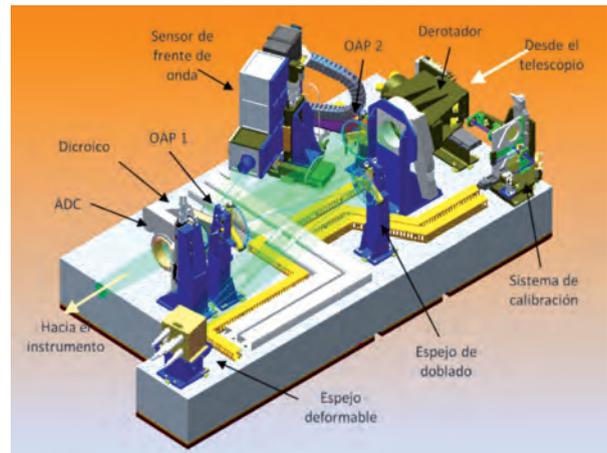


Figura 1.- Vista 3D del instrumento.

así que GTCAO pueda ser utilizado en muchas más zonas del cielo.

El sistema GTCAO fue desarrollado inicialmente por la oficina del Proyecto GTC pero, debido a la falta de recursos en el equipo de desarrollo, el Proyecto se detuvo en 2013. Un acuerdo entre el IAC, GRANTECAN S.A. y el Gobierno de Canarias permitió continuar con el desarrollo e incorporar, como una segunda fase, una instalación de Estrella Guía Láser. El Proyecto se reinició de manera efectiva en el IAC en 2015.

La figura 1 muestra una vista 3D del instrumento. Se trata de un sistema de Óptica Adaptativa “single conjugate”, con un espejo deformable conjugado a la

Tabla 1

Modo	Corrección simple conjugada
Rango λ	1.0 - 2.5 micras (deseable 0.8 -5.0 micras)
Razón de Strehl	SR \geq 0.65 @ 2.2 micras NGS brillante en eje SR \geq 0.1 @ 2.2 micras NGS _{MR} =14.5
Sensor de frente de onda	Tipo Shack-Hartmann 20x20 (FOV 3.5") EM CCD 240x240 px 1500 fps
Corrector de frente de onda	Espejo deformable de 21x21 actuadores (373) Tip-tilt corregido con M2
Seeing	Hasta 1.5 segundos de arco
FOV de ciencia	\varnothing 1.5 minutos de arco
Distancia cenital	0-60°
Tiempo de exposición	Mayor que 1 hora
Transmisión	Mayor del 70% en el rango 1.0 - 2.5 micras
Emisividad	Menos del 20% a 3.8 micras
Imágenes fantasmas	Desenfocadas <1e-5 (excepto dicroico 1e-4) Enfocadas <1e-3 y localizados dentro de 0.2"
Seguimiento	Objetos no sidéreos como NGS
Dithering	Offsets de 0.25" (deseable 1.0") en bucle cerrado

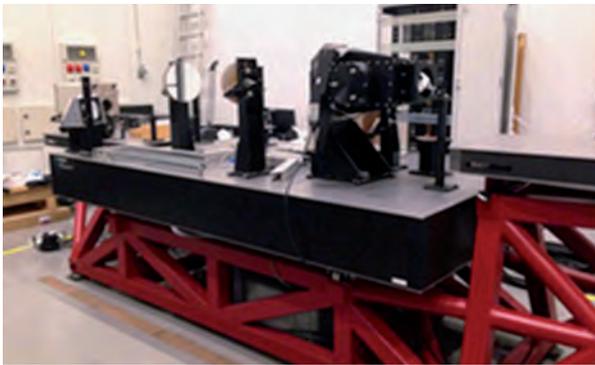
pupila, y un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann.

La tabla 1 muestra sus principales características.

Respecto a la Estrella Guía Laser (LGS), se encuentra en fase de análisis para evaluar las alternativas para su instalación en el telescopio GTC, elaborar el diseño conceptual del sistema LGS y establecer sus primeros requerimientos.

HITOS

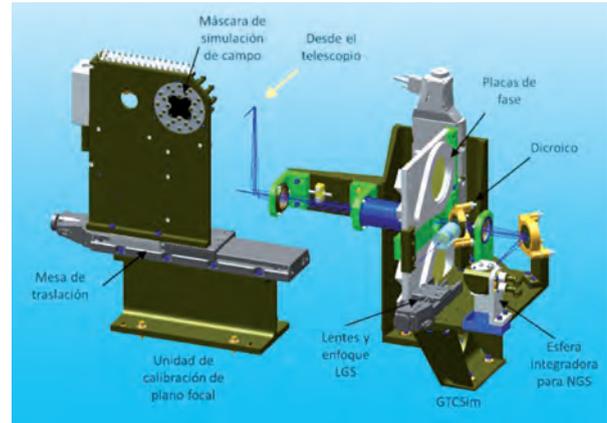
Rama óptica principal del sistema alineada y carenado instalado.



En fase final de integración del sensor de frente de onda.



Terminando la fabricación mecánica del sistema de calibración.



Diseño electrónico y fabricación de los armarios electrónicos y cableado del sistema terminado.



Desarrollo de los primeros módulos software para el control de dispositivos.

Primeras pruebas del sistema de control en tiempo real.

Creación de la página Web <http://www.iac.es/proyectos.php?op1=7&op2=18&id=10> con información del Proyecto.

Marzo: Revisión y cierre de las simulaciones de prestaciones de GTCOA con LGS.

Junio: Presentación del estado del proyecto GTCOA en el congreso bianual SPIE.

Julio: Traslado desde el OT e instalación en el ORM de un prototipo LGS de la ESO.

Septiembre: Primeros resultados científicos del prototipo LGS de la ESO con el WHT-CANARY en el ORM.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A principios de 2016, gracias a la nueva financiación, se realizó una nueva contratación de personal pero su incorporación al Proyecto fue tardía en algunas disciplinas. No obstante, en aspectos optomecánicos, ya se encuentra en fase de integración la rama óptica correspondiente al sensor de frente de onda y, una

vez terminado el diseño detallado de la mecánica del sistema de calibración, éste ya se encuentra en las últimas fases de fabricación mecánica.

En electrónica ya se ha recibido la totalidad de los componentes, armarios y cableados, y se han finalizado las pruebas de aceptación. También se han realizado las pruebas de seguridad eléctrica.

Respecto al control de mecanismos, en 2015 se desarrollaron en gran parte los módulos de control que monitorizan los sensores de temperatura y controlan la intensidad y encendido de láseres y LEDs de calibración, y en 2016 se ha completado esta parte y se ha iniciado el desarrollo del control del resto de mecanismos, reutilizando los componentes desarrollados por GRAN-TECAN S.A. para el control del foco Cassegrain doblado.

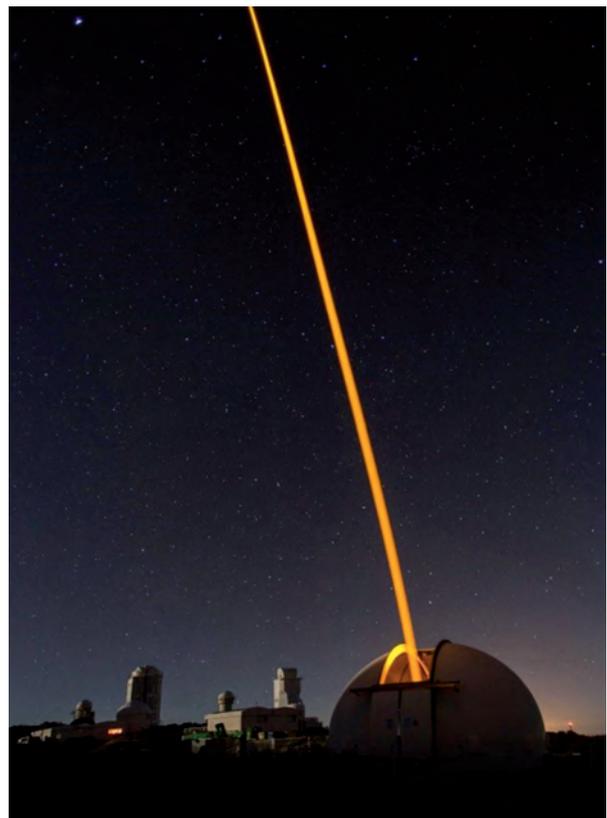
En cuanto al control de tiempo real, necesario para cerrar el bucle de estabilización a muy alta velocidad, se han hecho importantes avances. En 2015 se adquirió el PC de altas prestaciones (RTC) sobre el que implementar los algoritmos de reconstrucción y de servocontrol, y se empezó a trabajar con el paquete de software específico para Óptica Adaptativa desarrollado por la Universidad de Durham, DARC. Ya disponemos de las interfaces para controlar el espejo adaptativo y la cámara de alta velocidad, y se han realizado las primeras pruebas del bucle de control en un montaje de pruebas.

El objetivo principal para 2017 es tener el sistema GTCAO completamente integrado y funcionando a nivel de laboratorio.

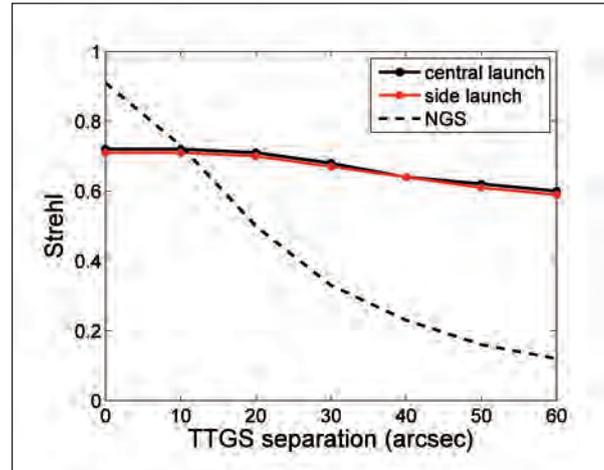
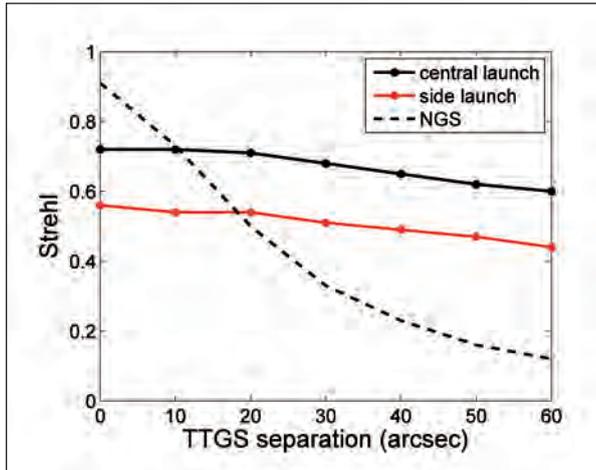
Respecto al sistema de LGS, en 2016 se completaron las simulaciones de prestaciones del sistema GTCAO con una LGS en función del tipo de lanzamiento (láser en eje detrás del secundario del telescopio o fuera de eje desde el anillo de elevación). Está pendiente considerar en las simulaciones el caso de varias LGS.

En la primera mitad de 2016 se completaron los experimentos en el Observatorio del Teide con el prototipo de sistema LGS de la ESO que utiliza el mismo láser que se va a usar para el telescopio GTC. Estos experimentos han permitido conseguir resultados científicos sobre la optimización de los parámetros del láser para conseguir la máxima intensidad en la estrella láser y el efecto del campo magnético terrestre sobre la misma. Además han permitido ganar experiencia en la operación del láser.

En la segunda mitad de 2016 se trasladó el sistema estrella láser de la ESO al Observatorio del Roque de los Muchachos para estudiar con el telescopio WHT y su sistema de Óptica Adaptativa CANARY los problemas asociados a la Óptica Adaptativa de los Extremely Large Telescopes (ELT).



Imágenes del prototipo de estrella láser de la ESO instalado en el Observatorio del Teide.



Resultados de la simulación de prestaciones (Strehl) de la LGS en GTCAO lanzando el láser en eje y fuera de eje.

Este Proyecto ha sido cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco de los Programas Operativos de Canarias 2007-2013 Eje 1, Tema Prioritario 2 y 2014-2020 al amparo de la Resolución nº 364 de 25 de noviembre de 2014 y de la Resolución nº 232 de 10 de junio de 2015 de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) y prefinanciado mediante préstamo del Ministerio de Ciencia e Innovación.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

A. Alonso.
P.A. Ayala, J.E. García, J.J. González, M.I. Montilla y J.A. Morrison.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($\nu \approx 10^9$ Hz). El ancho de banda de las transmisiones usuales impone claras restricciones en el flujo de información manejable mediante estos sistemas. Es probable que la creciente limitación de espacio en las órbitas circunterrestres, así como el incremento en la de-

manda mundial de las telecomunicaciones signifique la saturación de los sistemas convencionales de microondas en un futuro próximo.

A partir de los años 60, y en previsión del mencionado problema comenzó a investigarse la posibilidad de usar frecuencias ópticas ($\nu \approx 10^{15}$ Hz) en las comunicaciones entre satélites, y entre satélites y estaciones terrestres. El gran avance registrado en el desarrollo de láseres de alta potencia ha convertido este tipo de comunicaciones en una realidad.

Además de la indudable ventaja del aumento del ancho de banda que permite incrementar el flujo de información, y eliminar las regulaciones restrictivas en el empleo de frecuencias, las comunicaciones ópticas tienen otras ventajas no desdeñables, como son las mayores garantías de confidencialidad en las transmisiones y la disminución del peso, el volumen y el consumo de energía de los equipos de comunicaciones tanto espaciales como terrestres.

Aunque la tecnología relacionada con las comunicaciones ópticas en el espacio-atmósfera ha experimentado un desarrollo espectacular, la caracterización de los enlaces satélite-tierra está todavía en sus comienzos. En este campo, la OGS ha permitido llevar a cabo experimentos de gran importancia, ya que en las campañas iniciales ha demostrado una fiabilidad y una eficiencia superior a la de cualquier sistema desarrollado hasta el momento con el mismo propósito. Los resultados se están analizando en este momento y resultarán fundamentales para la validación de teorías y modelos de propagación de haces gaussianos en la atmósfera.

En 2008, se ha concluido el diseño de un sistema de Óptica Adaptativa para permitir enlaces coherentes

con el satélite TERRASAR-X, y se han llevado a cabo enlaces ópticos con éste satélite y con N-Fire para verificar el funcionamiento de sus terminales ópticos.

En 2011, se ha supervisado la instalación de una nueva ventana en la cúpula para permitir enlaces más largos con satélites de órbita baja. En lo que concierne a la Astronomía, el telescopio OGS sigue siendo un banco de pruebas de instrumentos desarrollados tanto por la ESA como por el IAC.

En 2014, se concluyeron las modificaciones necesarias para disponer de un terminal IR de comunicaciones ópticas de larga distancia y se llevó a cabo una nueva campaña en las que se realizaron numerosos enlaces con el satélite LADEE (NASA) durante su misión en órbita lunar. También se realizaron enlaces con el terminal óptico OPALS (JPL) a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS).

En 2015 se ha dado soporte al personal de TESAT y SYNOPTA, en las campañas de comunicaciones de T-AOGS con el satélite Alphasat (ESA).

HITOS

Enero - diciembre:

- Mantenimiento, calibración y supervisión de los sistemas de la estación, y análisis detallado de los resultados de las campañas de enlace óptico. Se plantea la sustitución de las UPS's y una remodelación del Sistema de Control de climatización del edificio.
- Proyecto AIM Optel-D diseño de modificaciones en la OGS para un enlace óptico en espacio profundo.
- Renovación del sistema de control del edificio de la OGS.

Marzo - abril:

Firma del Protocolo de Acuerdo con la Academia de Ciencias Austriaca para la realización de experimentos en los Observatorios de Canarias.

Abril:

Actualización del sistema de control de la cúpula. MHM Ingenieurbüro.

Abril - diciembre:

Apoyo al proyecto LGS con OGS. Medidas simultáneas con la LGS de ESO en abril.

Septiembre:

Pruebas retroreflector modulado de QuinetiQ. OGS-ORM.

Septiembre - noviembre:

Revisión de los procedimientos de trabajo junto con la UPRL.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha concluido la instalación de una nueva UPS y se ha reconfigurado la red interna de la OGS. Se ha realizado una revisión de los procedimientos de operación y mantenimiento en relación con la ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La Agencia Espacial Europea ha vendido el satélite ARTEMIS a la compañía AVANTI PLC. El satélite ha sido insertado en una nueva órbita desde la cual ya no es visible para la OGS. En consecuencia se ha desmantelado el Sistema de comunicaciones con OPALE (a bordo de ARTEMIS). La sala de control 1 se ha reconfigurado para albergar los nuevos sistemas de seguimiento de EDRS (European Data Relay System).

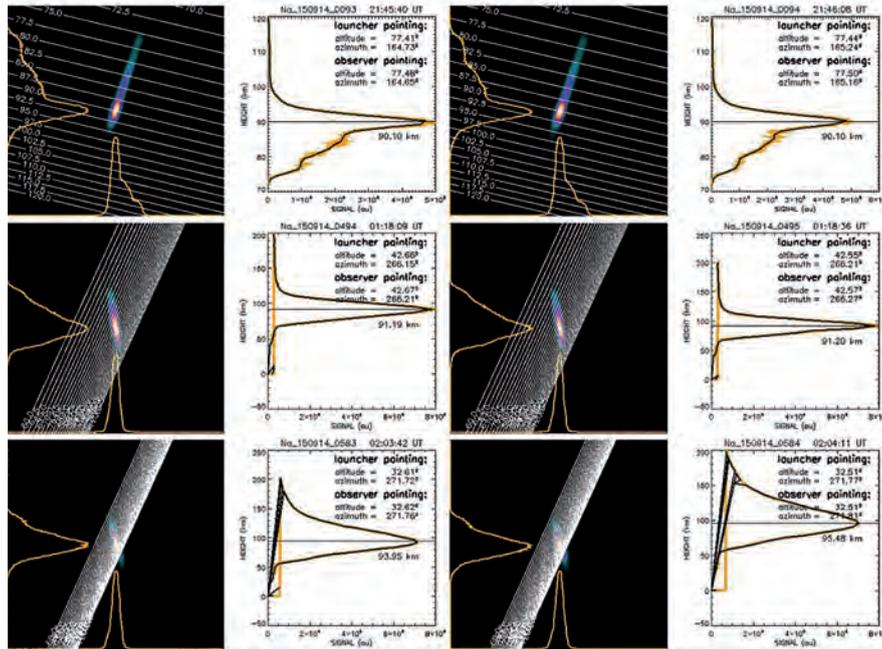
Las campañas de comunicación de la estación óptica T-AOGS (TESAT) con el satélite Alphasat (ESA) siguen su curso.

Se han realizado las campañas periódicas del programa LGS con OGS, en el marco de las cuales se han realizado medidas simultáneas con la LGS de ESO (campañas de abril y julio). Por otra parte, se ha refinado el procedimiento de determinación de alturas de la estrella de sodio. Los resultados se han presentado en el Congreso SPIE de Edimburgo ("The bistatic geometry for Na profiling with LGS at Teide Observatory").

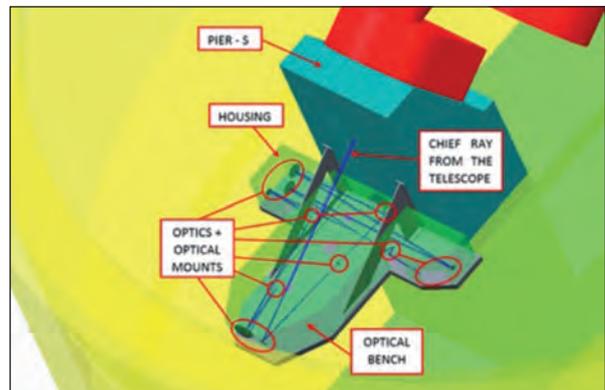
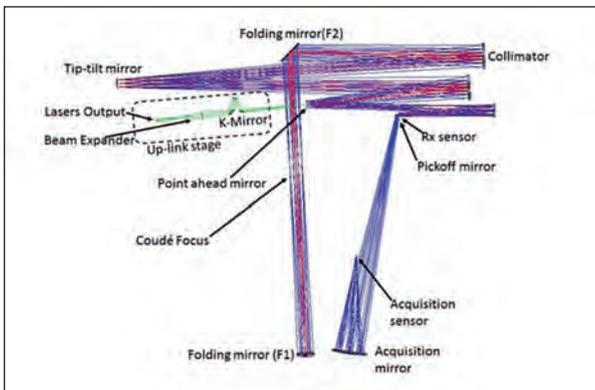
Se participó en la campaña de pruebas de un retroreflector modulado instalado en el telescopio JKT por la compañía QuinetiQ.

Firma del Protocolo de Acuerdo con la Academia de Ciencias Austriaca para la realización de experimentos en los Observatorios de Canarias. Se prestó apoyo a las campañas periódicas de comunicaciones ópticas ORM-OGS de la Universidad de Viena.

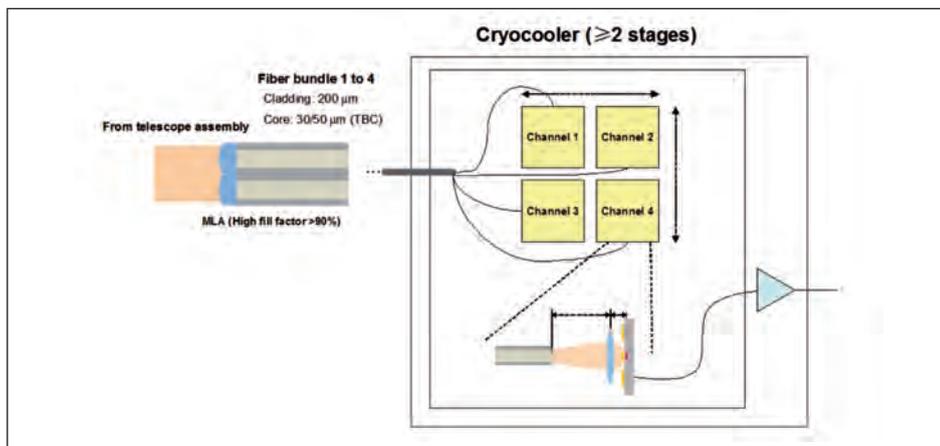
Se ha participado en el proyecto de estudio de concepto AIM OPTEL-D bajo contrato con RUAG (Suiza). AIM (Asteroid Impact Mission) es una misión de la ESA con el propósito de inyectar un satélite en órbita alrededor de un asteroide binario y probar nuevas tecnologías. El Área de Instrumentación del IAC ha participado en el desarrollo de la terminal de comunicaciones ópticas para el espacio profundo del segmento de tierra realizando un diseño detallado de un sistema óptico y opto-mecánico adecuado para los requerimientos de la misión. En el marco de este proyecto se han analizado también las modificaciones necesarias de la OGS para llevar a cabo los enlaces ópticos con el satélite de AIM. El resultado del diseño fue aceptado por la Agencia Espacial Europea a finales de año.



Determinación de alturas de la estrella de guía de sodio en la campaña de abril de 2016 (Crédito: J. Castro Almazán).



Detalle del diseño óptico y mecánico para el proyecto AIM OPTEL-D.



Detalle del diseño del receptor basado en el empleo nano-hilos superconductores desarrollado por Wave and Particle Engineering Solutions, S.L. dentro del marco del proyecto AIM OPTEL-D.

CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E.J. Cadavid Delgado, J.A. Morrison Price, J.J. González Nóbrega, J.E. García Velázquez y P.A. Ayala Esteban.

INTRODUCCIÓN

En el año 2016 se realizaron las tareas rutinarias de mantenimiento previstas en el contrato con la ESA además de alguna que otra reparación realizada a solicitud de la ESA por medio del interlocutor del IAC con la ESA. El total de horas dedicadas fue de 333 en casi su totalidad empleadas en cambios de configuración.

HITOS

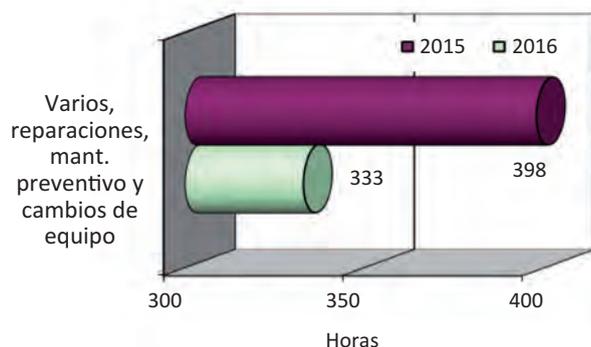
En 2016 se empezó una revisión de los procedimientos utilizados para las diversas actividades con un énfasis especial en la parte de seguridad. Está previsto que los trabajos finalicen durante el primer semestre de 2017.

Se está negociando un nuevo contrato con la ESA. Se revisaron todas las actividades previstas de mantenimiento lo que se refiere a la duración de las diversas tareas teniendo en cuenta las periodicidades previstas por el nuevo contrato y las exigencias de personal que las normas de seguridad que se están implantando en los nuevos procedimientos.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

A las tareas relacionadas con el Contrato de Mantenimiento de OGS dedicamos un total de 333 horas.

Distribución de trabajos en OGS 2015-2016



Gráficos GRAFINSTRU16 – VARIOS - MANT.OGS

EUCLID

C.M. Gutiérrez de la Cruz.

R. Rebolo, J.A. Rubiño Martín, J.J. Díaz García y J. López Campos.

Se ha incorporado en octubre el ingeniero J. López Campos que participará en el proyecto a tiempo compartido con sus actividades en PLATO. Tanto sus actividades como el coste de su contrato deben ser compartidas entre ambos proyectos aunque por motivos prácticos, dado el estado avanzado de las actividades de NISP, sus actividades se centran en tareas relacionadas con PLATO, mientras que J.J. Díaz García Javier asume la mayor parte de las tareas de ingeniería de NISP. La duración del contrato está vinculada a la finalización de las tareas de desarrollo y supervisión de ingeniería requeridas por el Proyecto NISP, previsto para junio de 2018.

Durante 2016 se ha contado con la participación de la empresa CRISA, relacionada con el desarrollo de instrumentación en el ámbito espacial, y con la cual se ha establecido una relación contractual desde 2013. CRISA ha continuado con los desarrollos y está en el proceso de producción/verificación de modelos EM/EQM. También ha producido EGSEs para la verificación de la tarjeta DAS, responsabilidad del IAC, cuya entrega a otros grupos del consorcio NISP había sido comprometida.

INTRODUCCIÓN

EUCLID es una misión de la ESA, en el marco Cosmic Vision 2015-2025, cuyo objetivo es realizar un mapa de la geometría de la materia oscura del Universo. La misión investigará la relación entre la distancia y el desplazamiento al rojo y su relación con la evolución de las estructuras cósmicas. Para ello medirá los perfiles de desplazamiento al rojo de las galaxias y cúmulos de galaxias hasta ≈ 2 , lo que equivale a una mirada al pasado de unos 10 billones de años. Por tanto, cubre por completo el periodo en el cual la energía oscura jugó un papel significativo en la expansión del Universo.

HITOS

Durante 2016 se han superado las revisiones críticas de diseño de los subsistemas (Subsystem CDR) del iCDR, CDR del instrumento en su conjunto. En estos momentos gran parte de la carga de trabajo está sobre el sector industrial, en el caso de IAC-UPCT representado por CRISA, que se encuentra en fase de realización de diseño, fabricación de prototipos y pruebas.

En junio 2016 se llevó a cabo la revisión CDR de la ICU durante la cual, además de revisar los puntos surgidos del trabajo correspondiente, se analizó el estado de producción de los prototipos. Entre ellos de lo disponible en ese momento de la tarjeta DAS bajo responsabilidad del IAC.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto tras haber sido aprobado por la ESA y realizada la distribución de paquetes de trabajo entre los diferentes miembros del consorcio EUCLID, ha ido desarrollándose habiendo cubierto las diferentes fases hasta superar la IPDR (Instrument Preliminary Design Review) y los Subsystem PDR (PDR a nivel subsistema). En la actualidad se trabaja en el desarrollo del diseño y la documentación descriptiva a nivel adecuado para afrontar el hito CDR.

Desde el inicio, el IAC forma parte del Consorcio y su responsabilidad directa se centra en el ámbito científico al tiempo que aporta un grupo de ingeniería que colabora con la UPCT (Univ. Politécnica de Cartagena) para asumir parte de sus compromisos técnicos frente al Consorcio. Las tareas en las que desempeña su labor el IAC son:

- Control de Mecanismos: Rueda de Filtros y Grismas.
- Control de Lámparas de Calibración.
- Monitorización y Control de Temperatura.
- Definición de los EGSE (Electronic Ground Support Equipment) necesarios a la industria especial (CRISA en este caso) para su producción y entrega a otros socios del Consorcio.
- Definición de interfaces eléctricas y mecánicas de las unidades en desarrollo.

En estos momentos se ha superado la revisión iCDR y se está progresando con el desarrollo de prototipos y sus pruebas por parte de la industria así como la planificación de las tareas de AIV por parte del consorcio NISP.

PLATO

H.J. Deeg.

J.J. Díaz García y J. López Campos.

Se ha incorporado en octubre el ingeniero J. López Campos que participará en el Proyecto a tiempo compartido con sus actividades en NISP. Tanto sus activi-

dades como el coste de su contrato deben ser compartidas entre ambos proyectos aunque por motivos prácticos, dado el estado avanzado de las actividades de NISP, sus actividades se centran en tareas relacionadas con PLATO. La duración del contrato está vinculada a la finalización de las tareas de desarrollo y supervisión de ingeniería requeridas por el proyecto NISP, previsto para junio de 2018. A partir de ese momento será necesario prorrogar el contrato, o realizar otro proceso selectivo, para asegurar la contribución de ingeniería en el Proyecto.

El Proyecto cuenta ya con fondos propios, por un total de 580.000 € (costes directos), para su utilización hasta finales de 2018. Con esta financiación se contribuirá al pago del contrato del nuevo ingeniero, se hará frente a los gastos requeridos para llevar a cabo las tareas de ingeniería, como materiales y viajes, estando reservada la mayor parte para la subcontratación industrial necesaria para cubrir los hitos previstos en esta fase (2017-2018).

INTRODUCCIÓN

Tránsitos Planetarios y oscilaciones de las estrellas, en inglés PLANetary Transits and Oscillations of stars (PLATO), es una misión propuesta por ESA para un observatorio espacial que va a utilizar un grupo de fotómetros para descubrir y caracterizar planetas extrasolares de todos los tamaños y tipos en torno a enanas frías (como nuestro Sol) y estrellas sub-gigantes.

Se diferenciará de la misión Kepler y la misión COROT en que estudiará estrellas brillantes (entre las magnitudes 8 y 11) haciendo más fácil confirmar los hallazgos utilizando el seguimiento de las mediciones de velocidad radial. Contará con un campo de vista mucho más amplio que el de la misión Kepler (que tiene 100 grados cuadrados) permitiéndole estudiar una muestra más grande de estrellas. Las diferentes versiones del proyecto planean observar las estrellas en un área del cielo de alrededor de 1250-3600 grados cuadrados con lo que puede lograr el seguimiento de las curvas de luz de hasta 260.000 enanas frías y sub-gigantes (Kepler tiene 25.000 estrellas de este tipo en su campo visual).

HITOS

Durante 2016 se ha mantenido un estrecho contacto con el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) que ha permitido avanzar en la definición de líneas de diseño en el Proyecto.

La definición de PLATO ha sufrido cambios sustanciales a lo largo de 2016, lo que ha llevado a cambios notables en los requerimientos. Como muestra sírvase

decir que se ha pasado de un diseño que constaba de 32 cámaras a otro con 28 par, finalmente, por requerimiento de la ESA, pasar a uno con 24 cámaras. Junto con el IAA, y a petición del consorcio instrumental PLATO, se han elaborado y presentado varios diseños encaminados a cubrir las necesidades del instrumento en los diferentes estadios.

Se ha participado en el análisis y la revisión de documentación para la revisión PDR (Preliminary Design Review), que lleva emparejada una profunda revisión de los requerimientos debido a los cambios en el instrumento.

Se ha establecido contacto con las empresas TASE (Thales Alenia Space España), SENER y CRISA, a las que se ha presentado el Proyecto y se les ha informado de las tareas que tiene encomendadas el IAC. Se ha contado con sus impresiones para la elaboración de un pliego de cláusulas técnicas y administrativas que finalmente han dado lugar a una licitación, aún en marcha, y que pretende establecer una relación contrac-

tual con la industria para la realización de las tareas que hay que acometer en el periodo 2017-2018.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto ha sido seleccionado por el Comité Científico de la ESA para formar parte del Programa Cosmic Vision 2015-25 y en estos momentos está en la fase de PDR (Preliminary Design Review). A lo largo de 2016 el Proyecto ha sufrido varias redefiniciones de su concepto, lo que ha llevado a la necesidad de adecuar los requerimientos. La reelaboración de los requerimientos se está realizando compaginándola, en la medida de lo posible, con las tareas propias de la fase de PDR. Este hecho, junto con el retraso notable por parte de la ESA en la elección del subcontratista principal para proporcionar el módulo de servicio está dificultando el avance deseado. La "Mission Adoption" ha sido retrasada y se menciona fin de 2017 como fecha prevista.

OTROS

ARQUEOASTRONOMÍA (P/309307)

J.A. Belmonte Avilés.
C. Esteban López y A. Rodríguez Antón.

Colaborador del IAC: A. Aparicio Juan.

M. García Quintela (Univ. de Santiago); G. Magli (Poli-técnico de Milán, Italia); L. Costa Ferrer (Independiente, Santiago); J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); A. Espinosa (Vilamuseu, Vilajoiosa); M. Fekri (Univ. de Minufiya, Egipto); M.C. Gallegos, J.M. Vaquero (Univ. de Extremadura); C. González García (INCIPIT, Santiago); M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); M.A. Molinero, A. Tejera (Univ. de La Laguna); J.A. Ocharan (Univ. de Alicante); M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); A. Polcaro (Univ. La Sapienza, Italia); R. Schlueter (UNED, Las Palmas); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, Italia); M. Ór-fila (Univ. de Granada); J.M. Noguera Celdrán (Univ. de Murcia); L. Benitez de Lugo (UAM, UNED).

INTRODUCCIÓN

Este Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar la importancia de la Astronomía como parte

integrante de la cultura y de la civilización desde el Paleolítico a nuestros días. El interés del grupo se centra, en especial, en los pueblos del antiguo ámbito Mediterráneo desde el Atlántico al Oriente Medio, con una dedicación especial a España, su entorno geográfico inmediato y el Egipto Antiguo. Sin embargo, también se tienen ramificaciones en el área del Pacífico y en Mesamérica.

HITOS

Este año se han tomado iniciativas importantes que es de esperar que den lugar a resultados muy relevantes y sugerentes en los próximos años. Quisiéramos destacar las siguientes:

- La primera campaña arqueoastronómica llevada a cabo en Caral, la ciudad más antigua de las Américas, y su civilización asociada.
- Los estudios detallados de la relación entre Astronomía y paisaje en Petra que puedan conducir a una comprensión del calendario ritual Nabateo en el entorno geográfico en que surgió el Islam.
- La puesta en marcha de una colaboración estrecha con arqueólogos especializados en el Mundo

Romano que permita obtener los mejores resultados posibles del trabajo desarrollado en el ámbito de la tesis doctoral de A. Rodríguez Antón.

- La preparación de la memoria para la declaración de Patrimonio Mundial del Paisaje Cultural “Risco caído y los santuarios de alta montaña de Gran Canaria”, en el marco de la iniciativa “Astronomía y Patrimonio Mundial”.

Finalmente, este año se han culminado los resultados sobre los estudios de Astronomía y Paisaje en el marco de la Misión Arqueológica Española en Heracleópolis Magna. En la primera década del siglo XXI, la Misión Hispanoegipcia de Arqueoastronomía del Egipto Antiguo realizó un análisis estadístico detallado de los patrones de orientación de los templos del Egipto faraónico, dando como resultado algunas conclusiones muy interesantes, como la propuesta justificada de la existencia de siete familias de orientaciones astronómicas. Un análisis preliminar mostraba cómo se podían identificar paisajes cósmicos en ciertas localizaciones egipcias, como las pirámides de Giza o Karnak, lo que sugería la necesidad de extender ese análisis a otros lugares. Por otra parte, la Misión Arqueológica española en Heracleópolis Magna ha estado excavando durante varias décadas en uno de los sitios más importantes del Egipto medio, realizando extraordinarios descubrimientos arqueológicos en lo que fue la capital de Egipto durante las dinastías IX y X y sede de un cacicazgo durante un breve período en Época Libia. Por lo tanto, se estimó que un nuevo estudio completo del sitio debía hacerse con la perspectiva de la relación entre Astronomía y paisaje en mente. En Belmonte, Pérez Die e Iglesias (2016) se presenta el resultado de dicho análisis donde la relación entre paisaje y celaje en los principales monumentos de la ciudad se pone en el punto de mira. Un importante resultado ha sido la orientación a Canopo —la segunda estrella más brillante del cielo egipcio— del templo principal de la ciudad, dedicado a la divinidad patrona de Heracelopolis, el dios de cabeza de carnero Heryshef. La epigrafía ha estado integrada en el análisis y se han explorado las posibles relaciones mitológicas, incluyendo las conexiones con otras deidades con cabeza de carnero del panteón egipcio, tales como Amun-Re o Banebdjedet. Curiosamente, los templos de estas divinidades en Tebas y Mendes también muestran alineaciones que podrían estar relacionadas con Canopo. Este resultado supone un nuevo reto en los estudios de la relación entre la observación del cielo y la religión en la civilización del Egipto faraónico.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

Durante el ejercicio 2016 se continuó la labor desarrollada en las líneas de investigación abiertas en los años anteriores y se abrió una nueva línea de trabajo en el Área Andina en el marco del nuevo Proyecto Orientatio ad Sidera (OAS) IV aprobado por el MINECO para los próximos cuatro años. Particularizando, podemos destacar los siguientes logros y resultados en el marco de dichas líneas de trabajo.

Se ha avanzado sustancialmente en el trabajo de tesis doctoral de la becaria FPI (procedente del Proyecto OAS III, finalizado el 31/12/2015 y del que se han obtenido resultados extraordinarios, véase Belmonte et al. 2016), sobre el marco de referencia de la organización (orientación, planimetría, estructuración espacial, paisaje, etc.) de las ciudades romanas en el orbe Mediterráneo. El Proyecto se supervisa en estrecha colaboración con C. González del Incipit-CSIC, que es codirector de la tesis, y este año además se ha sumado la colaboración con M. Orfila, catedrática de Arqueología de la Universidad de Granada, y su equipo. El objetivo para 2016 ha sido reducir, analizar e interpretar la datos recogidos sobre las ciudades romanas de la provincia tarraconense y llevar a cabo el estudio de los datos del África romana (incluyendo un análisis con imágenes de satélite de emplazamientos en Argelia) y con el estudio bibliográfico de las fuentes correspondientes. También se realizó un estudio comparativo con una serie de metodologías empleadas en estudios arqueoastronómicos, y de paisaje en general, con el objetivo de advertir cuáles devolvían unos resultados más fiables. Los resultados obtenidos fueron defendidos por la doctoranda en sendas comunicaciones orales a congresos internacionales (Rodríguez-Antón et al. 2016 a, b y c). Se están preparando además dos artículos temáticos referentes a los dos resultados principales de la tesis. En primavera, C. González realizó una visita al IAC para trabajar, entre otras cosas, en temas relacionados con esta tesis doctoral y A. Rodríguez llevó a cabo una estancia de dos meses en el Incipit-CSIC (incluido un periodo en Mérida) con el mismo objetivo y también con el fin de realizar el Bloque II del curso “TIG en Arqueología” organizado por el Incipit-CSIC y el Instituto de Arqueología de Mérida. Finalmente, en verano se llevaron a cabo sendas campañas de trabajo de campo en las antiguas provincias romanas de la Galia Narbonense y Dalmacia con el fin de adquirir datos para un estudio comparativo con otras regiones del Imperio.

Se ha proseguido con el estudio de los patrones de orientación de las iglesias, en particular de las iglesias bizantinas de Levante (González-García et al.). También

se han gestado planes para el futuro, con la extensión del Proyecto al Estudio Etno y Arqueoastronómico del Camino de Santiago en el marco del nuevo Proyecto OAS IV que se encuentra actualmente en fase de diseño. Igualmente, a raíz de la visita a Petra en el mes de diciembre, se ha proseguido con los estudios de Astronomía y paisaje en el Reino Nabateo que están dando lugar a resultados muy sugerentes (véase Comunicaciones a Congresos) que podrían llevar incluso a un cambio de paradigma en la interpretación tradicional de ciertos conceptos. Las ideas resultantes se encuentran en grado de discusión.

Por otra parte, ha seguido en marcha el proyecto para el estudio arqueoastronómico de los monumentos de la civilización faraónica. En 2016 se ha trabajado en el marco de la Misión Arqueológica Española en Heracleópolis Magna liderada por la egiptóloga M.C. Pérez Die del MAN, culminando el trabajo inicial de campo (por ahora) y su comparativa con otros centros egipcios (Belmonte et al. 2016, ver Hitos) y asistiendo a unas jornadas de trabajo en Madrid, con exposiciones públicas, en otoño de 2016. También se ha proseguido, aprovechando la visita del eminente egiptólogo R. Krauss al IAC en noviembre, con la investigación desarrollada en los años previos sobre el final del controvertido periodo de Amarna, línea de trabajo donde se combina Astronomía, cronología, genética y epigrafía entre otras disciplinas. En esta misma línea de trabajo, se quiere destacar que en primavera se impartió, por parte del IP del proyecto, el Curso “Astronomía del antiguo Egipto” en el marco de los cursos online ofrecidos por el Centro de Estudios del Próximo Oriente y la Antigüedad Tardía (CEPOAT) de la Universidad de Murcia. En esta línea, los esfuerzos en tareas divulgativas han sido muy importantes.

Junto al arqueólogo L. Benítez de Lugo (Universidad Autónoma de Madrid) se ha elaborado un catálogo de yacimientos ibéricos y de la Edad del Bronce de Castilla La Mancha susceptibles de presentar interés arqueoastronómico para llevar a cabo una campaña de trabajo de campo. Se ha avanzado en la publicación de distintos trabajos resultado de la investigación previa en yacimientos ibéricos y de la Prehistoria Reciente del sur y sureste peninsular.

Se quisiera destacar que este año se ha retomado el trabajo de campo en Canarias (una línea tradicional de nuestro Proyecto) con el estudio arqueoastronómico de una serie de yacimientos prehistóricos en la Isla de La Palma en colaboración con los arqueólogos J. Pais, M.A. Perera y J. Cuenca, de los Cabildos de La Palma, Lanzarote y Gran Canaria, respectivamente, y los arqueoastrónomos C. González del Incipit y M. Pérez, de

la Universidad de Salamanca. Se han hecho hallazgos relevantes que se encuentran actualmente en proceso de análisis para su posterior difusión.

También destacable es que se ha puesto en marcha en el marco del Proyecto OAS IV, después de años de esfuerzo, la línea de trabajo sobre “Prácticas astronómicas en el Área Andina”. En particular, se ha iniciado trabajo de campo en el Valle del Supe (Cultura de Caral) en Perú con nuestro colega C. González, en colaboración con la arqueóloga R. Shady, de la UMNSM en Lima, y su equipo interdisciplinar. Los datos obtenidos son de gran valía y muy prometedores. Se espera que esta nueva línea de grandes satisfacciones al proyecto en años venideros.

Finalmente, se ha desarrollado plenamente una línea de trabajo en el marco de la iniciativa “Astronomía y Patrimonio Mundial” de la IAU (Comisión CC4) y la UNESCO para potenciar la declaración de Patrimonio de la Humanidad de bienes que afectan a España. Esta línea se ha centrado este año en los Santuarios de Alta Montaña de Gran Canaria (ya en la lista tentativa), llevando a cabo contribuciones fundamentales (documentos científico-técnicos) para la elaboración de la Memoria de la propuesta que debe estar terminada en 2017.

En 2016, los miembros del equipo han asistido a varios congresos internacionales de la disciplina (u otros de carácter más abierto como las Bienales de la SEA), presentando nuestros resultados más sugerentes y novedosos.

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (P/300328)

R.J. García López.

M. Vázquez Acosta, M. Manganaro, E. Colombo, J. Herrera Llorente y G. Vanzo.

Colaboradores del IAC: A. Herrero Davó y J.M. Rodríguez Espinosa.

Todos los investigadores incluidos en el Consorcio CTA-España, así como los miembros del CIEMAT que participan en AMS y los que están involucrados en la Colaboración MAGIC.

INTRODUCCIÓN

El Grupo de Astrofísica de Partículas del IAC participa activamente en tres grandes colaboraciones internacionales de Astrofísica de muy altas energías: AMS

(Alpha Magnetic Spectrometer), los telescopios de radiación Cherenkov MAGIC I y II, y el Cherenkov Telescope Array (CTA).

AMS es un detector de partículas diseñado para operar en el espacio, a bordo de la Estación Espacial Internacional. Se instaló con éxito en mayo de 2011, y se espera que opere durante toda la vida útil de la misma. Su misión es realizar un estudio de alta precisión y estadística del espectro y la composición de los rayos cósmicos primarios en un amplio rango de energía, así como buscar antimateria primordial y materia oscura de forma indirecta.

La Colaboración MAGIC está formada por 20 institutos y departamentos universitarios de Alemania, Armenia, Bulgaria, España, EEUU, Finlandia, Italia, Polonia y Suiza. La colaboración cuenta con dos telescopios de 17 m de diámetro localizados en el ORM, diseñados para medir la radiación Cherenkov asociada a cascadas atmosféricas producidas por rayos gamma de muy alta energía y localizados en el ORM.

Además de esto, y también en el marco de la observación de rayos gamma de muy alta energía, el IAC participa en la Colaboración Internacional CTA, cuyo objetivo es construir dos grandes complejos de observación en los hemisferios Norte y Sur. El Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, ha sido seleccionado para albergar el Observatorio Norte, cuya construcción ha empezado durante 2016.

HITOS

Éste ha sido un año muy importante para la implantación del Observatorio Norte de la Red de Telescopios Cherenkov (CTA, por sus siglas en inglés) en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). Por una parte, en abril, el IAC firmó un acuerdo de colaboración con el Instituto para el Estudio de Rayos Cósmicos de la Universidad de Tokio, cuyo Director es el Prof. Takkaaki Kajita, Premio Nobel de Física en 2015, para la instalación y financiación conjunta de los cuatro telescopios de gran diámetro (23 m) de CTA en el ORM. Por otra parte, el Director del IAC, Prof. Rafael Rebolo, firmó en septiembre con la empresa pública responsable del Observatorio CTA, CTAO, el acuerdo que permitirá que el ORM acoja bajo el paraguas de CTAO la instalación de todos los telescopios del mismo en el Hemisferio Norte: 4 de gran diámetro y 15 de diámetro medio (12 m).

En el caso de la colaboración AMS, se han publicado dos importantes artículos en la revista *Physical Review Letters*, uno de los cuales corresponde a los resultados de la tesis R. Clavero.

EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

El año 2016 ha sido pródigo en resultados relacionados con la Red de Telescopios Cherenkov (CTA). En abril el IAC firmó el acuerdo con el Instituto para el Estudio de Rayos Cósmicos de la Universidad de Tokio, para la instalación conjunta de cuatro telescopios de gran diámetro (23 m, LST) en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM). En septiembre, el IAC firmó con la empresa pública encargada de la construcción del observatorio CTA (CTAO) el acuerdo que permite desplegar los telescopios Cherenkov correspondientes al Hemisferio Norte en el ORM. Este acuerdo incluye a los cuatro telescopios LST, así como a otros 15 telescopios de diámetro medio (12 m, MST) y toda la infraestructura auxiliar.

En lo que concierne a la colaboración AMS, 2016 también ha sido un año productivo en términos de publicaciones científicas. AMS-02 es un instrumento a bordo de la Estación Espacial Internacional, cuyo IP es el premio nobel S. Ting, que funciona como un espectrómetro de masas de muy alta resolución en masa y energía para la detección de rayos cósmicos. Lleva tomando datos desde 2011 y el análisis de los mismos es extremadamente complejo. De ahí que las publicaciones derivadas de este experimento sean pocas en el tiempo, pero muy importantes en el fondo. Este año han salido a la luz dos publicaciones en *Physical Review Letters*. En la primera de ellas se discute la relación entre el flujo de anti-protones en el marco de los rayos cósmicos primarios, y en la segunda se estudia la evolución del cociente entre boro y carbono en los rayos cósmicos. Este cociente proporciona información acerca de los procesos de aceleración y del itinerario que han sufrido estas partículas hasta llegar al entorno terrestre. Se da la circunstancia de que los resultados de este artículo provienen fundamentalmente de la tesis doctoral de R. Clavero Jiménez, realizada en el IAC bajo la supervisión de R.J. García López y A. Oliva, del CIEMAT.

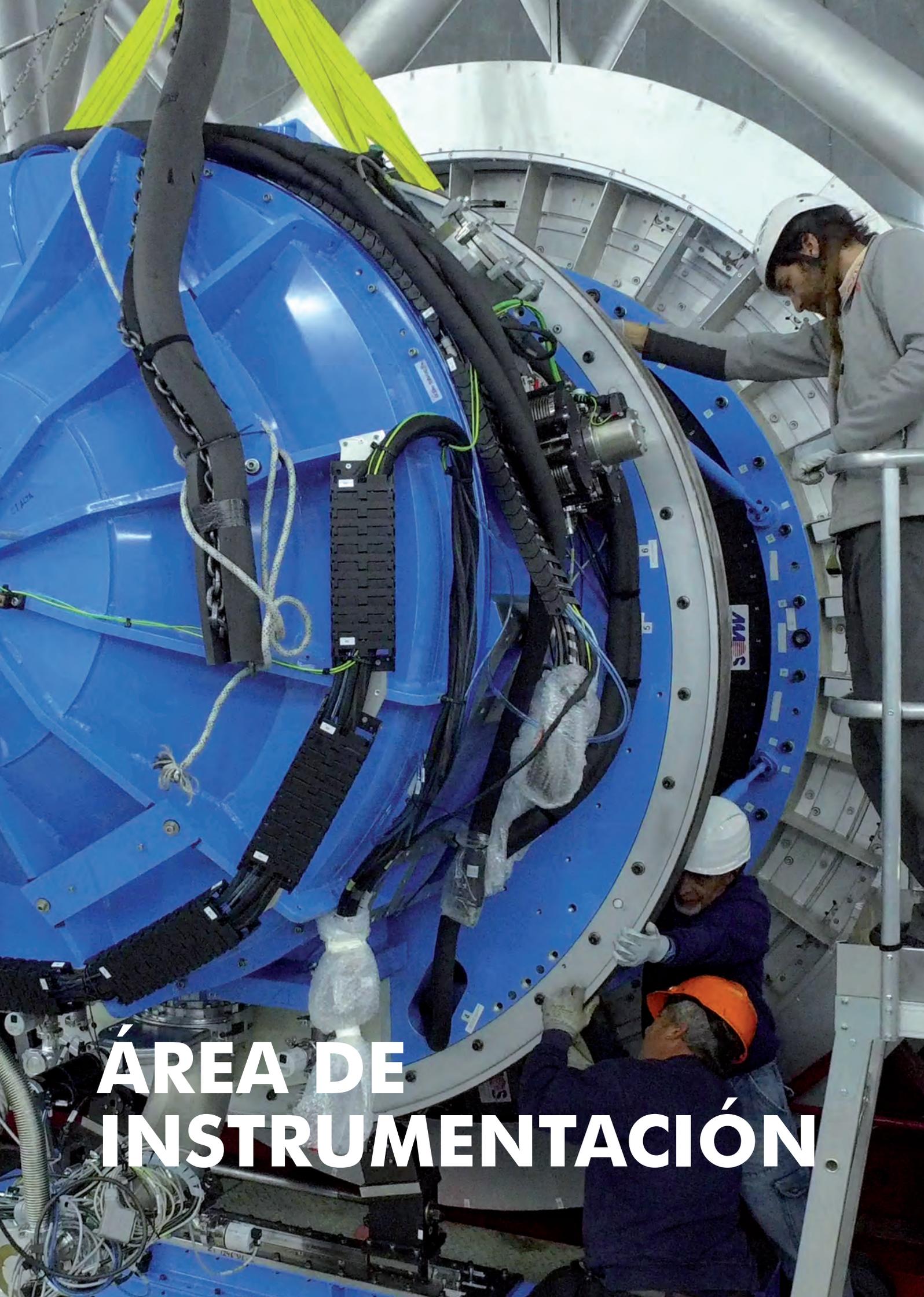
Como preparación para la explotación de los datos de CTA, el grupo de investigación ha concentrado esfuerzos en el estudio y análisis de datos procedentes de los telescopios MAGIC. M. Vázquez Acosta ha abierto dos líneas de investigación, una relacionada con la búsqueda de materia oscura y, la otra, con el estudio de la radiación de fondo extragaláctica (EBL; que interacciona con los rayos gamma de alta energía y modifica lo que observamos). Esta parte del trabajo está siendo desarrollada por la estudiante de doctorado G. Vanzo, bajo la supervisión de los M. Vázquez Acosta y R.J. García López.

Por otra parte, M. Manganaro ha trabajado de forma exhaustiva en el grupo de núcleos activos de galaxias (AGN) de la colaboración MAGIC.

M. Vázquez Acosta y M. Manganaro, así como G. Vanzo han participado en varios turnos de observación en los telescopios MAGIC.

M. Manganaro ha participado también en diversas actividades de divulgación científica.

El IP del Proyecto, R.J. García López ha dedicado la mayor parte de sus esfuerzos a los aspectos de gestión relacionados con la instalación del observatorio CTA-Norte en el ORM, así como a la gestión de la participación del grupo de Astrofísica de Partículas del IAC en AMS. M. Vázquez Acosta ha dedicado también una gran parte de tiempo y esfuerzo para hacer posible la implantación del primer telescopio LST en el ORM a lo largo de 2017.



ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponde al Área de Instrumentación dar apoyo tecnológico, mediante la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los objetivos del IAC.

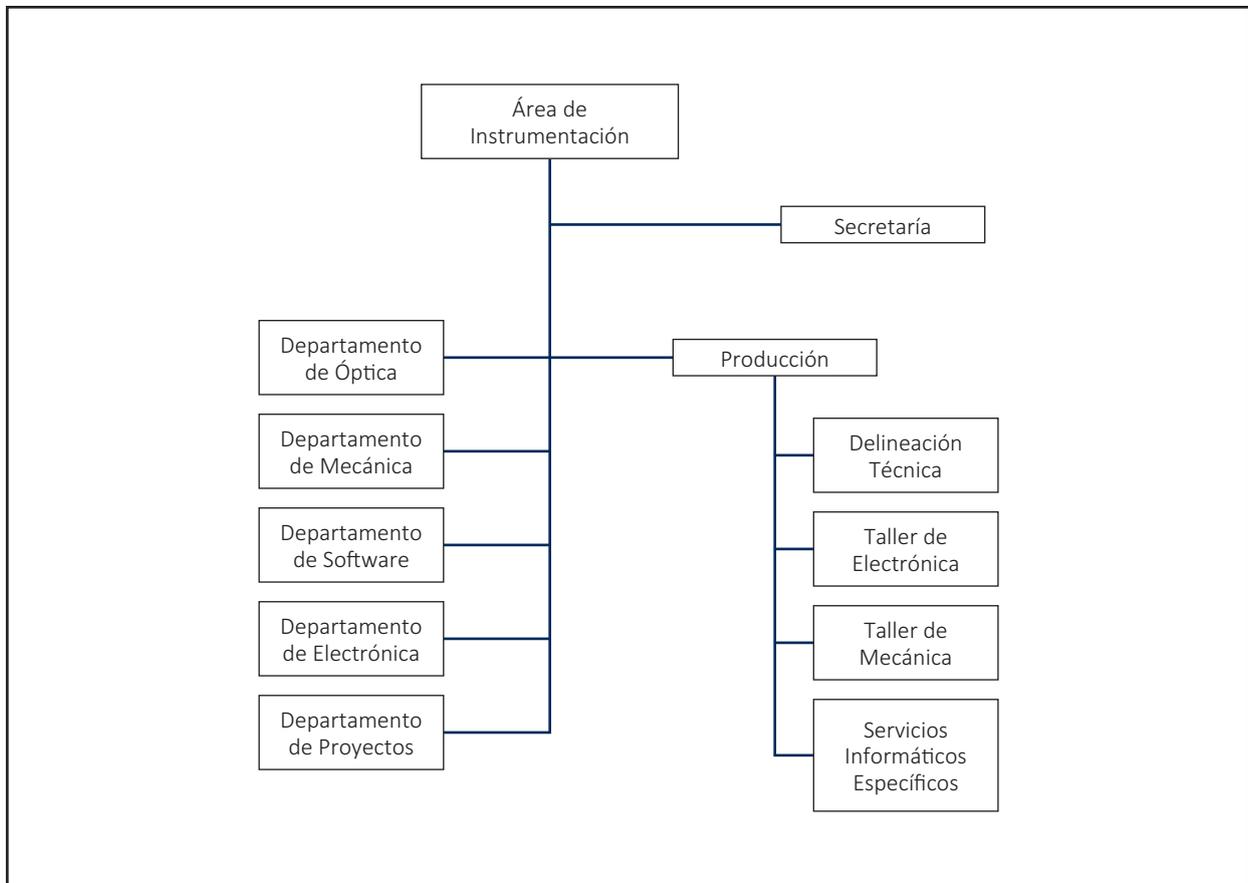
El Área de Instrumentación se responsabiliza de:

- El desarrollo de nueva instrumentación para la observación astronómica.
- El mantenimiento de la instrumentación astronómica existente.
- La utilización de las capacidades tecnológicas en otros campos de la ciencia o de la técnica que favorezca el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- La generación y cesión de tecnología.

Además de una Secretaría y un Coordinador, el Área de Instrumentación dispone de unos medios humanos

y materiales estructurados en dos grupos: Ingeniería y Producción.

El grupo de **Ingeniería** se divide en cinco departamentos: Electrónica, Mecánica, Software, Óptica y Proyectos. La componen 49 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas) y 1 ingeniero técnico en prácticas. **Producción**, con 1 titulado superior, 2 titulados medios y 15 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, SIE y Delineación Técnica. **Secretaría**, compuesta por 1 persona.



INGENIERÍA

En esta sección se resume la actividad de la Ingeniería del Área de Instrumentación del IAC durante 2016. Además de una breve reseña de las actividades de cada uno de los cinco departamentos (Electrónica, Mecánica, Proyectos, Óptica y Software), se relacionan las acciones de formación, así como las incidencias y estadísticas del personal.

DESGLOSE DE ACTIVIDADES

El siguiente gráfico muestra la distribución de la dedicación del tiempo de Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a proyectos, formación, servicios, y organización y gestión interna durante el año 2016.

Como se muestra en el Gráfico I, el 84,2% del tiempo de Ingeniería se ha empleado en el trabajo directo en los proyectos. Del 15,8% restante, se ha dedicado un 9,7% a Organización y Gestión, apartado que incluye la gestión propia de los departamentos, el tiempo dedicado a los laboratorios, el estudio o realización de trabajos internos, la compra, recepción y puesta en marcha de equipos para los departamentos o laboratorios, la dedicación al Comité de Empresa, Comité de Seguridad y Salud, otros comités y grupos de trabajo, o la atención a visitas, etc.

La Formación ha supuesto un 4,2% del tiempo total de la Ingeniería. Este porcentaje incluye actividades formativas formales de carácter general, como cursos, congresos, ferias, pero no incluye la formación específica que se adquiere durante el desarrollo de un proyecto instrumental.

Finalmente, el 2,0% se ha empleado en Servicios, donde se incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, normalmente internas, y a la asistencia a Mantenimiento Instrumental.

Respecto a los datos del año pasado, la dedicación a los proyectos ha disminuido en 3,2 puntos, la dedicación a organización y gestión ha aumentado en 1,3 puntos y el tiempo dedicado a consultas técnicas ha aumentado 0,2 puntos. En cuanto a la formación, el tiempo dedicado ha aumentado en 1,9 puntos. No obstante, estos valores son relativamente bajos comparados con otros años, debido principalmente a las limitaciones presupuestarias y a la alta carga en proyectos. La

Desglose de Actividades de Ingeniería

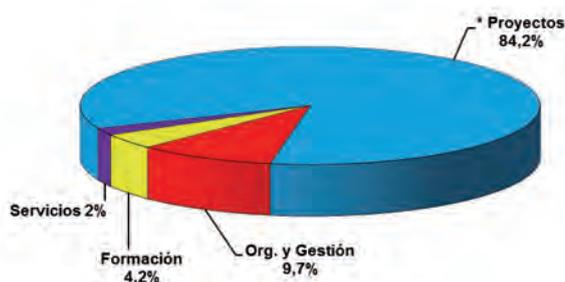


Gráfico I

Distribución por Proyectos

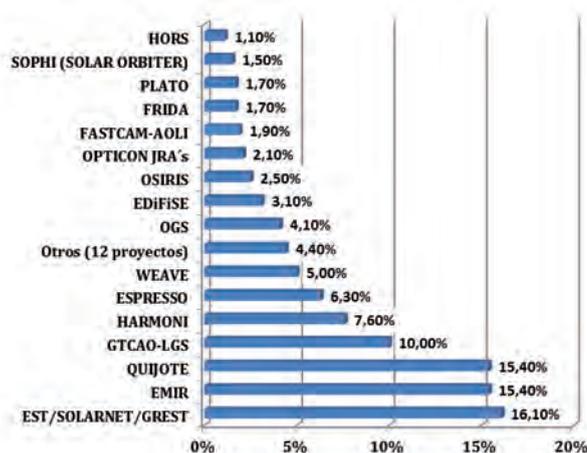


Gráfico II

disminución del tiempo dedicado a los proyectos tiene su explicación en que el tiempo de formación ha aumentado un poco debido en gran parte a la asistencia al congreso SPIE de Instrumentación y Telescopios, y también es debido a que este año se han perdido 3,2 ingenieros equivalentes a jornada completa que estaban dedicados a proyectos, como muestra la gráfica de evolución del personal de Ingeniería más adelante en este documento.

En el Gráfico II se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos, con un total acumulado de 74.300 horas de Ingeniería.

Se muestran individualmente los proyectos que ocupan más del 1,1% del tiempo total de Ingeniería, englobando los restantes en un único sector, estos proyectos pequeños (Otros), doce en total, alcanzan en conjunto un 4,4% de la ocupación.

Casi la mitad de la capacidad de la Ingeniería, el 47,0%, se ha dedicado a tres proyectos: EST (englobando el trabajo realizado en los programas SOLARNET y GREST), EMIR y QUIJOTE. El primero, EST, con un 16,1% de dedicación y EMIR y QUIJOTE con un 15,4% cada uno. Por detrás hay cinco proyectos que se reparten un 33,0%, son GTCAO-LGS con un 10,0%, OGS con un 4,1% y HARMONI, ESPRESSO y WEAVE con valores intermedios. Finalmente, con valores entre el 3,1% y el 1,1% de dedicación se encuentran por orden: EDiFISE, OSIRIS; OPTICON JRA's, AOLI, FRIDA, PLATO, SOPHI y HORS. Este grupo de ocho proyectos consumen, en conjunto, el 15,6% del tiempo de Ingeniería. El

remanente que queda para llegar al 100% total, esto es, el 4,4%, se reparte entre doce proyectos pequeños (Otros) con una dedicación individual inferior al 1%. Entre ellos podemos mencionar a JEMEUSO y NISP, dos proyectos espaciales.

Comparando con los datos del año pasado, EMIR, a pesar de encontrarse instalado en el ORM desde mayo de 2016, prácticamente ha seguido manteniendo el mismo porcentaje de dedicación, un 15,4% frente a un 15,9% en 2015. Por el contrario, las actividades del Proyecto EST han aumentado significativamente, pasando de un 11,8% a un 16,1% en 2016. En el resto de proyectos con más dedicación no ha habido grandes cambios y siguen con valores parecidos a los del año pasado. Entre los proyectos más pequeños sólo cabe destacar la disminución de 3,6 puntos en la dedicación a HORS y un aumento de 3,2 puntos en OGS, manteniendo el resto valores similares.

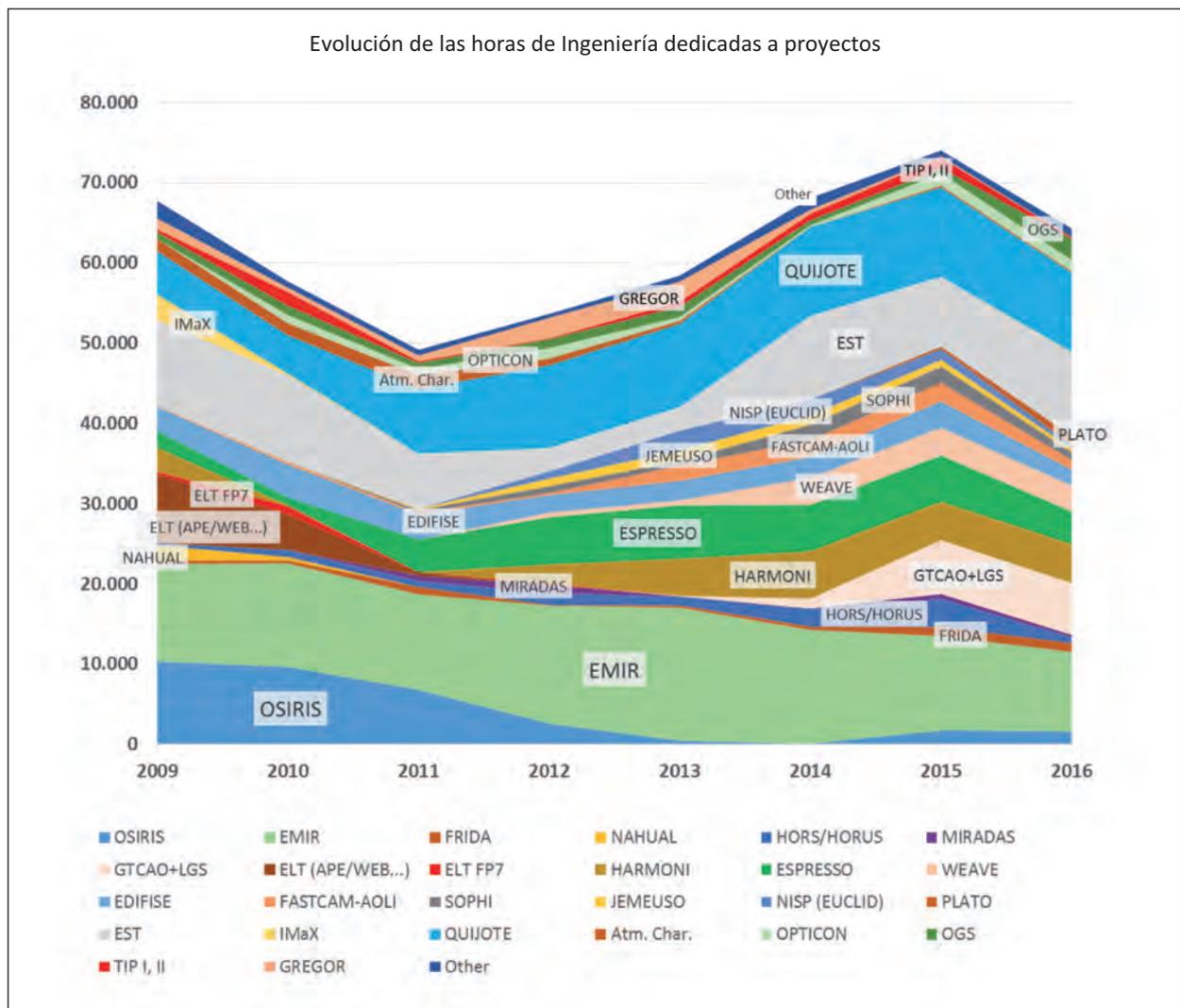


Gráfico III

Hay que hacer notar en esta comparativa de porcentajes que dado que se aplican sobre el total de horas de Ingeniería, y que este valor sufre variaciones año a año, un mismo valor de porcentaje puede corresponderse con un número de horas de dedicación distinto. De igual modo, un pequeño cambio en porcentaje de una cantidad grande de horas, significa muchas horas, y al contrario, un gran porcentaje sobre una cantidad pequeña de horas representa pocas horas.

El empleo del tiempo en Ingeniería puede verse también desde una perspectiva plurianual. El Gráfico III muestra la evolución de la dedicación a los diversos proyectos desde el año 2009.

El aumento o disminución total de horas se debe principalmente a la diferencia entre incorporaciones y

bajas de personal (Ver gráfico de evolución del personal de Ingeniería) y a los porcentajes globales de dedicación a proyectos.

La gráfica muestra la disminución progresiva de las horas dedicadas a EMIR y HORS, el aumento de EST y el crecimiento reciente de GTCOA+LGS y WEAVE.

La siguiente tabla muestra, esquemáticamente, la dedicación de los ingenieros a los proyectos durante 2016. El tono más oscuro de la casilla indica un mayor número de horas dedicadas a ese proyecto y el número que aparece es la fracción de dedicación completa. Un 0.0 indica una dedicación inferior al 10%. En la mayor parte de los casos, la gestión de los proyectos recae en el personal del Departamento de Proyectos, pero en algunas ocasiones otro personal de Ingeniería realiza esta gestión.

Tabla I

Participación de Ingeniería en los proyectos (Año 2016)	Proyectos																																							
	GREGOR	GTCOA-LGS	IACGestión (INST)	JEMEUSO	OGS	SOLAR ORBITER	HARMONI	WEAVE	OSIRIS	EDIFISE	PRUEBAS LGS EN OGS	EMIR	FRIDA	ESPRESSO	QUIJOTE	SOLARNET	GREST	AOLI	DES. Y TRANSF. TEC.	HORUS	JEMEUSO	EUCLID	PLATO	DIMMA	HARPS3	HIRES	OPTICON	MEJORA SOFT TTNN	REFORMAS CAIN	SUNRISE-3	TIP-II	MIRADAS								
Dep. Proyectos	M. Reyes	0,0	0,5	0,1	0,0	0,3	0,1																																	
	J. M. Herreros							0,4	0,6																															
	V. González									1,0																														
	A. Alonso					0,7					0,2	0,1																												
	J. Patrón												1,0	0,0																										
	M. Amate														1,0																									
	M. Barreto												1,0																											
	A. Pérez															1,0																								
	Ch. Grivel-Gelly																1,0																							
	J. Vaz																	1,0																						
Dep. Electrónica	L. F. Rodríguez		0,3					0,2		0,0						0,1		0,3	0,1																					
	E. Ballesteros					0,7										0,3																								
	E. Joven								0,1			0,6								0,2	0,1																			
	J. J. Díaz											0,0	0,0						0,0			0,2	0,1		0,3	0,7														
	H. Chulani		0,0							1,0																														
	J. M. Delgado							0,9																	0,1															
	R. Hoyland															1,0																								
	T. A. Viera															1,0																								
	M. A. Núñez		0,4										0,5																											
	O. M. Tubio		0,9																0,0				0,1																	
	Y. Martín									0,4												0,6																		
	J. V. Gigante							1,0																																
	J. López																						0,0	1,0																
	Dep. Mecánica	V. Sánchez														1,0																								
E. Hernández							0,9												0,1																					
F. Tenegi			0,2		0,2										0,5											0,0	0,0													
P. Fernández												1,0																												
A. Mato												1,0																												
S. Santana														1,0																										
A. Vega															1,0																									
N. Vega											0,0					1,0																								
M. A. Estéves																1,0																								
J. Alonso								1,0									1,0																							
J. Cózar															1,0																									
R. Simoes																									0,9	0,1														

(continúa en la página siguiente)

Tabla I (continuación)

	Participación de Ingeniería en los proyectos (Año 2016)																																	
	GREGOR	GTCAO-LGS	IACGestión (INST)	JEMEUSO	OGS	SOLAR ORBITER	HARMONI	WEAVE	OSIRIS	EDIFISE	PRUEBAS LGS EN OGS	EMIR	FRIDA	ESPRESSO	QUIJOTE	SOLARNET	GREST	AOLI	DES. Y TRANSF. TEC.	HORUS	JEMEUSO	EUCLID	PLATO	DIMMA	HARPS3	HIRES	OPTICON	MEJORA SOFT TTNN	REFORMAS CAIN	SUNRISE-3	TIP-II	MIRADAS		
Dep. Óptica	J. L. Rasilla						0,0					0,0		1,0												0,0								
	R. López	0,2														0,2		0,5																
	A. B. Fragoso														0,8											0,2								
	J. Sánchez-C.				1,0																													
	M. A. Cagigas					1,0																												
	F. Gracia									0,1					0,6	0,0			0,0	0,3														
	I. Montilla	0,2															0,8																	
	M. Insausti																										1,0							
	M. Puga	0,6																	0,4															
	L. Montoya																1,0																	
Dep. Software	C. Domínguez																	1,0																
	C. Martín	1,0																																
	M ^a F. Gómez														1,0					0,0														
	M. Aguiar														0,7													0,3						
	E. Páez	0,0															0,8													0,0	0,1	0,1		
	H. Moreno												1,0																					
	J. C. López	1,0						0,0																										
	P. López														0,9																		0,1	
	J. Rosich	0,2													0,7																			
	J. Marco	0,3												0,7																				

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

A continuación se menciona brevemente la actividad departamental en los proyectos del Área y algunas de las mejoras al equipamiento de los laboratorios y capacidades.

Departamento de Electrónica

En el año 2016 las mejoras de infraestructura en el Departamento de Electrónica estuvieron principalmente orientadas al Laboratorio LISA, y concretamente a su extensión al IR. Los sistemas de vacío y enfriamiento utilizados durante las pruebas fueron sustituidos por los adquiridos para su uso con el criostato para pruebas IR. Además se realizó una exploración para identificar los componentes que desgasificaban en su interior en condiciones de alto vacío.

Los equipos que han pasado a formar parte integral de este criostato son:

- Sistema de vacío:

- Bomba rotatoria (tipo Skroll)
- Bomba de alto vacío (tipo turbo-molecular)
- Válvula de guillotina
- Sensores y monitor de presión

- Sistema de enfriamiento:

- Cabeza fría
- Mangueras de HE₂
- Compresor de HE₂

Los trabajos realizados a lo largo de 2016 permiten concluir que, tras varios procesos de vacío, no existen componentes en el interior del criostato que presenten una desgasificación significativa, y que los gases detectados en los procesos de vacío iniciales se corresponden con un proceso de curado inicial. Así mismo, el criostato presenta una estanqueidad excelente y los equipos de vacío adquiridos se han revelado como idóneos.

Paralelamente, este año se recopiló las necesidades y se definió la obra requerida para ubicar adecuadamente los laboratorios LISA-IR y LISA-Visible. Después de un proceso largo de análisis y consideración de las diversas opciones, se optó por reubicar LISA-Visible e IR en la zona de montaje del Taller de Electrónica, tras remodelar éste, y ubicar la actual cámara climática donde ha estado LISA hasta la fecha, junto a Mantenimiento Instrumental. La remodelación del Taller de Electrónica se realizó a finales de año, y está previsto poder acometer las obras correspondientes para adecuar las instalaciones a LISA en 2017.

Durante 2016 ha funcionado habitualmente el procedimiento de suministro quincenal de materiales fungibles puesto en marcha el año anterior, lo que ha supuesto una apreciable mejora y simplificación en el proceso de pedido y suministro de materiales fungibles de electrónica.

Departamento de Mecánica

La actividad del Departamento de Mecánica sin duda ha estado marcada por la llegada de EMIR al telescopio GTC y por la entrega de la optomecánica y la documentación de ESPRESSO al Proyecto, con lo que prácticamente se ha finalizado la participación en el mismo.

Por otro lado, se ha seguido participando en un gran número de proyectos, 11 en total, significando un 83% del tiempo total del Departamento. Este año la dedicación se ha centrado mayoritariamente en seis proyectos, alcanzando un 77% del tiempo, QUIJOTE (23,91%), SOLARNET (23,62%), EMIR (16,10%), ESPRESSO (10,25%), HARMONI (10,20%) y WEAVE (8,68%). La dedicación a GTC-O-LGS, HARPS3, HRES, AIM-OGS y a Desarrollos y Transferencia Tecnológica ha significado un 5,98%. Se ha dedicado un 2,04% a consultas técnicas de otros proyectos. En cuanto a actividades propias del Departamento, se generó y dejó operativa una página Web del mismo dentro de la Web interna. A continuación se exponen, para cada proyecto, las principales tareas realizadas.

Tras muchos años de intenso trabajo, pruebas, verificaciones, mejoras, documentación, etc. que han dado su fruto, EMIR salió el 19 de mayo de la sede central del IAC, en La Laguna, con destino al Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. El espectrógrafo multiobjeto infrarrojo EMIR tuvo su Primera Luz con éxito el pasado 13 de junio, apenas transcurrido un mes tras su llegada, lo que pone de manifiesto el trabajo realizado por el equipo de EMIR. Las tareas en las que ha estado involucrado el Departamento en EMIR durante este año han estado centradas en los sistemas de enfriamiento y vacío, la puesta a punto de la CSU y los procedimientos de operación, transporte y puesta en marcha en el telescopio. Tras un gran esfuerzo para que el sistema de enfriamiento estuviera en las mejores condiciones posibles, éste ha alcanzado un rendimiento óptimo permitiendo que el instrumento se encuentre a temperaturas mucho más frías de las esperadas y haciendo que la ciencia realizada alcance unos niveles de calidad muy altos. El Departamento ha participado en las intervenciones que ha requerido EMIR durante su operación en el telescopio

GTC y también en acciones formativas para personal de GTC que se ocupará en el futuro de las mismas. Finalmente se están redactando tanto los manuales de uso, como los distintos de mantenimiento así como las actuaciones en caso de avería.

En ESPRESSO se participó en la integración y aceptación del banco óptico en la cámara de vacío en la Universidad de Ginebra, así como en el seguimiento de las posteriores modificaciones que se han realizado en el mismo y en la redacción de la documentación correspondiente. También se integraron en el IAC las monturas optomecánicas con su óptica correspondiente y se enviaron a la Universidad de Ginebra, donde personal del Departamento participó en la integración de las mismas en el banco óptico, y en su aceptación y alineado preliminar.

Para HARPS3 se realizó el estudio de información acerca del edificio e instalaciones del telescopio INT en el ORM y se analizó la viabilidad del transporte, instalación, posicionado y AIV del instrumento en la sala Coudé Este del propio edificio del telescopio. Asimismo se evaluaron los trabajos de acondicionamiento de las instalaciones a llevar a cabo en los próximos meses. Estas acciones permitirán comenzar con el diseño de los cerramientos térmicos del instrumento y planificar las obras a acometer en las instalaciones para permitir la instalación del espectrógrafo y sus diferentes subsistemas.

En QUIJOTE las principales tareas realizadas consistieron en lo siguiente: la integración de los receptores del TGI y el montaje de nuevo del instrumento en el segundo telescopio, lo que permitió iniciar el comisionado con 5 receptores y posteriormente con 27; el diseño preliminar del carenado térmico del instrumento para el telescopio; la fabricación de los receptores del FGI y la realización del procedimiento de integración de dichos receptores; la implementación de mejoras en el MFI; el diseño preliminar del MFI para Sudáfrica (SANCHO) y, finalmente, el soporte y seguimiento de los problemas del eje de elevación del segundo telescopio.

En el contexto del Proyecto SOLARNET, este año se ha avanzado en el desarrollo del prototipo de IFU del telescopio EST, terminando la fabricación del banco y de los distintos subsistemas que lo componen. También cabe mencionar la fabricación e integración de los componentes del sistema de barrido de campo integral, la caracterización de las mesas del sistema y la verificación del conjunto en la Sala AIV, incluyendo ensayos ópticos y mecánicos. Como prototipo de unidad de campo integral para el telescopio EST, se ha estudiado un concepto de "image slicer" que ha sido recientemente validado con el espectrógrafo GRIS en el

telescopio GREGOR. Finalmente, también se ha subcontratado la construcción de una maqueta del telescopio EST.

En HARMONI se han seguido probando elementos electromecánicos comerciales como encoders, voice coils, etc. haciéndoles una preparación para criogenia y probándolos a baja temperatura. Dadas las necesidades de esta preparación se han tenido que investigar y desarrollar técnicas de lubricación en seco para rodamientos comerciales. Por otra parte ha habido varias reuniones durante el año para fijar las especificaciones de la Preóptica, lo que ha originado nuevos diseños ópticos y por lo tanto nuevos diseños mecánicos. Se ha conseguido rebajar la masa total de la Preóptica con un nuevo diseño de banco óptico y se han rediseñado los soportes del mismo por unos cinemáticos.

En AIM-OGS se realizó el diseño conceptual y preliminar del banco óptico del terminal de tierra del instrumento en la OGS, así como la selección de las monturas optomecánicas comerciales. Se generó la documentación y se participó en las CoDR y PDR.

En WEAVE se realizaron las pruebas del “Focus Translation System (FTS)” en la Sala AIV del IAC. El no cumplimiento de uno de los requisitos esenciales dio lugar a la generación de la NCR (Non Conformance Report) correspondiente y a la investigación de las causas del problema. Una vez identificado el origen del problema: la falta de rigidez del útil de pruebas, se autorizó al IAC a proceder con el desmonte, empaquetado y transporte del sistema al telescopio WHT. Asimismo se trabajó paralelamente en los procedimientos de contratación administrativa para el suministro de los dos últimos subsistemas de los que es responsable el IAC en el Consorcio WEAVE: el nuevo sistema corrector de foco y el nuevo sistema rotador del foco primario para el telescopio WHT. Ambas licitaciones han sido publicadas y están en trámite de adjudicación.

En GTCOA-LGS se realizó el seguimiento de la fabricación y la aceptación de la mecánica del sensor de frente de onda de la estrella natural y del sistema de calibración. También se participó en las tareas de integración de los subsistemas.

En cuanto a equipamiento, el Departamento ha mejorado su infraestructura con varios equipos: el banco de trabajo para integración de subsistemas con dos taladros de par controlados; dos llaves dinamométricas electromecánicas con medición del ángulo y del par de apriete; una bomba turbomolecular para dejar operativo de nuevo el EMCTS; una serie de repuestos para la impresora 3D y la reposición de material de vacío. En lo que respecta a formación este año se realizó una subscripción anual de formación online de ANSYS.

Departamento de Óptica

La mayor actividad durante el año 2016 se produjo en los siguientes proyectos: SOLARNET, HARMONI y ESPRESSO, en los cuales se cubrieron tareas de simulación óptica, diseño e integración.

En el contexto de los proyectos SOLARNET y GREY, cuyo propósito es desarrollar instrumentación avanzada para el futuro gran telescopio solar europeo EST, el personal del Departamento continuó los estudios de algoritmos óptimos de reconstrucción del frente de onda que forman parte de las simulaciones de Óptica Adaptativa multiconjugada (MCAO) para astronomía solar. Además se recibió, integró y probó, tanto en laboratorio como en telescopio, la IFU (unidad de campo integral) para el espectrógrafo GREGOR fabricada por la empresa Winlight.

En el Proyecto ESPRESSO, se aceptaron los elementos ópticos del espectrógrafo y se entregaron al Proyecto para su integración. Además, se finalizó la integración y pruebas del subsistema “Fiber Link” y se entregó al Proyecto. En la segunda mitad del año se comenzó la integración de un sistema de repuesto de “Fiber Link”.

Las tareas en el Proyecto HARMONI, instrumento de Primera Luz de E-ELT, se centraron en los diseños ópticos de la Preóptica del instrumento. El Proyecto se encuentra en fase de diseño preliminar y el diseño óptico de debe de adaptar a cambios de especificaciones e interfaces de los demás subsistemas del instrumento.

Además de en los proyectos anteriores, el Departamento de Óptica también tuvo una presencia relevante durante 2016 en AOLI, GTCOA-LGS, OGS y HORS.

AOLI tiene como objetivo el disponer de un instrumento que combina las capacidades de las técnicas de “Lucky Imaging” con las de Óptica Adaptativa en el telescopio WHT. En 2016, el Departamento se hizo finalmente cargo del sistema desarrollado por el consorcio formado por la Universidad de Colonia, Instituto de Astronomía de la Universidad de Cambridge, la Universidad Politécnica de Cartagena, la Universidad de La Laguna y el IAC reconfigurándolo como un instrumento modularizado. Se realizaron dos comisionados en el telescopio: el primero en julio y el segundo en octubre, y en ambas ocasiones se consiguió cerrar el lazo de AO hasta magnitud 10, aunque las condiciones de seeing del segundo periodo no fueron buenas.

En OGS se ha continuado con las labores de operación de la estación, dando soporte a distintos proyectos de la ESA. Dentro del entorno de OGS, se trabajó en el Proyecto AIM cuyo objetivo es realizar comunicaciones a través de laser con satélites situados a gran

distancia. En este Proyecto se realizó el diseño del sistema óptico de lanzamiento del láser y de recepción de la comunicación.

En el Proyecto GTC-CAO-LGS, cuyo objetivo es disponer de Óptica Adaptativa en el telescopio GTC, el Departamento ha tenido una actividad notable. En la parte de LGS el Departamento ha dado un importante soporte a las actividades de generación de una estrella láser artificial por parte del personal de ESO en el Observatorio del Teide y en la parte de estrella natural se ha seguido trabajando en la integración del sensor de frente de onda del instrumento.

En el espectrógrafo HORS, instrumento visitante del telescopio GTC, se ha estado optimizando el sistema de alimentación, a través de fibras ópticas, para mejorar la eficiencia del instrumento.

La inversión en el Laboratorio de Óptica durante 2016 se centró sobre todo en la reposición de material deteriorado. También ha habido una importante inversión en material fungible para reparar la máquina de películas delgadas dedicada a la realización de recubrimientos ópticos. Además, se adquirió una cámara de muy alta resolución como detector para el laboratorio.

De nuevo, el Laboratorio de Óptica y su equipamiento fue requerido por parte de distintos proyectos internos del IAC y de instituciones externas como GRANTECAN S.A. para la realización de determinadas pruebas y medidas relacionadas con instrumentación óptica. El interferómetro Zygo, el espectrofotómetro Cary-5 y el espectro-radiómetro fueron los equipamientos más utilizados.

El Laboratorio de Fibras mantuvo su actividad desarrollando los haces de fibras para los proyectos ESPRESSO, EDIFISE y HORS.

Un año más, el Departamento acogió a dos estudiantes de grado de Física de la Universidad de La Laguna para realizar las prácticas de empresa. Una de ellos realizó tareas de caracterización de fibras ópticas y el segundo fue formado en pruebas ópticas de caracterización de elementos ópticos comerciales diseñados para fotografía.

Finalmente, durante el año 2016 el Departamento ha renovado parte de su software de control de instrumentación de laboratorio, desarrollando herramientas en el entorno del lenguaje Python. En este sentido, se ofreció una beca de verano de tres meses para colaborar en parte de este desarrollo.

Departamento de Software

Siguiendo con la tendencia de años anteriores, en 2016 el 63,5% de la actividad del Departamento ha es-

tado centrada en el desarrollo de instrumentación para el telescopio GTC, esto es: EMIR, GTC-CAO-LGS, FRIDA, MIRADAS, OSIRIS y HORS. El de mayor dedicación ha sido EMIR con un 29,8%, seguido de GTC-CAO-LGS con un 21,6%, FRIDA con el 9,2% y MIRADAS con el 2,7%. La participación en OSIRIS y HORS ha sido marginal.

Por detrás del conjunto de proyectos para GTC, están QUIJOTE con el 20,6% de dedicación y EST / GREY / SOLARNET con el 9,9%. A continuación, con porcentajes muy inferiores, están la mejora del software de los TTNN con el 3,1%, TIP II (1,7%) y SUNRISE-3 y GREGOR con menos del 1%.

Comparando con 2015, este año se puede destacar el aumento porcentual de la dedicación a QUIJOTE y EST, y la disminución a TIP II y HORS.

La dedicación a EMIR ha sido máxima hasta su traslado y comisionado en el telescopio. No obstante, el trabajo en desarrollo de software todavía continuará bastante tiempo para terminar la puesta a punto y la implementación de todos los modos de operación hasta su entrada en funcionamiento rutinario. Aún queda mucho trabajo por hacer en software. Sin embargo, parte del equipo de EMIR ya ha aumentado su participación en otros proyectos para GTC ya que no se puede continuar acumulando retrasos en esos proyectos. En FRIDA, que hereda gran parte del trabajo realizado en EMIR, se han hecho grandes avances: se han terminado los simuladores de los mecanismos, y los módulos para el control de los mecanismos están listos, a falta de su integración con los mecanismos reales. En MIRADAS se han definido las interfaces del sistema de control y se están desarrollando los primeros módulos para el control de los mecanismos.

En el proyecto de Óptica Adaptativa para GTC, GTC-CAO, se ha avanzado mucho en el software de procesado en tiempo real (RTC), con las interfaces del espejo deformable y la cámara, y ya se han llegado a hacer las primeras pruebas en bucle cerrado. También se han desarrollado los primeros módulos para el control de mecanismos y temperaturas.

En QUIJOTE se ha estado trabajando en el control de ambos telescopios y en el de los instrumentos. Se han sufrido algunas incidencias mecánicas, eléctricas y de comunicaciones a lo largo del año que se han podido ir resolviendo. También se ha trabajado en el sistema de calibración y de control de temperatura.

En los proyectos solares, EST, GREGOR y TIP se ha trabajado en la definición de las cabeceras FITS para su adaptación a los estándares del Observatorio Virtual, en la motorización del espejo de tilt de GREGOR y en los barridos bidimensionales del prototipo de la unidad de campo integral para EST, principalmente.

Como apoyo a las instalaciones telescópicas del Observatorio de Teide se han hecho mejoras en el software de autoguiado de FOVIA de forma que se puedan utilizar varias cámaras, y se está actualizando el PC de usuario de los telescopios TCS e IAC-80 que aún estaba basado en MS-DOS.

Finalmente, este año se ha concretado nuestra futura participación en el tercer vuelo de SUNRISE, liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), que llevará una nueva versión del instrumento IMAx y otro instrumento japonés. En el Departamento de Software se hará el software del segmento de tierra de ambos instrumentos.

Al margen de los proyectos, este año se creó una nueva página Web del Departamento dentro de la Web interna y, con la ayuda del SIC, se puso en marcha un repositorio Git para el control de versiones. También se supervisó el trabajo de dos becarios de verano.

Departamento de Proyectos

El Departamento de Proyectos centra su actividad en la gestión e ingeniería de sistemas de los proyectos instrumentales del IAC. EMIR se mantiene como el proyecto con mayor dedicación en el Departamento, alcanzando el 25% del tiempo del Departamento dedicado a proyectos. La razón es que es el único proyecto que tiene asignados a tiempo completo un gestor y un ingeniero de sistemas del Departamento, y al encontrarse en la fase final de AIV el esfuerzo ha sido alto. A continuación, con una dedicación entre el 11% y el 13% del tiempo están aquellos proyectos que han contado todo el año con un gestor del Departamento asignado a ellos a tiempo completo, o con el 50% de un gestor y un ingeniero de sistemas, en concreto QUIJOTE, EST (SOLARNET y GRESt), OSIRIS y la OGS con sus nuevos estudios.

La gestión de los instrumentos del telescopio GTC, esto es EMIR, GTCAL, FRIDA y los nuevos estudios de OSIRIS, supone el 42% del tiempo del personal del Departamento. El porcentaje de tiempo dedicado a instrumentos para telescopios de la ESO (VLT y E-ELT), correspondiente a los proyectos ESPRESSO y HARMONI, se acerca al 10%.

La dedicación al Proyecto QUIJOTE y su programa de telescopios e instrumentos en el rango de microondas se mantiene en torno al 12% del tiempo de proyectos. Finalmente, la dedicación a los proyectos de espacio, si no contamos los nuevos estudios de la OGS bajo contrato con la ESA, continúa disminuyendo y es del 1%. La gestión de los proyectos de espacio con más participación actual del IAC, en concreto EUCLID y

PLATO, se encuentra ahora bajo responsabilidad del Departamento de Electrónica, al ser una participación exclusivamente en esa especialidad.

COMISIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

La Comisión de Instrumentación es un comité consultivo y de asesoramiento para la Coordinación del Área de Instrumentación y su Coordinadora sobre cualquier tema relacionado con el desarrollo de instrumentación astronómica en el IAC. Desde su puesta en marcha en junio de 2014, la Comisión de Instrumentación se ha reunido una vez al trimestre para ver la evolución de los proyectos en desarrollo y evaluar las propuestas recibidas en el Área para la involucración en nuevos proyectos y/o actuaciones sobre proyectos existentes, en relación al impacto de éstos sobre el resto de proyectos en curso.

En la siguiente tabla se desglosan las fechas y los proyectos que se han analizado.

Edición	Proyectos analizados
Abril	MIRADAS, SOPHI, NISP, PLATO, FRIDA, GTCAL/LGS, ESPRESSO, AOLI y HIRES
Julio	HARMONI, EST, EMIR, HORUS, QUIJOTE, EDIFISE, WEAVE
Septiembre	MIRADAS, SOPHI, NISP, PLATO, FRIDA, GTCAL/LGS, ESPRESSO, AOLI y HIRES
Diciembre	HARMONI, EST, EMIR, HORUS, QUIJOTE, EDIFISE, GREGOR, WEAVE

Durante 2016, los miembros de la Comisión han sido: B. García, C. Allende, M. Reyes, J.A. Rubiño, M. Collados, C. Martín y J.J. Jiménez Fuensalida, este último sustituido a partir de la edición de diciembre por A. López Aguerri.

FORMACIÓN

A lo largo de 2016, los miembros de la Ingeniería en participado en varias actividades de formación vinculadas con los proyectos en los que participan o gestionan.

En aspectos **electrónicos** o para el personal del Departamento de Electrónica, la formación ha consistido en:

- Cursos: Introducción a Python, Cryo-Vacuum Training: Vacuum Cryogenics, Optomechanics, Gestión avanzada de indicadores y Marcado CE y adecuación de máquinas (IAC).

- Congresos: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido); Real Time for Adaptive Optics Workshop (París, Francia); Encuentro Ria-SpaceTec: Nuevas Perspectivas en el Desarrollo de Instrumentación Astronómica en España (Madrid).
- Jornada: I Jornada sobre Patentes y Marcas (Tenerife).

En aspectos **ópticos** o para el personal del Departamento de Óptica, la formación ha consistido en:

- Cursos: 2nd SELGIFS Advanced School on Integral-Field Spectroscopic Data Analysis (Madrid); Private Training in OpticStudio, Cryo-Vacuum Training: Vaccum Cryogenics, Optomechanics y Marcado CE, Adecuación de máquinas y ZEMAX on site training (IAC).
- Congreso: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido).

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Departamento de Mecánica, la formación ha consistido en:

- Cursos: Cryo-Vacuum Training: Vaccum Cryogenics, Optomechanics, Introducción a Python, Introducción a los plásticos, materiales y procesos, Gestión avanzada de indicadores, Marcado CE y adecuación de máquinas, Introducción a la Tecnología de Prototipado Rápido y Flujo de Trabajo con BCN3D SIGMA, Mantenimiento BCN3D SIGMA (IAC); Cryo-Vacuum Training: Ball Bearings (Garching, Alemania); ThermoAnalytics' European UGM (Munich, Alemania).
- Congreso: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido).
- Seminarios: Diseño orientado a la fabricación (IAC); Astronomical Observatories Meeting (Colonia, Alemania).
- Jornada: Impacto de la Fabricación Aditiva en la Industria: visión tecnológica y últimas tendencias (San Sebastián).

En aspectos de **software** o para el personal del Departamento de Software, la formación ha consistido en:

- Cursos: Marcado CE y adecuación de máquinas, Gestión avanzada de indicadores, Introducción a Python (IAC); LabView Core 3 (Madrid).
- Congresos: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido);

Real Time for Adaptive Optics Workshop (París, Francia).

- Jornada: I Jornada sobre Patentes y Marcas (Tenerife).

En aspectos de **gestión de proyectos, ingeniería de sistemas** o para el personal del Departamento de Proyectos, la formación ha consistido en:

- Cursos: Marcado CE y adecuación de máquinas, Introducción a Python, Gestión avanzada de indicadores (IAC); Microsoft Office Excel para Tratamiento Avanzado de Datos de Gestión (Tenerife).
- Congreso: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido).

Adicionalmente, diverso personal de Ingeniería ha asistido a varios cursos y charlas sobre aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo. Estas han sido: Básico 80 horas – Prevención Riesgo Laborales; Conducción en condiciones peligrosas y Riesgos y medidas preventivas en trabajos de altura.

Finalmente, hay que mencionar que al igual que otros años, los presupuestos de formación también han permitido la visita al Observatorio del Teide para que las personas recién incorporadas o becarios lo conozcan.

En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total, obtenida a partir de las estadísticas de satisfacción realizadas por el Área de Instrumentación, muestra los siguientes valores:

Aspecto	Valoración* (de 1 a 5)
Contenido	4,0
Duración	4,0
Profesor	4,3
Aplicabilidad de los conocimientos	4,3
Valoración global	4,1
*1=Deficiente; 5=Excelente	

La comparación con los valores obtenidos en 2015 muestra unos resultados ligeramente mejores. La valoración total ha aumentado 0,2 puntos.

La tabla completa con todos los detalles de las actividades de formación, sus valoraciones y los comentarios que algunos asistentes han hecho, se encuentra en la Secretaría del Área donde puede ser consultada para

la organización y planificación de futuras actividades formativas.

También se ha seguido con la política de dejar una copia del material formativo en el Archivo Documental para conservar y difundir el conocimiento entre los miembros del Área.

PERSONAL

Altas

- Departamento de Electrónica. En el mes de octubre se incorporó al Departamento de Electrónica J. López Campos, Ingeniero Industrial por la Universidad de Comillas, para trabajar en los proyectos espaciales PLATO y NIPS.
- Departamento de Mecánica. Se incorporó en el mes de noviembre R.M, Luis Simoes para participar en los proyectos de alta resolución espacial y espectral (ESPRESSO, HORS, HIRES y HARPS3).
- Departamento de Óptica. Ha habido cuatro altas: J. Sánchez-Capuchino Revuelta regresó de su excedencia en abril y se encuentra trabajando en el Proyecto AIM de OGS; M. Puga Antolín fue contratada en enero como ingeniero para hacer ta-

reas de integración y verificación en el Proyecto GTCOA; C. Domínguez Tagle fue contratado como postdoc en julio para realizar tareas de diseño e integración óptica en el Proyecto GREST; y M.Á. Cagigas García fue contratado como ingeniero en septiembre para realizar tareas de diseño durante las fases B y C del Proyecto HARMONI.

- Departamento de Software se incorporaron a trabajar los ingenieros Ó. Casanova González y J.J. Fernández Valdivia, para los proyectos GTCOA y HORS.

Bajas

- Departamento de Electrónica. En el mes de mayo, causó baja Y. Martín tras haber concluido las actividades en los proyectos EDiFiSE y JEMEUSO.
- Departamento de Mecánica. han causado baja Á. Mato Martínez y S. Santana Tschudi, en junio y agosto respectivamente. P. Redondo Caicoya ha causado baja en junio al no haberse reincorporado al Departamento al finalizar su excedencia con reserva de puesto de trabajo. P. Fernández, ingeniera temporal contratada en el Departamento, obtuvo una plaza fija en diciembre de

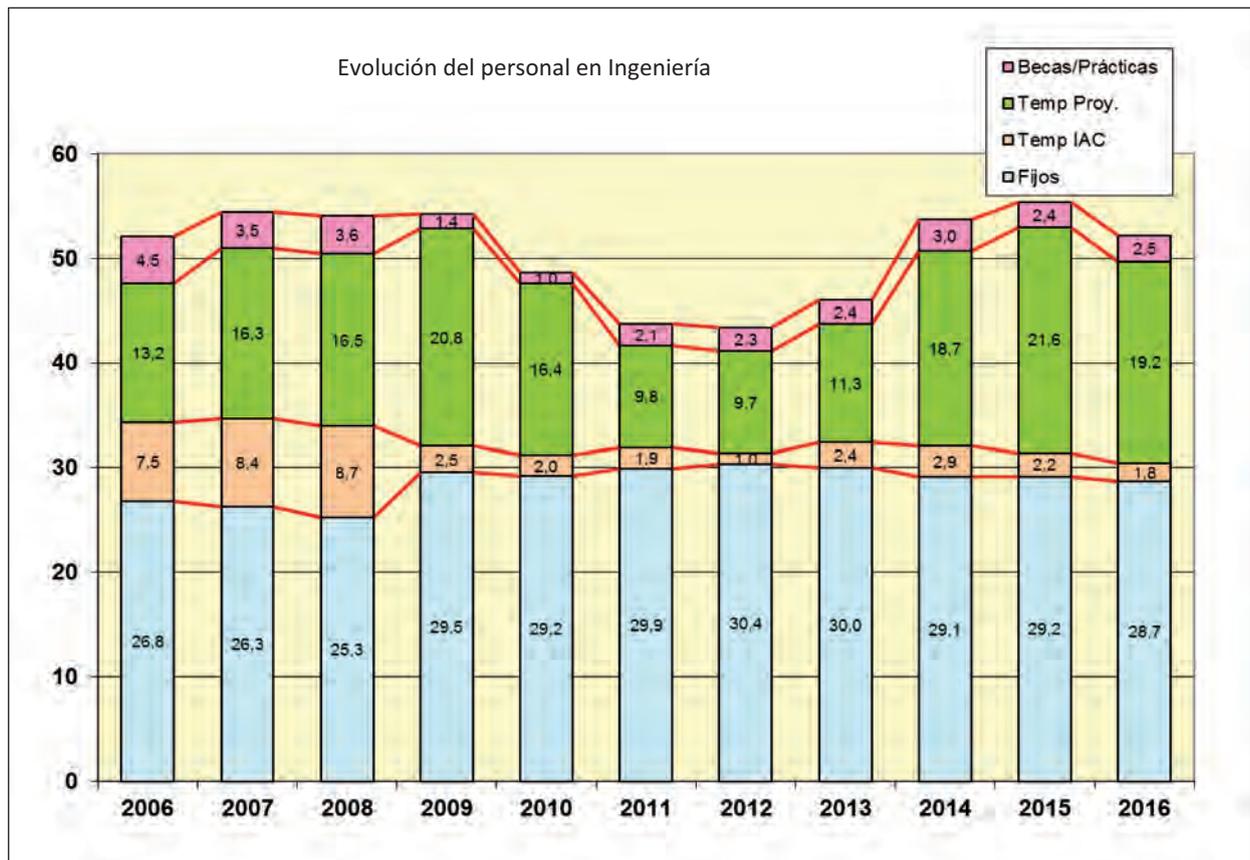


Gráfico IV

2016. V. Sánchez de la Rosa, Jefe del Departamento de Mecánica, se jubiló al finalizar el año.
- Departamento de Óptica. En diciembre causó baja M. Insausti Múgica contratada como ingeniero para hacer tareas de integración y verificación en el Proyecto EMIR y desarrollo del paquete WP-6 de OPTICON, y en el mes de julio, M.Á. Cagigas García terminó su contrato como ingeniero para realizar tareas de diseño durante la fase “Interim study & its extension” del Proyecto HARMONI.
 - Departamento de Software. Desde el mes de noviembre se encuentra en excedencia con reserva de puesto J.C. López.
 - Departamento de Proyectos. A finales de febrero, causó baja en el Departamento C. Grivel-Gelly, ingeniera de sistemas para EST en su fase de SO-LARNET.

Evolución de los contratos

En el Gráfico IV se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios o contratados en prácticas desde el año 2006 en unidades de FTE (Equivalente a Dedicación Completa, en inglés). Es de destacar el incremento continuado hasta 2009 de los contratos temporales en proyectos a cargo de financiación externa, a continuación el descenso debido a la falta de financiación y, en los cuatro últimos años, el aumento de los contratos temporales de nuevo, donde hay una contribución importante del programa Severo Ochoa y más recientemente en 2015 de la financiación del Gobierno de Canarias al Proyecto GTCOA. En 2008-2009 también se aprecia el proceso de consolidación donde varios contratados temporales pasaron a ocupar plazas fijas.

Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido a seis estudiantes o recién titulados de diversas especialidades técnicas. También recibimos a varios estudiantes de la Universidad de La Laguna ULL, algunos realizaron su Proyecto Fin de Carrera y otros realizaron sus prácticas en empresa dentro del Grado. Y finalmente también estuvieron en el Área de Instrumentación dos estudiantes: uno de la ULL y otro de Granada para la realización de sus prácticas de Máster.

BECARIOS Y ESTUDIANTES

Este año al igual que otros se ha dado la oportunidad a varios estudiantes o recién licenciados de disfrutar de una beca para la realización de un estudio o trabajo en el Área de Instrumentación que, en algunos casos, ha servido para la realización posterior del proyecto Fin de Carrera.

Becas de verano

- J. de Miguel Hernández (Ingeniero Industrial por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y estudiante de Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna).

Realizó las actividades correspondientes a la beca de verano denominada “Puesta a punto y caracterización del criostato de LISA (Laboratorio de Imágenes y Sensores para Astronomía)”, bajo la dirección de J.J. Díaz García, ingeniero senior del Departamento de Electrónica. Durante esta beca, tras familiarizarse con los elementos del mencionado laboratorio y los conceptos relacionados con el vacío y la criogenia, colaboró en la identificación de las desgasificaciones de componentes del criostato, así como en la instalación del sistema de enfriamiento y pruebas.

- P.A. Fuerte Rodríguez (procedente de la Universidad de La Laguna).

Realizó la beca de verano titulada: “Pruebas criogénicas para prototipos del mecanismo de HARMONI”, bajo la dirección de E. Hernández, J.V. Gigante y L.F. Rodríguez Ramos, de los departamentos de Mecánica y Electrónica. Durante este periodo colaboró en la preparación y realización de pruebas criogénicas de potenciómetros comerciales para su utilización como codificadores, en el diseño del mecanismo de “shutter” frío para el instrumento y de su control electrónico.

- J.M. González Cava (procedente también de la Universidad de La Laguna).

Realizó la beca de verano denominada: “Óptica Adaptativa para el Gran Telescopio CANARIAS. Integración, control, y simulación”, con la dirección de M.Á. Núñez, Ó. Tubío y L.F. Rodríguez Ramos, del Departamento de Electrónica. Las actividades de la beca consistieron en la simulación del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC mediante el conjunto de programas OOMAO, así como la fabricación y pruebas orientadas al control de mecanismos.

- A. A. López Ramírez (Ingeniero Informático por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Tuvo como proyecto de beca de verano el titulado “Controladores ADAM e integración del software de los mecanismos del sensor frente de onda”. El proyecto estaba enmarcado dentro del desarrollo del sistema de Óptica Adaptativa del Gran Telescopio CANARIAS, que operará en el foco Nasmyth del telescopio. El proyecto fue dirigido por J.C. López y J. Rosich, ingenieros del Departamento de Software, y consistió en el desarrollo

de un conjunto de pruebas unidad sobre los controladores ADAM escritas en C++, en las mejoras a la interfaz del código, comprobación de la integración del código de los controladores en el framework del sistema de control del telescopio y en el desarrollo de una herramienta en línea de comandos.

- C. López Sánchez (Estudiante de Grado en Ingeniería aeroespacial, aeronáutica y astronáutica por la Universidad Politécnica de Madrid).

Colaboró activamente en la “Optimización mediante software del análisis térmico del Telescopio Solar Europeo”, desarrollando software para la optimización e interconexión de las herramientas de análisis térmico usadas en el Departamento de Mecánica en el contexto del Proyecto EST. N. Vega y J. Marco fueron sus tutores.

- S. Bonaque González (Estudiante de Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna).

Realizó el proyecto de beca de verano titulado “Desarrollo de software de control para instrumentación del Laboratorio de Óptica” cuyo objetivo es el desarrollo de herramientas de control enfocadas al manejo de un amplio conjunto de cámaras del Laboratorio de Óptica utilizando para ello el lenguaje de programación Python. Esta beca fue realizada en el marco del propio Departamento de Óptica siendo sus tutores R. López López, M.Á. Cagigas García y J.L. Rasilla, ingenieros del Departamento.

Prácticas de Grado

- E. Velázquez Navarro (Estudiante de Grado de Ingeniería Electrónica de la Universidad de La Laguna).

Realizó sus prácticas externas en el Departamento de Electrónica desde el 3 de octubre hasta el 15 de noviembre. El cometido de la práctica fue la puesta en marcha de un sistema de referencia de tiempos basado en el protocolo PTP con controladores lógicos programables (PLC). El uso de PTP (Protocolo de Tiempo de Precisión) es necesario para el control preciso y sincronizado de distintos mecanismos en el instrumento HARMONI. Inicialmente, la estudiante se familiarizó con el uso de los PLC y accesorios de la firma “Beckhoff” y del entorno de desarrollo “TwinCAT” para, posteriormente, lograr la configuración y conexión al sistema PLC de un servidor de tiempos CM-1608 de la firma “OnTime Networks”. Una vez finalizado, el sistema funcionó correctamente y los resultados quedaron documentados en la correspondiente memoria de prácticas. Su tutor en esta práctica fue J.V. Gigante, ingeniero del Departamento de Electrónica.

- A. Romero Rodríguez (Estudiante de Grado de Física de la Universidad de La Laguna).

Realizó las prácticas externas en el Departamento de Óptica entre los meses de noviembre y diciembre. El tema que desarrolló durante su estancia fue la caracterización de fibras ópticas para su uso en instrumentación astronómica; realizando medidas de la degradación de la relación focal (DRF) y scrambling de un conjunto de fibras con diferentes geometrías de núcleo. Su tutor en esta práctica fue F. Gracia Temich, ingeniero del Departamento de Óptica.

- G. Panizo Espinar (Estudiante de Grado de Física de la Universidad de La Laguna).

Realizó las prácticas externas en el Departamento de Óptica entre los meses de noviembre y diciembre. El tema que desarrolló durante su estancia fue la caracterización óptica en su conjunto, y de cada una de sus partes, de un objetivo comercial basado en una cámara Marksutov. Su tutor en esta práctica fue R. López, ingeniero del Departamento de Óptica.

- P. Estrada Herrera (Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial, Sección Mecánica, de la Universidad de La Laguna).

Se incorporó en febrero para realizar sus prácticas curriculares de Grado en el Departamento de Mecánica, realizando la “Caracterización del deslizamiento entre materiales para optimizar un ajuste optomecánico”. N. Vega Reyes, ingeniero del Departamento, fue su tutor.

- L. Hernández Abreu (Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial, Sección Mecánica, de la Universidad de La Laguna).

Se incorporó en octubre para realizar sus prácticas curriculares de Grado en el Departamento de Mecánica, realizando el “Procedimiento de integración de elementos optomecánicos para FGI” en el ámbito del proyecto QUIJOTE. J. Cózar Castellano, ingeniero del Departamento, fue su tutor.

Prácticas de Máster

- C. González Machín (Estudiante del Máster Universitario en Estructuras de la Universidad de Granada).

Se incorporó de mayo a septiembre para realizar sus prácticas de Máster en el Departamento de Mecánica, realizando la “Optimización de la estructura soporte del telescopio EST (European Solar Telescope)”. N. Vega Reyes, ingeniero del departamento, fue su tutor.

- J. de Miguel (Estudiante de Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna).

Tras completar su beca de verano, se incorporó a realizar sus prácticas de Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna en el Departamento de Electrónica, bajo la dirección de R. Hoyland. En estas prácticas ha estado desarrollando un banco de filtros de microondas para el futuro espectrómetro de QUIJOTE.

Proyectos Fin de Carrera

- A. Lorenzo Rodríguez, (Estudiante de la Universidad de La Laguna en Grado de Ingeniería Mecánica).

Realizó su proyecto de fin de carrera sobre el “Diseño del prototipo del instrumento criogénico MFIS (Multi Frequency Instrument South) del Experimento

QUIJOTE”, desde marzo a noviembre. A. Vega Moreno, ingeniero del Departamento, fue su tutor.

SEMINARIOS TECNOLÓGICOS

Siguiendo con la iniciativa creada en 2015 con el fin de incrementar la comunicación dentro del Área e intentar acercar el trabajo de cada uno al resto de compañeros, este año se han impartido 25 seminarios tecnológicos, de media hora de duración, abiertos al personal del Área y al resto del IAC. Los ponentes han sido miembros de los distintos departamentos y las charlas, algunas más formales y otras más distendidas, han sido un éxito, con una participación media de 30 personas.

Esta es la relación de las charlas.

Fecha	Título	Autor
25/02/2016	MINIEUSO NIRCAM	Y. Martín
03/03/2016	Fabricación Aditiva	V. Sánchez
31/03/2016	Cómo se hizo: Caracterización de Turbulencia Diurna con SHABAR en los observatorios del IAC	J. Marco
07/04/2016	AIV de EMIR	M. Barreto
14/04/2016	WEAVE top ring	J.M. Delgado
28/04/2016	QUIJOTE	A. Vega
05/05/2016	Coronografía	M.Á. Cagigas
12/05/2016	Comunicaciones ópticas para misiones espaciales	M. Reyes
19/05/2016	Modelo de apuntado de telescopios	M. Aguiar
26/05/2016	LISA (Laboratorio de Imagen y Sensores para Astronomía)	J.J. Díaz
02/06/2016	El banco óptico de ESPRESSO, o más bien lecciones aprendidas a base de golpes	F. Tenegi
08/06/2016	Astronomía de alto contraste	M. Pérez
16/06/2016	El ensamblaje de la máscara de la unidad de campo integral de EDIFISE	Á. Alonso
23/06/2016	Software de GTCAO	J.C. López
07/07/2016	Qué llevamos hecho en la óptica adaptativa de EDIFISE y qué nos queda por hacer	H. Chulani
14/07/2016	CSU de sustitución para EMIR (ciclo de vida de un producto)	J. Cózar
15/09/2016	Software de EMIR / Software de MIRADAS	J. Rosich
22/09/2016	Sistemas experimentales de monitorización y medida dentro de criostatos	Ó. Tubío
29/09/2016	Sistema de enfoque de WEAVE	J. Alonso
06/10/2016	Óptica adaptativa de EST	L. Montoya
13/10/2016	QUIJOTE	Á. Pérez
20/10/2016	Sistema de control del instrumento QUIJOTE-Therty Gigahertz (TGI)	Mª F. Gómez
03/11/2016	Reinventando LISA (2ª parte)	E. Joven
10/11/2016	Laboratorio de fibras ópticas	F. Gracia
24/11/2016	Resumen del software de SPIE	C. Martín
01/12/2016	Subsistema mecánico para el barrido de campo del prototipo de IFU de EST	M.Á. Esteves

VISITAS AL ÁREA

Durante 2016 se han mostrado las instalaciones del Área de Instrumentación a numerosas personas y grupos de procedencias muy distinta

Algunas de estas visitas han sido parte de una visita más general al IAC y otras han sido exclusivamente del

Área. En la siguiente tabla se muestra la relación de las mismas.

En el acompañamiento de estas visitas han participado la Coordinadora del Área y los jefes de departamento, pero también se ha contado con la colaboración de M. Barreto, M. Puga, F. Gracia, E. Joven, J. Sánchez-Capuchino y N. Vega.

26/01/2016	Prof. Ron Kikinis de Harvard Medical School
17/03/2016	Dr. Matteo Realdi de la Universidad de Padova
18/03/2016	Grupo de personas de TMT
21/03/2016	Dña. Elsa López, escritora
11/04/2016	Dr. Alistair Walker de CTIO
26/04/2016	Jefe de Operaciones de TMT
10/05/2016	Grupo de 18 nuevos estudiantes doctorandos del IAC
17/05/2016	Grupo de 40 estudiantes de Ing. Mecánica de la ULL.
18/05/2016	Grupo de 7 personas de una Comisión Evaluadora de la CE
10/06/2016	Grupo de 43 de una agrupación cultural andaluza
20/06/2016	Dña. Rosa Montero, escritora y periodista
05/07/2016	D. Antonio Tabares, escritor y periodista
07/07/2016	D. Juan Cruz, escritor y periodista
21/06/2016	D. Kenji Hirata, Ministro de la Embajada de Japón en España y D. Takeshi Nakajima, Cónsul de Japón en Canarias
23/06/2016	D. Ricardo García, divulgador y periodista chileno
28/06/2016	Dr. Juan Ángel Sans de Universidad Politécnica de Valencia.
06/07/2016	Grupo de estudiantes del Campus Científico de Verano de la FECYT
13/07/2016	Grupo de estudiantes del Campus Científico de Verano de la FECYT
18/07/2016	Dr. Rodolfo Miranda, Director del Instituto Madrileño de Estudios Avanzados en Nanociencia
20/07/2016	Grupo de estudiantes del Campus Científico de Verano de la FECYT
27/07/2016	Grupo de estudiantes del Campus Científico de Verano de la FECYT
01/08/2016	D. Yves Saint-Geours, Embajador de Francia en España
03/08/2016	Dña. Miriam Sánchez, consultora empresa Emergya.
19/08/2016	Dña. María Plasencia, periodista de La Opinión.
02/09/2016	Grupo de 7 personas de NAOC y TMT.
22/09/2016	Dr. Juan Herranz, de la empresa Proactive R&D
23/09/2016	Grupo de 35 estudiantes europeos de intercambio (AURI y Cabildo de Tenerife)
06/10/2016	D. Kentaro Naruse, Director General y D. Pedro Cordero, Responsable de Promoción y Relaciones Institucionales de JETRO Madrid
06/10/2016	Dña. Bene Fuentes, productora y presentadora de Antena 3 Canarias
28/10/2016	Prof. Giuseppe Bono, Universidad de Roma Tor Vergata
08/11/2006	Grupo de 30 participantes de la XXVIII Winter School "Solar System Explortion"
02/12/2016	Grupo de 20 alumnos de Formación Profesional del IES Geneto.
16/12/2016	Dña. Melisa Rodríguez, Diputada de Ciudadanos por la provincia de Santa Cruz de Tenerife

PRODUCCIÓN

Componen Producción el Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y el SIE de Instrumentación.

Aunque el Taller de Electrónica pasó a depender del Departamento de Electrónica a mediados del mes de noviembre, esta Memoria incluye su actividad hasta final de año.

El SIE de Instrumentación, debido al tipo de actividad que desarrolla, no entra en el sistema de solicitudes de trabajo y facturación.

En 2016 los trabajos solicitados por los distintos proyectos a Producción fueron 527. Hubo 28 cancelaciones de solicitudes realizadas por los peticionarios y 14 rechazadas por los talleres o servicios, bien por no corresponderles a ellos el tipo de trabajo solicitado o bien por falta de información o documentación para poder ejecutarlos.

Hay que tener en cuenta que las solicitudes canceladas sí se contabilizan como emitidas, pero no como ejecutadas. Las rechazadas no se contabilizan en ninguno de los casos.

Obviamente puede haber solicitudes emitidas en 2015 que se finalizaron en 2016.

La distribución de solicitudes por Taller o Servicio podemos verla en la tabla que aparece al pie de página.

El total de horas invertidas para realizar todos estos trabajos fue de 13.144,6 h.

Los porcentajes de dedicación de este tiempo a los distintos proyectos lo podemos ver en el Gráfico V.

A continuación se detalla la dedicación de cada uno de los componentes de Producción.

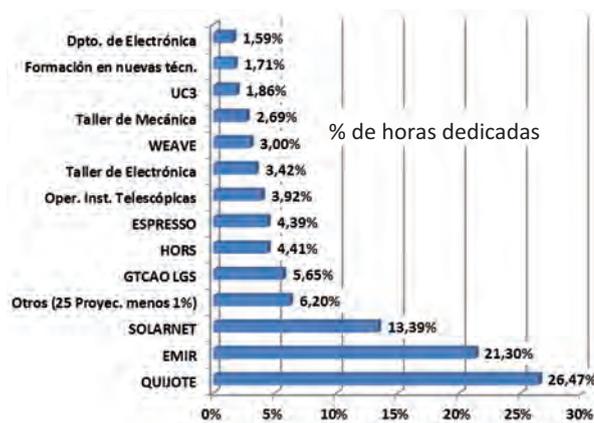


Gráfico V

Taller de Mecánica

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

En el Laboratorio de Metrología Dimensional hubo que modificar parte del techo con vistas a introducir una nueva máquina de medir por tres coordenadas. La actual está descatalogada y hay repuestos que ya no se encuentran.

Al desconocer la máquina que se pondrá hubo que desviar todo lo que se pudo los conductos del aire acondicionado con el objetivo de aprovechar al máximo una zona lo más coincidente posible con la bancada donde irá la nueva máquina, de forma que pueda tener la mayor altura posible. Obviamente hacer una nueva bancada era inviable.

	SOLICITADAS	EMITIDAS	EJECUTADAS	CANCELADAS	RECHAZADAS
Gabinete de Delin. Técnica	130	130	119	4	0
Taller Electrónica	52	51	47	5	1
Taller Mecánica	345	332	304	19	13
TOTALES	527	513	470	28	14

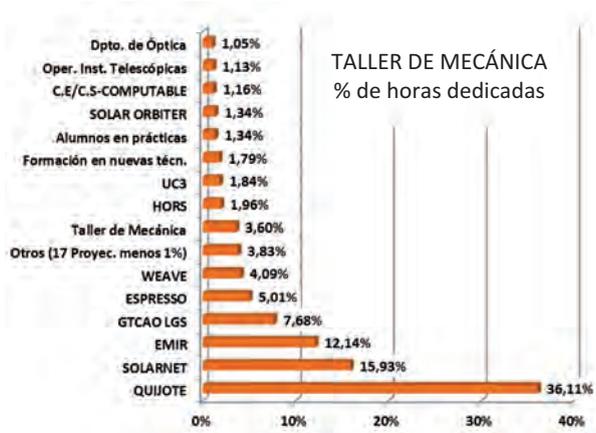


Gráfico VI

Se publicó una licitación para adquirir la máquina, pero por diversas razones ha resultado imposible adquirirla antes de finalizar el año.

En la máquina de control numérico VTC se colocaron dos sondas que permiten medir in situ, tanto la pieza como las herramientas que se están utilizando, con alta precisión. Obviamente medir la pieza en máquina no sustituye la parte final de metrología, pero es una ayuda preventiva para realizar medidas intermedias de la pieza antes de su finalización.

Para el almacenamiento de productos químicos en la zona de anodizado adquirimos un armario para ácidos y bases.

Posiblemente la acción más importante realizada a lo largo de este año en este taller haya sido la adaptación al Real Decreto 1215/1997 del 18 de julio de 14 máquinas que no tienen marcado CE. Todas ellas disponen ya de un certificado de adecuación. No obstante es importante decir que este certificado no significa que debamos bajar la guardia en temas de seguridad, ya que es posible que surjan nuevas acciones, tanto si detectamos riesgos como si vemos una mejora.

ACTIVIDAD

El número de horas facturadas fue de 8.927,8. El mayor porcentaje de la actividad de este taller en este año estuvo relacionada con el proyecto QUIJOTE, que supuso un 36,11 % del tiempo facturado. Esto supuso más del doble que el dedicado a SOLARNET (siguiente proyecto con más dedicación). Les siguieron EMIR, GTCAO Y ESPRESSO. Los trabajos realizados para EMIR estuvieron relacionados prácticamente en su totalidad en dar soporte en la desinstalación en el IAC, embalaje para el transporte e instalación en el GTC.

El porcentaje de dedicación de horas podemos verlo en el Gráfico VI.

FORMACIÓN

La formación recibida por personal del Taller de Mecánica fue la asistencia de dos personas al curso “Marcado CE y Adecuación Máquinas” impartido en el IAC.

Taller de Electrónica

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

Este año, el Taller de Electrónica más que haber tenido una mejora en infraestructuras ha experimentado un cambio radical. A raíz de la propuesta de poner el Laboratorio LISA en la parte del taller donde está la cámara climática, hubo que remodelar todo el taller. La obra se terminó antes de finalizar el año y se basó principalmente en derribar la mayoría de los muros que lo dividían en varias zonas. El resultado es que el taller ha pasado a ser un sitio mucho más luminoso y diáfano sin perder un lugar donde su personal puede trabajar si necesita más aislamiento y concentración. El cambio radical no es solo por la obra de remodelación del taller, sino por haber dejado de depender de Producción y haber pasado a depender del Departamento de Electrónica.

ACTIVIDAD

El Taller de Electrónica facturó 3.140,3 horas en 2016. Los últimos preparativos de la electrónica de EMIR, su desinstalación en el IAC y posterior instalación en el telescopio GTC hicieron que este proyecto fuera al que más horas se le dedicara, alcanzando un 51,26 % del total facturado. Le siguieron el propio Taller de Electrónica y HORS. La razón de haber dedicado tantas horas al propio taller radica en que hubo que desalojarlo en su totalidad para poder iniciar la obra de re-

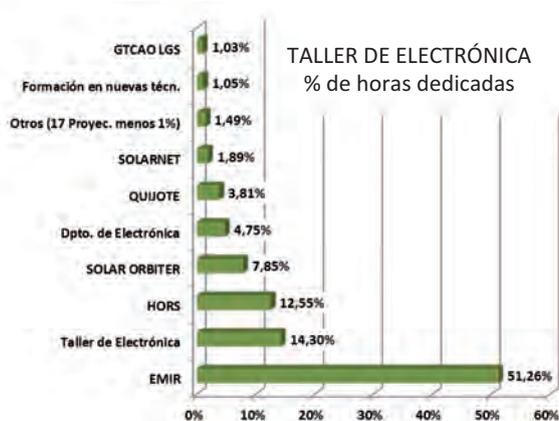


Gráfico VII

modelación que permitirá ubicar en parte de lo que antes eran dependencias propias de este taller el futuro laboratorio LISA.

El porcentaje de dedicación puede verse en el Gráfico VII.

FORMACIÓN

La formación recibida por personal del Taller de Electrónica fue la asistencia de dos personas al curso “Marcado CE y Adecuación Máquinas” impartido en el IAC.

Gabinete de Delineación Técnica

MEJORAS EN INFRAESTRUCTURA

Durante el año 2015, las mejoras en infraestructura realizadas en el Gabinete de Delineación Técnica se enfocaron en las actualizaciones de versiones de Creo/Parametric.

ACTIVIDAD

SOLARNET ha sido el proyecto al que Delineación Técnica ha dedicado más tiempo. Supuso el 25,82 % de las 1.076,5 horas facturadas a lo largo del año. Con menos de la mitad de esta dedicación le siguen, en orden decreciente, QUIJOTE, ESPRESSO, EMIR, UC3... Respecto a este último cabe mencionar que el trabajo realizado consistió en el diseño de un mecanismo de enfoque y alineado para el telescopio Astrógrafo de Divulgación. El resto de los trabajos estuvieron relacionados con generación del 3D y planos de fabricación.

En el Gráfico VIII se puede ver la distribución total del tiempo facturado y los porcentajes de dedicación.

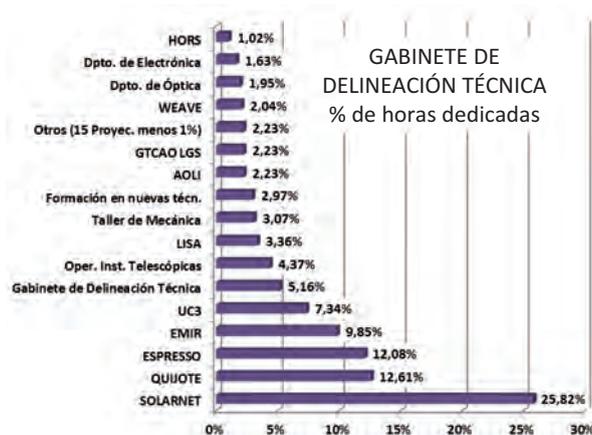


Gráfico VIII

FORMACIÓN

Estuvo enfocada en optimizar, mediante los manuales, la organización de planos y el uso del software y utilidades, tales como integrar en windchill conjuntos y planos de diferentes proyectos, aprendizaje de librería de tornillo tuerca y perfiles en Creo-parametric, como añadir un nuevo material a la librería de Windchill, aprendizaje de cableado de conjuntos 3D en Creo-parametric, realizar ejercicios prácticos, etc.

El jefe de este Gabinete de Delineación Técnica asistió al curso de Marcado CE y Adecuación Máquinas impartido en el IAC.

SIE de Instrumentación

El SIE de Instrumentación tiene como objetivo principal instalar, mantener y actualizar todos los paquetes de software específicos usados por los distintos Departamentos, Talleres y Servicios pertenecientes al Área de Instrumentación, así como ofrecer información, ayuda y soporte sobre determinado hardware de uso no común.

ACTIVIDAD

Las principales actividades realizadas durante 2016, además de dar soporte al personal y distintos proyectos, renovación de equipos de sobremesa y portátiles, gestión de compras de material, gestión de préstamos de material, etc., fueron:

- Cambio de Proyector en la Sala Burbuja.
- Realización de programa en Python para generar página web de Bibliografía del Dpto. de Mecánica partiendo de un árbol de directorios.
- Renovación equipos de uso común del Departamento de Electrónica.
- Instalación de Linux en un Netbook (Pinst) para intentar aprovechar mejor dichos equipos con pocas prestaciones.
- Cambia a validación por AD de la aplicación de talleres.
- Participación en la comisión para estudio del cambio de software de diseño en 3D y Windchill.
- Actualización de la imagen del software del Departamento de Mecánica.
- Configuración de una Web para el Departamento de Electrónica, Software y adaptación de la de Óptica junto con la nueva Web interna del Área.
- Instalación de teléfonos IP inalámbricos en taller de mecánica y Sala AIV.

- Mudanza de personal de Taller de Electrónica al corralón.
- Mantenimiento de las licencias del software del Área de Instrumentación.
- Gestión de compras de nuevos equipos y material accesorio.
- Actualización de equipos obsoletos.
- Gestión de los accesos a los laboratorios del Área
- Mantenimiento de la Web interna y externa del Área.
- Equipamiento y preparación de equipos para nuevo personal.

FORMACIÓN

La persona que lleva este Servicio asistió al curso Atención al usuario y a clases de inglés.

El Jefe de Producción asistió al SPIE 2016 y a los siguientes cursos:

- Cursos: Introducción a Python, Gestión avanzada de indicadores, Marcado CE y adecuación de máquinas y Curso semipresencial de Prevención de Riesgos Laborales (80h) (IAC).
- Congreso: SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016 (Edimburgo, Reino Unido).

Sala AIV de Grandes Instrumentos

E.J. Cadavid, J.A. Morrison, J.J. González, J.E. García, P. A. Ayala y Gerencia Operacional.

ACTIVIDAD

Obras realizadas por Mantenimiento Civil

- Instalación de alarmas sonoras de señalización de movimiento en los puentes grúa.
- Limpieza de las paredes de las Zonas de Laboratorio y Rotadores.

Traslado de la Planta de Aluminizado

Se realizó el traslado de la Planta de Aluminizado para el nuevo emplazamiento en la zona de almacén. En octubre y noviembre, la m, además de tres espejos de celostatos del Laboratorio Solar.

Otras actividades

- Se cambiaron las celdas de los sensores de oxígeno de las zonas de Laboratorio y Rotadores.
- Se montó la Sala Limpia Portátil que se utilizaba en los trabajos de mantenimiento de LIRIS en el telescopio WHT dentro de la zona de Laboratorio.
- Se redactó la versión 3 del "Procedimiento de uso de la Sala AIV" incorporando una serie de cambios. Se está generando la versión en inglés y todo el documento se implementará una vez esté disponible la traducción.

Colaboración con empresas

GRANTECAN S.A. solicitó tres trabajos, dos de ellos relacionados con metrología. El tercero necesitaba corregir con precisión unos ajustes mecánicos.

Concierto específico de colaboración IAC - Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias

Con éste ya son 17 los años que llevamos acogiendo alumnos en prácticas. Este año, dos han realizado sus prácticas en el IAC.

Se incorporaron al Taller de Mecánica:

- J. García Quintero, del IES Óscar Domínguez. Responsable: H. Gabino Pérez
- A. González González, del IES Virgen de la Candelaria. Responsable: H. Gabino Pérez

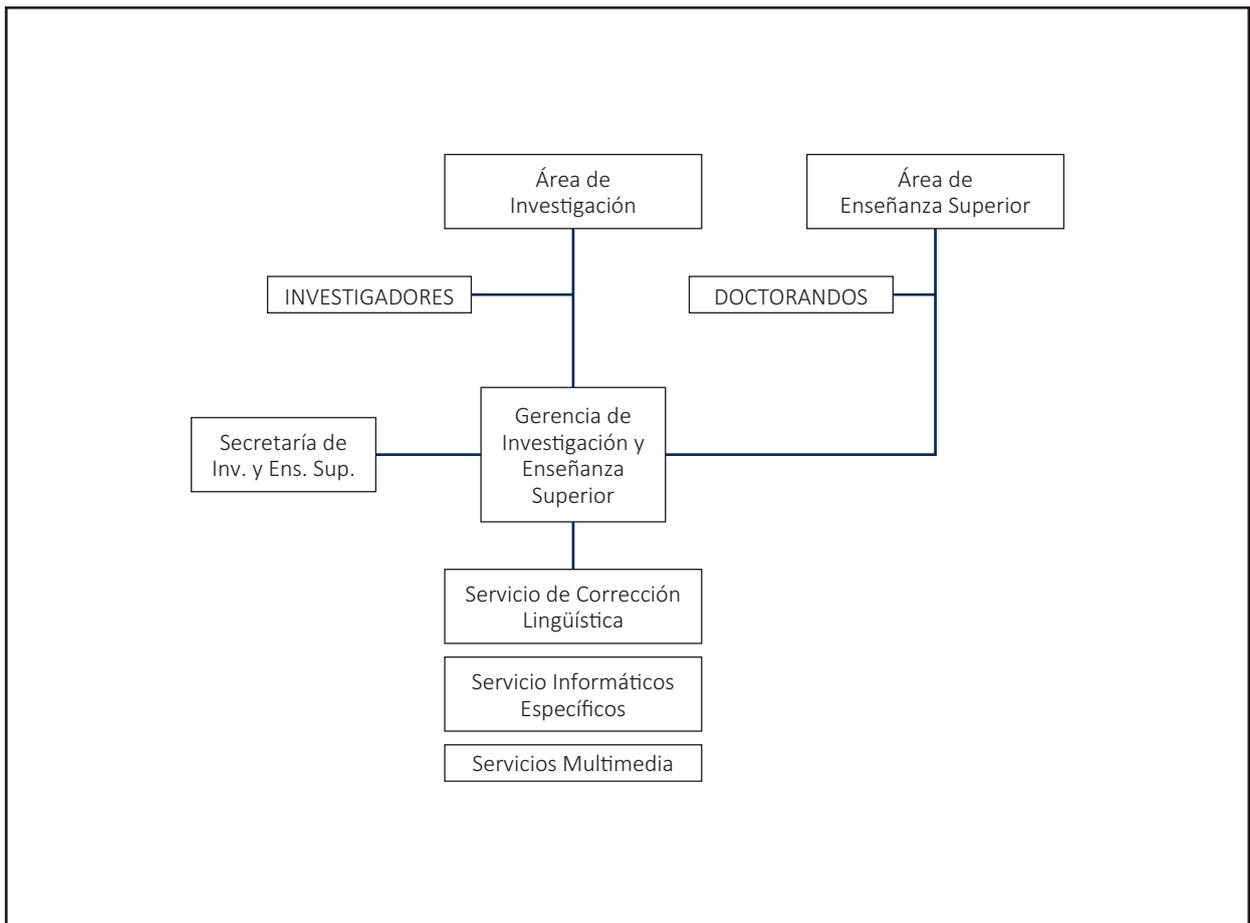


ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR

Corresponde al Área de Enseñanza Superior organizar y coordinar las actividades del Instituto para la difusión de los conocimientos astronómicos, la colaboración con la enseñanza universitaria especializada en Física y Astronomía y la formación y capacitación del personal científico y técnico en todos los campos relacionados con la Astrofísica. La formación de nuevos doctores y doctoras en Astrofísica es uno de los cometidos fundamentales del Área.

El Área de Enseñanza organiza, en particular, el programa de Becas de Formación de Doctores en Astrofísica (Astrofísicos Residentes propios del IAC, Astrofísicos Residentes del Programa de Colaboración con La Caixa, doctorandos internacionales y parte de los programas de FPI, FPU y ayudas del Gobierno de Canarias),

la “Canary Islands Winter School of Astrophysics” —este año se organizó la XXVIII edición— y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica. También acoge a estudiantes en formación de redes internacionales y de doctorandos de cotutela con varias universidades europeas.



El IAC también participa en los estudios de posgrado (Máster y Doctorado) que han obtenido las menciones de “Excelencia” y “Hacia la Excelencia” en todas las convocatorias ministeriales.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2016 se impartieron los cursos que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

CURSOS IMPARTIDOS DENTRO DEL MÁSTER DE ASTROFÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2015-16 (febrero a junio de 2016)

I Curso:

“Instrumentación básica”

Dr. R. J. García López (IAC-ULL)

“Cosmología”

Dr. J. Cepa Nogué (IAC-ULL)

“Técnicas de espectroscopía”

Dres. M.J. Arévalo Morales, M. Collados Vera, J. Cepa Nogué y C. Lázaro Hernando (IAC-ULL)

“Nebulosas ionizadas”

Dr. C. Esteban López (IAC-ULL)

“Exoplanetas y Exobiología”

Dres. V. Sánchez Bejar, R. Alonso Sobrino, J.A. Belmonte Avilés, H. Deeg y E. Pallé Bago (IAC)

“Radioastronomía”

Dr. J. Betancort Rijo (IAC-ULL)

“Astrofísica de Altas Energías y Astropartículas”

Dres. R.J. García López y P. Rodríguez Gil (IAC-ULL)

“Técnicas de simulación numérica”

Prof. F. Moreno Inertis (IAC-ULL) y Dr. A.C. González García (CSIC)

“Astrofísica computacional”

Prof. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL)

“Física del plasma cósmico”

Dr. M. Collados Vera (IAC-ULL)

“Física de objetos compactos y procesos de acreción”

Dr. I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

“Estructura del Universo a Gran Escala”

Dr. J. Betancort Rijo (IAC-ULL)

Primer cuatrimestre del curso académico 2016-17 (septiembre de 2016-enero de 2017)

I Curso:

“Estructura y Evolución Estelar”

Dr. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

“Atmósferas Estelares”

Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

“Física Galáctica”

Prof. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

“Física Extragaláctica”

Prof. A. Aparicio Juan y Dres. C.M. Gutiérrez de la Cruz (IAC-ULL) y J. Falcón Barroso (IAC)

“Técnicas computacionales básicas”

Dr. S. L. Hidalgo Rodríguez (IAC)

“Técnicas observacionales básicas”

Dres. J. Cepa Nogue, M.J. Arévalo Morales, C. Lázaro Hernando (IAC-ULL) y N. Caon (IAC)

“Técnicas Astrofísicas de Objetos Extensos”

Dr. I. Pérez Fournón (IAC-ULL)

II Curso:

“Actividades Complementarias de Investigación”

Dres. M.J. Arévalo Morales, J. Cepa Nogue y C. Lázaro Hernando (IAC-ULL)

“Espectropolarimetría en Astrofísica”

Dres. J.A. Rubiño Martín y M.J. Martínez González (IAC)

“Técnicas de programación”

Dr. A.M. de Vicente Garrido (IAC)

“Instrumentación avanzada”

Prof. F. Garzón López (IAC-ULL)

CURSOS IMPARTIDOS EN LA LICENCIATURA DE FÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2015-16 (febrero a junio de 2016)

GRADO EN FÍSICA:

I Curso:

“Física Básica II”

Dres. C. Régulo Rodríguez y F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

III Curso:

“Dinámica de fluidos Astrofísicos”

Dres. T. Felipe García y M. Luna Bennasar (IAC)

“Electrónica y Óptica en Astrofísica”

Dres. J.A. Acosta Pulido, J.A. Castro Almazán (IAC)
y R. J. García López (IAC-ULL)

“Técnicas Astrofísicas”

Prof. E. Mediavilla Gradolph y Dr. P. Rodríguez Gil
(IAC-ULL)

**Primer cuatrimestre del curso académico 2016-17
(septiembre de 2016 a enero de 2017)**

I Curso:

“Computación científica”

Dres. C. Esteban López (IAC-ULL), I. Arregui Uribe-
Echevarría, J.A. Pérez Prieto y D. P.A. González
Morales (IAC)

II Curso:

“MM4: Ecuaciones diferenciales y variables complejas”

Dr. I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

III Curso:

“Astrofísica y Cosmología”

Prof. T. Roca Cortés (IAC-ULL)

IV Curso:

“Relatividad General”

Dr. F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

“Prácticas Externas I: Gestión Proyectos de Innovación”

D. J. Burgos Martín (IAC)

“Prácticas Externas II”

Prof. F. Moreno Insertis y Dr. I. Pérez Fournon
(IAC-ULL)

GRADO EN MATEMÁTICAS:

**Segundo cuatrimestre del curso académico 2015-16
(febrero a mayo de 2016)**

IV Curso:

“Análisis espectral de datos”

Dr. C. Lázaro Hernando (IAC-ULL)

**Primer cuatrimestre del curso académico 2016-17
(septiembre de 2016 a enero de 2017)**

I Curso:

“Fundamentos de Física”

Dres. J. Cepa Nogué y M.J. Arévalo Morales (IAC-
ULL)

SEMINARIOS CIENTÍFICOS

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del Instituto iniciado en 1995, cada semana y con cierto carácter informal, vienen dándose en el IAC, bajo el título de “Seminarios”, una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En el 2016 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“SPICA - a space infrared telescope for cosmology and astrophysics”

Dres. Francisco Najarro y Jesús Martín-Pintado
(CAB)

13 enero

“The Spanish participation in the Square Kilometre Array (SKA)”

Dra. Lourdes Verdes-Montenegro (IAA)

14 enero

“A message from Crab pulsar in Teraelectronvolt fonts”

Dra. Marina Manganaro (IAC)

21 enero

“Tsunami in the Procedure Room, the Growing Challenge of Managing Data in Image Guided Interventions and Surgery”

Prof. Ron Kikinis (Univ. de Harvard, EEUU)

26 enero

“Effective bias to model and infer the cosmological large scale structure”

Prof. Francisco Kitaura (AIP)

28 enero

“The basal flux and the solar cycle variations”

Dr. Reza Rezaei (IAC)

16 febrero

“Starburst and AGN: incidental or causal symbiosis?”

Dr. Evanthia Hatziminaoglou (ESO)

18 febrero

- “Variability surveys from today to future extremely large telescopes”
Dr. Giuliana Fiorentino (INAF-OABO)
23 febrero
- “On fast numerical methods in the solution of the NLTE line transfer problem”
Dr. Olga Atanackovic (Dpto. de Astronomía, Univ. de Belgrado, Serbia)
8 marzo
- “Living on the edge: Adaptive Optics+Lucky Imaging”
D. Sergio Velasco (IAC)
10 marzo
- “Optical Follow-up of Planck SZ sources from the Canary Islands Observatories”
Dr. Rafael Barrena (IAC)
15 marzo
- “Where are the solar magnetic poles?”
D. Adur Pastor Yabar (IAC)
29 marzo
- “Entering uncharted territory: the extremely low surface brightness Universe”
Dr. Ignacio Trujillo (IAC)
30 marzo
- “Introduction of MuSCAT for exoplanet studies and its initial results” (part 1) “Performance of MuSCAT and Prospects for MuSCAT-II” (part 2)
Dres. Norio Narita (part 1) y Akihiko Fukui (part 2) (Okayama Astrophysical Observatory, NAOJ, Japón)
31 marzo
- “Star formation and molecular hydrogen in dwarf galaxies”
Dr. Chia-Yu Hu (MPA, Garching, Alemania)
5 abril
- “Convectively driven sinks and magnetic fields in the quiet Sun”
Dr. Iker S. Requerey (IAC)
7 abril
- “A Hundred Years after: Gravitational Waves, Black Holes, GW150914”
Prof. Ruggero Stanga (Univ. de Florencia y Obs. de Arcetri, Italia)
12 abril
- “A GTC survey of exoplanet atmosphere with transmission spectroscopy”
Dr. Guo Chen (IAC)
19 abril
- “Cosmic Foregrounds and Deep Radio Surveys”
Dr. Bill Cotton (NRAO)
21 abril
- “Reverse-engineering the Local Universe”
Dr. Edoardo Carlesi (Hebrew Univ. Jerusalem, Israel)
26 abril
- “Solar-like oscillating stars: Combining seismology from Kepler photometry with HERMES high-resolution spectroscopy”
Dr. Paul Beck (CEA, Paris-Saclay, Francia)
10 mayo
- “A Census of Dust in Early-Type Galaxies: from GAMA and Herschel Surveys”
Dra. Anne Sansom (Univ. Central de Lancashire, Reino Unido)
17 mayo
- Breaking News “Accretion and outflows in black-hole binaries: The extreme case of V404 Cyg”
Dr. Teodoro Muñoz-Darias (IAC)
18 mayo
- “SDSS@IAC update”
Drs. Carlos Allende, Jesús Falcón Barroso e Ismael Pérez Fournon (IAC)
19 mayo
- “Understanding how galaxies lose their gas”
Dr. Vicent Quilis (Univ. de Valencia)
26 mayo
- “The interplay between baryons and dark matter in galaxies”
Dr. Mariya Lyubenova (Kapteyn Astronomical Inst.)
2 junio
- “Astronomía de Alto Contraste”
Prof. Manuel Pérez Cagigal (Univ. de Cantabria)
8 junio
- “Photometric study of Pre-Main Sequence Stars in massive star-burst clusters”
Dr. Giacomo Beccari (ESO, Garching, Alemania)
14 junio
- “Modelo electoral para el 26J”
Dr. Andrés Asensio Ramos (IAC)
15 junio
- “Cosmic variance in [O/Fe] in the Galactic disk”
Dña. Sara Bertrán de Lis (IAC)
16 junio

“Formation history of old open clusters constrained by detailed asteroseismic analysis of red giant stars observed by Kepler”

Dr. Enrico Corsario (Servise d’Astrophysique, IRFU/DRF-CNRS/CEA Saclay, Francia)

21 junio

“Galactic archeology of thick discs: excavating ESO 533-4 with VIMOS and ESO 243-49 with MUSE”

Dr. Sébastien Comerón (IAC)

23 junio

“Ground-based atmospheric water vapor monitoring system with spectroscopy of radiations at 20-30 GHz and 50-60 GHz bands”

Dr. Taketo Nagasaki (KEK, Japón)

30 junio

“A new simple turbulent dynamo for stellar activity cycle”

d. Nobumitsu Yokoi (Inst. of Industrial Science, Univ. de Tokyo, Japón)

4 julio

“The inner kiloparsec of NGC 1386 and NGC 1365: bipolar outflows, rotation and ... an equatorial outflow!?”

Dr. Davide Lena (Inst. Space Research, Países Bajos)

5 julio

“Simulating dark matter dynamics in cosmology”

Dr. Raúl Angulo (CEFCA)

28 julio

“New channels of single and binary evolution and nucleosynthesis”

Dr. Devika Kamath (Univ. de Lovaina, Bélgica)

11 agosto

“Introduction on National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences”

Prof. Gang Zhao (National Astronomical Observatories of the Chinese Academy of Sciences)

2 septiembre

“Ultraluminous Supersoft X-ray sources as super-critical accretion onto stellar black holes”

Prof. Jifeng Liu (National Astronomical Observ. Academia de Ciencias de China)

2 septiembre

“OCC: the new astronomer portal of the IAC”

Dr. Matteo Monelli y D. Jorge A. Pérez (IAC)

5 septiembre

“Using the WHT and INT until and during the WEAVE years”

Dr. Marc Balcells (ING-La Palma)

13 septiembre

“Magnetic Massive Stars”

Dr. Fabian Schneider (Univ. de Oxford, Reino Unido)

29 septiembre

“The distribution of stellar mass in Galaxy clusters over cosmic time”

Dr. Remco Van-Der-Burg (CEA, Francia)

4 octubre

“Gamma-ray binaries at high energies”

Dra. Daniela Hadasch (Inst. Cosmic Ray Research, Univ. de Tokyo, Japón)

18 octubre

“Stellar Structure and evolution for Dummies”

Prof. Giuseppe Bono (Univ. de Rome Tor Vergata, Italia)

20 octubre

“Chemical composition of cosmic dust in the solar vicinity”

Dra. María Fernanda Nieva (Inst. for Astro-and Particle Physics, Univ. de Innsbruck, Austria)

26 octubre

“The Luminous Blue Variable HR Car Just Got Married!”

Dr. Henri Boffin (ESO)

8 noviembre

“A numerical study of interactions and stellar bars”

Dra. Inmaculada Martínez Valpuesta (IAC)

10 noviembre

“Interpretation of Ancient Egyptian Astronomy: Questions of Method and Reliability of Results”

Prof. Rolf Krauss (Egyptian Museum Berlin, Alemania)

15 noviembre

“Very High Energy emission at the Cosmic Gamma Ray Horizon: a MAGIC Discovery happened thanks to gravitational lensing”

Dra. Marina Manganaro (IAC)

17 noviembre

“Observing with the SARA remotely operated telescopes”

Dr. Javier Licandro (IAC)

23 noviembre

“Petra unveiled: Solstices, Pilgrimages and Zodiacs in the Nabataean Kingdom”

Dr. Juan A. Belmonte (IAC)
24 noviembre

“Extrasolar Planets: from stellar activity to the new generation of planet-hunting spectrographs”

Dr. Pedro Figueira (Centro de Astrofísica, Univ. de Oporto, Portugal)
29 noviembre

“EMIR talk”

Prof. Francisco Garzón (IAC)
1 diciembre

“A stellar census in globular clusters with MUSE”

Dr. Sebastian Kamann (Univ. de Göttingen, Alemania)
7 diciembre

“The testing probe through the nebula: large-scale and long-term structures in the wind of a Wolf-Rayet star”

Dr. Thomas Eversberg (DLR, Alemania)
13 diciembre

“A Technical Overview of the Thirty Meter Telescope (TMT Observatory Corporation)

Dra. Gelys Trancho (TMG Organisation)
20 diciembre

COLOQUIOS IAC

Siguiendo el programa iniciado en 1991, el IAC organiza una serie de conferencias de especial relevancia a las que asiste como invitado un científico de prestigio internacional. Con ello se pretende que los distintos grupos de Investigación tengan una oportunidad complementaria de establecer relaciones con personalidades científicamente relevantes, activas y en vanguardia a nivel mundial. Durante el 2016 tuvieron lugar los siguientes coloquios:

“The Role of Snow & Ice in the Climate System”

Prof. Roger Barry (Univ. de Colorado, EEUU)
13 octubre

“La Salud Global un nuevo reto. Experiencias de un médico epidemiólogo”

Dr. César Velasco Muñoz (Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa)
3 noviembre

BECAS

ESTUDIANTES DE DOCTORADO

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2016 (1 de julio - 15 de septiembre) ha ofrecido 6 becas a estudiantes de Máster y de los últimos cursos de Grado, para integrarse en grupos de investigación del IAC como iniciación a la investigación en Astrofísica. La convocatoria tiene carácter internacional.

En el 2016 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Joseph H. Putko (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “The structure of the host of Extremely Metal Poor galaxies (XMP)”

Directores: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón y Dr. Jorge Sánchez Almeida

- Martyna Chrulinska (Univ. de Varsovia)

Proyecto: “The evolution of galaxies in high density environment”

Director: Dres. Claudio Dalla Vecchia y J. Alfonso López Aguerri

- Antoni Ramos Baudes (Univ. Complutense de Madrid)

Proyecto: “The history of interacting galaxies from the EAGLE simulations”

Directores: Dres. Johan Knapen, Claudio Dalla Vecchia y Robert A. Crain

- Rafael Luque Ramírez (Univ. de Heidelberg)

Proyecto: “The black hole feeding and feedback connection in the nucleus of NGC 1386

Directores: Dra. Almudena Prieto y Dr. Juan A. Fernández Ontiveros

- Roke Cepeda Arroita (Univ. de Manchester)

Proyecto: “Study of the polarization of point sources in the QUIJOTE fields and characterization of the first data of the TGI instrument”

Directores: Dres. Ricardo Génova Santos y Juan Usón Gracia

- Pablo Doña Girón (Univ. de Sevilla)

Proyecto: “Exploring the diversity of radio Galaxy triggering mechanisms”

Directora: Dra. Cristina Ramos Almeida

Nuevos Astrofísicos Residentes

Dentro del programa de Astrofísicos Residentes para realizar la tesis doctoral en el IAC, se han concedido nuevos contratos predoctorales a los siguientes estudiantes:

- Marco Antonio Gómez Muñoz
Proyecto: “Binarity effects on AGB and post-AGB evolution”
Directores: Dr. Arturo Manchado Torres y Dra. Luciana Bianchi
Tutor: Dr. César Esteban López
- Ignacio del Moral Castro
Proyecto: “A 3D view of AGN triggering in galaxies: a preparatory science case for HARMONI”
Directores: Dras. Cristina Ramos Almeida y Begoña García Lorenzo
Tutora: Dra. Begoña García Lorenzo
- Raúl Infante Sainz
Proyecto: “The low surface brightness Universe: the last frontier”
Director: Dr. Ignacio Trujillo Cabrera
Tutor: Dr. Ignacio Trujillo Cabrera
- Noelia Martínez Rey
Proyecto: “Pioneering the use of laser guide stars in optical communications with satellites”
Director: D. Luis Fernando Rodríguez Ramos
Tutor: D. Luis Fernando Rodríguez Ramos
- Núria Casasayas Barris
Proyecto: “Mediciones polarimétricas de atmósferas frías: de estrellas a planetas”
Directores: Dr. Enric Pallé Bago y Dra. M. Rosa Zapatero Osorio
Tutor: Dr. Enric Pallé Bago

En octubre de 2012, el Ministerio de Economía y Competitividad y la Fundación “La Caixa” subscriben un convenio Marco de Colaboración en virtud del cual el Programa Internacional de Becas de Doctorado de la Fundación “La Caixa”, destinado inicialmente a 4 centros de investigación biomédica, se vincula a los centros acreditados con el distintivo de excelencia Severo Ochoa. Por este motivo, en enero de 2013 se firma el Convenio de Colaboración entre el IAC y Fundación “La Caixa”, que abre el “Programa Internacional de Becas de Doctorado La Caixa-Severo Ochoa”.

El objetivo del convenio es establecer el esquema y los compromisos de la colaboración entre las entidades firmantes para ofertar contratos predoctorales en

el IAC para la realización de tesis doctorales dentro del programa de doctorado del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Dentro del Programa Internacional de Becas de Doctorado La Caixa-Severo Ochoa 2016, para realizar la tesis doctoral en el IAC, se han concedido contratos a los siguientes estudiantes:

- Joseph Putko
Proyecto: “Host and halo of gas-accreting galaxies”
Directores: Dr. Jorge Sánchez Almeida y Dra. Casiana Muñoz Tuñón
Tutora: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón
- Borja Toledo Padrón
Proyecto: “Search and characterization of exo-earths orbiting solar-type stars”
Director: Dr. Jonay I. González Hernández
Tutor: Dr. Jonay I. González Hernández

Estudiantes de doctorado (Becas) con otras fuentes de financiación

Dentro del programa de becas FPI financiadas por el Ministerio de Economía y Competitividad, han iniciado la tesis en el IAC los estudiantes:

- Jakub Nadolny - FPI
Proyecto: “Evolución de Galaxias”
Director: Dr. Jordi Cepa Nogué
- Salvatore Taibi - FPI
Proyecto: “Las múltiples dimensiones del grupo local: evolución galáctica a partir de estructuras, química, dinámica e historias de formación solar”
Directores: Dras. Carme Gallart y Giuseppina Battaglia
- Beatrice A. Popescu Braileanu - FPI
Proyecto: “La Atmósfera Solar: teoría, herramientas computacionales y apoyo a las observaciones”
Directores: Prof. Fernando Moreno Inertis y Dra. Elena Khomenko
- Diego Hidalgo Soto – FPI
Proyecto: “La conexión tierra-exotierras: cheops, carmenes, plato”
Directores: Dres. Enric Pallé Bagó y Roi Alonso Sobrino
- Alejandro Aguado Barahona – FPI
Proyecto: “Cosmología de precisión con Planck, QUIJOTE y SDSS”
Director: Dr. José Alberto Rubiño Martín

- Gaia Vanzo – FPI - Severo Ochoa
Proyecto: “Genesis & Evolution in the Cosmos” Línea de Cosmología y Astropartículas
Directores: Dr. Ramón J. García López y Dra. Mónica Vázquez Acosta
- María Montes Solís – FPI - Severo Ochoa
Proyecto: “Génesis & Evolution in the Cosmos” Línea de Física Solar
Director: Dr. Manuel Collados Vera

TESIS DOCTORALES

En 2016 se leyeron 9 tesis doctorales.
(Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA)

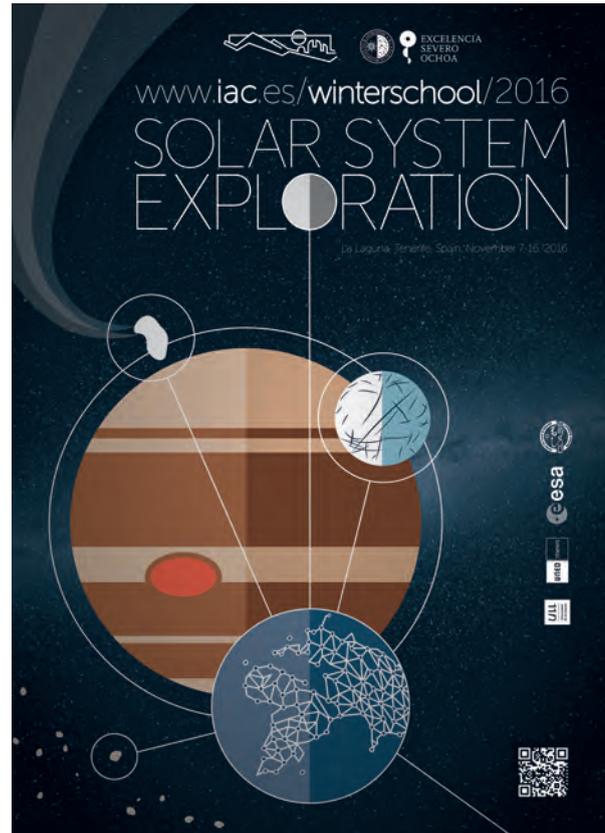
XXVIII ESCUELA DE INVIERNO “Exploración del Sistema Solar”

Este año tuvo lugar la vigésimo octava edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue “Solar System Exploration”. Se celebró del 7 al 16 de noviembre y por cuarta vez en la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias en La Laguna. En esta edición, los cursos fueron impartidos por siete profesores expertos en distintos aspectos relacionados con el campo de la Exploración del Sistema Solar. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 36 alumnos de 11 países que actualmente preparan su tesis doctoral, o la han terminado recientemente, sobre un tema relacionado con el de la Escuela. Dentro de las actividades paralelas, los estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica; el Observatorio del Teide (Tenerife) y el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los Dres. Julia de León Cruz (IAC), Javier A. Licandro Golderacena (IAC), M. Jesús Arévalo Morales (IAC-ULL) y Rafael Rebolo (IAC). Cambridge University Press editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias. La relación de profesores y temas tratados es la siguiente:

PHYSICAL PROPERTIES OF ASTEROID SURFACES
Karri Muinonen, Univ. de Helsinki, Finlandia

ORIGIN AND EARLY EVOLUTION OF THE SOLAR SYSTEM
Aurélien Crida, Laboratoire Lagrange, Univ. de Côte d’Azur, Francia



Póster de la XXVIII Escuela de Invierno.

EXPLORING THE OUTER SOLAR SYSTEM
John Stansberry, Space Telescope Science Inst.-STSCI, EEUU

PLANETARY ATMOSPHERES
Sebastien Lebonnois, Lab. de Meteorologie Dynamique, Francia

COMETARY SCIENCE AND THE ROSETTA MISSION
Michael Küppers, European Space Astronomy Centre (ESA/ESAC), España

PLANETARY SCIENCE ARCHIVE (PSA)
Sebastien Besse, European Space Astronomy Centre (ESA/ESAC), España

ESA MISSIONS TO MARS AND VENUS
Alejandro Cardesín Moinelo, European Space Astronomy Centre (ESA/ESAC), España



El subdirector del IAC, Carlos Martínez Roger, dando la bienvenida a todos los participantes de la XXVIII Escuela de Invierno, junto a los organizadores de esta edición, Julia de León y Javier Licandro, ambos investigadores del centro. Crédito: Elena Mora (IAC).



Sébastien Lebonnois, uno de los profesores con quien se inició de la XXVIII Escuela de Invierno. Crédito: Elena Mora (IAC).



Foto de grupo de los asistentes a la Escuela. Crédito: Elena Mora (IAC).



**ADMINISTRACIÓN
DE SERVICIOS
GENERALES**

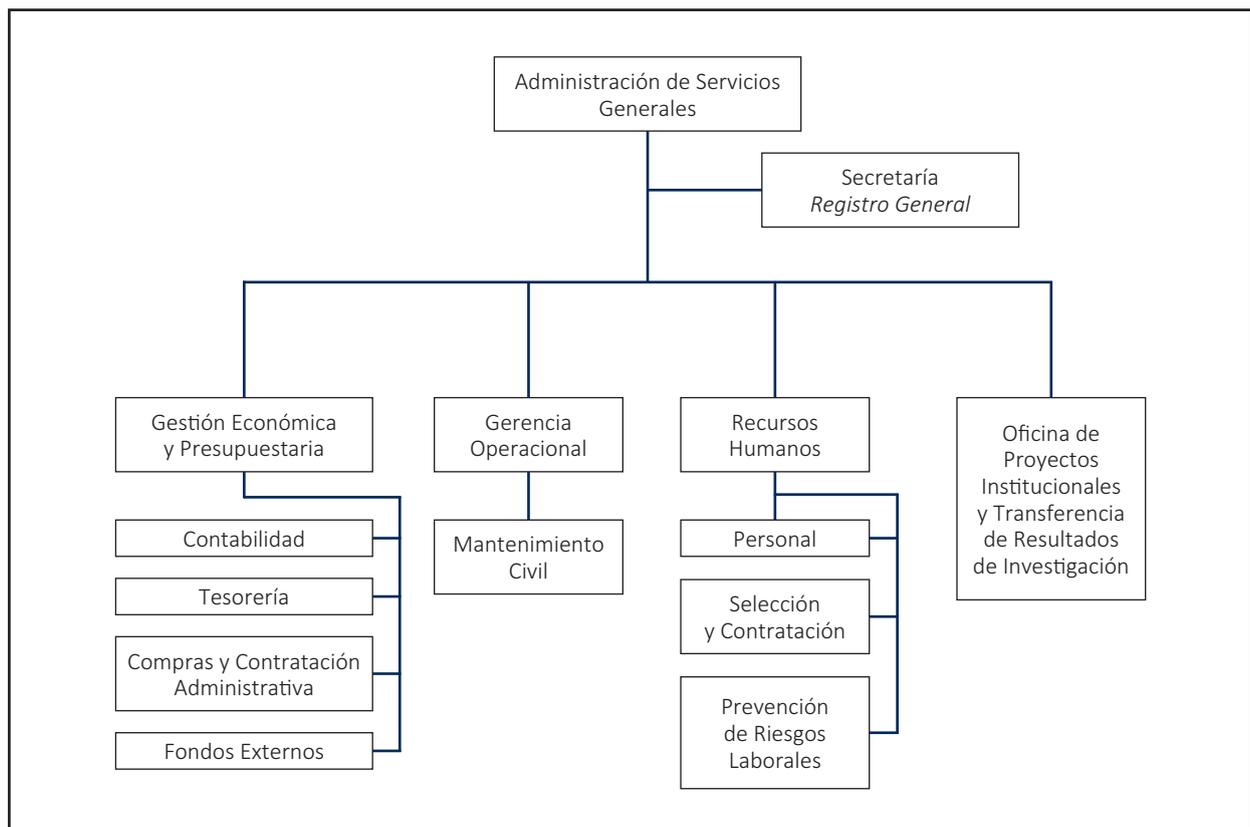
La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales, de recursos humanos y gestión de proyectos institucionales y transferencia de tecnología, para dar soporte a la actividad del IAC y apoyo a la Dirección.

Los objetivos específicos durante el 2016, además de los propios relacionados con las funciones de sus distintas Unidades y que se expondrán seguidamente, fueron los siguientes:

- Acciones específicas hacia la optimización de recursos y reestructuración.
- Impulsar una gestión avanzada en el centro basada en indicadores de calidad.
- Ley de Transparencia: impulsar acciones para el cumplimiento pleno de la Ley.
- Adaptación de los procesos de gestión a lo previsto por la nueva Ley 39/2015.
- Una mayor informatización de la gestión administrativa del centro.
- Continuar con los trabajos de definición del nuevo edificio en la Sede del IAC.
- Impulsar un estudio para la revisión de la actual estructura de puestos de trabajo del IAC.

- Propuestas para la evaluación del desempeño.
- Establecer un procedimiento automatizado de información económica sobre proyectos.
- Implantación de GEISER como plataforma para el Registro General del IAC.
- Coordinación de las actividades del Grupo de Procesos y optimización de los mismos.

En la consecución de estos objetivos, tanto para este año como para los siguientes, y para todos sus ámbitos de actuación, la actividad se desarrolla en torno a cuatro pilares fundamentales: (1) orientación a usuario; (2) optimización de todos los procesos implicados; (3) eficiencia de los recursos disponibles, humanos y económicos; y (4) adaptación de procesos y relación con usuarios hacia una gestión telemática y administración electrónica.



ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES EN GRANDES CIFRAS

Gestión económica y presupuestaria

Contabilidad	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Facturas tramitadas	6.630	+22%	10.939	+19%
Altas de inventario	483	-32%	2.511	-22%

Tesorería	Nº	Variación respecto 2015	Importe k€	Variación respecto 2015
Órdenes de pago tramitadas	9.330	+12%	21.756	-15%
Expedientes de viaje	1.720	-5%	957	+15%

Compras generales	Nº	Variación respecto 2015	Importe k€	Variación respecto 2015
No informáticas	478	+19%	1.644	+29%
Informáticas	118	+49%	229	+15%
Biblioteca	49	+123%	118	+174%
Dir. Gral. de Racionalización y CC	24	0%	157	+4%
IN / OUT mercancías no asociadas a compras	148	-45%	67	+68%
Certificados exención tránsito La Palma	120	+22%	N/A	N/A

* La actividad de compras generales durante 2016 ha aumentado globalmente por encima del 5% respecto al año anterior, en cuanto al número de expedientes, y en un 29% en cuanto al presupuesto implicado.

Licitaciones por procedimiento de adjudicación	Nº	Variación respecto 2015	Importe k€	Variación respecto 2015
Contrato menor	3	sin ref.	48	sin ref.
Negociado sin publicidad	21	-9%	894	-5%
Procedimiento abierto	11	+120%	3.620	+218%
Prórrogas	6	-57%	360	-32%
Modificados	5	sin ref.	60	sin ref.

* La actividad en licitaciones durante 2016 ha disminuido globalmente un 5% respecto al año anterior, en cuanto al número de expedientes. Si bien, ha aumentado por encima del 85% en cuanto al presupuesto implicado.
* Las prórrogas tramitadas están relacionadas en su totalidad con la continuidad de servicios. El resto de expedientes corresponden en número a un 20% servicios y un 80% suministros, representando en importe algo más del 10% para servicios y casi el 90% para suministros.

Fondos externos	Nº	Variación respecto 2015	Importe k€	Variación respecto 2015
Requerimientos tramitados	40	-20%	—	N/A
Auditorías	5	+25%	—	N/A
Subvenciones justificadas	98	-3%	7.052	+5%

* La actividad en gestión de fondos externos durante 2016 ha descendido muy ligeramente (3%) respecto al año anterior, en cuanto a número de expedientes, y aumentado ligeramente en presupuesto (5%).

Gerencia operacional

Operaciones	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Nuevas obras e instalaciones	8	+60%	155	+196%
Seguimiento de servicios externos	24	0%	700	-5%
Act. específicas en mantenimiento civil	2.222	-7%	119	-27%
Intervenciones de mejora en despachos	19	sin ref.	19	sin ref.
Act. específicas mantenimiento vehículos	141	sin ref.	8	sin ref.
Actuaciones específicas en seguridad	4	0%	34	+110%
Act. específicas gestión medioambiental	3	0%	28	+90%

Recursos humanos

Selección y Contratación	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Proc. selectivos de personal funcionario	3	0%	—	—
Proc. selectivos iniciados de personal laboral	63	-12,5%	—	—
Contratación temporal financiación interna	11	-21%	—	—
Contratación temporal financiación externa	53	+112%	—	—
Contratación temporal predoctorales	14	+8%	—	—
Proc. selectivos de promoción interna	0	-100%	—	—

Prevención de riesgos laborales	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Especialidades preventivas cubiertas	3	0%	—	—
Puestos de trabajadores evaluados	51	-84%	—	—
Reconocimiento general de salud	210	-9%	—	—
Formación específica a trabajadores	116	-25%	—	—
Accidentes de trabajo investigados	9	-10%	—	—
Cursos de formación en PRL	10	0%	—	—
Simulacros de emergencia	1	0%	—	—

* No se produjo ningún accidente de trabajo de carácter grave o muy grave, y sólo 3 de los 10 accidentes de trabajo causa baja laboral por accidente de carácter leve.

Formación, Acción Social e Igualdad	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Acciones Formación Continua	9	sin ref.	27	sin ref.
Otras Acciones formativas financiadas IAC presupuesto específico formación	21	sin ref.	64	sin ref.
Becas de formación convocadas	13	-13%	—	—
Plan Acción Social: solicitudes financiadas	262	-1%	20,2	+1%

* 2º Plan de Igualdad en ejecución. El IAC participa en un proyecto Europeo de Igualdad de Género en Centros de Investigación en Física.

Oficina de Proyectos Institucionales y Transferencia de Resultados de Investigación

Financiación externa y gestión expedientes y proyectos	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Solicitudes de financiación tramitadas	55	+0%	54.500	+129%
Solicitudes de financiación concedidas	25	+4%	12.740	+52%
Expedientes tramitados telemáticamente	275	-12%	—	—
Evaluaciones on-line recibidas	60	+20%	—	—
Grandes proyectos institucionales	10	+11%	—	—
Informes - actividad y capacidad del IAC	7	-65%	—	—
Oportunidades de financiación difundidas	47	-6%	—	—
Jornadas informativas	2	+0%	—	—

El nº de expedientes OTRI tramitados por vía telemática ha disminuido en 2016 un 11% respecto al año anterior, principalmente por disponer de menos efectivos durante este año.

Registro General

	Nº	Variación respecto 2015	Valor k€	Variación respecto 2015
Solicitudes de financiación tramitadas	1.997	-10%	—	—
Solicitudes de financiación concedidas	873	+15%	—	—

GERENCIA ADMINISTRATIVA

Gestión Económica y Presupuestaria

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión contable, financiera, económica, administrativa y presupuestaria de la Unidad de Administración de Servicios Generales, dando soporte a la actividad general del IAC. Para llevar a cabo sus fines se estructura en las unidades de contabilidad, presupuesto e inventario, tesorería, compras y contratación administrativa, y fondos externos

Entre las actividades que son propias de esta Gerencia están las de impulsar y participar en la elaboración de los presupuestos anuales, asesorar al resto de Áreas del Instituto en los procesos de gestión y control de los fondos internos y externos, y mantener actualizada la información contable y presupuestaria. Por la naturaleza de las competencias que tiene atribuidas sirve de enlace en las relaciones con otras administraciones públicas, como la IGAE, AEAT y otras.

Durante el pasado 2016 ha seguido operando como vínculo con el INE y resto de entidades que solicitan datos para la elaboración de informes estadísticos. De este modo, se han elaborado las encuestas solicitadas desde el INE relativas a comercio internacional de ser-

vicios, encuestas trimestrales de confianza empresarial, estadística de créditos públicos de I+D, actividades de I+D, Informe Reina, etc.

En relación con la cartera de seguros del IAC, la Gerencia Administrativa actúa como enlace para coordinar las acciones de seguimiento, mejora y nuevas propuestas.

Desde el punto de vista de la mejora de la gestión, se han implementado las recomendaciones incluidas en los informes de las auditorías y control financiero. Por ello, en la formulación de las cuentas anuales de 2016 se incluye el modelo de costes por actividades aprobado por la Dirección del IAC y por la Intervención General de la Administración del Estado y se continúa

avanzando en su personalización para implementarla en el presupuesto del 2017. Se ha realizado el inventario físico en todas las dependencias del IAC, al tiempo que se ha actualizado el sistema de información en SAP y se ha realizado un nuevo procedimiento de gestión de activos, actualmente en proceso de revisión. Durante este año se ha realizado una interface para enlazar la recepción de facturas en el IAC a través de FACe con el registro de facturas del IAC en SAP.

En lo que se refiere a la gestión de los procesos, se han celebrado de manera sistemática y con carácter mensual las reuniones de los grupos de seguimiento y mejora de finanzas y de compras y contratación administrativa. En el marco de estos grupos se ha aprobado un seguimiento semanal del pago de las facturas a través de un informe de SAP transversal a finanzas, compras y contratación y gestores responsables. Se ha trabajado con la propuesta de indicadores que se ha enviado al Grupo de Procesos. Además, se ha avanzado en la redacción de los procedimientos, teniendo aprobados por los grupos de mejora los procedimientos de tesorería, gestión de facturas, el procedimiento gene-

ral de suministros, servicios y obras, así como el procedimiento de segunda licitación derivada de los Acuerdos Marco de Contratación Centralizada. Se ha estandarizado el uso de formularios para solicitudes por parte de los usuarios a los servicios que presta la Administración del IAC, y se ha revisado el procedimiento de gestión de bolsas de viajes de visitantes para asimilarlo al de viajes de personal propio y trasladar su gestión al Área de Investigación.

En cuanto a formación, se han organizado tres acciones formativas relacionadas con el régimen jurídico de las subvenciones, la contabilidad pública y el trabajo en equipo, a las que además del personal de la gerencia administrativa han asistido personas de Recursos Humanos y de la OTRI. Otras acciones formativas en las que han participado personas de esta unidad son la importancia de los indicadores para una gestión de calidad, la prestación de servicios orientados al usuario y los seminarios relacionados con la entrada en vigor de las leyes de procedimiento administrativo y de régimen jurídico de las administraciones públicas.

GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como una Unidad de la que depende el departamento de Mantenimiento Civil y cuyas principales actividades son:

- La Gestión de Servicios Externos, incluyendo la definición de los pliegos de prescripciones técnicas y el seguimiento de las más de 18 empresas externas que prestan servicios para el funcionamiento de la Sede Central.
- La Gestión de Obras y nuevas Instalaciones, desde la definición del alcance, el control de los proyectos y la contratación y supervisión de las empresas que realizan obras nuevas o de reparación, tanto civiles como de instalaciones.
- La Gestión del Mantenimiento civil del edificio, incluyendo sus más de 15 instalaciones generales y el mantenimiento de los vehículos asignados a la sede central y al Observatorio del Teide, con la delegación de muchas de las responsabilidades asociadas en el Jefe de Mantenimiento y la ayuda de su equipo.
- La Coordinación de Actividades Empresariales, en estrecha colaboración con la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.
- La participación activa en la Gestión Medioambiental conjuntamente con el Departamento de Producción y la Gestión Energética del edificio, figurando como responsable de ésta última ante el Ministerio de Economía y Competitividad y el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía).
- La adquisición del mobiliario y del equipamiento general de los más de 300 puestos de trabajo existentes en la Sede Central.

- Las relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, agua y telefonía. Y las relaciones y gestiones con las administraciones locales: ayuntamientos y Cabildo en las Áreas de su competencia.
- La Jefatura de Emergencias de la Sede Central, incluyendo formación, entrenamiento y dirección de las 20 personas que conforman los equipos de primera intervención y la revisión y mantenimiento del Plan de Emergencias.

Dentro del plan de obras de mejora y de mantenimiento en 2016 se realizaron numerosos trabajos en el interior y en el exterior del edificio. Entre ellos, la continuación de las mejoras en las instalaciones eléctricas de baja tensión, promoviendo la seguridad y el ahorro energético. Cambios de equipamiento aislado del sistema de climatización. Mejoras en el sistema de incendios, en particular puertas cortafuego en toda la zona de Taller de Mecánica. Continuación del programa de pintura en el interior del edificio y de impermeabilización de azoteas con poliurea en caliente.

Por otra parte, se realizaron obras de remodelación en los aseos del Departamento de Mecánica, despachos en el Servicio de Informática y de mejora en la

zona de archivo de la Biblioteca. Se destacan como obras llevadas a cabo por la Gerencia Operacional durante este año el almacén-garaje en la plataforma del Taller de Mecánica (llevada a cabo desde diciembre de 2015), el acondicionamiento de la segunda planta del nuevo edificio anexo (caseta de madera) para despachos de I+D+I y el nuevo Taller de Electrónica en el Área de Instrumentación.

También, dentro de los proyectos especiales de calidad en la Gestión Medioambiental, en 2016 la Gerencia Operacional impulsó la instalación de la segunda generación de prueba del sistema de climatización alimentado por energía solar fotovoltaica.

Ejecución del Presupuesto 2016

Gastos realizados

DESTINO FONDOS	(Miles de €)
- Personal.....	13.567,41
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	5.808,50
- Financieros	56,89
- Transferencias corrientes	970,82
- Inversiones reales	1.604,85
- Activos financieros	59,00
- Pasivos financieros.....	19,96
- Compras	1.882,68
TOTAL GASTOS	23.970,11
FONDO MANIOBRA NEGATIVO.....	3.716,58

Financiación generada

ORIGEN FONDOS	(Miles de €)
DE LAS ADMINISTRACIONES CONSORCIADAS.....	14.626,62
- Administración del Estado	10.626,62
- Comunidad Autónoma.....	4.000,00
OTROS	
- Contratos, acuerdos, etc., con financiación externa.....	9.937,72
- Venta de servicios y otros	3.122,35
TOTAL FINANCIACION	27.686,69

Fondos Estructurales (FEDER)

Durante el ejercicio 2016, el IAC ha contado con la cofinanciación Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016, procedente del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

Estos fondos destinados a actuaciones desarrolladas en el IAC se enmarcan en:

- Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación orientada a Retos de la Sociedad.
- Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia, Subprograma de Generación del Conocimiento.

Así, los proyectos beneficiados de estas ayudas que han contado con cofinanciación FEDER son:

REFERENCIA DE LA AYUDA	TITULO DE LA ACTUACIÓN
ESP2015-65597-C4-4-R	CONTRIBUCIÓN DEL IAC A MISIONES ESPACIALES: DESARROLLO PARA SPICA Y ATHENA, POST OPERACIONES DE HERSCHEL Y EXPLOT. CIENTÍFICA MULTIFR.
ESP2015-65712-C5-4-R	CONTRIBUCIÓN DEL IAC A LA MISIÓN ESPACIAL PLATO 2.0 FASES B2/C
ESP2015-69020-C2-1-R	PARTICIPACIÓN EN EL INSTRUMENTO NISP Y PREPARACIÓN PARA LA CIENCIA DE ECUCLID
AYA2015-70498-C2-1-R	LAS PRIMERAS FUENTES DEL UNIVERSO
AYA2015-67772-R	CIENCIA CON OSIRIS-REX
ESP2015-71662-C2-2-P	PARTICIPACIÓN DEL IAC EN EL EXPERIMENTO AMS
AYA2015-69350-C03-2-P	ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LAS ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES
AYA2015-68217-P	PARTICIPACION ESPAÑOLA EN DESARROLLO DEL INSTRUMENTO HARMONI PARA E-ELT FASES B Y C
AYA2015-65205-P	LÍNEAS DE EMISIÓN DÉBILES Y COMPOSICIÓN QUÍMICAS EN NEBULOSAS IONIZADAS
AYA2015-66506-P	EMIR FASE DE EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA
AYA2015-66787-P	ORIENTATIO AD SIDERA IV: PAISAJE Y CELAJE EN ASTRONOMÍA
AYA2015-68012-C2-1-P	ESTRELLAS MASIVAS EN EL UNIVERSO LOCAL

Correspondiente al Programa Operativo Crecimiento Inteligente 2014-2020, el IAC ha percibido cofinanciación FEDER para las siguientes actuaciones:

REFERENCIA DE LA AYUDA	TITULO DE LA ACTUACIÓN
FESFRI1420-12-01	CUATRO LARGE SIZE TELESCOPE DEL CTA-NORTE EN EL ORM
FICTS-2014-20-01	NUEVO SISTEMA CORRECTOR DEL FOCO PRIMARIO CON ROTACIÓN DE CAMPO PARA TELESCOP WH
FICTS-2014/20-02-03	MEJORA ESTRATÉGICA EN INFRAESTRUCTURA CIENTIF-TECN Y APOYO LOGÍSTICO A OBSERVATORIOS

Fondo Social Europeo (FSE)

También se han aprobado las Ayudas Ramón y Cajal para contratos de personal investigador en el IAC con cofinanciación del Fondo Social Europeo, en el marco del Programa Estatal de Promoción del Talento y su Empleabilidad del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica de Innovación 2013-2016.

Las ayudas son las referenciadas a continuación y para los contratos de los investigadores que se indican:

REFERENCIA DE LA AYUDA	INVESTIGADOR CONTRATADO
RYC-2015-17697	SAVITA MATHUR
RYC-2015-17854	MANUEL PÉREZ TORRES
RYC-2015-18078	CLAUDIO DALLA VECCHIA
RYC-2015-18148	TEODORO MUÑOZ DARIAS

RECURSOS HUMANOS

Bajo este Departamento se encuentran las unidades y servicios de Personal, de Selección y Contratación y de Prevención de Riesgos Laborales.

Las novedades y actividad más destacadas durante 2016 son las siguientes:

PERSONAL

Personal funcionario

La Oferta de Empleo Público 2016 ha sido la siguiente:

- Resolución de 25 de octubre de 2016, de la Subsecretaría, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre, en la Escala de Científicos Titulares de los Organismos Públicos de Investigación (BOE 260, de 27 de octubre de 2016). 3 plazas.
- Resolución de 7 de diciembre de 2016, de la Subsecretaría, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por promoción interna, en la Escala de Investigadores Científicos de los Organismos Públicos de Investigación. (BOE 306 de 20 de diciembre de 2016). 4 plazas.
- Resolución de 18 de noviembre de 2016, de la Subsecretaría, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por promoción interna, en la Escala de Profesores de Investigación de los Organismos Públicos de Investigación. (BOE 284 de 24 de noviembre de 2016). 3 plazas.

En 2016, además, se jubiló el Dr. Jesús Jiménez Fuensalida, funcionario de carrera, Coordinador de Proyectos del IAC, perteneciente a la escala de Profesores Titulares de la Universidad.

Personal laboral

Los Presupuestos Generales del Estado para 2016 autorizaron la contratación de 25 plazas de investigadores distinguidos; una de ellas sería para el IAC. La correspondiente convocatoria se llevará a cabo en enero de 2017.

En este año se jubiló D. Vicente Sánchez de la Rosa, laboral fijo, Jefe del Departamento de Mecánica.

Por otra parte, y conforme a lo previsto en la DA 17ª de la Ley 48/2015, de 29 de octubre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2016, fue autorizado por el MHAAPP y contratados, previo proceso selectivo, un jefe de Taller de Mecánica, una Ingeniera fuera de convenio (Mecánica) y una Titulada Superior asimilada a la Categoría profesional de Ingeniero, fuera de convenio, para la gestión de la financiación externa.

Personal directivo:	2 (2H/0M)
Personal laboral fijo:	141 (96H/45M)
Convenio	80 (53H/27M)
Fuera de Convenio	61 (43H/18M)
Personal laboral temporal:	159 (95H/64M)
Convenio	7 (3H/4M)
Fuera de Convenio	152 (92H/60M)
TOTAL	302 (193H/109M)

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En materia de prevención de riesgos laborales, podemos destacar durante 2016 lo siguiente:

- Nº de trabajadores cuyos puestos han sido evaluados: 51 (medios ajenos).
- Nº de trabajadores a los que se les ha realizado un reconocimiento general de salud: 210 (medios ajenos).
- Nº de trabajadores a los que se les ha realizado vigilancia de salud específica derivada de los riesgos laborales: 2 (medios ajenos).
- Nº de trabajadores a los que se les ha proporcionado formación: 116 (medios ajenos).
- Nº de puestos, equipos o instalaciones modificados/sustituidos: 14 (medios propios).
- Nº de accidentes de trabajo investigados: sin baja 8, con baja 3 (leves). (medios propios).
- Nº de controles de exposición a contaminantes químicos o biológicos efectuados: 2 (medios propios).
- Nº de PPRLs aprobados en el periodo o Instrucciones Operativas: 2 (medios propios).
- Actuaciones en relación con planes de autoprotección y de emergencia: 1 (medios ajenos).
- Cursos de formación en prevención de riesgos laborales: 10.

Durante este año se llevó a cabo la preparación de pliegos de condiciones técnicas para el concurso de contratación del Servicio de Prevención Ajeno. Al concurso se presentó una sola empresa, quedando descubierto por oferta con precios superiores al de licitación.

En el año 2016, la URPL se desplazó a los centros de La Palma para impartir una charla en el CALP sobre riesgos psicosociales y en el ORM, y para visitar las instalaciones de GTC a fin de coordinar con ellos la integración posterior de EMIR. En dos ocasiones se actúa como Recurso pre-

Título de los cursos	Nº ediciones	Tipo asistencia	Nº alumnos
Capacitación para el desempeño de funcione de nivel básico 50 h	2	On-line	2
Riesgos y medidas preventivas en trabajos en altura	1	Presencial	6
Seguridad y salud en oficinas y normas de actuación ante emergencias	5	On-line	4
Plan de emergencias. Criterios de actuación teórico práctico para el personal designado	1	Presencial	2
Primeros auxilios	1	Presencial	1
Conducción en condiciones de riesgo	1	Presencial	11
Prevención de riesgos laborales básico 80 horas	2	Presencial on-line	14
Riesgos y medidas preventivas en el puesto de mantenimiento	1	Presencial	5
Encuadramiento de los factores de riesgo psicosocial	1	Presencial	6
Certificación maquinaria y marcado CE	2	Presencial	40

ventivo en la integración de EMIR en GTC como colaboración con el equipo de ingenieros.

A lo largo del año y a petición de los distintos responsables, se llevan a cabo revisiones de procedimientos de trabajo, desde el punto de vista de PRL, realizando la Evaluación de riesgos de los mismos, entre los que cabe destacar, procedimientos de integración de EMIR, procedimiento de control de acceso a sala AIV.

Se han llevado a cabo también colaboraciones con los distintos responsables de coordinación de actividades empresariales, entre las que destacamos por su complejidad LST1 y GTC. En esta última se asiste también a las reuniones de coordinación de PRL.

FORMACIÓN

Durante 2016 se convocaron las siguientes becas de formación:

- 6 becas de verano dirigidas a estudiantes universitarios, que estén cursando los últimos cursos de la carrera para su formación en la investigación astrofísica.
- 6 becas de verano para la formación en desarrollo tecnológico dirigidas a estudiantes universitarios de titulaciones superiores, que estén cursando los últimos cursos de la carrera o sean recién titulados.
- 1 beca de verano para la formación en comunicación y divulgación de la cultura científico-técnica en un centro de investigación dirigidas a titulados universitarios recientes.

Por otra parte, se han organizado en el IAC 30 cursos de muy diversa índole, por un importe económico superior a los 90.000 € y con más de 750 horas formativas en total. A estos cursos asistieron 451 personas (283 H; 168 M).

ACCIÓN SOCIAL

El Plan de Acción Social ha sido elaborado por la Comisión de Acción Social (CAS) del IAC, partiendo de los planes establecidos en años anteriores, y los criterios marcados por la Comisión Paritaria del IAC, Convenio Colectivo del IAC, Plan de Igualdad del Ministerio de Política Territorial y de la Administración Pública, Plan de Igualdad del IAC y Resolución de 28 de julio de 2011, de la Secretaría de Estado para la Función Pública, sobre el acuerdo para los criterios comunes aplicables a los Planes de Acción Social en la AGE.

El presupuesto para 2016 ascendió a 20.200 euros y se ejecutó en su totalidad.

Tipo de ayuda	Nº solicitudes
1. Social por descendiente	77 (33M-44H)
2. Estudios oficiales postobligatorios para descendientes	24 (11M-13H)
3. Estudios del personal empleado	16 (4M-12H)
4. Fomento de la vida saludable del personal	144 (56M-88H)
5. Cuidado de familiares dependientes mayores de 70 años y/o personas con discapacidad	1(1H)
TOTAL	262 (104M-158H)

IGUALDAD

Se formó la nueva Comisión de Igualdad, que tiene como misión principal el seguimiento de la implementación del II Plan de Igualdad del IAC.

Se llevó a cabo la formación de grupos de trabajo por áreas temáticas y puesta en marcha de una plataforma colaborativa desde la que coordinar el seguimiento de las medidas, así como compartir recursos, documentos de la Comisión y facilitar los contactos y el asesoramiento necesario.

En septiembre se produce una reunión con investigadoras del IAC. El objetivo de esta reunión fue valorar la posibilidad de tener algún tipo de incidencia en la Asamblea anual de AMIT (Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas). Seis investigadoras y tecnólogas mantuvieron posteriormente una reunión con J. Masegosa, astrofísica del IAA y miembro de la nueva ejecutiva de AMIT, sobre el asociacionismo por la igualdad de género en Ciencia en España.

Se han celebrado dos “café con astrónomas”. Como resultado de estas reuniones se creó un grupo de trabajo asesor del diagnóstico a realizar en el marco del Proyecto GENERA sobre la situación de las científicas y tecnólogas en España y el IAC. Se llevó a cabo también una puesta en común de experiencias previas de proyectos para erradicar la segregación horizontal de género en educación y formación profesional en Tenerife.

En relación con el seguimiento del II Plan de Igualdad, se ha trabajado en un borrador de revisión de bases a aplicar en todos los procesos selectivos del IAC y se ha trabajado en un borrador de Guía sobre medidas de conciliación aplicables al personal del centro. También se celebraron dos sesiones de formación en políticas de igualdad de género en ciencia a cargo de la profesora de filosofía de la ciencia de la ULL, I. Perdomo. Debe destacarse también que el IAC forma parte del Marco Estratégico Tenerife Violeta desde el año 2015.



El IAC forma parte del proyecto europeo H2020 GENERA (*Gender Equality Network in European Research Area*). En junio de 2016 se procedió a la contratación laboral temporal de una titulada superior, técnica en políticas de igualdad y género.

El Proyecto GENERA comprende 6 paquetes de trabajo. El IAC ha asumido responsabilidades como institución de apoyo o delegada (*deputy institution*) en dos paquetes de trabajo, liderados por el KIT, en Alemania, y FOM, en Países Bajos, respectivamente.

En el marco de esos paquetes de trabajo, se ha elaborado un proyecto de diagnóstico sobre la situación de las mujeres en Física en España y en el IAC, así como las consideraciones éticas que se seguirán en la aplicación de las técnicas cualitativas de investigación social, habiéndose completado a final de año cuatro de las entrevistas previstas.

Se iniciaron las actividades para la organización del *Gender in Physics Day* (GiPD) *España 2017* con el lema “Políticas de igualdad en Física: de la escuela a la carrera investigadora”, creándose el comité organizador del IAC, habiéndose enviado invitaciones de participación a más de 80 instituciones españolas (universidades, centros de investigación, etc.). Con motivo del GiPD, se ha presentado un proyecto de divulgación a la FECYT (*ver Unidad de Comunicación y Cultura Científica*).

Se remitió el cuestionario sobre el status de la igualdad de género y la existencia de planes de igualdad en los socios del Proyecto GENERA y el formulario de propuestas de buenas prácticas en igualdad de género en Ciencia. El IAC ha propuesto como práctica la iniciativa del “Café con astrónomas” y, como práctica externa, el exitoso proyecto del Harvey Mudd College de California (EEUU) para incrementar la presencia de mujeres en los estudios de ingeniería informática. Se realizaron las entrevistas de evaluación ex-ante con representantes de diferentes áreas del IAC, completándose todas las entrevistas requeridas por el Proyecto GENERA.

Se está colaborando también muy activamente en la creación de una red de centros de investigación en Física que dé continuidad a los objetivos del Proyecto más allá de la vigencia del mismo.

OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

INTRODUCCIÓN

La OTRI del IAC viene desarrollando su actividad desde 1989, y se centra principalmente en el impulso y gestión de ciertos proyectos institucionales que el IAC mantiene con el entorno nacional e internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los observatorios, la financiación de la actividad investigadora del centro, la explotación industrial de los desarrollos tecnológicos y una mayor coordinación con la comunidad científica y tecnológica.

A partir del segundo cuatrimestre de 2016 la coordinación de su actividad se ha llevado a cabo desde la Unidad de Administración de Servicios Generales, y a partir del mes de noviembre, A. Sosa Méndez pasa a ocupar el puesto de Gerente de esta Oficina.

Las actuaciones más relevantes llevadas a cabo durante 2016 se muestran a continuación.

Tabla 1

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en el 2016
1. Financiación I+D+i. Información, gestión y coordinación de solicitudes de financiación externa	<ul style="list-style-type: none"> - Web de la OTRI del IAC y envío semanal de información. - Asesoramiento especializado sobre propuestas de financiación. - 55 nuevas propuestas en 2016 (54,32 M€): 25 concedidas, 10 en evaluación y 20 denegadas. Entre las actuaciones aprobadas se incluyen: actuaciones de equipamiento FEDER, fase preparatoria del EST, el Proyecto POLMAG ERG Advanced y el Proyecto de Capacitación Tecnológica IACTec, entre otros. - Participación en reuniones nacionales y con la CE en relación con programas presentes y futuros de financiación de I+D+i. - Organización de seminario sobre Programa ERC H2020. - Análisis de las oportunidades: instrumento de Compra Pública Innovadora.
2. Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria de Actividades de I+D+i e información específica para distintas entidades regionales, (Cabildos, Clúster empresariales), nacionales (CDTI, EGAUSS) e internacionales (consorcios de proyectos y CE). - Participación en otros foros nacionales e internacionales, y otros encuentros en relación con las capacidades tecnológicas del IAC.
3. Proyectos Institucionales Infraestructuras I+D+i y otras actuaciones de carácter internacional	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión del Proyecto "IAC - Centro de Excelencia Severo Ochoa 2016-2019" - EST (SOLARNET, GREEST, ESFRI); Cherenkov Telescope Array (CTA); DAGAL; Liverpool Telescope II; Equipamiento científico y tecnológico FEDER; WEAVE; GTCMO; OPTICON-II, GLORIA, SPIA, SPACEINN, GENERA, STARS4ALL, RADIOFOREGROUNDS. - Apoyo en la elaboración del Plan Cuatrienal IAC 2018-2021 y del Plan Estratégico de los OCCC 2017-2020.
4. Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - IACTec: Apoyo a la puesta en marcha del nuevo espacio de cooperación tecnológica. - Firma de acuerdos de cesión de tecnología y confidencialidad con varias empresas en relación con las capacidades tecnológicas del IAC.
5. Otras	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo a la gestión de financiación externa en curso. - "Prácticas Externas II: Gestión de Proyectos de Innovación". ULL. - Actuaciones de formación del personal de la Oficina.

HITOS Y ACTIVIDADES**1.- Proyectos de I+D+i de financiación externa. Información, asesoramiento y gestión**

Durante 2016 se presentaron un total de 55 actuaciones, por una cuantía global de algo más de 54,5 millones de euros. Un total de 25 propuestas han sido ya concedidas y la gran mayoría están en ejecución, a la fecha de preparación de esta Memoria. En la siguiente tabla se ofrece información pormenorizada de las propuestas aprobadas.

Tabla 2

Fuente de financiación	Nº Concedido	Presupuesto Solicitado	Presupuesto Concedido	% concedido
Cabildo Insular de Tenerife	1	400000	400000	100%
SUBV DRTA CABTFE	1	400000	400000	100%
Comisión Europea - H2020	5	5589616,6	5589616,6	100%
H2020-ERC-ADG-2016	1	2478750	2478750	100%
H2020-GERI-2014-1	1	240000	240000	100%
H2020-INFRADEV-2016-2017	1	2415000	2415000	100%
H2020-INFRAIA-2016-2017	1	285745	285745	100%
H2020-MSCA-IF-2016	1	170121,6	170121,6	100%
Ministerio de Economía y Competitividad	17	9916732	6505397,48	67%
ACCIONES DINAM REDES EXCELENCIA 2016	1	0	0	
EQUIPAMIENTO I+D MINECO2015	1	2733972	1127904,68	41%
FECYT Cultura Científica y de la Innovación 2016	2	52270	50000	96%
ICTS 2014 2020 FEDER	2	2911974	2552849	93%
PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS 2016	1	258516	181664,8	70%
PROYECTOS I+D PLAN ESTATAL 2016	6	1871900	931579	49%
RETOS INVESTIGACION PROYECTOS I+D 2016	2	749700	363000	63%
RYC-MINECO-2015	2	1338400	1298400	81%
Otras	1	218811,82	209000	96%
INTERREG MAC 2014-2020	1	218811,82	209000	96%
Total general	25	16161160,42	12740014,08	78%

En base al número de propuestas 2016, y considerando que hasta la fecha se han denegado 20 propuestas, puede verse que los resultados preliminares otorgan al menos una tasa de éxito de un 45% (en número). Las 25 propuestas aprobadas hasta la fecha han experimentado un recorte del 22% en lo que respecta a la financiación solicitada. Entre las solicitudes de este año están incluidas las actuaciones de equipamiento tecnológico cofinanciado por el FEDER, los convenios ICTS de Mejoras en los Observatorios de Canarias, la Red Española de Supercomputación, la construcción de los 4LST y el desarrollo y fabricación del instrumento WEAVE.

En el ámbito comunitario cabe destacar el apoyo continuado de la OTRI a la preparación de propuestas en H2020 y otros programas Europeos, y el apoyo específico prestado a la negociación del contrato y gestión de diversos proyectos colaborativos de H2020: GREST - "Getting Ready for the EST"; RADIOFOREGROUNDS - "Ultimate modelling of Radio foregrounds"; STARS4ALL - "A Collective Awareness Platform for Promoting Dark Skies in Europe"; GENERA - "Gender Equality Network in the European Research

Area”, PRE-EST – “*Preparatory Phase for the EST*”, SPIA- “*Magnetic connectivity through the Solar Partially Ionized Atmosphere*”, SUNDIAL – “*Survey Network for Deep Imaging Analysis & Learning*” and SPACEINN – “*Exploitation of Space Data for Innovative Helio- and Asteroseismology*”, entre otros. Asimismo, la OTRI del IAC ha participado también muy activamente en diversas actividades organizadas por la Comisión Europea y por nuestros representantes nacionales en relación con el Programa Marco H2020.

En el ámbito nacional destaca, por su relevancia para el centro, el apoyo significativo de la OTRI, en estrecha colaboración con el resto de Áreas, para conseguir la renovación de la acreditación Severo Ochoa 2016-2019 y su actual gestión. Por otra parte, la OTRI ha realizado labores de gestión e intermediación con el MINECO en la ejecución del nuevo proyecto de equipamiento científico y técnico aprobado al IAC con un total de 4 actuaciones por un importe superior al millón de Euros.

En el ámbito regional, se ha dado seguimiento a un nuevo convenio de colaboración entre GTC, IAC y ACIISI, para financiar el desarrollo del Sistema de Estrella Láser Guía para la óptica adaptativa de GTC. La financiación representa alrededor de los 2,7 millones de euros, con una cofinanciación al 85% de Fondos Estructurales de la Unión Europea.

2.- Actividades de I+D+i y sus capacidades tecnológicas

En relación con la difusión de las capacidades científicas y tecnológicas del IAC, buena parte de las actividades de este tipo se han llevado a cabo en el marco de los proyectos institucionales que se exponen más adelante. Entre otras acciones complementarias, podríamos citar por ejemplo el asesoramiento en la elaboración de los vídeos institucionales tanto de la principales líneas de investigación como del Área de Instrumentación; la participación en el Foro Fi2 con la presentación “Grandes Proyectos Institucionales del IAC para el futuro”; y la organización de reuniones y visitas al IAC con diversas entidades (SQS, INYCOM, Club Empresarial Tenerife Network), entre otras.

Por otra parte, se han preparado más de una veintena de informes, encuestas y memorias sobre la actividad del IAC y sus capacidades, para entidades de diversa naturaleza.

3.- Proyectos institucionales.

Proyectos de infraestructura científica y técnica y actuaciones similares de carácter internacional

En 2016 cabe destacar las siguientes actividades de carácter institucional gestionadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

3.a. IAC - Centro de Excelencia SEVERO OCHOA

Una vez transcurridos los 4 años del periodo anterior (2012-2015), el IAC ha revalidado su acreditación como Centro de Excelencia Severo Ochoa para el periodo 2016-2019. En 2016, la OTRI ha gestionado paralelamente la justificación técnica y económica final del periodo 2012-2015, con la gestión del nuevo periodo. En Junio de 2016 se contrató a Alfredo García como gestor de este proyecto. Se pretende continuar con el impulso de un ambicioso programa de investigación, movilidad y formación de investigado-

res estructurado en cinco grandes líneas: “Física Solar”, “Exoplanetas y Sistema Solar”, “Física Estelar e Interestelar”, “Formación y Evolución de Galaxias” y “Cosmología y Astropartículas”.

Durante 2016, con objeto de reforzar los grupos de investigación dentro de las líneas prioritarias antes mencionadas, se han seleccionado 6 candidatos en formación dentro de las convocatorias de contratos pre-doctorales Severo Ochoa.

El Programa Severo Ochoa proporciona también apoyo a desarrollos instrumentales llevados a cabo en el IAC que tienen especial relevancia para alcanzar los objetivos fijados en el Programa de Investigación. Un total de 8 actuaciones tecnológicas se están beneficiando, contribuyendo así, de forma significativa, a una investigación de excelencia, de mayor calidad y más competitiva en el IAC. Los fondos asignados se destinarán tanto a contratación de tecnólogos como a financiación de equipamiento, hardware y software de relevancia para las actuaciones.

Dentro del programa de movilidad, en 2016 se han promovido un total de 11 estancias cortas de profesores senior en el IAC, con una duración cada una de entre uno y tres meses, y una estancia de un año de duración del investigador Juan Usón, profesor asociado en el Departamento de Física de la Universidad de Princeton. Los visitantes Severo Ochoa han impartido en el IAC varios seminarios referentes a sus líneas de investigación. Además se han financiado otras dos estancias de 1 mes, de miembros del staff del IAC en el Mullard Space Science Laboratory (University College London) y en el Observatorio Astronómico de Torino. De igual modo el programa ha cofinanciado la XXVIII Canary Islands Winter School of Astrophysics titulada “Solar System Exploration”, celebrada en la sede central del IAC en noviembre.

Las principales actividades de divulgación realizadas por el IAC en 2016 con la participación del Proyecto Severo Ochoa han sido la realización de vídeos promocionales sobre las principales líneas de investigación, la puesta en marcha del proyecto “En un lugar del Universo...” y el proyecto “NIÉPCE: del negativo al positivo”.

Por otro lado, algunos de los visitantes Severo Ochoa, investigadores contratados pre-doctorales y post-doctorales y la responsable de comunicación del programa Severo Ochoa, han participado en otras actividades de divulgación como charlas y eventos programados en diversos centros.

Por último, durante la última parte de 2016 se han dado los pasos oportunos para llevar a cabo un nuevo evento coordinado entre los diferentes Centros “Severo Ochoa” y Unidades “María de Maeztu”, el cual se concretará en noviembre de 2017 con el 100XCiencia2, un evento internacional que pivotará sobre el concepto de Transferencia Tecnológica. Este evento tiene como referencia el encuentro “100xCIENCIA: Communicating Frontier Science” coordinado por el IAC durante octubre de 2015.

3.b. Telescopio Solar Europeo (EST): SOLARNET, GREST y ESFRI

El Telescopio Solar Europeo (EST) es una iniciativa de la Física solar europea en la que participan más de 30 instituciones de 15 países comunitarios, bajo el coliderazgo del IAC, representando la mayor infraestructura de investigación europea proyectada en el campo de la Física solar desde Tierra, con un coste de construcción aproximado de 200 millones de euros.



Representación artística del Telescopio Solar Europeo EST en las cumbres de los Observatorios de Canarias.

La OTRI del IAC presta apoyo y asesoramiento continuo a este proyecto de infraestructura científica, que busca su espacio financiero en el ámbito nacional e internacional, de manera que sea factible poner en marcha las siguientes fases del proyecto tras la finalización de su Diseño Conceptual hace ya algunos años. Así, en 2016 se han intensificado las acciones que han derivado en la inclusión del EST, como infraestructura europea estratégica, en la hoja de ruta ESFRI (Foro Estratégico Europeo para las Infraestructuras de Investigación) en el mes de marzo.

Dentro de las principales actuaciones gestionadas desde la OTRI del IAC en relación con el EST, cabe destacar la iniciativa integrada de infraestructuras denominada SOLARNET; un proyecto coordinado por el IAC y en el que participan 30 entidades europeas de 15 países, más otras dos de Estados Unidos. SOLARNET finaliza el 31 de marzo de 2017 y ha permitido alcanzar una mayor coordinación e integración de la física solar europea, siendo considerado como muy exitoso en la reciente reunión de la Asociación Europea de Telescopios Solares, en la que se presentaron los principales resultados.

Durante 2016 se dio continuidad a la gestión técnica y económica de SOLARNET, destacando las siguientes actividades:

- Gestión del Programa de Acceso dando soporte a la última campaña de observación del Programa Transnacional de Acceso y Servicios (TAS), en la cual se dio tiempo de observación a 17 proyectos (116 días de observación: 76 en los telescopios ubicados en Canarias -SST, THEMIS, VTT- y el equivalente a 30 días en los instrumentos IBIS y ROSA, ubicados en el telescopio americano DST).
- Gestión del Programa de Movilidad de Jóvenes Investigadores, facilitando las estancias breves de jóvenes investigadores en instituciones científicas, universidades u observatorios de otros países con el objetivo de profundizar sus conocimientos y habilidades en temas concretos.

- Gestión y coordinación global del proyecto, incluyendo la Interacción sistemática con los socios del proyecto y con la Comisión Europea, apoyo a la organización de las escuelas y talleres del proyecto, y mantenimiento y actualización de la página Web www.solarnet-east.eu.

Asimismo, desde junio de 2015, el IAC coordina el proyecto europeo de carácter tecnológico y estratégico “*GRESt - Getting Ready for EST*”, con una duración de 3 años y un consorcio de 13 socios de 6 países europeos, incluyendo entre ellos 3 empresas; su gestión está asignada igualmente a la OTRI. El objeto principal de GRESt es impulsar el estado del arte de la tecnológica actual en relación con la futura instrumentación del EST. Además GRESt explora aspectos estratégicos (industriales, legales y financieros) necesarios para la futura gobernanza del EST.

Además de la intensa labor de gestión y coordinación llevadas a cabo desde el IAC, se han implementado distintas actividades de difusión del EST que pueden encontrarse en la Web <http://www.est-east.eu/est/index.php/outreach>. Se destaca la preparación de una maqueta a escala 1:5 y con realidad aumentada, así como la creación y dinamización de diversas redes sociales para transmitir a la sociedad, a la comunidad científica y política, la ciencia y la relevancia del Proyecto EST.

Por último, la cohesión de la comunidad de Física solar europea y la decidida apuesta por parte del IAC han permitido la exitosa participación en una nueva convocatoria de H2020, con la aprobación de PRE-EST (2017-2021), proyecto colaborativo coordinado por el IAC y con la participación de otras 22 entidades de 16 países europeos. Su objetivo es desarrollar los aspectos necesarios para la fase preparatoria del EST.

3.c. Cherenkov Telescope Array (CTA)

El Proyecto Cherenkov Telescope Array (CTA) es la futura apuesta europea para la investigación de fuentes cósmicas de rayos gamma de las próximas décadas, con participación también de terceros países, para el estudio del Universo a muy altas energías. Con un presupuesto para construcción estimado en unos 300 millones de euros, CTA constará de dos observatorios, uno en el Hemisferio Norte y otro en el Hemisferio Sur, que albergarán en su conjunto alrededor de 100 telescopios de tres diferentes tamaños. Un total de unos 19 telescopios será la configuración para el CTA-Norte, con un tercio del presupuesto aproximadamente (en torno a 90 MEur); y el resto en el Hemisferio Sur.

Una vez confirmada la selección del ORM como emplazamiento para albergar el CTA Norte, la OTRI del IAC ha colaborado muy activamente con la Dirección del IAC para la puesta en marcha de las primeras licitaciones, la participación del IAC en la Sociedad CTAO GmbH y la preparación de una solicitud de financiación FEDER para la ejecución de la primera fase de construcción.

3.d. Liverpool Telescope 2 (LT2)

LT2 será un nuevo telescopio robótico de clase 4 m en el ORM, diseñado para sacar el máximo provecho de casos científicos que necesiten un seguimiento en el tiempo a gran escala y respuesta rápida de observación ante el aviso de otros telescopios, convirtiéndolo en una infraestructura clave a nivel mundial para el estudio de fenómenos astronómicos.





Imagen artística del Telescopio Liverpool 2 (LT2).



cos de transición (explosiones, atenuaciones rápidas, etc.). Habiendo comenzado su fase de diseño en 2012, se espera que esté operativo en 2020.

La OTRI del IAC ha continuado colaborando con el equipo que lidera esta iniciativa de la John Moores University (Reino Unido), con la preparación y revisión de documentación técnica del proyecto (Terms of Reference, Memorandum of Understanding, etc.). Se ha prestado también asesoramiento a la Dirección del IAC en relación con instrumentos de financiación disponibles con los que apoyar la participación del centro en este nuevo telescopio robótico, así como en las posibles estructuras de gestión y gobernanza prevista para el proyecto LT2, que contará finalmente con un Grupo Ejecutivo y un Consejo del Proyecto durante la actual fase de diseño preliminar del telescopio.

3.e. Plan Cuatrienal IAC y Plan Estratégico de los OCCC

El Plan Estratégico del IAC 2014-2017 se estructura sobre tres objetivos fundamentales, relacionados con la excelencia en I+D+i y nuestro potencial, la colaboración internacional como marco de trabajo y el compromiso con la sociedad. Durante 2016 la OTRI ha seguido prestando su apoyo a la Dirección del centro, en relación con las acciones de este Plan, y ha colaborado activamente en la elaboración del nuevo Plan Cuatrienal para 2018-2021. Asimismo, se ha prestado el oportuno asesoramiento en la preparación de propuestas de financiación específicas para la implementación de las acciones del Plan Estratégico de los OCCC 2013-2016, y para la elaboración del nuevo Plan Estratégico para el periodo 2017-2020.

3.f. Equipamiento científico-tecnológico cofinanciado por FEDER. IACA15

Con una financiación total aprobada (FEDER), por parte del Ministerio de Economía y Competitividad, de algo más del millón de euros, se ha iniciado el apoyo en la gestión de las 4 actuaciones financiadas para el periodo 2016-2018. Las diversas actuaciones prevén la adquisición de equipamiento científico-tecnológico para reforzar las instalaciones técnicas del IAC y para respaldar actuaciones tecnológicas en las que el IAC participa con un papel destacado.

3.g. Detailed Anatomy of Galaxies. DAGAL

DAGAL (www.dagalnetwork.eu), red de formación de investigadores Marie Curie coordinada desde el IAC y financiada por la Comisión Europea, se ha desarrollado según su plan de trabajo previsto, culminándose de forma satisfactoria a finales de marzo de 2016.

La OTRI se ha encargado de la gestión de esta red, velando como es habitual por el cumplimiento de la normativa comunitaria y aportando al consorcio los contenidos de gestión necesarios para ello. Todos los jóvenes investigadores contratados por el Proyecto han finalizado satisfactoriamente sus contratos con la Red, alcanzando con ello el objetivo inicial de 336 investigadores/mes.

3.h. Otras actuaciones de carácter institucional

Se ha gestionado el convenio de colaboración con la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) para la ca-

pacitación de ingenieros en áreas de valor estratégico para el IAC, planificándose las primeras contrataciones para enero 2017.

Se ha prestado apoyo a los grupos del IAC en relación con los proyectos instrumentales WEAVE y GTCAO, GTCAO LS, en lo que concierne a las condiciones técnicas y económicas que implica la cofinanciación de estas actividades.

Se ha prestado apoyo y colaboración en relación con las siguientes actuaciones: OPTICON FP7-II, SPIA, SPACEINN, RADIOFOREGROUNDS, SUN-DIAL, OPTICON-H2020, GENERA y STARS4ALL.

4.- Transferencia de Tecnología

La OTRI del IAC ha continuado prestando apoyo a la Dirección del centro en la puesta en marcha de IACTec; espacio de cooperación tecnológica con el sector empresarial. Con IACTec se pretende explotar las capacidades tecnológicas en Astrofísica dentro de nuestro archipiélago, con la consiguiente generación de un tejido productivo y una adecuada valorización socio-económica alrededor del desarrollo de instrumentación científica avanzada. Actualmente se encuentra en ejecución la construcción de la sede de IACTec, que contará con una superficie total de 4.000 m² en varias plantas, incluyendo aparcamientos, zonas de despachos, laboratorios multi-servicios, salas limpias, aulas de formación, etc. Si bien no se quieren duplicar las capacidades actuales con las que cuenta el IAC, sí se desea que disponga de medios específicos para el desarrollo de esos proyectos de cooperación empresarial que serán los que se desarrollen en estas nuevas instalaciones del IAC.

Entre las actuaciones de carácter tecnológico que se espera puedan llevarse a cabo en este nuevo emplazamiento, están el desarrollo de cargas útiles y adaptación de nuestro conocimiento y tecnologías actuales para micro- y nano-satélites, así como otras áreas relacionadas con el desarrollo de instrumentación científica.

5.- Otras actividades

5.a. Adaptación a los estándares ISO9001

Durante 2016, la OTRI ha mantenido su compromiso de adaptar sus procedimientos a los estándares ISO9001, basándose en su manual y política de calidad, propuesta de indicadores de calidad y seguimiento de los mismos, y un proceso definido de identificación de necesidades formativas del personal, entre otras. Asimismo, se ha asistido a una formación específica para adaptar el estándar de trabajo de la OTRI a la normativa ISO9001:2015.

Los objetivos de calidad propuestos para 2016, y el grado de cumplimiento de los mismos durante ese año, son publicados en la página Web de la OTRI.

5.b. Otras actuaciones

Por último, durante 2016 cabe destacar la realización de otras actividades como:

- Organización de charla informativa por parte de la OTRI sobre la convocatoria de Acciones Individuales Marie Skłodowska-Curie y el Pro-

grama ERC en H2020, con la colaboración de Tenerife Esther Rodríguez Blanco, Punto Nacional de Contacto del European Research Council y de Andreas Keil (Project Officer ERC Universe Sciences).

- Personal de la OTRI ha colaborado un año más para impartir por cuarto año consecutivo la asignatura “Prácticas Externas I: Gestión de Proyectos de Innovación” a los alumnos de cuarto grado de Físicas de la Universidad de La Laguna (34 matriculados). Se han impartido un total de 60 horas lectivas, y los alumnos tuvieron también que preparar un proyecto completo, con los correspondientes requerimientos científicos y técnicos en cuanto a alcance, coste y tiempo.
- El personal de la OTRI participó en varias actividades formativas.

GRUPO DE PROCESOS

La excelencia de una organización, en lo que se refiere al cumplimiento de su misión y objetivos y a su actividad productiva, está fuertemente condicionada por la eficiencia de su sistema de gestión. Un sistema centrado únicamente en los departamentos y unidades de la organización presenta frecuentemente una inercia excesiva a los cambios y a la mejora continua, y una ausencia de foco común. Se ha demostrado que son muy ineficientes tanto en entidades privadas como públicas. El IAC es consciente de la necesidad de disponer de un sistema de gestión integral por procesos, sobre los que interactúan las diferentes unidades, generando valor transversal en toda la organización, y con una visión orientada a resultados y al propio usuario. Bajo estos principios de eficiencia, en el IAC se definieron los siguientes procesos de carácter estratégico: Proyectos, Recursos Humanos, Compras y Contratación, Finanzas y Viajes. La actividad en el IAC tiene un claro enfoque por proyectos, y es éste el proceso fundamental sobre el que el resto se organizan. Todos ellos configuran el denominado Grupo de Procesos, coordinado desde ASSGG, y se sustentan además sobre una serie de herramientas informáticas implementadas en el IAC al efecto, especialmente SAP.

Cada uno de estos procesos cuenta con un responsable en el centro, quien a su vez coordina un Grupo de Seguimiento y Mejora (GSM), con usuarios claves y funcionales técnicos, con el objetivo de ir resolviendo posibles incidencias, mejoras y optimización de los recursos disponibles. Durante 2016, su actividad ha sido la siguiente:

Proyectos

(Responsable:
M. Reyes García Talavera)

En la primera mitad de 2016 se realizó el desarrollo, pruebas y puesta en funcionamiento del informe económico general de proyectos, y se elaboraron sus manuales y guías rápidas. Este informe se había identificado el año anterior como la mejora de más alta prioridad a realizar en el proceso, y unifica toda la información económica de los proyectos dentro del sistema. A final de 2016 se identificaron unas pequeñas mejoras a realizar en dicho informe, de cara a facilitar la preparación de justificaciones e informes de gestión de los proyectos. También a lo largo del año se ha iterado con otros procesos para definir mejor sus interfaces con el proceso de proyectos. La definición del proceso de proyectos está en revisión, con el propósito de eliminar desviaciones sistemáticas con respecto a la realidad, y ajustarla más a los proyectos del IAC.

Recursos Humanos

(Responsable:
A. Ruigómez Momeñe)

Se mantienen las reuniones del grupo de seguimiento y mejora.

Finanzas

(Responsable:
M. Ávila Miranda)

El Grupo de Seguimiento y Mejora de este proceso ha mantenido reuniones mensuales durante 2016. Se ha estandarizado la utilización de formularios para las peticiones de los usuarios. Se han aprobado tres procedimientos: el procedimiento general de gestión de tesorería, el procedimiento de gestión de facturas y el procedimiento de gestión de inventario de bienes del IAC. Se ha aprobado y parametrizado en SAP el modelo de costes por actividades. Se ha automatizado la conexión entre el registro de facturas del IAC y el buzón de la factura electrónica denominado Face.

Viajes

(Responsable:
I. Fernández Fuarros)

Es el proceso de gestión de los desplazamientos del personal propio, adscrito y visitantes. Durante el 2016 se han implementado todas las mejoras planteadas y aprobadas en el Grupo de Procesos, entre las que destaca por la buena acogida por los usuarios la implementación de la SOD on-line. Se han aprobado los indicadores de medida, se ha hecho propio el procedimiento de Bolsas de Viaje de Visitante, dependiente con anterioridad del Proceso de Finanzas, y se ha trabajado en diferentes informes a medida para Áreas y Departamentos para la justificación de los fondos externos, así como con la información sobre personal del IAC viajando.

Compras y Contratación Administrativa

(Responsable:
M. Ávila Miranda)

El Grupo de Seguimiento y Mejora de este proceso ha mantenido reuniones mensuales. Se ha estandarizado la utilización de formularios para las peticiones de los usuarios. Se ha aprobado dos procedimientos; el procedimiento general de suministros, servicios y obras y el procedimiento de segunda licitación derivada de los Acuerdos Marco de Contratación Centralizada.

TIC en los Procesos

(Responsable:
C. Martín Galán)

Los Servicios Informáticos Comunes (SIC) se encargan de la instalación y mantenimiento del sistema de gestión SAP, además de realizar la parametrización y desarrollos específicos para personalizar o ampliar la funcionalidad del mismo. La realización de estas actividades se coordinan con el resto de trabajos TI del IAC siguiendo estándares de buenas prácticas. De las actividades realizadas relacionadas con el sistema de gestión que soporta los procesos del IAC podemos destacar durante 2016: (1) desarrollo de listados de ayuda para la justificación de viajes; (2) desarrollo de listados de información sobre personas que están viajando o que se encuentran ausentes; (3) ajustes del informe para la declaración del impuesto sobre la renta; (4) actualización del informa para el tiempo medio de pago de facturas; (5) configuración para el envío por correo electrónico de informes económicos de proyectos; y (6) actualización del sistema de gestión SAP.

Ley de Transparencia

Durante 2016 se han llevado a cabo las siguientes actuaciones en relación con este asunto:

- *Plan de Acción*: Con el asesoramiento de la consultora KORUM, se llevó a cabo el análisis de los aspectos claves a tener en cuenta por el IAC para el cumplimiento de la Ley 19/2013, análisis de buenas prácticas, identificación de los procesos estratégicos afectados, definición

de indicadores y elaboración de un plan de acción. Esta actuación, con un periodo de ejecución de tres meses, culminó con dos entregables: Documento de “Definición de los aspectos específicos y concretos que afectan al IAC para su adaptación a la Ley de Transparencia” (3 de mayo); Documento de “Plan de Acción” (3 de junio). El Plan de Acción contempla y detalla un total de 14 actuaciones, para las que se establecen unos niveles de prioridad y dificultad, así como los recursos necesarios para su implementación. Algunas de estas actuaciones se pusieron en marcha inmediatamente, y otras se llevarán a cabo a partir de 2017.

- *Nueva Web del IAC.* Durante este año, se ha impulsado en el centro la definición y puesta en funcionamiento de la nueva web externa e interna del centro. El portal de Transparencia del IAC tendrá su arquitectura propia dentro de la nueva web y está previsto que esté operativa a mediados de 2017.
- *Portal Transparencia 2016:* Puesto que el objetivo era el pleno cumplimiento de la Ley en 2016, en lo que respecta a Transparencia, pero siendo conscientes de que se estaba en fase de desarrollo de una nueva web completamente renovada, se puso en marcha el desarrollo de un portal específico de Transparencia para la web actual. Este portal estuvo operativo desde finales de 2016, aunque con contenidos estáticos que, dando la información que se precisa dar a conocer, actúa como fase transitoria para la nueva arquitectura que se está definiendo, pero que no se activará hasta el lanzamiento de toda la web en 2017.

Plataforma GEISER

Como herramienta para el Registro General del IAC

Durante 2016 se pudo implementar GEISER en el IAC, como herramienta informatizada e integrada con la AGE para el Registro Oficial del centro. Se encuentra en funcionamiento desde el mes de mayo. El IAC se ha adherido también al Registro Electrónico Común, con el propósito de permitir que el propio ciudadano pueda registrar vía telemática sus propias solicitudes y comunicados al IAC.

Cabe destacar aquí también que durante el 2016 se han iniciado los trabajos técnicos preparatorios para implementar Sede Electrónica para el IAC durante 2017, mediante el uso de la denominada plataforma ACCEDA.

Participación en la Red de Consorcios ICTS adscritos a la AGE

El IAC participa en esta Red de Consorcios adscritos a la AGE. La reunión anual tuvo lugar en Salamanca, los días 27 y 28 de septiembre. Participaron por parte del IAC el Responsable de RRHH, la Responsable de Gestión Económica y Administrativa, y el Administrador del IAC.



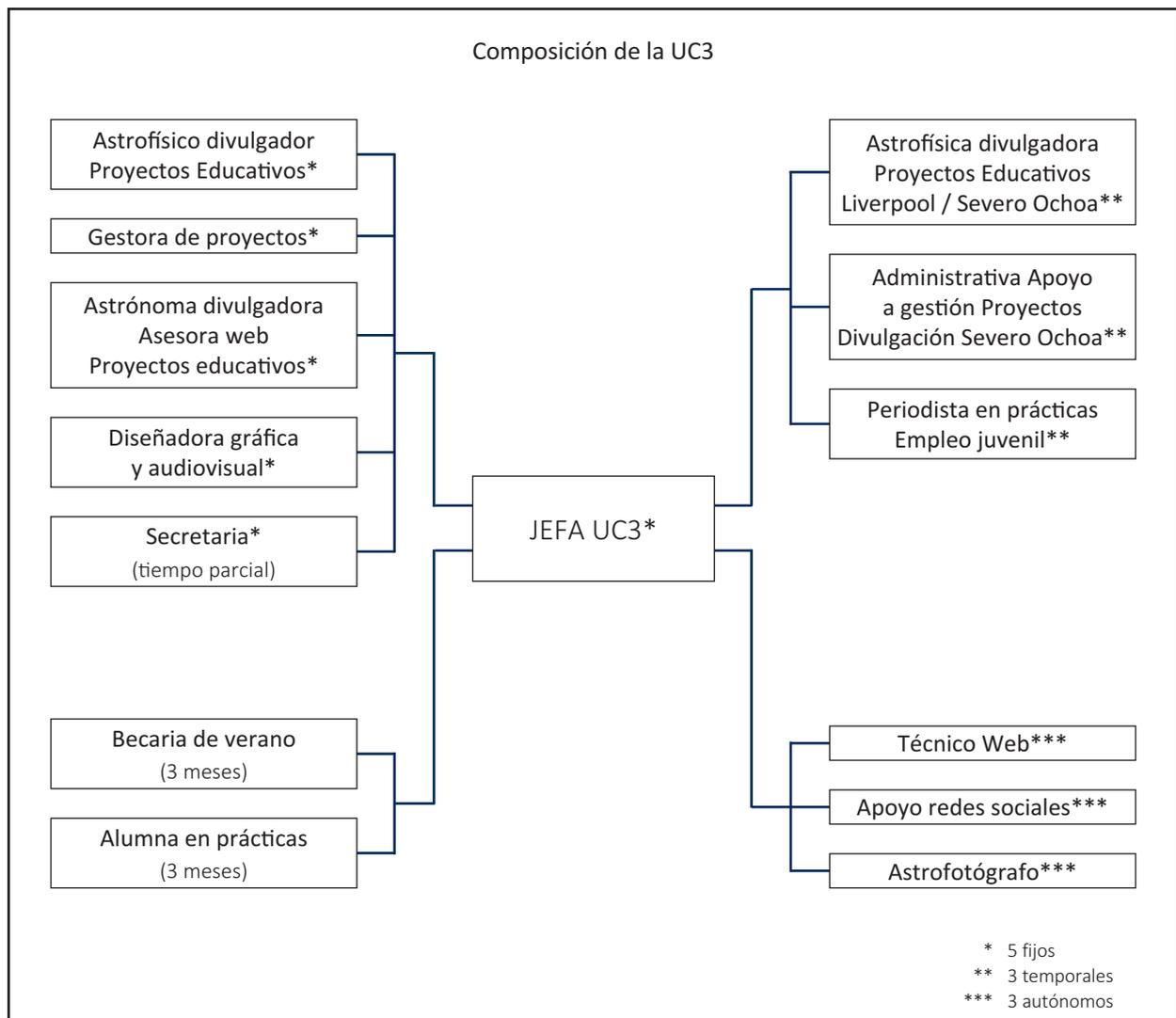
**UNIDAD DE
COMUNICACIÓN
Y CULTURA
CIENTÍFICA [UC3]**

La Unidad de Comunicación y Cultura Científica (UC3), creada en 2014, bajo la dependencia directa del Director del IAC, tiene como meta situar al IAC y a los Observatorios de Canarias como referentes locales, nacionales e internacionales en materia de comunicación y divulgación de la Astronomía, estableciendo y ejecutando la estrategia y acciones de extensión cultural del IAC.

Esta unidad asumió las funciones que en comunicación institucional, divulgación y proyectos educativos canalizaba el anterior Gabinete de Dirección. La UC3 también da apoyo a otros departamentos y personal del IAC que hacen divulgación científica y de cuya actividad se informa en estas páginas.

Los objetivos de la UC3 son: promoción nacional e internacional de los Observatorios de Canarias; comunicación de resultados científicos y técnicos; cobertura

de eventos especiales (astronómicos, institucionales...); comunicación interna; imagen corporativa; divulgación científica y técnica (exposiciones, ferias, charlas...); formación de comunicadores y periodistas especializados; formación de profesorado de Enseñanzas Medias; consolidación de las relaciones con la sociedad canaria; colaboraciones específicas con el Museo de la Ciencia y el Cosmos y otros museos e instituciones y proyectos transversales de cultura científica.



PERSONAL

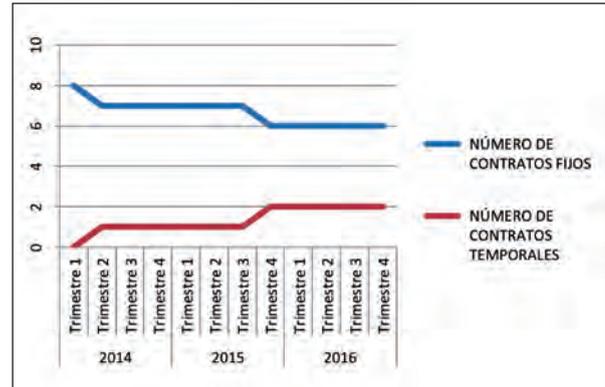
La UC3 cuenta con seis personas con contrato laboral fijo:

- Carmen del Puerto Varela: periodista especializada y jefa de la Unidad.
- Alfred Rosenberg González: astrofísico, asesor científico para la divulgación y la comunicación y coordinador de proyectos educativos.
- Laura Calero Hernández: gestora de proyectos y recursos.
- M. Concepción Anguita Fontecha: astrónoma divulgadora, asesora web de la UC3 y coordinadora del proyecto educativo Cosmoeduca.
- Inés Bonet Márquez: diseñadora gráfica y audiovisual y fotógrafa.
- Ana Quevedo González: secretaria de apoyo (a tiempo parcial).

Con contrato temporal, la UC3 contó con tres personas:

- Elena Mora Cuesta: periodista y comunicadora audiovisual (contrato temporal en prácticas de dos años, hasta 31 de diciembre de 2017, subvencionado en el marco del Sistema Nacional de Garantía Juvenil y con la financiación del Fondo Social Europeo).
- Nayra Rodríguez Eugenio: astrofísica, asesora científica para la divulgación y la comunicación y encargada de la difusión del proyecto Severo Ochoa así como de la explotación docente del telescopio Liverpool (contrato temporal, finalizado el 31 de marzo, y un nuevo contrato por un período de seis meses, de mayo a octubre, en el marco del acuerdo con la Universidad John Moores de Liverpool).
- Laura Bello García fue contratada el 17 de octubre de 2016 y hasta 31 de diciembre de 2019, como apoyo a la gestión de proyectos cofinanciados de comunicación y divulgación científica en el marco del Programa Severo Ochoa.

En cuanto a personal en prácticas, la alumna de la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA) María Ángeles Moreno Otero realizó prácticas curriculares en la UC3 del 10 de febrero al 30 de junio, bajo la tutoría de Carmen del Puerto. Esa misma persona obtuvo una beca de verano para trabajar en la Unidad durante los tres meses siguientes.



Evolución del personal de la UC3 desde su creación.

La UC3 cuenta, además, con personal y empresas externas para diversos servicios con el fin de completar sus funciones, tales como colaboraciones periodísticas, la gestión de redes sociales y plataformas online, los trabajos audiovisuales especializados, el mantenimiento técnico y desarrollo de nuevas funciones de la página web, el seguimiento de medios y la atención de visitas a los observatorios.

Carmen del Puerto forma parte de la Comisión de Igualdad del IAC aprobada por el Comité de Dirección el 22 de octubre de 2014 y tiene asignado el seguimiento del Plan en materia de comunicación.

COMUNICACIÓN INTERNA

Se ha cuidado especialmente la comunicación interna a través del correo electrónico y de sistemas audiovisuales en distintas instalaciones del IAC, donde se proporciona toda la información posible de interés para el personal del centro: comunicados de prensa, vídeos del IAC, información meteorológica...

COMUNICACIÓN EXTERNA

La UC3 aspira a convertirse en una estructura estable que permita una adecuada transmisión a la sociedad tanto de la actividad y los desarrollos científicos y tecnológicos que genere el IAC como los resultados obtenidos en sus observatorios y, en especial, con telescopios como el GTC. Para ello debe facilitar la información, especialmente a los medios de comunicación, utilizando todas las vías posibles, tradicionales (comunicados de prensa, memorias, folletos, página web...) y modernos, mediante el uso de las redes sociales (Facebook, Twitter, LinkedIn, Instagram, Blog y canales de vídeo YouTube, Dailymotion y Vimeo).

Notas de prensa y otros

2016 de nuevo ha sido un año con abundantes resultados científicos publicados en revistas científicas y eventos astronómicos populares (cometas, eclipses, superlunas, lluvias de estrellas...) e institucionales que la UC3 ha hecho llegar a los medios de comunicación en forma de notas de prensa (119), entrevistas (17) y reportajes (2). Ha organizado 4 ruedas de prensa, con distintos motivos.



Atención a medios de comunicación y productoras

Los medios de comunicación recurren a nuestros servicios para asesorarse sobre el quehacer científico y tecnológico del IAC, para gestionar entrevistas, tomar imágenes en nuestras sedes y observatorios y solicitar nuestros recursos.

En 2016, la UC3 ha atendido a más de 400 consultas de medios de comunicación locales, nacionales y extranjeros, tanto vía telefónica como por correo electrónico. Asimismo ha proporcionado material fotográfico y audiovisual y atendido a más de 50 medios de comunicación, productoras y fotógrafos que han realizado su actividad en los Observatorios de Canarias. Entre los medios internacionales que se han trasladado a las Islas para emitir programas en sus respectivos países se encuentran, entre otras, las televisiones italiana RAI, británica BBC, francesa France 5, japonesa NHK, alemana ZDF y el Canal Sci-Fi, así como prensa escrita

internacional, como el periódico estadounidense *The New York Times* y el mexicano *La Jornada*. Además, varias revistas para compañías aéreas de vuelos internacionales han entrevistado a personal del IAC y obtenido imágenes de impactante belleza sobre el cielo del archipiélago. En el ámbito nacional, hemos seguido atendiendo a medios españoles, como TVE, *El País*, *Cadena Ser*, *Televisión Canaria*, *Antena 3*, etc.

Cobertura de reuniones científicas

La UC3 informó de las reuniones científicas organizadas por el IAC o con su participación, como los congresos internacionales sobre "Formación y evolución de las partes externas de las galaxias" y "Big Data from Space", la "III Reunión de la Red Española de Estudios sobre Contaminación Lumínica", la "IV Reunión Española de Núcleos Activos de Galaxias" y la participación del IAC en SPIE 2016. Asimismo, como es habitual, la UC3 dio cobertura informativa a la Escuela de Invierno del IAC, del 7 al 16 de noviembre, dedicada este año a la Exploración del Sistema Solar.

Web externa

Internet se ha convertido en una herramienta universal de comunicación y difusión, de ahí la importancia de una buena web institucional y de la presencia de un organismo público de investigación como el IAC en las plataformas sociales online. Su estructura en forma de "red" permite que la información difundida a través de estos medios llegue tanto a público previamente in-



interesado —usuarios fidelizados— como a nuevos usuarios potenciales.

En 2016, como el año anterior, la UC3 ha sido la responsable de coordinar la web externa del IAC (<http://www.iac.es>)

La UC3 también ha sido responsable de la elaboración y actualización de contenidos de la web del Programa Severo Ochoa del IAC, ocupándose de ello Nayra Rodríguez Eugenio en colaboración con personal de la OTRI (<http://www.iac.es/severoochoa/index.php/es/>)

Accesibilidad

Con el cambio de diseño de la web externa principal y su adaptación a distintos dispositivos, empeoró la accesibilidad con respecto a los niveles alcanzados en años anteriores y que, bajo la coordinación de María C. Anguita, se había mantenido con una puntuación media de 9,23 sobre 10 y niveles de adecuación de prioridad 1 y 2. En noviembre de 2016, al contar nuevamente con María C. Anguita para la coordinación de la accesibilidad de la web externa principal, se volvió a alcanzar una excelente puntuación media: 9,63 sobre 10 y nivel de adecuación de prioridad 1 y 2.

Estadísticas 2016 y complementarias a las memorias anteriores:

Desde el año 1999 han sido tareas del Centro de Cálculo y posterior los Servicios Informáticos Comunes (SIC), decidir sobre las mejores herramientas y proveer a la UC3 (antes Gabinete de Dirección), y al resto de proyectos web, previa solicitud, de páginas web de estadísticas de las visitas (usando los logs de los servidores externos del IAC y las herramientas Advanced Web Statistics 6.5, entre 2011 y 2014, y Advanced Web Statistics 7.1.1., entre 2015 y 2016).

2014: el número de visitas* fue de 2.229.284. El número de páginas visitadas fue de 11.776.865. El origen de las visitas fue tanto nacional como internacional. Nos visitaron un total de 213 “países”. Los 10 países que más nos visitaron fueron en este orden: España, Estados Unidos, México, Alemania, China, Francia, Perú, Gran Bretaña, Países Bajos y Colombia. Se ha extrapolado la información obtenida entre enero y junio, pues la web de estadísticas del SIC de 2014 no ofrece datos del resto de los meses. (http://goya/statistics/reports/iac_ext/).

2015: el número de visitas* fue de 2.088.629 y el número de páginas visitadas fue de 6.823.172. Tanto las visitas, como las páginas visitadas en 2015, disminuyen en relación al año anterior. Puede esto deberse

al cambio en el diseño web que conllevó un cambio en la arquitectura de la información, con la desaparición de páginas de sección. La web de estadísticas del SIC de 2015 no ofrece datos de los países. (<http://rives.ll.iac.es:81/2015/>).

2016: el número de visitas fue de 2.244.317. El número de páginas visitadas fue de 9.172.589. Se nota una recuperación tanto de visitas como de páginas visitadas, en relación al año 2015, si bien el número de páginas visitadas sigue siendo inferior a las que había antes del cambio del diseño, debido, seguramente, a la desaparición de páginas de sección. Se ha extrapolado la información obtenida entre enero y mayo, pues la web de estadísticas de 2016 del SIC, no ofrece datos del resto de los meses ni de los países que nos visitan. los países que nos visitan (<http://rives.ll.iac.es:81/2016/>)

Proyecto IACWeb

En mayo de 2016 se inicia el proyecto “IACWeb” con el objeto de desarrollar una misma plataforma para gestionar la web externa e interna del IAC. Para la definición y desarrollo del proyecto se contrata a una empresa externa bajo la coordinación del SIC y la UC3, siendo la jefa de esta unidad, Carmen del Puerto, la responsable de validar la nueva arquitectura de ambos portales web. (Ver Servicios Informáticos Comunes).

Cosmoeduca

Cosmoeduca es un proyecto educativo del Instituto de Astrofísica de Canarias dirigido al profesorado de Secundaria y Bachillerato de toda España. Su principal objetivo es facilitar la enseñanza de la Astronomía atendiendo las dudas del profesorado sobre cuestiones relacionadas con la Astronomía que aparezcan en sus currículos y elaborando materiales didácticos a petición del profesorado español.

Este portal pretende también ser una plataforma participativa que promueva las relaciones entre el profesorado y las agrupaciones de Astronomía y los Museos de toda España, quedando también abierta al resto de la comunidad hispanoparlante. Durante el año 2016 se ha mantenido la lista iac-edu y la web de Cosmoeduca.

(*) Se ha utilizado el parámetro “visit” que indica el número de visitas sin tener en cuenta si un mismo usuario nos visita varias veces).

Estadísticas de Cosmoeduca complementarias a las memorias anteriores:

Los datos estadísticos ofrecidos bajo estas líneas, provienen de la página http://goya/statistics/reports/iac_cosmo/ (generada por el SIC usando los logs del servidor externo principal del IAC y la herramienta Advanced Web Statistics 6.5.).

2012: el número de visitas* fue de 235.502. El número de páginas visitadas fue de 377.890. El origen de las visitas fue tanto nacional como internacional. Nos visitaron un total de 143 países. Los países que más nos visitaron fueron en este orden: España, México, Colombia, Argentina, Estados Unidos, Perú, Chile, Venezuela, Ecuador, Guatemala, Bolivia, Alemania, República Dominicana, Costa Rica, Uruguay, El Salvador, Puerto Rico, Panamá, China y Gran Bretaña.

2014: el número de visitas* fue de 366.984. El número de páginas visitadas fue de 474.676. El origen de las visitas fue tanto nacional como internacional. Nos visitaron un total de 147 países. Los países que más nos visitaron fueron en este orden: México, España, Colombia, Argentina, Estados Unidos, Perú, Venezuela, Chile, Ecuador, Guatemala, Bolivia, Alemania, República Dominicana, El Salvador, Uruguay, Puerto Rico, Ucrania, Costa Rica, Gran Bretaña y Panamá. Se han extrapolado los datos obtenidos entre enero y junio, pues en 2014, la web de estadísticas proporcionada por el SIC no ha ofrecido datos del resto de los meses. (http://goya/statistics/reports/iac_cosmo/).

2015-2016: temporalmente, desde junio de 2014, no se está actualizando la página http://goya/statistics/reports/iac_cosmo/.

Más información: <http://www.iac.es/cosmoeduca>

Redes sociales

Las redes sociales son herramientas que permiten y fomentan la participación activa, con el consiguiente aprendizaje e inmersión en la cultura científica que se pretende inculcar. Tanto empresas como instituciones están empleando este tipo de herramientas para incrementar su presencia social, y dar mayor alcance a la información que ponen a disposición del público. En 2016 se ha impulsado la difusión del IAC como institución científica en las plataformas sociales *on line*, dando un salto de calidad para dar un mejor cumplimiento del compromiso fundamental de fomentar la cultura científica en la sociedad.

El 1 de julio de 2014, el IAC estrenó sus nuevas páginas oficiales en las redes sociales. En concreto, en las plataformas Facebook y Twitter, a las que se añadió la



(* Se ha utilizado el parámetro "visit" que indica el número de visitas sin tener en cuenta si un mismo usuario nos visita varias veces).

creación de un nuevo espacio tipo Blog denominado “Vía Láctea, s/n”. En febrero de 2016 se sumó a la red LinkedIn. A 31 de diciembre de 2016, las cifras de los seguidores registrados eran:

Facebook: 11.371 seguidores

Twitter: 18.678 seguidores

LinkedIn: 1.648 seguidores

El Blog “Vía Láctea” 37.573 sesiones (101 entradas)

YouTube: 215.220 visitas (771.661 desde su creación)

Vimeo: 28 seguidores

Daily Motion: 36.000 vistas, 48 seguidores.

Flickr: 141 seguidores, 176 fotos

SEGUIMIENTO DE EVENTOS ASTRONÓMICOS

La UC3 organizó y participó en diversas actividades de divulgación científica relacionadas con efemérides y eventos astronómicos. En muchos de estos casos contamos con espectaculares imágenes obtenidas para la UC3 por el astrofotógrafo Daniel López, quien también ha producido y tratado por encargo otras imágenes astronómicas para el banco de imágenes del IAC y ha realizado diferentes trabajos fotográficos y timelapses.

La UC3 también ha colaborado en la difusión de las actividades del proyecto STARS4ALL, iniciado a finales del 2015 con motivo del Año Internacional de la Luz. Esta iniciativa pretende promover la concienciación y educación ciudadana sobre la importancia de recuperar un cielo oscuro y, por primera vez, une a socios relacionados con la tecnología de la información, ciencias sociales, economía, astronomía y ecología para crear iniciativas autosostenibles sobre contaminación lumínica. Es un proyecto financiado por el *Programa ICT (Information & Communication Technologies) H2020* de la Unión Europea bajo el acuerdo número 688135. Está compuesto por 8 instituciones (UPM, CEFRIEL, SOTON, ECN, ESCP, IAC, IGB, UCM) de 6 países.

Destacamos el seguimiento a los siguientes eventos astronómicos, algunos de ellos retransmitidos por miembros del proyecto STARS4ALL:

- El paso del cometa Catalina (C/2013 US10) durante los días 16 y el 17 de enero.
- El eclipse total de Sol del 8 de marzo desde Palu (Isla de Célebes, Indonesia).
- El paso de los cometas Pan STARRS y 252P/Linear, los que más se acercaban a la Tierra desde 1770, los días 21 y 22 de marzo.
- La ocultación de Venus tras la Luna desde el Observatorio del Teide el 6 de abril.



El cometa Catalina. Crédito: Daniel López/IAC.



Imágenes del eclipse total de Sol desde Indonesia. Crédito: Juan Carlos Casado.



Montaje de tres imágenes de la ocultación de Venus tras la Luna desde el Observatorio del Teide. Crédito: Daniel López / IAC. Fue APOD (Astronomy Picture of the Day) de la NASA el 14 de abril.



Perseidas de 2016 desde el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Crédito: Daniel López/IAC. Fue APOD (Astronomy Picture of the Day) de la NASA el 20 de agosto.

- El tránsito de Mercurio por la superficie solar el 9 de mayo.
- La lluvia de estrellas de las Perseidas las noches del 11 al 13 de agosto.
- Auroras Boreales desde Islandia y Groenlandia, del 22 de agosto al 5 de septiembre, junto con actividades educativas para estudiantes.
- La lluvia de estrellas de las Gemínidas las noches del 12 al 13 de diciembre.

EDICIONES IMPRESAS Y DIGITALES

La UC3, como responsable de las publicaciones institucionales y de divulgación, ha diseñado y producido, en algunos casos en colaboración con otros departamentos, las siguientes ediciones:

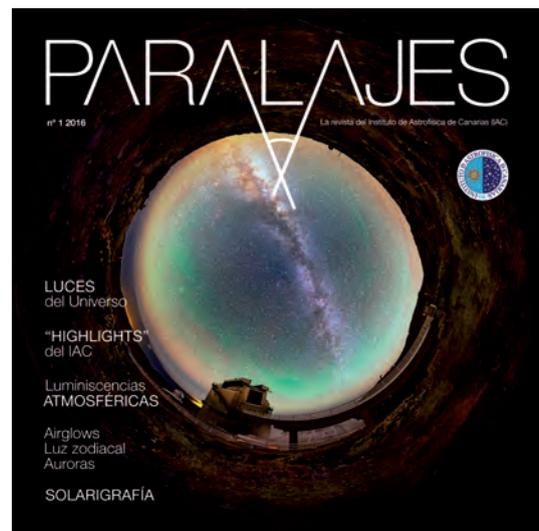
- La revista de divulgación *Paralajes* (en papel y digital), de contenido monográfico, con un denominador común, pero con una mirada poliédrica sobre los temas y aunando perspectivas diversas.

Paralajes es la nueva revista de divulgación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), que se edita tanto en papel como digitalmente y que pretende ser un complemento a la información y a la divulgación que este centro hace por otras vías, entre ellas la página web y las redes sociales. Editada por la UC3, esta publicación es una más de las acciones que el IAC lleva a cabo para el cumplimiento de uno de sus fines: la difusión de la Ciencia. La *paralaje* es un término griego, femenino, que significa “cambios” y que se utiliza en Astronomía para referirse a la desviación angular de la posición aparente de una estrella en el cielo producida por una variación en la posición del obser-



Arriba: Gemínidas de 2016 desde el Observatorio del Teide (Tenerife). Crédito: Daniel López/IAC.

Debajo: Colorida gemínida sobre el pico del Teide. Crédito: Juan Carlos Casado/IAC.



vador, lo cual nos permite saber a qué distancia se encuentra esa estrella si conocemos la distancia entre los distintos lugares de observación. Aunque limitado a estrellas próximas, durante mucho tiempo fue un método muy empleado, hasta que la astrónoma estadounidense Henrietta Leavitt nos proporcionó, a principios del siglo XX, una



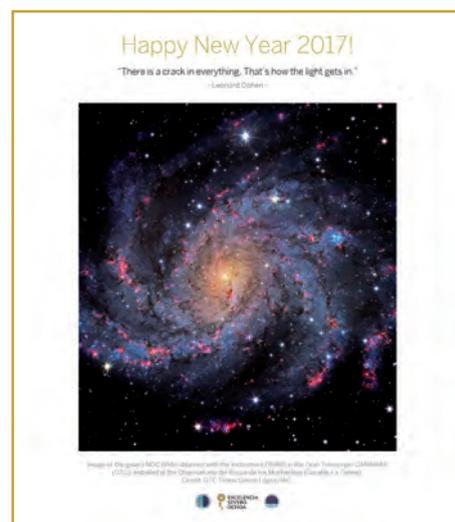
“regla” para medir grandes distancias en el Universo, a la que se han ido añadiendo con el tiempo otros métodos más precisos. Se han publicado dos números, uno sobre Luces del Universo y otros sobre la segunda edición del Festival Starmus.

En 2015 celebrábamos el Año Internacional de la Luz, “mensajera” de los fenómenos astrofísicos, así como el 30 aniversario de la inauguración oficial de la sede central del IAC y de los Observatorios de Canarias. Por este motivo, el IAC organizó en Tenerife y La Palma la exposición “Luces del Universo”. Este primer número de *Paralajes* es un guiño a esas efemérides pasadas, con artículos sobre distintos fenómenos luminosos cósmicos —eclipses, airglows, auroras polares y luz zodiacal, entre otros—, sobre los principales highlights o hitos científicos del IAC de los últimos 30 años y sobre la técnica de la solarigrafía, que congela las trazas del Sol en el cielo.

La revista *Paralajes* se acompaña en esta ocasión de un especial dedicado al gran evento de divulgación científica que supuso la segunda edición del festival Starmus, celebrado en septiembre de 2014 con la colaboración del IAC y el Gran Telescopio CANARIAS. Esta edición fue un auténtico “tsunami” en Tenerife y La Palma —como lo será la tercera, del 27 de junio al 2 de julio de 2016— dada la talla de los invitados, entre ellos los premios nobel Robert Wilson, John Mather y Harold Kroto, así como el cosmólogo y físico teórico Stephen Hawking o el cosmonauta Alexei Leonov. Este especial recoge entrevistas con algunos de esos invitados a la segunda edición de Starmus, entre otros artículos de divulgación relacionados.



- Libro “Visita de S.M. el Rey, Don Felipe VI, a los Observatorios de Canarias”.
- Cartelería del encuentro “Un Universo sorprendente” en el Teatro Leal de La Laguna.
- Cartelería Programa postdoctoral.
- Materiales con motivo del acto de homenaje a Stephen Hawking.
- Calendarios de 2017 de pared y de mesa, en el marco del proyecto “NIÉPCE: del negativo al positivo”.
- Felicitación del año 2017.
- Paneles con imágenes astronómicas y expositores para congresos: reunión de la SEA en Bilbao...



2017

ENERO
L M X J V S D
1
2 3 4 5 6 7 8
9 10 11 12 13 14 15
16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29
30 31

FEBRERO
L M X J V S D
1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28

MARZO
L M X J V S D
1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30 31

ABRIL
L M X J V S D
1 2
3 4 5 6 7 8 9
10 11 12 13 14 15 16
17 18 19 20 21 22 23
24 25 26 27 28 29 30

MAYO
L M X J V S D
1 2 3 4 5 6 7
8 9 10 11 12 13 14
15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26 27 28
29 30 31

JUNIO
L M X J V S D
1 2 3 4
5 6 7 8 9 10 11
12 13 14 15 16 17 18
19 20 21 22 23 24 25
26 27 28 29 30

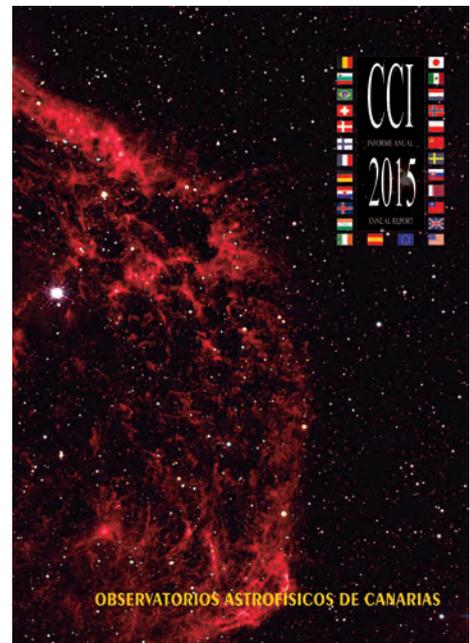
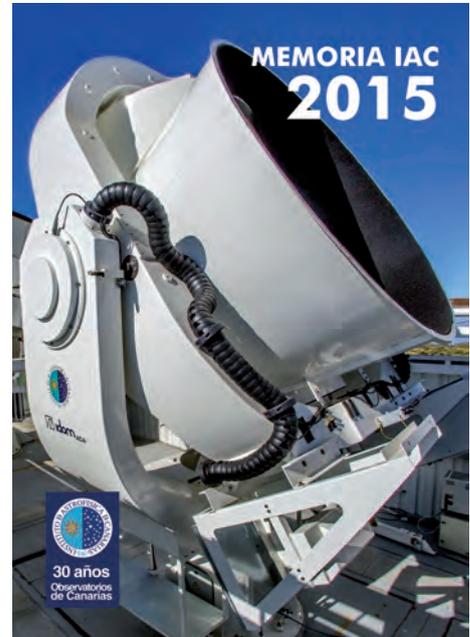
JULIO
L M X J V S D
1 2
3 4 5 6 7 8 9
10 11 12 13 14 15 16
17 18 19 20 21 22 23
24 25 26 27 28 29 30
31

AGOSTO
L M X J V S D
1 2 3 4 5 6
7 8 9 10 11 12 13
14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26 27
28 29 30 31

SEPTIEN
L M X J V S D
1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30 31

SEPTIEMBRE
L M X J V S D
1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30

DICIEMBRE
L M X J V S D
1 2 3 4 5
6 7 8 9 10 11 12
13 14 15 16 17 18 19
20 21 22 23 24 25 26
27 28 29 30 31



Memoria Anual del IAC 2015

Como es preceptivo, se publicó la Memoria anual del IAC correspondientes a 2015.

CCI Annual Report 2015

La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, publicó el informe anual correspondiente a 2015 sobre las actividades desarrolladas en estos Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

VÍDEOS

Serie “IAC Investiga”

Se concluyó la serie audiovisual “IAC Investiga”, compuesta de 5 vídeos sobre las líneas de investigación en el Programa de Excelencia Severo Ochoa: “Física Solar”, “Sistemas Planetarios”, “Galaxias”, “Cosmología y Astropartículas”, “Estrellas y Medio Interestelar”.

La UC3 comenzó la producción de la serie “IAC Investiga”, cinco vídeos que pretenden mostrar, de forma resumida y didáctica, las principales líneas de investigación del IAC, con el patrocinio del Programa Severo Ochoa. Estos audiovisuales se enmarcan dentro de los objetivos específicos de este programa de excelencia destinados a la divulgación de los resultados de la investigación al público en general y al fomento de vocaciones científicas.

Los audiovisuales tienen una duración media de 10 minutos y en cada uno de ellos se da a conocer el valor científico de las investigaciones realizadas en el centro, su capacidad y experiencia en el desarrollo de instrumentación y proyectos tecnológicos, así como la calidad de su equipo humano.

Las cinco áreas de investigación de las que tratan los audiovisuales son: Física Solar, Sistemas Planetarios y Sistema Solar, Física Estelar e Interestelar, Formación y Evolución de Galaxias y Cosmología y Astropartículas. Los vídeos muestran cada una de estas áreas de estudio como una aventura intelectual y tecnológica; explican, de forma resumida y sencilla, los aspectos científicos y teóricos de cada área de estudio y destacan los beneficios que la investigación en Astrofísica aporta a la sociedad como herramienta de transferencia científico-técnica y de creación de tejido empresarial y humano especializado, así como de inspiración para satisfacer nuestra necesidad innata de saber.

El contenido de los audiovisuales se expresa de manera testimonial; son los investigadores e ingenieros

involucrados en cada una de las áreas de estudio los que dan forma al relato. Cada vídeo es un mosaico de voces en el que el propio equipo humano hace de narrador configurando una única voz, clara, cercana y accesible. Los testimonios no sólo dan información, sino que expresan opiniones y especulan sobre los grandes interrogantes que aún existen sobre nuestro universo. También tienen especial importancia las localizaciones, ya que los protagonistas se ubican en lugares que muestran su día a día y que son parte de las infraestructuras y servicios que hacen del IAC un centro de excelencia de prestigio internacional.

Los audiovisuales son publicados en las diferentes plataformas de visionado del IAC (YouTube, Dailymotion, web del programa Severo Ochoa en el IAC).

El equipo técnico que ha participado en su realización está formado por Iván Jiménez (guión y dirección), Inés Bonet (cámara, edición y postproducción), Daniel López (cámara Dolly y timelapses) y Nayra Rodríguez (producción).

3. Galaxias

“Galaxias” es el tercer capítulo de la serie audiovisual sobre las líneas de Investigación “Severo Ochoa”. En este vídeo, investigadores e ingenieros cuentan las claves sobre el estudio de la formación y evolución de las galaxias, uno de los constituyentes fundamentales del Universo.



El IAC actualmente participa en la mayor parte de los proyectos internacionales dedicados al estudio de galaxias y al desarrollo de instrumentación específica, tanto en tierra como desde el espacio, abarcando prácticamente todo el rango del espectro electromagnético. EMIR, MIRADAS, FRIDA, WEAVE, HARMONI son algunos de los futuros proyectos tecnológicos que lidera el IAC para el estudio de galaxias. El Gran Telescopio Canarias (GTC) es uno de los aliados privilegiados de los que dispone el centro en su observatorio del Roque de los Muchachos para seguir a la cabeza de esta área de investigación. El IAC también colabora en las mayores campañas de observación y elaboración de cartografiados a nivel internacional, así como en la explotación científica de sus datos. Y cuenta, a su vez, con la asistencia de la red europea de supercomputación para la realización de simulaciones y modelos numéricos.

En el vídeo intervienen los investigadores Carme Gallart Gallart, Casiana Muñoz Tuñón, Ismael Pérez Fournon, Ignacio Trujillo Cabrera, Cristina Ramos Almeida, José Miguel Rodríguez Espinosa, Jorge Sánchez



Almeida, John E. Beckman, Claudio Dalla Vecchia, Inmaculada Martínez Valpuesta, Begoña García Lorenzo y la ingeniera Mary Barreto Cabrera. El equipo técnico que ha participado en su realización está formado por Iván Jiménez Montalvo (guión, edición y dirección), Inés Bonet Márquez (cámara y posproducción), Daniel López (cámara Dolly y timelapses) y Nayra Rodríguez Eugenio (producción y asesoría científica).

4. Cosmología y astropartículas

“Cosmología y Astropartículas” es el cuarto capítulo de la serie audiovisual sobre las principales líneas de investigación del



IAC. En esta ocasión, investigadores e ingenieros nos hablan sobre dos prometedoras disciplinas que tratan de entender la historia completa del Universo y las leyes físicas que lo gobiernan: la Cosmología y la Física de Astropartículas.

El IAC es uno de los centros de investigación más importantes en estos dos campos, tanto en la publicación de resultados científicos como en el desarrollo de instrumentación específica. Actualmente participa en la mayor parte de los proyectos internacionales de investigación en Cosmología y Física de Astropartículas. Entre ellos, lidera el experimento QUIJOTE que persigue medir la huella en forma de modos B de las ondas gravitacionales originadas en los primeros instantes del Universo. También participa en la creación de la nueva Red de Telescopios Cherenkov (CTA en sus siglas inglesas) para la detección e investigación de rayos gamma de muy alta energía. Además, está involucrado en el desarrollo y la explotación científica de la próxima misión espacial de la Agencia Espacial Europea (ESA), EUCLID, que estudiará las propiedades de la energía oscura.

En el vídeo intervienen los investigadores Rafael Rebolo López, Ramón García López, Alberto Rubiño Martín, Ricardo Génova Santos, Marina Manganaro y Diego



Tescaro, así como los ingenieros Vicente Sánchez de la Rosa, Ángeles Pérez de Taoro y Roger Hoyland. El equipo técnico que ha participado en su realización está formado por Iván Jiménez Montalvo (dirección, guión y edición), Inés Bonet Márquez (cámara y posproducción), Daniel López (cámara Dolly y timelapses), Nayra Rodríguez Eugenio (producción) y Alberto Rubiño (asesoría científica).

5. Estrellas y medio interestelar

“Estrellas y Medio Interestelar” es el quinto y último capítulo de la serie audiovisual “IAC Investiga”, producida por el IAC



en el marco del programa “Severo Ochoa”. En esta ocasión, el punto de mira se pone sobre dos de los constituyentes principales de la materia visible del Universo: las estrellas y el medio interestelar.

El IAC también es uno de los centros de investigación más importantes en este campo a nivel internacional, tanto en la publicación de resultados científicos como en el desarrollo de instrumentación específica. El Instituto ha sido pionero en muchos descubrimientos, como el primer agujero negro de masa estelar (objeto de gravedad extrema formado por el colapso de una estrella), o la primera enana marrón (objeto subestelar sin masa suficiente para mantener reacciones nucleares en su interior). También ha participado en el desarrollo de espectrógrafos, instrumentos que descomponen la luz del objeto en sus colores principales y permiten estudiar muchas de sus propiedades, como su composición química. Algunos ejemplos son LIRIS, un espectrógrafo para el Telescopio William Herschel u OSIRIS, EMIR y HORS para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Actualmente participa en el desarrollo de MEGARA y MIRADAS para GTC, así como en HARMONI para el futuro Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT).

En este audiovisual intervienen los investigadores Artemio Herrero, Jorge Casares, Arturo Manchado,



César Esteban, Nicolas Lodieu, Francisco Garzón, Giuseppina Battaglia, Valentina Luridiana, Sergio Simón y Garik Israelian, además del ingeniero Luis Fernando Rodríguez. El equipo técnico que ha participado en su realización está formado por Iván Jiménez (guión, dirección y edición), Inés Bonet (cámara), Daniel López (cámara Dolly y timelapses), Nayra Rodríguez (producción) y Artemio Herrero (asesoría científica).

OTROS VÍDEOS

- Vídeo sobre las capacidades tecnológicas del IAC para la feria SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation celebrado en Edimburgo del 26 de junio al 1 de julio.
- Cobertura en vídeo de varios eventos: traslado de EMIR al ORM...
- Nuevas entrevistas de VOCES y para la web Severo Ochoa
- Reportajes fotográficos de nombramientos y personas premiadas: John Beckman, Juan Carlos Pérez Arencibia, Mercedes Prieto, Mary Barreto...

PROYECTOS EDUCATIVOS

CURSO DE ASTRONOMÍA “DE TODO LO VISIBLE Y LO INVISIBLE”, destinado a profesorado de Secundaria y organizado por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF), la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP - UIMP 2.0 - Red Social de Conocimiento de la UIMP) y el IAC. Este curso surge por la necesidad de actualizar los contenidos temáticos relacionados con la Astronomía en los currículos de las Enseñanzas Medias y estimular el interés de la comunidad escolar por esta ciencia. El curso, del 4 al 8 de julio, consistió en dos ponencias diarias por parte de personal experto en cada una de las principales áreas astrofísicas (el Sol, Sistema Solar y Exoplanetas, Estrellas, Galaxias y Cosmología), dos mesas redondas, visitas al Observatorio del Teide y, opcionalmente, al Observatorio del Roque de los Muchachos,

así como talleres de astrofotografía, observación diurna y nocturna del cielo con telescopios profesionales y amateur, entre otras actividades. Además de astrofísicos del IAC y de la Universidad de La Laguna (ULL), impartieron charlas investigadores del Centro de Astrobiología (CAB-INTA, CSIC) y de la Universidad del País Vasco (UPV), así como un astrofotógrafo profesional y profesorado de la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. La duración de este curso de formación fue de 50 horas, de las cuales 30 fueron presenciales y 20 en red. Directores del curso: Rafael Rebolo López, director del IAC, y Mar Jiménez López, Jefa de Área de Formación y Relaciones Institucionales del INTEF.

III ESCUELA DE VERANO FITAPA AMPAS TENERIFE en Adeje, compartiendo con madres, padres y estudiantes nuestra pasión por la ciencia y la tecnología. (16 de julio)

CURSO DE VERANO “ASTRONOMY ADVENTURE IN THE CANARY ISLANDS”, dirigido a un grupo internacional de docentes de ciencia, tecnología y matemáticas, con la colaboración de NUCLIO - Núcleo Interactivo de Astronomía (NUCLIO, Portugal), la European Science Education Academy - ESEA, el Faulkes Telescope Project (Universidad de Cardiff, Reino Unido) y el National Schools’ Observatory (Universidad John Moores de Liverpool, Reino Unido). (25-28 de julio). Este curso de capacitación, que se celebró en la sede central del IAC, en La Laguna (Tenerife), del 25 al 28 de julio, incluyó conferencias y talleres prácticos sobre astronomía, así como una visita formativa al Observatorio del Teide, en Tenerife. El viernes 29 de julio se realizó también una visita opcional al Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. El aprendizaje basado en la indagación, los recursos educativos y laboratorios en línea y el uso de telescopios robóticos en las aulas, fueron los contenidos destacados de un programa que

Sede central del
INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
(Tenerife)

DESTINATARIOS
Profesorado de secundaria
MATRÍCULA GRATUITA
para profesorado español
HASTA EL 15 DE JULIO
PLAZAS LIMITADAS

INFORMACIÓN E INSCRIPCIÓN
www.iac.es

ORGANIZA
Instituto Astrofísica de Canarias (España)
Núcleo Interactivo de Astronomía (Portugal)
Faulkes Telescope Project (Reino Unido)

25-28 julio
II CURSO DE VERANO
ASTRONOMY ADVENTURE
IN THE CANARY ISLANDS

EXCELENCIA SEVERO OCHOA | insPiring | GALILEO | INTEL | nso



tiene como objetivo proporcionar al profesorado las herramientas necesarias para conseguir una educación científico-técnica más lúdica, más imaginativa y, sobre todo, más estimulante para sus estudiantes. El curso se impartió en inglés, por parte de Nayra Rodríguez Eugenio, astrofísica divulgadora de la UC3, Rosa Durán, presidenta de NUCLIO, y Fraser Lewis, director científico del Faulkes Telescope Project, estuvo abierto a la comunidad educativa española y de otros países de la Unión Europea (a través del programa Erasmus+), lo que le confirió un carácter internacional y ofreció a los docentes una excelente oportunidad para establecer vínculos y colaboraciones con centros educativos de diferentes países. Este Curso de Verano se enmarca en el Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR) del IAC y en los proyectos europeos *Inspiring Science Education* y *Galileo Teacher Training Program* y pretende ser una cita anual con la innovación en educación científico-tecnológica a nivel de enseñanzas medias y con la formación de docentes en astronomía y áreas afines. La primera edición del curso se celebró en el Centro de Astrofísica del IAC en La Palma, en julio de 2015, y a ella asistieron 13 profesores de Canarias, Reino Unido y Portugal. Al finalizar el curso, los 20 participantes recibirán un certificado de asistencia expedido por el IAC que acredita una formación de 25 horas.

COLABORACIÓN CON EL PROYECTO AstroCEO, una iniciativa de la comunidad educativa del CEO de Argana, en Lanzarote, el CEP de Lanzarote y la Fundación César Manrique.

FORMACIÓN DE ESTUDIANTES Y PROFESORES DE CINCO PAÍSES EUROPEOS (Polonia, Eslovenia, Rumanía, Turquía y España) pertenecientes al proyecto Erasmus+ "Reach the Sky" de la UE para la Educación, Formación, Juventud y Deporte, que cuenta con la colaboración del Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR) del IAC.

COLABORACIÓN CON EL PROYECTO 'ESCUCHA, EXPLORA Y APRENDE', organizado por la Universidad de la Laguna y financiado por la FECYT.





mica: demostración con cámara infrarroja, espectroscopía y contaminación lumínica, y observación solar”. Allí también visitarán el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), el telescopio-óptico infrarrojo más grande del mundo, el Telescopio Óptico Nórdico (NOT), el Telescopio Nacional Galileo (TNG), el Telescopio William Herschel (WHT), del Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), o el Telescopio MERCATOR. El programa no se limita únicamente a Secundaria, sino que también ofrece un abanico de actividades a otros niveles. Ejemplo de ello es el juego didáctico “Selene”, introducido en algunos centros de Primaria de la Isla en años anteriores y donde niños y niñas aprendieron sobre el origen y la formación de la Luna al tiempo que se entretenían jugando. Otras actividades específicas programadas para Bachillerato y Formación Profesional incluyen visitas orientadas a sus intereses formativos tanto al Centro de Astrofísica de La Palma (CALP) como al ORM.”

SEMANAS DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN EN CANARIAS

Como en ediciones anteriores, este instituto colaboró con las Miniferias en Gran Canaria y Tenerife, del 7 al 20 de noviembre, con las siguientes actividades:

VIII PROGRAMA “NUESTROS ALUMNOS Y EL ROQUE DE LOS MUCHACHOS”. La nueva edición del programa educativo “Nuestros alumnos y el Roque de los Muchachos” comenzó con el IES Villa de Mazo y el CPEIPS Santo Domingo de Guzmán abriendo el año académico 2016/2017. Se trata de un proyecto formativo y divulgativo que pretende acercar al alumnado y profesorado de Secundaria la investigación astrofísica que se lleva a cabo en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en Garafía (La Palma), organizado por las instituciones científicas del Observatorio. Desde el año 2009, 4.800 niños y niñas se han beneficiado del programa, cuyo objetivo es abarcar de nuevo a todos los centros que imparten 4º de la ESO en la Isla. Este año se continuó con las actividades realizadas en el curso académico anterior. Consistieron en una serie de charlas de actualidad astronómica impartidas en los centros educativos más una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos –explica David García, astrónomo del Gran Telescopio CANARIAS y coordinador del programa-, donde el alumnado participa en talleres prácticos que abarcan diferentes aspectos del comportamiento de la luz y la observación astronó-

Gobierno de Canarias
 Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento
 Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información

SEMANAS DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN EN CANARIAS
Ciencia

SEMANAS DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN EN CANARIAS
 #SomosCiencia
 del 7 al 20 NOV
 #compartiendoCiencia

2016
 del 7 al 20 NOV

#SomosCiencia
 Miniferias, Talleres, Charlas, Exposiciones...
 www.cienciacanarias.es | @cienciacanaria | #compartiendoCiencia

HOMENAJE A LA FOTOGRAFÍA

El miércoles 16 de noviembre, en colaboración con el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de Museos de Tenerife, se presentó en este museo el proyecto “Niépce: del negativo al positivo”. (Ver PROYECTOS TRANSVERSALES). En el acto de la presentación se hizo un repaso por la historia de la relación entre la Fotografía y la Astronomía, a cargo de la coordinadora del proyecto, Carmen del Puerto, y de la periodista de la UC3 Elena Mora, junto a una proyección de espectaculares imágenes astronómicas comentadas por el astrofísico divulgador del IAC Alfred Rosenberg y el astrofotógrafo Daniel López. También se presentó el “Fotomatón cósmico”, un astrógrafo remoto diseñado con el fin de obtener imágenes astronómicas de gran campo y profundidad y cuyo objetivo es desarrollar proyectos para diverso público, como la exposición “100 LUNAS CUADRADAS” y el concurso “Mádanos tu trozo del cielo”.

MAKING OF DEL DOCUMENTAL “UN LUGAR ENTRE LAS NUBES”

El jueves 17 de noviembre, como actividad integrada en la actividad COSMOCINE, el director del Museo e investigador del IAC, Antonio Mampaso, presentó fragmentos del *making of* del documental “Un lugar entre las nubes”, del cineasta Guillermo Carnero Rosell, en el que ha colaborado el IAC. Posteriormente hubo un diálogo sobre el rodaje y la figura de Charles Piazzi Smyth, su viaje a Canarias en 1856 y su contribución a la astronomía moderna. Previamente, el 11 de noviembre, tuvo lugar una mesa redonda en la Miniferia de Gran Canaria, en el Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología, para hablar sobre este documental y Piazzi Smyth, quien también es conocido por publicar en un libro científico las primeras fotografías estereoscópicas (precisamente tomadas en Tenerife). En estos debates, que llevan por título “Piazzi Smyth en Tenerife: génesis del documental”, intervinieron Guillermo Carnero Rosell, director del documental, Antonio Mampaso, director del Museo, Antonia María Varela, investigadora del IAC, experta en calidad del cielo y auditora de la Fundación Starlight, y algunos de los jóvenes astrofísicos y astrofísicas que protagonizan el documental: Ana Belén Griñón, Isaac Alonso y Adrián Hernández.

SERIE AUDIOVISUAL “IAC INVESTIGA”

El viernes 18 de noviembre se presentó en el Museo de la Ciencia y el Cosmos la serie audiovisual “IAC Investiga” (Ver VÍDEOS), compuesta de cinco ca-



pítulos. Estos vídeos fueron presentados por personal investigador vinculado a cada campo científico: “Física Solar”, por Elena Khomenko, “Sistemas Planetarios”, por Enric Pallé, “Estrellas y Medio Interestelar”, por Artemio Herrero Davó, “Galaxias”, por Cristina Ramos, y “Cosmología y Astropartículas”, por Ramón García López. También participaron el realizador, Nayra Rodríguez Eugenio e Iván Jiménez, responsables de la producción y realización, respectivamente, y otros miembros de la UC3.

“BUSCANDO ASTEROIDES CON TU MÓVIL”

Miquel Serra Ricart, investigador del IAC y administrador del Observatorio del Teide, impartió la charla de divulgación “Buscando Asteroides con tu móvil”, el viernes 11 de noviembre, en la Miniferia de Gran Canaria, en la explanada frente al Museo Elder de Ciencia y Tecnología, y una semana después, en la Miniferia de Tenerife, en el Parque García Sanabria. La charla contó de forma muy didáctica los principales objetivos y funcionamiento de “Cazasteroides”, un proyecto financiado por la FECYT (cazasteroides.org) en el que han participado el IAC y la Universidad Politécnica de Madrid. En este proyecto de ciencia ciudadana se ha desarrollado un experimento astronómico a través de una App que consiste en la búsqueda y localización por los usuarios de asteroides cercanos a la tierra, denominados NEAs (del inglés Near Earth Asteroids) o NEOs (Near Earth Objects), así como la confirmación de las órbitas de los NEAs conocidos, permitiendo enviar los datos al “Minor Planet Center” de la IAU (Unión Astronómica Internacional) para su confirmación. La App muestra imágenes proporcionadas por la red de telescopios GLORIA y telescopios del Observatorio del Teide. Los usuarios, a través de una interfaz amigable, podrán detectar la existencia de asteroides.

VISITAS GUIADAS EN EL OBSERVATORIO DEL TEIDE

El IAC ofreció gratuitamente visitas guiadas a la comunidad escolar en el Observatorio del Teide, en Izaña (Tenerife), del 14 al 25 de noviembre, de 12h a 14h. Durante el recorrido por las distintas instalaciones, se visitó un telescopio nocturno y se realizaron observaciones, en directo, del Sol. Las visitas concertadas, en colaboración con Volcano Teide Experience, tuvieron una duración de 90 minutos.

OBSERVACIÓN SOLAR

El IAC colaboró también con la empresa “Planeta Ciencias” en las Miniferias en Gran Canaria (los días 9, 10 y 11 de noviembre) y Tenerife (los días 16, 17 y 18 de noviembre), dentro del stand de la Casa del Sol. En este marco se realizaron experimentos solares y observación del Sol con el telescopio H-alfa del IAC, lámparas espectrales y la ayuda de monitores. Estuvieron dirigidos a grupos escolares por la mañana y a público general por la tarde. También se repitió esta experiencia en la XIII Feria de la Ciencia de La Orotava.

PROYECTOS TRANSVERSALES

PROYECTO TRANSVERSAL: “EN UN LUGAR DEL UNIVERSO...”

Con motivo del IV Centenario de la muerte de Miguel de Cervantes, el IAC y las instituciones científicas internacionales de los Observatorios de Canarias, en colaboración con el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de Museos de Tenerife, se unieron a su celebración con un proyecto transversal que fusiona Literatura y Astronomía y que cuenta con financiación del Programa Severo Ochoa.



Elsa López con el Observatorio del Teide al fondo. Crédito: Elena Mora (IAC).



En el marco de este proyecto, bajo el título “En un lugar del Universo...”, se invita a reconocidas figuras de la Literatura hispana a visitar los Observatorios de Canarias y a participar en la edición de un volumen de relatos cortos inspirados en la Astronomía que tendrá un fin solidario relacionado con la enfermedad del Alzheimer.



De izquierda a derecha, Emilio Molinari, director del Telescopio Nazionale Galileo (TNG), Romano Corradi, director del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), y el dramaturgo Antonio Tabares, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en Garafía (La Palma). Crédito: Antonio González/IAC.



Juan Cruz haciendo una observación del Sol con telescopio H-alfa junto a Miquel Serra-Ricart, administrador del Observatorio del Teide. Crédito: Daniel López/IAC.



Rosa Montero tomando notas en la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Crédito: Elena Mora (IAC).



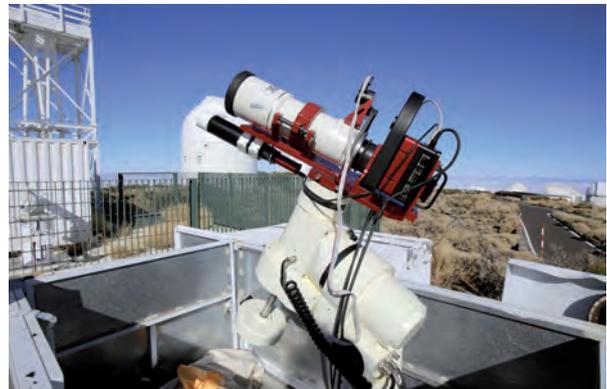
El escritor Juan Madrid junto al astrofísico divulgador del IAC Alfred Rosenberg, explicándole las líneas generales de investigación del centro a su llegada a la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Crédito: Elena Mora (IAC).

mer. Hasta la fecha han visitado los Observatorios del Roque de los Muchachos y del Teide, así como la sede central del IAC los siguientes escritores y escritoras: Elsa López, Rosa Montero, Antonio Tabares, Juan Cruz y Juan Madrid. El proyecto continuará en 2017.

PROYECTO TRANSVERSAL “NIEPCE: DEL NEGATIVO AL POSITIVO”

En el marco de las Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias 2016, se presentó en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de Museos de Tenerife, el proyecto “NIEPCE: del negativo al positivo”. Con él se pretende rendir homenaje a la Fotografía por haber permitido multiplicar exponencialmente los datos obtenidos con los telescopios y cuando se cumplen 200 años de las primeras imágenes fotográficas en negativo de la historia. Precisamente fue el inventor francés Joseph Nicéphore Niépce quien obtuvo el primer negativo en 1816 y el primer positivo en 1818, de ahí el título y la duración de tres años que tiene este proyecto.

El objetivo del proyecto es la producción y creación de un nuevo banco de imágenes obtenidas con los telescopios de los Observatorios de Canarias, entre ellas la imagen astronómica del mes del GTC. Con estas imágenes se pretende realizar exposiciones itinerantes (constelaciones, nebulosas, galaxias, el Sol, la Luna...), vídeos y espectáculos musicales audiovisuales; elaborar material fotográfico para público infantil (álbum de cromos, puzles...), para su uso en las aulas y productos de merchandising (calendarios, pósters...) y caleidoscopios para museos; organizar charlas sobre la relación entre Fotografía y Astronomía, con homenajes a sus protagonistas, y cursos de introducción a la Astrofotografía impartido por astrofotógrafos de prestigio, así como concursos con astrónomos aficionados e infantiles, principalmente.



EVENTOS ESPECIALES

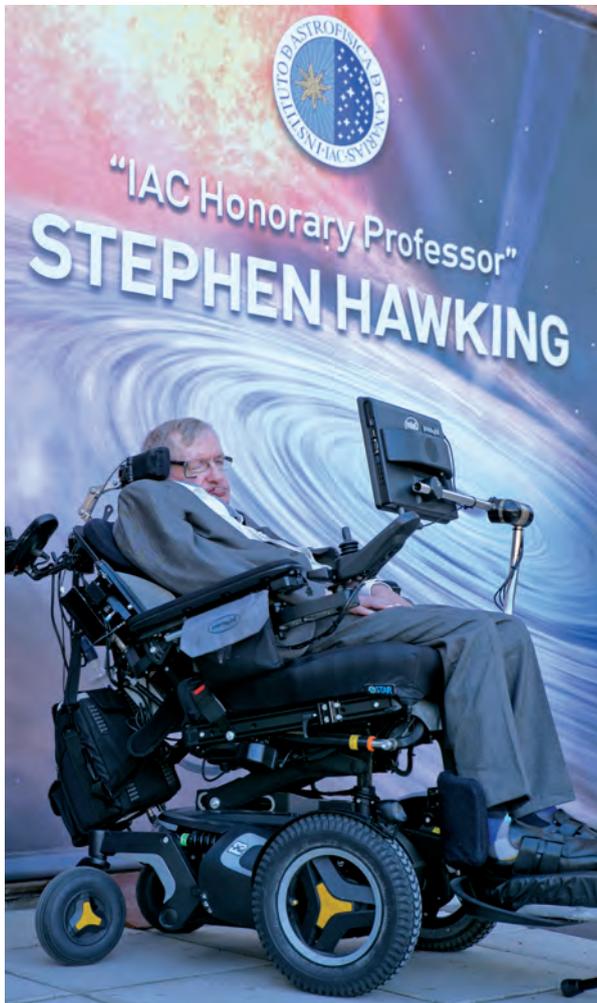
ORGANIZACIÓN Y COBERTURA DE EVENTOS

La UC3 ha colaborado en la organización y cobertura de eventos especiales que se relacionan a continuación:

Acto institucional para el nombramiento de Stephen Hawking como “Profesor Honorario del IAC”.

El 20 de junio, el físico teórico Stephen Hawking fue nombrado “Profesor Honorario del IAC”. En el acto, que tuvo lugar en la sede central, en La Laguna, se le homenajeó por sus importantes contribuciones a la cosmología, a la física de los agujeros negros y a la divulgación científica. Comenzó con unas palabras de agradecimiento de Rafael Rebolo, director del centro, que destacó de Hawking su validez como científico y como persona luchadora, que espera que sirva de aliado para que, en el futuro, otros compañeros científicos tan brillantes como él se vinculen al grupo de

profesores honorarios del IAC. Seguidamente, José Alberto Díaz Domínguez, alcalde de La Laguna, expresó su deseo de que Hawking sintiera que en Canarias y, concretamente, en La Laguna, tenía una segunda casa. Asimismo, Pedro Ortega, consejero de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias, agradeció su visita y vinculación al IAC. “Su conocimiento y presencia —afirmó Ortega— proyecta a Canarias en el mapa mundial y afianza nuestra certeza de que las Islas son un lugar maravilloso para hacer ciencia”. Por su parte, Garik Israelian, director de STARMUS e investigador del IAC, declaró que se sentía orgulloso de que Stephen Hawking recibiera un homenaje no sólo en el marco del festival que en su tercera edición le rinde tributo, sino también como científico invitado que ha inaugurado el Paseo de las Estrellas de la Ciencia en La Palma y, ahora aquí, con este nombramiento como Profesor Honorario del IAC. Y añadió: “Además, este año se van a entregar las primeras Medallas Stephen Hawking a la divulgación científica”. Francisco Almeida Rodríguez, vicerrector de Investiga-



Rafael Rebolo, director del IAC, Francisco Sánchez; fundador y exdirector del IAC; José Alberto Díaz Domínguez, alcalde de La Laguna; Pedro Ortega, consejero de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias; Garik Israelian, director de STARMUS e investigador del IAC y Francisco Almeida Rodríguez, vicerrector de investigación de la Universidad de La Laguna (ULL), junto a Stephen Hawking. Crédito: Elena Mora (IAC).

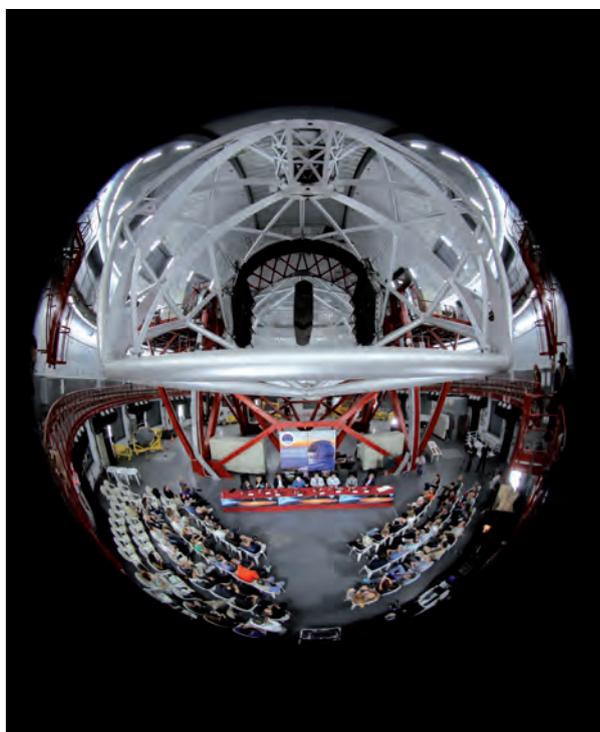


Placa conmemorativa entregada a Stephen Hawking. Crédito: Elena Mora (IAC).

ción de la Universidad de La Laguna (ULL), destacó que espera que Hawking sea para los jóvenes estudiantes un ejemplo de motivación. Francisco Sánchez, director fundador del IAC, también estuvo presente en el acto de conmemoración. Finalizados los discursos, Rebolo entregó a Hawking la placa conmemorativa del título de “Profesor honorario del IAC”, por la que el científico expresó un profundo agradecimiento.

Esta era la segunda visita de Hawking al IAC, tras la que realizó en 2014 con el fin de conocer la investigación que se realiza en el Instituto y en los Observatorios de Canarias, así como su labor docente y sus proyectos tecnológicos.

Festival STARMUS 2016. El IAC y el GTC colaboraron, como en ediciones anteriores, en este festival, que se celebró en Tenerife y La Palma del 27 de junio al 2 de julio. Especialmente, en la visita a los Observatorios, en la Star Party y en la Mesa redonda “108 minutos” en el GTC, que tuvo lugar el 30 de junio, con el matemático Roger Penrose, la bióloga y premio Nobel de Medicina Elizabeth Blackburn, el director del IAC, Rafael Rebolo, el astronauta del Apollo 9 Russell Schweickart, el astrofísico de la Universidad de Harvard Robert Kirshner, el premio nobel de Economía Joseph Stiglitz, el astrofísico y fundador de Starmus, Garik Israelian, y el experto en ciberseguridad Eugene Kaspersky. Los ponentes se centraron en la amenaza de los asteroides, el cambio climático y la educación científica.



Visita de Premios Nobel y astronautas al IAC. Algunos de los participantes del festival STARMUS, celebrado en el sur de Tenerife, invitados a la mesa de debate “108 minutos”, visitaron la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y, en especial, su Área de Instrumentación. Los invitados estuvieron acompañados por el director del IAC, Rafael Rebolo, junto con algunos de los investigadores y estudiantes de este centro.



Roger Penrose, Joseph Stiglitz y Russell Schweickart, con personal del IAC en el Área de Instrumentación. Crédito: Iván Jiménez/IAC.



La bióloga y premio nobel de Medicina Elizabeth Blackburn, atendiendo las explicaciones del ingeniero Roger Hoyland en el Área de Instrumentación. Foto: Miguel Briganti, SMM (IAC).



Alexei Leonov firmando en el Libro de Honor del IAC, ilustrada con un dibujo hecho en el momento por el cosmonauta. Foto: Miguel Briganti, SMM (IAC).



El presidente del Gobierno de Canarias, Fernando Clavijo; el administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos; el alcalde de Garafía, Martín Taño, y el presidente del Cabildo de La Palma, Anselmo Pestana, durante la ceremonia de colocación de la Primera Piedra del Centro de Visitantes. Crédito: Daniel López/IAC.

Primera Piedra de Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, en Garafía (La Palma). La ceremonia de colocación de la Primera Piedra tuvo lugar el 30 de junio en terrenos del municipio de Garafía (La Palma) próximos al Observatorio del Roque de los Muchachos, del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). En el acto intervino en primer lugar el alcalde de Garafía, Martín Taño, quien explicó que enterraría el escudo institucional del municipio, tallado en piedra, con el pino de la Cruz del Castillo, un petroglifo aborigen del Parque Cultural de La Zarza y la Zarcita y 14 estrellas como guiño al cielo palmero y a los 14 barrios de Garafía. A continuación, el administrador del Observatorio, Juan Carlos Pérez Arencibia, leyó la placa conmemorativa del objeto de cristal transparente de 15 x 10 cm con el logo del IAC que sería enterrado de forma simbólica. Por su parte, el presidente del Cabildo de La Palma, Anselmo Pestana, dijo haber seleccionado para esta Pri-



Objeto de cristal con el logo del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y placa conmemorativa al dorso que se enterró de forma simbólica durante la ceremonia de colocación de la Primera Piedra del Centro de Visitantes. Crédito: Daniel López/IAC.

mera Piedra el texto de la Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas —que cumple ahora su noveno aniversario— y un disco con los proyectos de la obra civil y de su contenido, el contrato de la obra y un monolito recordando los 500 años de la fundación del hospital Nuestra Señora de Los Dolores. Para finalizar, el presidente del Gobierno de Canarias, Fernando Clavijo, hizo lo propio con el periódico Diario de Avisos que llevaba en su portada de hoy la noticia del inicio de la construcción de este Centro de Visitantes. Tras este acto, que fue transmitido en directo a una carpa del Observatorio del Roque de los Muchachos, las autoridades pronunciaron una serie de discursos en presencia de otros representantes políticos y agentes económicos y sociales de la isla de La Palma, así como de los ponentes invitados al festival Starmus —que se desarrolla durante esta semana en Tenerife y La Palma- y que tenían previsto participar esta tarde en la mesa redonda “108 minutos” en el interior del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). El Centro de Visitantes, con unos 1.400 metros cuadrados, consistirá en tres zonas expositivas, una sala de proyecciones, una tienda, un teatro, un restaurante y un aparcamiento. Se destinará, entre otros asuntos, a conocer la investigación astronómica y las operaciones telescópicas que llevan a cabo principalmente en el Observatorio del Roque de los Muchachos, así como a presentar la singularidad de la cultura y el paisaje palmero. En un emplazamiento inmejorable como es la cumbre de Isla, se calcula que las 100.000 personas que la visitan cada año puedan beneficiarse de este espacio. El proyecto del edificio ha sido realizado por el arquitecto palmero José Miguel Fuentes Marante.

Primera Piedra de IACTEC en el Parque Científico y Tecnológico de Tenerife (PCTT). El Cabildo de Tenerife celebró el 5 de julio el acto de colocación de la Primera Piedra del Polo Científico y Tecnológico para la construcción del Parque Científico y Tecnológico de Tenerife (PCTT), donde estará ubicado el centro vinculado al IAC “IACTEC”. Esta instalación, con una superficie de 3.700 m², orientará su actividad hacia la transferencia de tecnología en el ámbito de los grandes telescopios, de los microsátélites espaciales y de las aplicaciones biomédicas de la tecnología de la luz. Además, permitirá la cooperación entre el sector público y privado, a nivel tecnológico y empresarial, a la vez que contribuirá al desarrollo industrial y a la comercialización de productos de gran valor añadido en Canarias. Tras los discursos de las distintas autoridades vinculadas al proyecto, se procedió a la firma del acta protocolaria y a la



En la imagen, de izquierda a derecha: José Alberto Díaz Domínguez, alcalde de la Ciudad de San Cristóbal de La Laguna; Antonio Martinón Cejas, rector Magnífico de la Universidad de La Laguna; Pablo Martín- Carbajal González, director General de Asuntos Económicos con África del Gobierno de Canarias; Antonio García Marichal, consejero del Área Tenerife 2030: Innovación, Educación, Cultura y Deportes; Rosario Cabrera Guelmes, subdelegada del Gobierno en Tenerife; Rafael Rebolo, director del Instituto Astrofísico de Canarias; y, Carlos Alonso Rodríguez, presidente del Cabildo Insular de Tenerife. Crédito: Elena Mora (IAC).

introducción, con ella, de una cápsula del tiempo a la que el IAC contribuyó con un cubo de metal y cristal, metáfora de tecnología, proyección y futuro, reforzado con el símbolo que identifica al IAC como centro de investigación impulsor de transferencia tecnológica avanzada. El PCTT se ubica en la finca denominada Hogar Gomero, en La Laguna. Su principal objetivo será estimular las actividades de I+D+i y fomentar la creación y consolidación de empresas enmarcadas en el ámbito tecnológico y de la innovación. Constará de dos edificios y un parque urbano anexo en el que se incluirán dos edificios especializados: IACTec y Nanotec. Estas infraestructuras se engloban en la iniciativa Tenerife 2030 y serán la sede para la ejecución de proyectos de investigación vinculados a la astrofísica, la nanociencia



Cubo de metal y cristal, metáfora de tecnología, proyección y futuro, reforzado con el símbolo que identifica al IAC como centro de investigación impulsor de transferencia tecnológica avanzada. Crédito: Elena Mora (IAC).

y la sostenibilidad, así como el desarrollo tecnológico y la innovación.

Participación en XII Reunión Científica de la SEA. La UC3 colaboró en la organización y dispuso de un stand con ediciones y material audiovisual, así como un expositor que recogía toda su actividad en comunicación y divulgación. El personal de esta unidad presentó dos comunicaciones:

- “De efeméride en efeméride... proyectos transversales de divulgación del Instituto de Astrofísica de Canarias” (C. del Puerto)
 - “Divulgación a la carta: proyectos del IAC para cada audiencia” (A. Rosenberg)
- Y dos pósters:
- “Estrellas entre viñedos” (L. Calero y C. del Puerto)
 - “Moda cósmica” (T. Shahbaz et al.)



“Un Universo Sorprendente”. Organizado por IAC y Tribuna Fórum, con el patrocinio de la Fundación DISA, el 20 de abril, se celebró un nuevo encuentro de divulgación científica en el Teatro Leal de San Cristóbal de La Laguna, con charlas de divulgación dirigido a todos los públicos. La fecha de este acto coincidió con el noveno aniversario de la Declaración Starlight de La Palma en Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas, que cada año promueve la llamada Noche

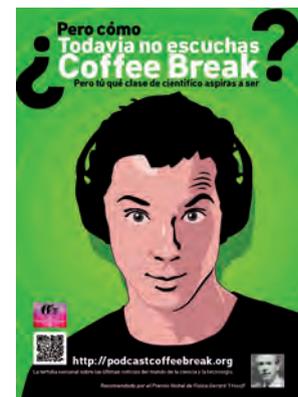
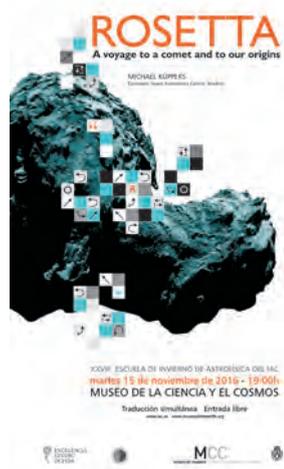
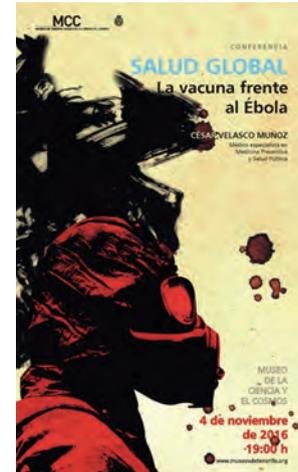
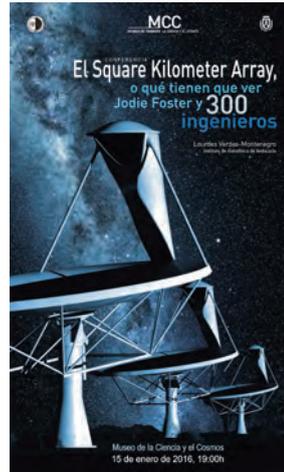


Mundial en Defensa de la Luz de las Estrellas. El encuentro, titulado “UN UNIVERSO SORPRENDENTE con el Instituto de Astrofísica de Canarias”, de entrada libre, consistió en una serie de intervenciones breves por parte de investigadores del IAC, siguiendo el modelo de experiencias anteriores en el Teatro Leal. Los científicos presentaron sus áreas de trabajo, la contribución del centro en los distintos campos de la Astrofísica y la instrumentación presente y futura en los Observatorios de Canarias. Tras una presentación institucional por parte de la astrofísica M^a Antonia Varela, le siguieron las charlas de los astrofísicos Héctor Socas, sobre el Sol; Montserrat Armas, en el área de Estrellas y Medio Interestelar; Cristina Ramos, en el campo de Formación y Evolución de Galaxias; José Alberto Rubiño, que mostró los progresos en Cosmología; y Enric Pallé, con los más recientes avances en el estudio de los Exoplanetas. Todos ellos moderados por el astrofísico y divulgador Alfred Rosenberg, también del IAC. También hubo una sesión específica durante la mañana para alumnos de Bachillerato ya concertados previamente.

COLABORACIONES CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS

En el marco del convenio general que el Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo Insular de Tenerife tiene suscrito con el IAC, las actuaciones que se llevaron a cabo a lo largo de 2015 fueron las siguientes:

- La colaboración en las actividades ya mencionadas con motivo de la Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias en el mes de noviembre.
- El proyecto “En un lugar del Universo...”
- Conferencias de divulgación:
 - “El Square Kilometer Array, o qué tienen que ver Einstein, Jodie Foster y 300 ingenieros”, por Lourdes Verdes-Montenegro científica titular en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC-IAA). 15 de enero.



- “Salud Global: la vacuna frente al Ébola”, por César Velasco Muñoz, del Hospital Clínico Universitario de Zaragoza. 4 de noviembre.
- “Rosetta – a voyage to a comet and to our origins”, por Michael Küppers, del European Space Astronomy Centre, Madrid. 15 de noviembre.

OTRAS COLABORACIONES

- Con la sección semanal “Crónicas de Astromanía” de El PAÍS/Materia. La UC3 la ha coordinado desde el 2 de julio de 2015, inspirada en el blog, habiéndose publicado en 2016 un total de 9 artículos en este periódico en su formato digital.
- Con la Revista *Astronomía* con un breve artículo mensual.
- Con el Podcast “Coffee Break”, una iniciativa del astrofísico Héctor Socas: <http://podcastcoffeebreak.org/blog/>
- Con la Fundación Starlight.
- Con el concurso de dibujo de la misión CHEOPS de la ESA.

- Con la iniciativa “Pint of Science”, celebrado en mayo, en el Espacio Cultural Aguere de La Laguna, con charlas de divulgación a cargo de personal científico del IAC.
- Con la Muestra de Documental Científico “La Laguna es Ciencia”, celebrada en mayo, en el Espacio Cultural Aguere de La Laguna, donde se proyectaron los vídeos de la serie “IAC Investiga”.
- Con el evento multidisciplinar Segunda Residencia artística del festival KEROXEN 2016, celebrado en diciembre, en el Espacio Cultural El Tanque de Santa Cruz de Tenerife, con una charla y un espectáculo audiovisual relacionados con la Astrofísica.
- Con el X Curso de Astronomía “Astronomízate”, organizado en junio por Ciencia Manía y Discover Experience, con charlas de divulgación.
- La artista australiana Jessie Hughes, ganadora de la beca del programa Start Technarte La Palma, residió durante un mes en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma) para recoger datos que le permitan crear una instalación interactiva que fusione arte y tecnología.



VISITAS AL IAC Y A LOS OBSERVATORIOS

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso a dar una charla



Jornadas de Puertas Abiertas del Observatorio del Teide del 2016. Crédito: Daniel Padrón.

o a asistir a las numerosas reuniones científicas celebradas en Canarias.

A fin de facilitar, actualizar y agilizar el trámite de acceso de los visitantes a los Observatorios se dispone en la Web de un formulario de solicitud y reserva de visita. También se incluye un documento en el que se detallan una serie de normas y recomendaciones para los visitantes.

Los Observatorios de Canarias también reciben regularmente otros tipo de visitas, como grupos escolares, medios de comunicación, participantes en congresos de las Islas, turistas... El total de visitantes en las Jornadas de Puertas Abiertas en el Observatorio del Teide ascendió a 3.475 personas. (Ver SUBDIRECCIÓN, Observatorio del Teide y Observatorio del Roque de los Muchachos).

VISITANTES DESTACADOS

Además del físico y cosmólogo Stephen Hawking, el IAC y los Observatorios de Canarias recibieron las siguientes visitas destacadas:

EL PRESIDENTE DEL GOBIERNO DE CANARIAS VISITÓ EL IAC

El presidente del Gobierno de Canarias, Fernando Clavijo visitó el 8 de enero la sede del IAC, en La Laguna, para reunirse personalmente con el Director del centro, Rafael Rebolo, y conocer de primera mano los proyectos en los que está involucrado el Instituto. En dicho encuentro, se le plantearon distintos asuntos que conciernen al estado actual del IAC, como el progreso de su plan estratégico y el de las grandes instalaciones telescópicas para los Observatorios de Canarias. Además, se le informó de la situación del futuro centro de tecno-



El director del IAC, Rafael Rebolo, recibe a Fernando Clavijo, presidente del Gobierno de Canarias, y a Manuel Miranda Medina, director de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) en su visita al centro. Foto: Elena Mora (IAC).

logía IACTec. En él, se incluye el desarrollo del programa de minisatélites para la observación terrestre y astrofísica, cuyos planteamientos iniciales ya se adelantaron en una anterior reunión.

EL PREMIO NOBEL DE FÍSICA KLAUS VON KLITZING VISITA EL IAC Y EL OBSERVATORIO DEL TEIDE

El profesor Klaus von Klitzing, premio nobel de Física, visitó las instalaciones del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en La Laguna, y el Observatorio del Teide. En concreto, en la sede central recorrió las áreas de instrumentación, guiado por el director, Rafael Rebolo, y otros investigadores del centro, mostrándose especialmente entusiasmado con EMIR, el próximo instrumento que se instalará en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

Durante su visita al observatorio, estuvo acompañado por el profesor Alfonso Muñoz, director del Instituto de Materiales y Nano-tecnología (ULL), y Alfred Rosenberg, divulgador y astrofísico del IAC, quien le mostró algunas de las instalaciones ubicadas en este Observatorio, como la Pirámide "Van der Raay", la Estación Óptica Terrestre (OGS), las torres solares VTT, GREGOR y el Experimento QUIJOTE. En este último, mostró un especial interés por conocer el funcionamiento de los sistemas de polarización diseñados por el instituto. También, se hizo una observación visual del Sol con un telescopio Halfa.

El premio nobel alemán, que se encuentra en Tenerife invitado por la Universidad de La Laguna, ofreció además esta mañana una conferencia titulada "A New



El premio nobel de Física, Klaus von Klitzing, atendiendo a las explicaciones de Rafael Rebolo, director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Crédito: Elena Mora (IAC).



Rafael Rebolo, director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), explica a Klaus von Klitzing, premio nobel de Física, junto a Begoña García Lorenzo, coordinadora del Área de Instrumentación y otros investigadores del centro. Crédito: Elena Mora (IAC).



El profesor Alfonso Muñoz, director del Instituto de Materiales y Nano-tecnología (ULL), junto a Klaus von Klitzing, premio nobel de Física, y Renate Falkenberg, en la Pirámide "Van der Raay" del Observatorio del Teide. Crédito: IAC.



Alfred Rosenberg, divulgador y astrofísico del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Klaus von Klitzing, premio nobel de Física, y Renate Falkenberg, dentro del experimento QUIJOTE en el Observatorio del Teide. Crédito: IAC.

International System of Units in 2018!? How my Nobel Prize Contributed to this Development, en el Aula Magna del edificio de Física y de Matemáticas de la ULL.

En 1985, Klaus von Klitzing obtuvo su galardón por el llamado “efecto Hall cuántico”. Descubrió que en determinadas condiciones, la resistencia que ofrecen los conductores durante el paso de la corriente varía con saltos discretos y no de forma continua. Su hallazgo abrió un nuevo campo de investigación en la aplicación de elementos semiconductores, imprescindibles para la fabricación de instrumentos cibernéticos. Actualmente, Klitzing es investigador en el Instituto Max Planck de Ciencias del Estado Sólido de Stuttgart (Alemania).

PEDRO SÁNCHEZ VISITA EL OBSERVATORIO DEL TEIDE

Pedro Sánchez, secretario general del PSOE y candidato a la Presidencia del Gobierno, visitó el 2 de junio el Observatorio del Teide. Acompañado por el director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Rafael Rebolo, el subdirector del mismo, Carlos Martínez, y el astrónomo y administrador del Observatorio, Miquel Serra-Ricart, pudo recorrer algunas de las instalaciones



El director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Rafael Rebolo, y Pedro Sánchez, secretario general del PSOE y candidato a la Presidencia del Gobierno, en el Observatorio del Teide. Crédito: Elena Mora (IAC).

ubicadas en él, como la Estación Óptica Terrestre (OGS), las torres solares VTT, y el Experimento QUIJOTE.

En este último, se mostró especialmente impresionado por el objetivo que pretenden conseguir estos dos telescopios: detectar las huellas del nacimiento del Universo, en forma de ondas gravitacionales generadas una fracción de segundo después del Big Bang. Por último, también hizo una observación visual del Sol con un telescopio Halfa.

EL EMBAJADOR DE FRANCIA EN ESPAÑA VISITA EL IAC

El embajador de Francia en España, Yves Saint-Geours, visitó el 1 de agosto la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Observatorio del Teide, en Izaña (Tenerife), acompañado del cónsul Francisco de Esteban García, para conocer los programas de colaboración científica que Francia y el IAC desarrollan conjuntamente.



El Embajador, en la sala de Armado, Integración y Verificación (AIV) del IAC. Crédito: Miguel Briganti, SMM (IAC).

EL EXPERTO EN SALUD PÚBLICA CÉSAR VELASCO MUÑOZ, INVITADO A LOS COLOQUIOS DEL IAC

Este médico epidemiólogo, considerado por la revista *Forbes* el joven europeo menor de 30 años más influyente en el campo de la salud y la ciencia, dio el 3 de noviembre una conferencia al personal del centro sobre “Salud Global” y, al día siguiente, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, otra abierta al público y titulada “Salud Global: la vacuna frente al Ébola”.



REPRESENTANTES DEL “III PROGRAMA LÍDERES BRASILEÑOS” VISITAN EL IAC Y LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

Destacados profesionales del “III Programa Líderes Brasileños” de la Fundación Consejo España-Brasil visitaron, durante los días 12 y 13 de diciembre, la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), en La Laguna, y el Observatorio del Teide, en Izaña (Tenerife). La delegación estaba formada por el secretario general de la Fundación **Rafael Dezcallar Mazarredo** y los participantes de esta tercera edición **Carlos E. Higa Matsumoto**, subdirector general de Asuntos Internacionales en el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones de Brasil; **Daniela Lazzaro**, directora adjunta y jefa de Astronomía y Astrofísica del Observatorio Nacional de Brasil; **Reinaldo Ramos de Carvalho**, presidente de la Sociedad Astronómica Brasileña; y **Jose E. Krieger**, profesor de genética y cardiología molecular y responsable de Relaciones Interna-



El director del IAC, Rafael Rebolo, recibiendo a la delegación de líderes brasileños en la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Crédito: Miguel Briganti, SMM (IAC).

cionales de la Universidad de São Paulo. Este encuentro tiene como objetivo potenciar la cooperación científica, tecnológica, de investigación, cultural y académica entre Brasil y España, así como lograr un mayor acercamiento entre los profesionales del sector y la promoción de la investigación española entre las instituciones brasileñas.



Delegación de líderes brasileños delante del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Crédito: FCEB/www.nolsom.com



ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO (PI)

A mid-infrared spectroscopic atlas of local active galactic nuclei on sub-arcsecond resolution using GTC/CanariCam
Alonso-Herrero, A. *et al.* (incluye a Ramos Almeida, C.; Alvarez, C.; Rodríguez Espinosa, J. M.)
2016MNRAS.455..563A

A new route to graphene starting from heavily ozonized fullerenes: Part 1—thermal reduction under inert atmosphere
Cataldo, F.; Putz, M. V.; Ursini, O.; Angelini, G.; Garcia-Hernandez, D. A.; Machado, A.
2016FNCN...24...52C

A new route to graphene starting from heavily ozonized fullerenes: Part 2—oxidation in air
Cataldo, F.; Putz, M. V.; Ursini, O.; Angelini, G.; Garcia-Hernandez, D. A.; Machado, A.
2016FNCN...24...62C

A search for pair production of new light bosons decaying into muons
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..752.146K

Carbon and nitrogen abundances of individual stars in the Sculptor dwarf spheroidal galaxy
Lardo, C.; Battaglia, G.; Pancino, E.; Romano, D.; de Boer, T. J. L.; Starkenburg, E.; Tolstoy, E.; Irwin, M. J.; Jablonka, P.; Tosi, M.
2016A&A...585A..70L

GTC/CanariCam observations of (99942) Apophis
Licandro, J.; Müller, T.; Alvarez, C.; Alf-Lagoa, V.; Delbo, M.
2016A&A...585A..10L

Hunting for brown dwarf binaries and testing atmospheric models with X-Shooter
Manjavacas, E.; Goldman, B.; Alcalá, J. M.; Zapatero-Osorio, M. R.; Béjar, V. J. S.; Homeier, D.; Bonnefoy, M.; Smart, R. L.; Henning, T.; Allard, F.
2016MNRAS.455.1341M

Lunar Occultations of 18 Stellar Sources from the 2.4 m Thai National Telescope
Richichi, A.; Tasuya, O.; Irawati, P.; Soonthornthum, B.; Dhillon, V. S.; Marsh, T. R.
2016AJ....151...10R



Measurement of transverse momentum relative to dijet systems in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Tapper, A.**)
2016JHEP...01..006K

NGC 6778: strengthening the link between extreme abundance discrepancy factors and central star binarity in planetary nebulae
Jones, D.; Wesson, R.; **García-Rojas, J.**; **Corradi, R. L. M.**; Boffin, H. M. J.
2016MNRAS.455.3263J

OB stars at the lowest Local Group metallicity. GTC-OSIRIS observations of Sextans A
Camacho, I.; Garcia, M.; **Herrero, A.**; **Simón-Díaz, S.**
2016A&A...585A..82C

Observation of top quark pairs produced in association with a vector boson in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Tapper, A.**)
2016JHEP...01..096K

SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey Data Release 12: galaxy target selection and large-scale structure catalogues
Reid, B. *et al.* (incluye a **Scóccola, C. G.**)
2016MNRAS.455.1553R

Search for a very light NMSSM Higgs boson produced in decays of the 125 GeV scalar boson and decaying into τ leptons in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Tapper, A.**)
2016JHEP...01..079K

Search for neutral MSSM Higgs bosons decaying to $\mu^+\mu^-$ in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)..0.
2016PhLB..752..221K

Search for resonant $t\bar{t}$ production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhRvD..93a2001K

Search for the production of an excited bottom quark decaying to tW in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016JHEP...01..166K

Search for vectorlike charge $2/3$ T quarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhRvD..93a2003K

Size and albedo distributions of asteroids in cometary orbits using WISE data
Licandro, J.; **Alí-Lagoa, V.**; Tancredi, G.; Fernández, Y.
2016A&A...585A...9L

Stellar parametrization from Gaia RVS spectra
Recio-Blanco, A.; de Laverny, P.; **Allende Prieto, C.**; Fustes, D.; Manteiga, M.; Arcay, B.; Bijaoui, A.; Dafonte, C.; Ordenovic, C.; Ordoñez Blanco, D.
2016A&A...585A..93R

Study of B Meson Production in p +Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV Using Exclusive Hadronic Decays
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhRvL.116c2301K

Teraelectronvolt pulsed emission from the Crab Pulsar detected by MAGIC
Ansoldi, S. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Tescaro, D.**; **Will, M.**)
2016A&A...585A.133A

The DiskMass Survey. X. Radio synthesis imaging of spiral galaxies
Martinsson, T. P. K.; Verheijen, Marc A. W.; Bershady, Matthew A.; Westfall, Kyle B.; Andersen, David R.; Swaters, Rob A.
2016A&A...585A..99M

The GTC exoplanet transit spectroscopy survey. II. An overly large Rayleigh-like feature for exoplanet TrES-3b
Parviainen, H.; **Pallé, E.**; Nortmann, L.; **Nowak, G.**; Iro, N.; Murgas, F.; Aigrain, S.
2016A&A...585A.114P

The HARPS search for southern extra-solar planets. XXXVIII. Bayesian re-analysis of three systems. New super-Earths, unconfirmed signals, and magnetic cycles
Díaz, R. F. *et al.* (incluye a **Alonso, R.**)
2016A&A...585A.134D

The major upgrade of the MAGIC telescopes, Part I: The hardware improvements and the commissioning of the system
Aleksić, J. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Tescaro, D.**; **Will, M.**)
2016Aph....72...61A

The major upgrade of the MAGIC telescopes, Part II: A performance study using observations of the Crab Nebula
Aleksić, J. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Tescaro, D.**; **Will, M.**)
2016Aph....72...76A

The Number of Tidal Dwarf Satellite Galaxies in Dependence of Bulge Index
López-Corredoira, M.; Kroupa, P.
2016ApJ...817...75L

The Penn State - Toruń Centre for Astronomy Planet Search stars
Niedzielski, A.; **Deka-Szymankiewicz, B.**; **Adamczyk, M.**; **Adamów, M.**; **Nowak, G.**; **Wolszczan, A.**
2016A&A...585A..73N

The red giant branch phase transition: Implications for the RGB luminosity function bump and detections of Li-rich red clump stars
Cassisi, S.; Salaris, M.; Pietrinferni, A.
2016A&A...585A.124C

The spectrum of Pluto, 0.40-0.93 μm . I. Secular and longitudinal distribution of ices and complex organics
Lorenzi, V.; **Pinilla-Alonso, N.**; **Licandro, J.**; **Cruikshank, D. P.**;

- Grundy, W. M.; Binzel, R. P.; Emery, J.
P. 2016A&A...585A.131L
- Thirty Years of Atmospheric Extinction from Telescopes of the North Atlantic Canary Archipelago
Laken, B. A.; Parviainen, H.; **García-Gil, A.**; **Muñoz-Tuñón, C.**; **Varela, A. M.**; **Fernandez-Acosta, S.**; **Pallé, P. L.**
2016Jcli...29..227L
- TraMoS - IV. Discarding the Quick Orbital Decay Hypothesis for OGLE-TR-113b
Hoyer, S.; **López-Morales, M.**; **Rojo, P.**; **Minniti, D.**; **Adams, E. R.**
2016MNRAS.455.1334H
- Using MASS for AO simulations: a note on the comparison between MASS and Generalized SCIDAR techniques
Lombardi, G.; **Sarazin, M.**
2016MNRAS.455.2377L
- A comprehensive study of the Kepler triples via eclipse timing
Borkovits, T.; **Hajdu, T.**; **Sztakovics, J.**; **Rappaport, S.**; **Levine, A.**; **Bíró, I. B.**; **Klagyivik, P.**
2016MNRAS.455.4136B
- A new free-floating planet in the Upper Scorpius association
Peña Ramírez, K.; **Béjar, V. J. S.**; **Zapatero Osorio, M. R.**
2016A&A...586A.157P
- An Empirical Relation between the Large-scale Magnetic Field and the Dynamical Mass in Galaxies
Tabatabaei, F. S.; **Martinsson, T. P. K.**; **Knapen, J. H.**; **Beckman, J. E.**; **Koribalski, B.**; **Elmegreen, B. G.**
2016ApJ...818L..10T
- Characterizing the environments of supernovae with MUSE
Galbany, L. et al. (incluye a Falcón-Barroso, J.)
2016MNRAS.455.4087G
- Charge exchange in fluid description of partially ionized plasmas
Vranjes, J.; **Kono, M.**; **Luna, M.**
2016MNRAS.455.3901V
- Compositional study of asteroids in the Erigone collisional family using visible spectroscopy at the 10.4 m GTC
Morate, D.; **de León, Julia**; **De Prá, Mário**; **Licandro, Javier**; **Cabrera-Lavers, Antonio**; **Campins, Humberto**; **Pinilla-Alonso, Noemí**; **Alí-Lagoa, Víctor**
2016A&A...586A.129M
- Correlations between jets and charged particles in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV
Khachatryan, V. et al. (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...02..156K
- Discovery of an eclipsing dwarf nova in the ancient nova shell Te 11
Miszalski, B. et al. (incluye a Corradi, R. L. M.; **Jones, D.**; **Rodríguez-Gil, P.)**
2016MNRAS.456..633M
- Establishing the level of cylindrical rotation in boxy/peanut bulges
Molaeinezhad, A.; **Falcón-Barroso, J.**; **Martínez-Valpuesta, I.**; **Khosroshahi, H. G.**; **Balcells, M.**; **Peletier, R. F.**
2016MNRAS.456..692M
- Events leading up to the 2015 June Outburst of V404 Cyg
Bernardini, F.; **Russell, D. M.**; **Shaw, A. W.**; **Lewis, F.**; **Charles, P. A.**; **Koljonen, K. I. I.**; **Lasota, J. P.**; **Casares, J.**
2016ApJ...818L...5B
- Fossil group origins. VII. Galaxy substructures in fossil systems
Zarattini, S. et al. (incluye a Aguerri, J. A. L.; **Boschin, W.**; **Barrena, R.**; **Castro-Rodríguez, N.)**
2016A&A...586A..63Z
- Globular Cluster Populations: Results Including S4G Late-type Galaxies
Zaritsky, D. et al. (incluye a Knapen, J. H.)
2016ApJ...818...99Z
- High-speed Photometry of the Disintegrating Planetesimals at WD1145+017: Evidence for Rapid Dynamical Evolution
Gänsicke, B. T. et al. (incluye a Dhillon, V. S.)
2016ApJ...818L...7G
- Impact of surface dynamo magnetic fields on the solar abundance of the CNO elements
Shchukina, N.; **Sukhorukov, A.**; **Trujillo Bueno, J.**
2016A&A...586A.145S
- KIC 9246715: The Double Red Giant Eclipsing Binary with Odd Oscillations
Rawls, M. L.; **Gaulme, Patrick**; **McKeever, Jean**; **Jackiewicz, Jason**; **Orosz, Jerome A.**; **Corsaro, E.**; **Beck, Paul G.**; **Mosser, Benoît**; **Latham, David W.**; **Latham, Christian A.**
2016ApJ...818..108R
- Long-Term Trends and Gleissberg Cycles in Aurora Borealis Records (1600 - 2015)
Vázquez, M.; **Vaquero, J. M.**; **Gallego, M. C.**; **Roca Cortés, T.**; **Pallé, P. L.**
2016SoPh..291..613V
- Massive stars exploding in a He-rich circumstellar medium - IX. SN 2014av, and characterization of Type Ibn SNe
Pastorello, A. et al. (incluye a Huang, F.)
2016MNRAS.456..853P
- Measurement of the charge asymmetry in top quark pair production in p p collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV using a template method
Khachatryan, V. et al. (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93c4014K
- Measurement of the Top Quark Pair Production Cross Section in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV
Khachatryan, V. et al. (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvL.116e2002K
- Modelling the spectral energy distribution of the red giant in RS Ophiuchi: evidence for irradiation
Pavlenko, Ya. V.; **Kaminsky, B.**; **Rushton, M. T.**; **Evans, A.**; **Woodward, C. E.**; **Helton, L. A.**; **O'Brien, T. J.**; **Jones, D.**; **Elkin, V.**
2016MNRAS.456..181P

New bright optical spectrophotometric standards: A-type stars from the STIS Next Generation Spectral Library
Allende Prieto, C.; del Burgo, C.
2016MNRAS.455.3864A

No direct coupling between bending of galaxy disc stellar age and light profiles
Ruiz-Lara, T. *et al.* (incluye a Falcón-Barroso, J.)
2016MNRAS.456L..35R

On the Robustness of the Pendulum Model for Large-amplitude Longitudinal Oscillations in Prominences
Luna, M.; Terradas, J.; Khomenko, E.; Collados, M.; de Vicente, A.
2016ApJ...817..157L

Physical properties of the planetary systems WASP-45 and WASP-46 from simultaneous multiband photometry
Ciceri, S. *et al.* (incluye a Chen, G.)
2016MNRAS.456..990C

Planck intermediate results. XXIX. All-sky dust modelling with Planck, IRAS, and WISE observations
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.132P

Planck intermediate results. XXX. The angular power spectrum of polarized dust emission at intermediate and high Galactic latitudes
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.133P

Planck intermediate results. XXXII. The relative orientation between the magnetic field and structures traced by interstellar dust
Planck Collaboration *et al.*
2016A&A...586A.135P

Planck intermediate results. XXXIII. Signature of the magnetic field geometry of interstellar filaments in dust polarization maps
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.136P

Planck intermediate results. XXXIV. The magnetic field structure in the Rosette Nebula
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.137P

Planck intermediate results. XXXV. Probing the role of the magnetic field in the formation of structure in molecular clouds
Planck Collaboration *et al.*
2016A&A...586A.138P

Planck intermediate results. XXXVI. Optical identification and redshifts of Planck SZ sources with telescopes at the Canary Islands Observatories

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Barrena, R.; Ferragamo, A.; Génova-Santos, R. T.; Hempel, A.; Lietzen, H.; Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.; Streblyanska, A.; Tramonte, D.)
2016A&A...586A.139P

Planck intermediate results. XXXVII. Evidence of unbound gas from the kinetic Sunyaev-Zeldovich effect
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Génova-Santos, R. T.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.140P

Planck intermediate results. XXXVIII. E- and B-modes of dust polarization from the magnetized filamentary structure of the interstellar medium
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...586A.141P

Revisiting the classics: is [Mg/Fe] a good proxy for galaxy formation time-scales?
Martín-Navarro, I.
2016MNRAS.456L.104M

Search for Narrow Resonances Decaying to Dijets in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvL.116g1801K

Search for pair production of first and second generation leptoquarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93c2004K

Search for single production of scalar leptoquarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93c2005K

Structure of the Accretion Disk in the Lensed Quasar Q2237+0305 from Multi-epoch and Multi-wavelength Narrowband Photometry
Muñoz, J. A.; Vives-Arias, H.; Mosquera, A. M.; Jiménez-Vicente, J.; Kochanek, C. S.; Mediavilla, E.
2016ApJ...817..155M

Subpercent constraints on the cosmological temperature evolution
Avgoustidis, A.; Génova-Santos, R. T.; Luzzi, G.; Martins, C. J. A. P.
2016PhRvD..93d3521A

The ALHAMBRA Survey: Evolution of Galaxy Spectral Segregation
Hurtado-Gil, Ll. *et al.* (incluye a Aguerri, J. A. L.; Cepa, J.; Cerviño, M.)
2016ApJ...818..174H

The distribution of atomic hydrogen in EAGLE galaxies: morphologies, profiles, and H I holes
Bahé, Y. M. *et al.* (incluye a Dalla Vecchia, C.)
2016MNRAS.456.1115B

- The ELM Survey. VII. Orbital Properties of Low-Mass White Dwarf Binaries
Brown, W. R.; Gianninas, A.; Kilic, M.; Kenyon, S. J.; **Allende Prieto, C.**
2016ApJ...818..155B
- The rotation-metallicity relation for the Galactic disk as measured in the Gaia DR1 TGAS and APOGEE data
Allende Prieto, C.; Kawata, Daisuke; Cropper, Mark.
2016A&A...596A..98P
- The HerMES submillimetre local and low-redshift luminosity functions
Marchetti, L. *et al.* (incluye a **Pérez-Fournon, I.**)
2016MNRAS.456.1999M
- The IAC Stripe 82 Legacy Project: a wide-area survey for faint surface brightness astronomy
Fliri, J.; **Trujillo, I.**
2016MNRAS.456.1359F
- The planetary nebulae and H II regions in NGC 6822 revisited. Clues to AGB nucleosynthesis
García-Rojas, J.; Peña, M.; Flores-Durán, S.; Hernández-Martínez, L.
2016A&A...586A..59G
- The SDSS-III BOSS quasar lens survey: discovery of 13 gravitationally lensed quasars
More, A. *et al.* (incluye a **Streblyanska, A.**)
2016MNRAS.456.1595M
- The SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Overview and Early Data
Dawson, K. S. *et al.* (incluye a **Streblyanska, A.**)
2016AJ....151...44D
- THERMAP: a mid-infrared spectro-imager for space missions to small bodies in the inner solar system
Groussin, O. *et al.* (incluye a **Licandro, J.**; **Reyes García-Talavera, M.**; **Alí-Lagoa, V.**; **Díaz García, J. J.**; **Joven Álvarez, E.**)
2016ExA....41...95G
- WASP-135b: A Highly Irradiated, Inflated Hot Jupiter Orbiting a G5V Star
Spake, J. J. *et al.* (incluye a **Palle, E.**; **Prieto Arranz, J.**)
2016PASP..128b4401S
- 1RXS J180408.9-342058: An ultra compact X-ray binary candidate with a transient jet
Baglio, M. C.; D'Avanzo, P.; Campana, S.; Goldoni, P.; Masetti, N.; **Muñoz-Darias, T.**; Patiño-Álvarez, V.; Chavushyan, V.
2016A&A...587A.102B
- A clean sightline to quiescence: multiwavelength observations of the high Galactic latitude black hole X-ray binary Swift J1357.2-0933
Plotkin, R. M. *et al.* (incluye a **Muñoz-Darias, T.**; **Armas Padilla, M.**)
2016MNRAS.456.2707P
- A Comparative Study of Knots of Star Formation in Interacting versus Spiral Galaxies
Smith, B. J.; **Zaragoza-Cardiel, J.**; Struck, Curtis; Olmsted, Susan; Jones, Keith
2016AJ....151...63S
- A large, long-lived structure near the trojan L5 point in the post common-envelope binary SDSS J1021+1744
Irawati, P. *et al.* (incluye a **Dhillon, V. S.**)
2016MNRAS.456.2446I
- A multiwavelength view of the galaxy cluster Abell 523 and its peculiar diffuse radio source
Girardi, M.; **Boschin, W.**; Gastaldello, F.; Giovannini, G.; Govoni, F.; Murgia, M.; **Barrena, R.**; Ettori, S.; Trasatti, M.; Vacca, V.
2016MNRAS.456.2829G
- A new route to graphene starting from heavily ozonized fullerenes: Part 3 - an electron spin resonance study
Cataldo, F.; Putz, M. V.; Ursini, O.; Angelini, G.; **García-Hernández, D. A.**; **Manchado, A.**
2016FNCN...24..195C
- About the iron carbonyl complex with C60 and C70 fullerene: [Fe(CO)4(η²C60)] and [Fe(CO)4(η²C70)]
García-hernandez, D. A.; Cataldo, F.; **Manchado, A.**
2016FNCN...24..225G
- An Overmassive Dark Halo around an Ultra-diffuse Galaxy in the Virgo Cluster
Beasley, M. A.; Romanowsky, Aaron J.; Pota, Vincenzo; **Martin Navarro, I.**; Martínez Delgado, David; Neyer, Fabian; Deich, Aaron L.
2016ApJ...819L..20B
- APOGEE Kinematics. I. Overview of the Kinematics of the Galactic Bulge as Mapped By APOGEE
Ness, M. *et al.* (incluye a **García Pérez, A. E.**)
2016ApJ...819....2N
- BlackCAT: A catalogue of stellar-mass black holes in X-ray transients
Corral-Santana, J. M.; Casares, J.; **Muñoz-Darias, T.**; Bauer, F. E.; **Martínez-Pais, I. G.**; Russell, D. M.
2016A&A...587A..61C
- Circumgalactic medium of quasars: C IV absorption systems
Landoni, M.; Falomo, R.; Treves, A.; **Scarpa, R.**; Farina, E. P.
2016MNRAS.457..267L
- Companions to APOGEE Stars. I. A Milky Way-spanning Catalog of Stellar and Substellar Companion Candidates and Their Diverse Hosts
Troup, N. W. *et al.* (incluye a **García-Hernández, D. A.**; **Allende Prieto, C.**; **Zamora, O.**)
2016AJ....151...85T
- Constraining the properties of neutron star crusts with the transient low-mass X-ray binary Aql X-1
Waterhouse, A. C.; Degenaar, N.; Wijnands, R.; Brown, E. F.; Miller, J. M.; Altamirano, D.; **Linares, M.**
2016MNRAS.456.4001W

Cosmological test with the QSO Hubble diagram

López-Corredoira, M.; Melia, F.; Lusso, E.; Risaliti, G.
2016IJMPD..2550060L

Dust properties of Lyman-break galaxies at $z \sim 3$

Álvarez-Márquez, J. *et al.* (incluye a Pérez-Fournon, I.)
2016A&A...587A.122A

Early-type dwarf galaxies with multicomponent stellar structure: Are they remnants of disc galaxies strongly transformed by their environment?

Aguerri, J. A. L.
2016A&A...587A.111A

Heating of the Partially Ionized Solar Chromosphere by Waves in Magnetic Structures

Shelyag, S.; Khomenko, E.; de Vicente, A.; Przybylski, D.
2016ApJ...819L..11S

Inferring planetary obliquity using rotational and orbital photometry

Schwartz, J. C.; Sekowski, C.; Haggard, H. M.; Pallé, E.; Cowan, N. B.
2016MNRAS.457..926S

LOFAR MSSS: detection of a low-frequency radio transient in 400 h of monitoring of the North Celestial Pole

Stewart, A. J. *et al.* (incluye a Muñoz-Darias, T.)
2016MNRAS.456.2321S

Measurements of $t \bar{t}$ spin correlations and top quark polarization using dilepton final states in $p \bar{p}$ collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93e2007K

Multiwavelength Study of Quiescent States of Mrk 421 with Unprecedented Hard X-Ray Coverage Provided by NuSTAR in 2013

Baloković, M. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Carosi, A.; Clavero, R.; Colombo, E.; Fruck, C.; García López, R. J.; Hanabata, Y.; Herrera, J.; Mallot, K.; Manganaro, M.; Temnikov, P.; Tescaro, D.; Vovk, I.; Will, M.; Böttcher, M.; Bachev, R.; Blinov, D. A.)
2016ApJ...819..156B

Transit timing variation and transmission spectroscopy analyses of the hot Neptune GJ3470b

Awiphan, S. *et al.* (incluye a Dhillon, V. S.)
2016MNRAS.463.2574A

Primary Black Hole Spin in OJ 287 as Determined by the General Relativity Centenary Flare

Valtonen, M. J. *et al.* (incluye a Blay, P.)
2016ApJ...819L..37V

Prospects for high- z cluster detections with Planck, based on a follow-up of 28 candidates using MegaCam at CFHT

van der Burg, R. F. J. *et al.* (incluye a Barrena, R.; Ferragamo, A.; Rubiño-Martín, J. A.; Streblyanska, A.)
2016A&A...587A..23V

Red giant masses and ages derived from carbon and nitrogen abundances

Martig, M.; Fouesneau, Morgan; Rix, Hans-Walter; Ness, Melissa; Mészáros, Szabolcs; García-Hernández, D. A.; Pinsonneault, Marc; Serenelli, Aldo; Aguirre, Victor Silva; Zamora, O.
2016MNRAS.456.3655M

Search for dark matter and unparticles produced in association with a Z boson in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)

2016PhRvD..93e2011K

Search for excited leptons in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...03..125K

Search for Extremely Metal-poor Galaxies in the Sloan Digital Sky Survey. (II). High Electron Temperature Objects

Sánchez Almeida, J.; Pérez-Montero, E.; Morales-Luis, A. B.; Muñoz-Tuñón, C.; García-Benito, R.; Nuza, S. E.; Kitaura, F. S.
2016ApJ...819..110S

Searching for Li-rich giants in a sample of 12 open clusters. Li enhancement in two stars with substellar companions

Delgado Mena, E.; Tsantaki, M.; Sousa, S. G.; Kunitomo, M.; Adibekyan, V.; Zaworska, P.; Santos, N. C.; Israelian, G.; Lovis, C.
2016A&A...587A..66D

SN 2014J at M82 - I. A middle-class Type Ia supernova by all spectroscopic metrics

Galbany, L. *et al.* (incluye a González Hernández, J. I.; Génova-Santos, R.; Lietzen, H.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016MNRAS.457..525G

Spectral and timing evolution of the bright failed outburst of the transient black hole Swift J174510.8-262411

Santo, M. Del *et al.* (incluye a Muñoz-Darias, T.)
2016MNRAS.456.3585S

Spectral and timing evolution of the bright failed outburst of the transient black hole Swift J174510.8-262411

Del Santo, M. *et al.* (incluye a Muñoz-Darias, T.)
2016MNRAS.456.3585D

The clustering of galaxies in the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: mock galaxy catalogues for the BOSS Final Data Release

Kitaura, F.-S. *et al.* (incluye a Scóccola, C. G.)
2016MNRAS.456.4156K

The extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Variability selection and quasar luminosity function

Palanque-Delabrouille, N. *et al.* (incluye a Streblyanska, A.)
2016A&A...587A..41P

The Fe/Ni ratio in ionized nebulae: clues on dust depletion patterns

Delgado-Inglada, G.; Mesa-Delgado, A.; García-Rojas, J.; Rodríguez, M.; Esteban, C.
2016MNRAS.456.3855D

- The ISLANDS Project. I. Andromeda XVI, An Extremely Low Mass Galaxy Not Quenched by Reionization
Monelli, M. et al. (incluye a **Martínez-Vázquez, C. E.**; **Gallart, C.**; **Hidalgo, S. L.**; **Aparicio, A.**)
2016ApJ...819...147M
- The JCMT nearby galaxies legacy survey - X. Environmental effects on the molecular gas and star formation properties of spiral galaxies
Mok, A. et al. (incluye a **Knapen, J. H.**; **Sánchez-Gallego, J. R.**)
2016MNRAS.456.4384M
- The K2-ESPRINT Project III: A Close-in Super-Earth around a Metal-rich Mid-M Dwarf
Hirano, T. et al. (incluye a **Nowak, G.**; **Pallè, E.**)
2016ApJ...820...41H
- The K2-ESPRINT Project. II. Spectroscopic Follow-up of Three Exoplanet Systems from Campaign 1 of K2
Van Eylen, V. et al. (incluye a **Nowak, G.**; **Palle, E.**; **Prieto-Ar-ranz, J.**; **Deeg, H. J.**; **Montañés-Rodríguez, P.**; **Shrotriya, T. S.**)
2016ApJ...820...56V
- The nuclear dust lane of Circinus: collimation without a torus
Mezcua, M.; **Prieto, M. A.**; **Fernández-Ontiveros, J. A.**; **Tris-tram, K. R. W.**
2016MNRAS.457L...94M
- The Solar Internetwork. II. Flux Appearance and Disappear-ance Rates
Gošić, M.; **Bellot Rubio, L. R.**; **del Toro Iniesta, J. C.**; **Orozco Suárez, D.**; **Katsukawa, Y.**
2016ApJ...820...35G
- Transverse momentum spectra of inclusive b jets in pPb col-lisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV
Khachatryan, V. et al. (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhLB..754...59K
- Visible spectroscopy of the Polana-Eulalia family complex: Spectral homogeneity
de León, J. et al. (incluye a **Licandro, J.**; **Morate, D.**)
2016Icar..266...57D
- X-Ray Absorption, Nuclear Infrared Emission, and Dust Covering Factors of AGNs: Testing Unification Schemes
Mateos, S. et al. (incluye a **Asensio Ramos, A.**; **Ramos Almeida, C.**)
2016ApJ...819...166M
- X-ray long-term variations in the low-luminosity AGN NGC 835 and its circumnuclear emission
González-Martín, O.; **Hernández-García, L.**; **Masegosa, J.**; **Márquez, I.**; **Rodríguez-Espinosa, J. M.**; **Acosta-Pulido, J. A.**; **Alonso-Herrero, A.**; **Dultzin, D.**; **Esparza Arredondo, D.**
2016A&A...587A...1G
- Activity from the Be/X-ray binary system V0332+53 during its intermediate-luminosity outburst in 2008
Caballero-García, M. D.; **Camero-Arranz, A.**; **Özbey Arabacı, M.**; **Zurita, C.**; **Suso, J.**; **Gutiérrez-Soto, J.**; **Beklen, E.**; **Kiaeerad, F.**; **Garrido, R.**; **Hudec, R.**
2016A&A...589A...9C
- Ages of LMC star clusters using ASAD2
Asa'd, R. S.; **Vazdekis, A.**; **Zeinelabdin, S.**
2016MNRAS.457.2151A
- Carbon stars in the X-Shooter Spectral Library
Gonneau, A. et al. (incluye a **Falcón-Barroso, J.**; **Vazdekis, A.**)
2016A&A...589A...36G
- Chemical history of isolated dwarf galaxies of the Local Group - I. dSphs: Cetus and Tucana
Avila-Vergara, N.; **Carigi, L.**; **Hidalgo, S. L.**; **Durazo, R.**
2016MNRAS.457.4012A
- Departure from the constant-period ephemeris for the transiting exoplanet WASP-12
Maciejewski, G. et al. (incluye a **Nowak, G.**; **Pallé, E.**; **Ting-ley, B.**)
2016A&A...588L...6M
- Discovery of a massive supercluster system at $z \sim 0.47$
Lietzen, H.; **Tempel, E.**; **Liivamägi, L. J.**; **Montero-Dorta, A.**; **Ei-nasto, M.**; **Streblyanska, A.**; **Maraston, C.**; **Rubiño-Martín, J. A.**; **Saar, E.**
2016A&A...588L...4L
- Discovery of an Ultra-diffuse Galaxy in the Pisces—Perseus Supercluster
Martínez-Delgado, D. et al. (incluye a **Fliri, J.**)
2016AJ....151...96M
- Evolution of Balmer jump selected galaxies in the ALHAM-BRA survey
Troncoso Iribarren, P. et al. (incluye a **Cerviño, M.**)
2016A&A...588A.132T
- Gas inflow and metallicity drops in star-forming galaxies
Ceverino, D.; **Sánchez Almeida, J.**; **Muñoz Tuñón, C.**; **Dekel, Avishai**; **Elmegreen, Bruce G.**; **Elmegreen, Debra M.**; **Primack, Joel.**
2016MNRAS.457.2605C
- Gaussian covariance matrices for anisotropic galaxy cluster-ing measurements
Grieb, J. N.; **Sánchez, Ariel G.**; **Salazar-Albornoz, Salvador**; **Dalla Vecchia, C.**
2016MNRAS.457.1577G
- Gray transits of WD 1145+017 over the visible band
Alonso, R.; **Rappaport, S.**; **Deeg, H. J.**; **Palle, E.**
2016A&A...589L...6A
- La orientación como una señal de identidad cultural: las igle-sias históricas de Lanzarote
Gangui, A.; **González García, A.C.**; **Perera Betancort, M.A.**; **Belmonte, J.A.**
no tiene DOI
- M Dwarf Flare Continuum Variations on One-second Timescales: Calibrating and Modeling of ULTRACAM Flare Color Indices
Kowalski, A. F.; **Mathioudakis, Mihalis**; **Hawley, Suzanne L.**; **Wisniewski, John P.**; **Dhillon, V. S.**; **Marsh, Tom R.**; **Hilton, Eric J.**; **Brown, Benjamin P.**
2016ApJ...820...95K

Magnetic activity cycles in solar-like stars: The cross-correlation technique of p-mode frequency shifts

Régulo, C.; García, R. A.; Ballot, J.
2016A&A...589A.103R

Magnetic variability in the young solar analog KIC 10644253. Observations from the Kepler satellite and the HERMES spectrograph

Salabert, D. *et al.* (incluye a Régulo, C.; Pérez Hernández, F.; Corsaro, E.; Pallé, P. L.)
2016A&A...589A.118S

Measurement of differential and integrated fiducial cross sections for Higgs boson production in the four-lepton decay channel in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...04..005K

Measurement of Long-Range Near-Side Two-Particle Angular Correlations in p p Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvL.116q2302K

Measurement of the top quark mass using proton-proton data at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93g2004K

Measurement of top quark polarisation in t-channel single top quark production

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...04..073K

MILES extended: Stellar population synthesis models from the optical to the infrared

Röck, B.; Vazdekis, A.; Ricciardelli, E.; Peletier, R. F.; Knapen, J. H.; Falcón-Barroso, J.
2016A&A...589A..73R

Molecular gas in low-metallicity starburst galaxies: Scaling relations and the CO-to-H₂ conversion factor

Amorín, R.; Muñoz-Tuñón, C.; Aguerri, J. A. L.; Planesas, P.
2016A&A...588A..23A

nIFTy galaxy cluster simulations - I. Dark matter and non-radiative models

Sembolini, F. *et al.* (incluye a Dalla Vecchia, C.)
2016MNRAS.457.4063S

Transmission spectroscopy of the inflated exoplanet WASP-52b, and evidence for a bright region on the stellar surface

Kirk, J.; Wheatley, P. J.; Louden, T.; Littlefair, S. P.; Copperwheat, C. M.; Armstrong, D. J.; Marsh, T. R.; Dhillon, V. S.
2016MNRAS.463.2922K

On the nature of the most obscured C-rich AGB stars in the Magellanic Clouds

Ventura, P.; Karakas, A. I.; Dell'Agli, F.; García-Hernández, D. A.; Boyer, M. L.; Di Criscienzo, M.
2016MNRAS.457.1456V

Planet Hunters IX. KIC 8462852 - where's the flux?

Boyajian, T. S. *et al.* (incluye a Deeg, H. J.; Nespral, D.)
2016MNRAS.457.3988B

Probing the Dragonfish star-forming complex: the ionizing population of the young massive cluster Mercer 30

de la Fuente, D. *et al.* (incluye a Herrero, A.)
2016A&A...589A..69D

Radial constraints on the initial mass function from TiO features and Wing-Ford band in early-type galaxies

La Barbera, F.; Vazdekis, A.; Ferreras, Ignacio; Pasquali, Anna; Cappellari, Michele; Martín-Navarro, I.; Schönebeck, Frederik; Falcón-Barroso, J.
2016MNRAS.457.1468L

Recent SFR calibrations and the constant SFR approximation

Cerviño, M.; Bongiovanni, A.; Hidalgo, S.
2016A&A...589A.108C

Search for anomalous single top quark production in association with a photon in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...04..035K

Search for heavy Majorana neutrinos in $e^{\pm}e^{\pm}$ jets and $e^{\pm}\mu^{\pm}$ jets events in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...04..169K

Search for $W \rightarrow \tau$ decaying to tau lepton and neutrino in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..755..196K

Searches for a heavy scalar boson H decaying to a pair of 125 GeV Higgs bosons hh or for a heavy pseudoscalar boson A decaying to Zh, in the final states with $h \rightarrow \tau\tau$

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..755..217K

Searching for filaments and large-scale structure around DAFT/FADA clusters

Durret, F.; Márquez, I.; Acebrón, A.; Adami, C.; Cabrera-Lavers, A.; Capelato, H.; Martinet, N.; Sarron, F.; Ulmer, M. P.
2016A&A...588A..69D

Solar Prominences Embedded in Flux Ropes: Morphological Features and Dynamics from 3D MHD Simulations

Terradas, J.; Soler, R.; Luna, M.; Oliver, R.; Ballester, J. L.; Wright, A. N.
2016ApJ...820..125T

Space Telescope and Optical Reverberation Mapping Project. III. Optical Continuum Emission and Broadband Time Delays in NGC 5548

Fausnaugh, M. M. *et al.* (incluye a Geier, S.)
2016ApJ...821...56F

Spatially Resolved Star Formation Main Sequence of Galaxies in the CALIFA Survey

Cano-Díaz, M. *et al.* (incluye a Falcón-Barroso, J.)
2016ApJ...821L..26C

Spin-up of massive classical bulges during secular evolution

Saha, K.; Gerhard, O.; Martínez-Valpuesta, I.
2016A&A...588A..42S

Star formation and black hole accretion activity in rich local clusters of galaxies

Bianconi, M.; Marleau, F. R.; Fadda, D.
2016A&A...588A.105B

Star formation rates in luminous quasars at $2 < z < 3$

Harris, K. *et al.*
2016MNRAS.457.4179H

Testing the asymptotic relation for period spacings from mixed modes of red giants observed with the Kepler mission

Buysschaert, B.; Beck, P. G.; Corsaro, E.; Christensen-Dalsgaard, J.; Aerts, C.; Arentoft, T.; Kjeldsen, H.; García, R. A.; Silva Aguirre, V.; Degroote, P.
2016A&A...588A..82B

The APOSTLE simulations: solutions to the Local Group's cosmic puzzles

Sawala, T. *et al.* (incluye a Dalla-Vecchia, C.)
2016MNRAS.457.1931S

The central parsecs of M87: jet emission and an elusive accretion disc

Prieto, M. A.; Fernández-Ontiveros, J. A.; Markoff, S.; Espada, D.; González-Martín, O.
2016MNRAS.457.3801P

The EAGLE simulations of galaxy formation: Public release of halo and galaxy catalogues

McAlpine, S. *et al.* (incluye a Dalla Vecchia, C.)
2016A&C....15...72M

The fate of high-redshift massive compact galaxies

de la Rosa, I. G.; La Barbera, Francesco; Ferreras, Ignacio; Sánchez Almeida, J.; Dalla Vecchia, C.; Martínez-Valpuesta, I.; Stringer, M.
2016MNRAS.457.1916D

The GAPS programme with HARPS-N at TNG. XI. Pr 0211 in M 44: the first multi-planet system in an open cluster

Malavolta, L. *et al.* (incluye a Aparicio, A.; González Hernández, J. I.)
2016A&A...588A.118M

The GTC exoplanet transit spectroscopy survey. III. No asymmetries in the transit of CoRoT-29b

Pallé, E. *et al.* (incluye a Chen, G.; Alonso, R.; Nowak, G.; Deeg, H.; Hoyer, S.; Prieto-Arranz, J.; Nespral, D.; Cabrera Lavers, A.)
2016A&A...589A..62P

The HERMES solar atlas and the spectroscopic analysis of the seismic solar analogue KIC 3241581

Beck, P. G.; Allende Prieto, C.; Van Reeth, T.; Tkachenko, A.; Raskin, G.; van Winkel, H.; do Nascimento, J.-D., Jr.; Salabert, D.; Corsaro, E.; García, R. A.
2016A&A...589A..27B

The Kennicutt-Schmidt Relation in Extremely Metal-Poor Dwarf Galaxies

Filho, M. E.; Sánchez Almeida, J.; Amorín, R.; Muñoz-Tuñón, C.; Elmegreen, B. G.; Elmegreen, D. M.
2016ApJ...820..109F

The Penn State - Toruń Centre for Astronomy Planet Search stars (Corrigendum). III. The sample of evolved stars

Niedzielski, A.; Deka-Szymankiewicz, B.; Adamczyk, M.; Adamów, M.; Nowak, G.; Wolszczan, A.
2016A&A...589C...1N

Tracking Advanced Planetary Systems (TAPAS) with HARPS-N. III. HD 5583 and BD+15 2375 - two cool giants with warm companions

Niedzielski, A.; Villaver, E.; Nowak, G.; Adamów, M.; Kowalik, K.; Wolszczan, A.; Deka-Szymankiewicz, B.; Adamczyk, M.; Maciejewski, G.
2016A&A...588A..62N

Warm ionized gas in CALIFA early-type galaxies. 2D emission-line patterns and kinematics for 32 galaxies

Gomes, J. M. *et al.* (incluye a Falcón-Barroso, J.)
2016A&A...588A..68G

Young Galaxy Candidates in the Hubble Frontier Fields. III. MACS J0717.5+3745

Laporte, N. *et al.* (incluye a Marques-Chaves, R.; Pérez-Fournon, I.; Streblyanska, A.)
2016ApJ...820...98L

A pulsation analysis of K2 observations of the subdwarf B star PG 1142-037 during Campaign 1: A subsynchronously rotating ellipsoidal variable

Reed, M. D. *et al.* (incluye a Blay, P.)
2016MNRAS.458.1417R

A search for hydrogenated fullerenes in fullerene-containing planetary nebulae

Díaz-Luis, J. J.; García-Hernández, D. A.; Machado, A.; Cataldo, F.
2016A&A...589A...5D

Active Region Filaments Might Harbor Weak Magnetic Fields

Díaz Baso, C. J.; Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.
2016ApJ...822...50D

ALMA Resolves the Torus of NGC 1068: Continuum and Molecular Line Emission

García-Burillo, S. *et al.* (incluye a Ramos Almeida, C.)
2016ApJ...823L..12G

An irradiated brown-dwarf companion to an accreting white dwarf

Hernández Santisteban, J. V.; Knigge, Christian; Littlefair, Stuart P.; Breton, Rene P.; Dhillon, V. S.; Gänsicke, Boris T.; Marsh, Thomas R.; Pretorius, Magaretha L.; Southworth, John; Hauschildt, Peter H.
2016Natur.533..366S

An irradiated brown-dwarf companion to an accreting white dwarf

Hernández Santisteban, J. V.; Knigge, Christian; Littlefair, Stuart P.; Breton, Rene P.; Dhillon, V. S.; Gänsicke, Boris T.; Marsh, Thomas R.; Pretorius, Magaretha L.; Southworth, John; Hauschildt, Peter H.
2016Natur.533..366H

Candidate Gravitationally Lensed Dusty Star-forming Galaxies in the Herschel Wide Area Surveys
Nayyeri, H. *et al.* (incluye a Baker, A. J.; Chapman, S. C.; Marques-Chaves, R.; Martínez-Navajas, P. I.; Perez-Fournon, I.)
2016ApJ...823...17N

Carbon and oxygen abundance gradients in NGC 300 and M33 from optical recombination lines
Toribio San Cipriano, L.; García-Rojas, J.; Esteban, C.; Bresolin, F.; Peimbert, M.
2016MNRAS.458.1866T

Cosmic variance in [O/Fe] in the Galactic disk
Bertran de Lis, S. *et al.* (incluye a Allende Prieto, C.; Carrera, R.; García Pérez, A. E.)
2016A&A...590A..74B

Deep observation of the NGC 1275 region with MAGIC: search of diffuse γ -ray emission from cosmic rays in the Perseus cluster
Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016A&A...589A..33A

Deep spectroscopy of nearby galaxy clusters - I. Spectroscopic luminosity function of Abell 85
Agulli, I.; Aguerri, J. A. L.; Sánchez-Janssen, R.; Dalla Vecchia, C.; Diaferio, A.; Barrena, R.; Dominguez Palmero, L.; Yu, H.
2016MNRAS.458.1590A

Earth's albedo variations 1998-2014 as measured from ground-based earthshine observations
Palle, E. *et al.* (incluye a Montañés-Rodríguez, P.; Gonzalez-Merino, B.; Martínez Lombilla, C.; Jimenez-Ibarra, F.; Sanroma, E.; Hulist, A.; Miles-Paez, P.; Murgas, F.; Nowak, G.)
2016GeoRL..43.4531P

GU Monocerotis: A high-mass eclipsing overcontact binary in the young open cluster Dolidze 25
Lorenzo, J.; Negueruela, I.; Vilardell, F.; Simón-Díaz, S.; Pastor, P.; Méndez Majuelos, M.
2016A&A...590A..45L

High ionisation absorption in low mass X-ray binaries
Ponti, G.; Bianchi, S.; Muñoz-Darias, T.; De, K.; Fender, R.; Merloni, A.
2016AN....337..512P

How different are the Liège and Hamburg atlases of the solar spectrum?
Doerr, H.-P.; Vitas, N.; Fabbian, D.
2016A&A...590A.118D

Hunting down systematics in baryon acoustic oscillations after cosmic high noon
Prada, F.; Scóccola, C. G.; Chuang, Chia-Hsun; Yepes, Gustavo; Klypin, Anatoly A.; Kitaura, Francisco-Shu; Gottlöber, Stefan; Zhao, Cheng.
2016MNRAS.458..613P

H α kinematics of S4G spiral galaxies - III. Inner rotation curves
Erroz-Ferrer, S. *et al.* (incluye a Knapen, J. H.; Leaman, R.; Martínez-Valpuesta, I.)
2016MNRAS.458.1199E

Inversion of Stokes profiles with systematic effects
Asensio Ramos, A.; de la Cruz Rodríguez, J.; Martínez González, M. J.; Pastor Yabar, A.
2016A&A...590A..87A

UV-extended E-MILES stellar population models: young components in massive early-type galaxies
Vazdekis, A.; Koleva, M.; Ricciardelli, E.; Röck, B.; Falcón-Barroso, J.
2016MNRAS.463.3409V

WASP-92b, WASP-93b and WASP-118b: three new transiting close-in giant planets
Hay, K. L. *et al.* (incluye a Pallé, E.; Prieto-Arranz, J.)
2016MNRAS.463.3276H

Lifecycle of a large-scale polar coronal pseudostreamer/cavity system
Guennou, C.; Rachmeler, Laurel; Seaton, Daniel; Auchère, Frédéric
2016FrASS...3...14G

MAGIC observations of the February 2014 flare of 1ES 1011+496 and ensuing constraint of the EBL density
Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Clavero, R.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Manganaro, M.; Tesaro, D.; Will, M.)
2016A&A...590A..24A

Mass Ratio Determination from H α Lines in Black Hole X-Ray Transients
Casares, J.
2016ApJ...822...99C

Measurement of the top quark mass using charged particles in p p collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..93i2006K

Multifrequency studies of galaxies and groups. I. Environmental effect on galaxy stellar mass and morphology
Poudel, A.; Heinämäki, P.; Nurmi, P.; Teerikorpi, P.; Tempel, E.; Lietzen, H.; Einasto, M.
2016A&A...590A..29P

On the red giant branch mass loss in 47 Tucanae: Constraints from the horizontal branch morphology
Salaris, M.; Cassisi, S.; Pietrinferni, A.
2016A&A...590A..64S

On the redshift of the very high-energy gamma-ray BL Lac object S2 0109+22
Paiano, S.; Landoni, M.; Falomo, R.; Scarpa, R.; Treves, A.
2016MNRAS.458.2836P

Probing O-enrichment in C-rich dust planetary nebulae
García-Hernández, D. A.; Ventura, P.; Delgado-Inglada, G.; Dell'Agli, F.; Di Criscienzo, M.; Yagüe, A.
2016MNRAS.458L.118G

Pulsating hot O subdwarfs in ω Centauri: mapping a unique instability strip on the extreme horizontal branch
Randall, S. K. *et al.* (incluye a Monelli, M.; Dhillon, V. S.)
2016A&A...589A...1R

- Search for supersymmetry in p p collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV in final states with boosted W bosons and b jets using razor variables
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhRvD..93i2009K
- Seismic Holography of the Solar Interior near the Maximum and Minimum of Solar Activity
Díaz Alfaro, M.; **Pérez Hernández, F.**; **González Hernández, I.**; **Hartlep, T.**
2016SoPh..291.1323D
- Simulated interaction of magnetohydrodynamic shock waves with a complex network-like region
Santamaria, I. C.; **Khomenko, E.**; **Collados, M.**; **de Vicente, A.**
2016A&A...590L...3S
- Solo dwarfs I: survey introduction and first results for the Sagittarius dwarf irregular galaxy
Higgs, C. R.; **McConnachie, A. W.**; **Irwin, M.**; **Bate, N. F.**; **Lewis, G. F.**; **Walker, M. G.**; **Côté, P.**; **Venn, K.**; **Battaglia, G.**
2016MNRAS.458.1678H
- Spectroscopic survey of γ Doradus stars - I. Comprehensive atmospheric parameters and abundance analysis of γ Doradus stars
Kahraman Aliçavuş, F. *et al.* (incluye a **Uytterhoeven, K.**)
2016MNRAS.458.2307K
- The ACS LCID Project. XI. On the Early Time Resolution of SFHs of Local Group Dwarf Galaxies: Comparing the Effects of Reionization in Models with Observations
Aparicio, A. *et al.* (incluye a **Hidalgo, S. L.**; **Cassisi, Santi**; **Gallart, C.**; **Monelli, M.**)
2016ApJ...823....9A
- The Berlin Exoplanet Search Telescope II Catalog of Variable Stars. II. Characterization of the CoRoT SRc02 Field
Klagyivik, P. *et al.*
2016AJ....151..110K
- The Cool Surge Following Flux Emergence in a Radiation-MHD Experiment
Nóbrega-Siverio, D.; **Moreno-Insertis, F.**; **Martínez-Sykora, J.**
2016ApJ...822....18N
- The crowded magnetosphere of the post-common-envelope binary QS Virginis
Parsons, S. G. *et al.* (incluye a **Dhillon, V. S.**)
2016MNRAS.458.2793P
- The featureless and non-variable optical spectral energy distribution of AXP 4U 0142+61
Muñoz-Darias, T.; **de Ugarte Postigo, A.**; **Casares, J.**
2016MNRAS.458L.114M
- The Galactic O-Star Spectroscopic Survey (GOSSS). III. 142 Additional O-type Systems
Maíz Apellániz, J. *et al.* (incluye a **Simón-Díaz, S.**; **Herrero, A.**)
2016ApJS..224....4M
- The Hubble Space Telescope UV Legacy Survey of Galactic Globular Clusters. VII. Implications from the Nearly Universal Nature of Horizontal Branch Discontinuities
Brown, T. M. *et al.* (incluye a **Aparicio, A.**)
2016ApJ...822...44B
- The Low Redshift survey at Calar Alto (LoRCA)
Comparat, J. *et al.* (incluye a **Pellejero-Ibanez, M.**)
2016MNRAS.458.2940C
- The OCCASO survey: presentation and radial velocities of 12 Milky Way open clusters
Casamiquela, L. *et al.* (incluye a **Carrera, R.**; **Hidalgo, S. L.**; **Martínez-Vázquez, C. E.**; **Murabito, S.**; **Aparicio, A.**; **Gallart, C.**)
2016MNRAS.458.3150C
- The possible origin of facular brightness in the solar atmosphere
Kostik, R.; **Khomenko, E.**
2016A&A...589A...6K
- The R136 star cluster dissected with Hubble Space Telescope/STIS. I. Far-ultraviolet spectroscopic census and the origin of He II $\lambda 1640$ in young star clusters
Crowther, P. A. *et al.* (incluye a **Herrero, A.**)
2016MNRAS.458..624C
- The Veritas and Themis asteroid families: 5-14 μm spectra with the Spitzer Space Telescope
Landsman, Z. A.; **Licandro, J.**; **Campins, H.**; **Ziffer, J.**; **de Prá, M.**; **Cruikshank, D. P.**
2016Icar..269...62L
- Tracking Advanced Planetary Systems (TAPAS) with HARPS-N. IV. TYC 3667-1280-1: The most massive red giant star hosting a warm Jupiter
Niedzielski, A.; **Villaver, E.**; **Nowak, G.**; **Adamów, M.**; **Maciejewski, G.**; **Kowalik, K.**; **Wolszczan, A.**; **Deka-Szymankiewicz, B.**; **Adamczyk, M.**
2016A&A...589L...1N
- Variable Stars in the Field of the Hydra II Ultra-faint Dwarf Galaxy
Vivas, A. K. *et al.* (incluye a **Gallart, C.**)
2016AJ....151..118V
- An optical transmission spectrum of the giant planet WASP-36 b
Mancini, L.; **Kemmer, J.**; **Southworth, J.**; **Bott, K.**; **Mollière, P.**; **Ciceri, S.**; **Chen, G.**; **Henning, Th.**
2016MNRAS.459.1393M
- ASPCAP: The APOGEE Stellar Parameter and Chemical Abundances Pipeline
García Pérez, A. E. *et al.* (incluye a **Allende Prieto, C.**; **Carrera, R.**; **García-Hernández, D. A.**; **Zamora, O.**)
2016AJ....151..144G
- Asteroseismology of 19 low-luminosity red giant stars from Kepler
Pérez Hernández, F.; **García, R. A.**; **Corsaro, E.**; **Triana, S. A.**; **De Ridder, J.**
2016A&A...591A..99P

Balloon-Borne Submillimeter Polarimetry of the Vela C Molecular Cloud: Systematic Dependence of Polarization Fraction on Column Density and Local Polarization-Angle Dispersion

Fissel, L. M. *et al.* (incluye a Poidevin, F.)
2016ApJ...824..134F

Beyond 31 mag arcsec⁻²: The Frontier of Low Surface Brightness Imaging with the Largest Optical Telescopes

Trujillo, I.; Fliri, J.
2016ApJ...823..123T

Chemical abundances in the multiple sub-giant branch of 47 Tucanae: insights on its faint sub-giant branch component

Marino, A. F. *et al.* (incluye a Aparicio, A.)
2016MNRAS.459..610M

CNO behaviour in planet-harbouring stars. I. Nitrogen abundances in stars with planets

Suárez-Andrés, L.; Israelian, G.; González Hernández, J. I.; Adibekyan, V. Zh.; Delgado Mena, E.; Santos, N. C.; Sousa, S. G.
2016A&A...591A..69S

Damping of prominence longitudinal oscillations due to mass accretion

Ruderman, M. S.; Luna, M.
2016A&A...591A.131R

Deep MUSE observations in the HDFs. Morpho-kinematics of distant star-forming galaxies down to 108Mpc

Contini, T. *et al.* (incluye a Martinsson, T.)
2016A&A...591A..49C

Differences between the Pallas collisional family and similarly sized B-type asteroids

Alí-Lagoa, V.; Licandro, J.; Gil-Hutton, R.; Cañada-Assandri, M.; Delbo', M.; de León, J.; Campins, H.; Pinilla-Alonso, N.; Kelley, M. S. P.; Hanuš, J.
2016A&A...591A..14A

Doppler Monitoring of Five K2 Transiting Planetary Systems

Dai, F. *et al.* (incluye a Nowak, G.; Palle, E.)
2016ApJ...823..115D

Furiously fast and red: sub-second optical flaring in V404 Cyg during the 2015 outburst peak

Gandhi, P. *et al.* (incluye a Dhillon, V. S.; Casares, J.; Muñoz-Darias, T.; Shahbaz, T.)
2016MNRAS.459..554G

Imaging the Elusive H-poor Gas in the High adf Planetary Nebula NGC 6778

García-Rojas, J.; Corradi, R. L. M.; Monteiro, H.; Jones, D.; Rodríguez-Gil, P.; Cabrera-Lavers, A.
2016ApJ...824L..27G

Inclusive and differential measurements of the t t bar charge asymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..757..154K

Insights into the emission of the blazar 1ES 1011+496 through unprecedented broadband observations during 2011 and 2012

Aleksić, J. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Kadenius, V.; Tescaro, D.; Will, M.)
2016A&A...591A..10A

Measurement of the CP-violating weak phase ϕ_s and the decay width difference $\Delta\Gamma_s$ using the $B_s^0 \rightarrow J/\psi \phi$ (1020) decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..757...97K

Mid-infrared imaging- and spectro-polarimetric subarcsecond observations of NGC 1068

Lopez-Rodriguez, E. *et al.* (incluye a Álvarez, C. A.; Rodríguez Espinosa, J. M.; Ramos Almeida, C.)
2016MNRAS.458.3851L

Multiwavelength study of the fast rotating supergiant high-mass X-ray binary IGR J16465-4507

Chaty, S.; LeReun, A.; Negueruela, I.; Coleiro, A.; Castro, N.; Simón-Díaz, S.; Zurita Heras, J. A.; Goldoni, P.; Goldwurm, A.
2016A&A...591A..87C

Near-infrared colors of minor planets recovered from VISTA-VHS survey (MOVIS)

Popescu, M.; Licandro, J.; Morate, D.; de León, J.; Nedelcu, D. A.; Rebolo, R.; McMahon, R. G.; Gonzalez-Solares, E.; Irwin, M.
2016A&A...591A.115P

nIFTy galaxy cluster simulations - IV. Quantifying the influence of baryons on halo properties

Cui, W. *et al.* (incluye a Dalla Vecchia, C.)
2016MNRAS.458.4052C

No evidence for large-scale outflows in the extended ionized halo of ULIRG Mrk273

Spence, R. A. W.; Zaurín, J. Rodríguez; Tadhunter, C. N.; Rose, M.; Cabrera-Lavers, A.; Spoon, H.; Muñoz-Tuñón, C.
2016MNRAS.459L..16S

Observational Detection of Drift Velocity between Ionized and Neutral Species in Solar Prominences

Khomenko, E.; Collados, M.; Díaz, A. J.
2016ApJ...823..132K

Precision Ephemerides for Gravitational Wave Searches. II. Cyg X-2

Premachandra, S. S.; Galloway, D. K.; Casares, J.; Steeghs, D. T.; Marsh, T. R.
2016ApJ...823..106P

Radial Motions in Disk Stars: Ellipticity or Secular Flows?

López-Corredoira, M.; González-Fernández, C.
2016AJ....151..165L

Regulation of black-hole accretion by a disk wind during a violent outburst of V404 Cygni

Muñoz-Darias, T.; Casares, J.; Sánchez, D. Mata; Fender, R. P.; Padilla, M. Armas; Linares, M.; Ponti, G.; Charles, P. A.; Mooley, K. P.; Rodriguez, J.
2016Natur.534...75M

- Roche tomography of cataclysmic variables - VII. The long-term magnetic activity of AE Aqr
 Hill, C. A.; Watson, C. A.; Steeghs, D.; **Dhillon, V. S.; Shahbaz, T.**
2016MNRAS.459.1858H
- Rotating Stars and the Formation of Bipolar Planetary Nebulae. II. Tidal Spin-up
 García-Segura, G.; Villaver, E.; **Manchado, A.**; Langer, N.; Yoon, S.-C.
2016ApJ...823..142G
- Ruling out the Orbital Decay of the WASP-43b Exoplanet
Hoyer, S.; **Pallé, E.**; Dragomir, D.; Murgas, F.
2016AJ....151..137H
- Search for pair-produced vectorlike B quarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhRvD..93k2009K
- Search for supersymmetry in events with a photon, a lepton, and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016PhLB..757....6K
- Search for the associated production of a Higgs boson with a single top quark in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
2016JHEP...06..177K
- Search for VHE gamma-ray emission from Geminga pulsar and nebula with the MAGIC telescopes
 Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Clavero, R.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Manganaro, M.**; **Vanzo, G.**; **Will, M.**)
2016A&A...591A.138A
- Space Telescope and Optical Reverberation Mapping Project. IV. Anomalous Behavior of the Broad Ultraviolet Emission Lines in NGC 5548
 Goad, M. R. *et al.* (incluye a **Geier, S.**)
2016ApJ...824...11G
- Submillimeter Polarization Spectrum in the Vela C Molecular Cloud
 Gandilo, N. N. *et al.* (incluye a **Poidevin, F.**)
2016ApJ...824...84G
- Super-orbital variability of LS I +61°303 at TeV energies
 Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Clavero, R.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Manganaro, M.**; **Tescaro, D.**; **Will, M.**)
2016A&A...591A..76A
- The BOSS Emission-line Lens Survey. III. Strong Lensing of Ly α Emitters by Individual Galaxies
 Shu, Y. *et al.* (incluye a **Pérez-Fournon, I.**; **Marques-Chaves, R.**)
2016ApJ...824...86S
- The nuclear and integrated far-infrared emission of nearby Seyfert galaxies
 García-González, J. *et al.* (incluye a **Ramos-Almeida, C.**; **Acosta-Pulido, J. A.**)
2016MNRAS.458.4512G
- The Stellar Counterparts of COmpact high velocity clouds (SECCO) survey. II. Sensitivity of the survey and the atlas of synthetic dwarf galaxies
 Beccari, G.; Bellazzini, M.; **Battaglia, G.**; Ibata, R.; Martin, N.; Testa, V.; Cignoni, M.; Correnti, M.
2016A&A...591A..56B
- Towards universal hybrid star formation rate estimators
 Boquien, M. *et al.* (incluye a **Tabatabaei, F.**)
2016A&A...591A...6B
- Two Hot Jupiters from K2 Campaign 4
 Johnson, M. C. *et al.* (incluye a **Deeg, H. J.**; **Nespral, D.**; **Palle, E.**; **Prieto-Arranz, J.**)
2016AJ....151..171J
- Type-II surface brightness profiles in edge-on galaxies produced by flares
Borlaff, A.; Eliche-Moral, M. C.; Beckman, J.; Font, J.
2016A&A...591L...7B
- Vortex waves in sunspots
 López Ariste, A.; Centeno, R.; **Khomenko, E.**
2016A&A...591A..63L
- X-ray spectral properties of the AGN sample in the northern XMM-XXL field
 Liu, Z.; Merloni, Andrea; Georgakakis, Antonis; Menzel, Marie-Luise; Buchner, Johannes; Nandra, Kirpal; Salvato, Mara; Shen, Yue; Brusa, Marcella; **Streblyanska, A.**
2016MNRAS.459.1602L
- ζ 2 Reticuli, its debris disk, and its lonely stellar companion ζ 1 Ret. Different Tc trends for different spectra
 Adibekyan, V. *et al.* (incluye a **González Hernández, J. I.**; **Israelian, G.**; **Suárez-Andrés, L.**)
2016A&A...591A..34A
- A “high-hard” outburst of the black hole X-ray binary GS 1354-64
 Koljonen, K. I. I.; Russell, D. M.; Corral-Santana, J. M.; **Armas Padilla, M.**; **Muñoz-Darias, T.**; Lewis, F.; Coriat, M.; Bauer, F. E.
2016MNRAS.460..942K
- A new VLA/e-MERLIN limit on central images in the gravitational lens system CLASS B1030+074
 Quinn, J. *et al.* (incluye a **Pérez-Fournon, I.**)
2016MNRAS.459.2394Q
- Analysis of spatially deconvolved polar faculae
 Quintero Noda, C.; Suematsu, Y.; Ruiz Cobo, B.; Shimizu, T.; **Asensio Ramos, A.**
2016MNRAS.460..956Q

Chemical Tagging in the SDSS-III/APOGEE Survey: New Identifications of Halo Stars with Globular Cluster Origins
Martell, S. L.; Shetrone, Matthew D.; Lucatello, Sara; Schiavon, Ricardo P.; Mészáros, Szabolcs; Allende Prieto, C.; García Hernández, D. A.; Beers, Timothy C.; Nidever, David L.
2016ApJ...825..146M

Detailed study of the microwave emission of the supernova remnant 3C 396
Cruciani, A. *et al.* (incluye a Genova-Santos, R.; Rubino-Martin, J. A.)
2016MNRAS.459.4224C

Disc-jet coupling in the Terzan 5 neutron star X-ray binary EXO 1745-248
Tetarenko, A. J. *et al.* (incluye a Linares, M.)
2016MNRAS.460..345T

Energetic characterisation and statistics of solar coronal brightenings
Joulin, V.; Buchlin, E.; Solomon, J.; Guennou, C.
2016A&A...591A.148J

Hubble Space Telescope Observations of Accretion-Induced Star Formation in the Tadpole Galaxy Kiso 5639
Elmegreen, D. M.; Elmegreen, B. G.; Sánchez Almeida, J.; Muñoz-Tuñón, C.; Mendez-Abreu, Jairo; Gallagher, John S.; Rafelski, Marc; Filho, M.; Ceverino, Daniel.
2016ApJ...825..145E

Investigating the peculiar emission from the new VHE gamma-ray source H1722+119
Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Clavero, R.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Manganaro, M.; Will, M.)
2016MNRAS.459.3271A

Ionized outflows in luminous type 2 AGNs at $z < 0.6$: no evidence for significant impact on the host galaxies
Villar-Martín, M.; Arribas, S.; Emonts, B.; Humphrey, A.; Tadhunter, C.; Bessiere, P.; Cabrera Lavers, A.; Ramos Almeida, C.
2016MNRAS.460..130V

Localization and Broadband Follow-up of the Gravitational-wave Transient GW150914
Abbott, B. P. *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Serra-Ricart, M.; Israelian, G.)
2016ApJ...826L..13A

Measurement of spin correlations in $t\bar{t}$ production using the matrix element method in the muon+jets final state in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..758..321K

Multiwavelength observations of the blazar 1ES 1011+496 in Spring 2008
Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Clavero, R.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Manganaro, M.; Tescaro, D.; Will, M.)
2016MNRAS.459.2286A

Near-Earth asteroid (3200) Phaethon: Characterization of its orbit, spin state, and thermophysical parameters
Hanuš, J. *et al.* (incluye a Licandro, J.)
2016A&A...592A..34H

No sign (yet) of intergalactic globular clusters in the Local Group
Mackey, A. D.; Beasley, M. A.; Leaman, R.
2016MNRAS.460L.114M

Numerical simulations of magnetic Kelvin-Helmholtz instability at a twisted solar flux tube
Murawski, K.; Chmielewski, P.; Zaqarashvili, T. V.; Khomenko, E.
2016MNRAS.459.2566M

On the Magnetism and Dynamics of Prominence Legs Hosting Tornadoes
Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.; Arregui, I.; Collados, M.; Beck, C.; de la Cruz Rodríguez, J.
2016ApJ...825..119M

Search for a low-mass pseudoscalar Higgs boson produced in association with a $b\bar{b}$ pair in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..758..296K

Search for direct pair production of scalar top quarks in the single- and dilepton channels in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Tapper, A.; Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...07..027K

Search for Narrow Resonances in Dijet Final States at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the Novel CMS Technique of Data Scouting
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvL.117c1802K

Search for Resonant Production of High-Mass Photon Pairs in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 8$ and 13 TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvL.117e1802K

Search for supersymmetry in the multijet and missing transverse momentum final state in pp collisions at 13 TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..758..152K

Serendipitous Discovery of a Projected Pair of QSOs Separated by 4.5 arcsec on the Sky
Heintz, K. E. *et al.* (incluye a Geier, S.)
2016AJ....152...13H

Solar and stellar photospheric abundances
Allende Prieto, C.
2016LRSP...13....1A

Testing the Wavelength Dependence of Cosmological Redshift Down to $\Delta z \approx 10^{-6}$
Ferrerias, I.; Trujillo, I.
2016ApJ...825..115F

- The Hanle and Zeeman Polarization Signals of the Solar Ca II 8542 Å Line
 Štěpán, J.; Trujillo Bueno, J.
 2016ApJ...826L..10S
- The K2-ESPRINT Project IV. A Hot Jupiter in a Prograde Orbit with a Possible Stellar Companion
 Hirano, T. *et al.* (incluye a Nowak, G.; Palle, E.; Velasco, S.; Prieto Arranz, J.)
 2016ApJ...825...53H
- The Realm of the Galactic Globular Clusters and the Mass of Their Primordial Clouds
 Tenorio-Tagle, G.; Muñoz-Tuñón, C.; Cassisi, S.; Silich, S.
 2016ApJ...825..118T
- A significant hardening and rising shape detected in the MeV/GeV ν F ν spectrum from the recently discovered very-high-energy blazar S4 0954+65 during the bright optical flare in 2015 February
 Tanaka, Y. T. *et al.* (incluye a Boschin, W.)
 2016PASJ...68...51T
- Abundance trend with condensation temperature for stars with different Galactic birth places
 Adibekyan, V. *et al.* (incluye a González Hernández, J. I.; Israelian, G.; Suárez-Andrés, L.)
 2016A&A...592A..87A
- An extensive spectroscopic time series of three Wolf-Rayet stars - I. The lifetime of large-scale structures in the wind of WR 134
 Aldoretta, E. J. *et al.* (incluye a Gauza, B.; Knapen, J. H.; Simón-Díaz, S.)
 2016MNRAS.460.3407A
- Analysis of a spatially deconvolved solar pore
 Quintero Noda, C.; Shimizu, T.; Ruiz Cobo, B.; Suematsu, Y.; Katsukawa, Y.; Ichimoto, T.
 2016MNRAS.460.1476Q
- Antiproton Flux, Antiproton-to-Proton Flux Ratio, and Properties of Elementary Particle Fluxes in Primary Cosmic Rays Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station
 Aguilar, M. *et al.* (incluye a Clavero, R.; García-López, R. J.; Tescaro, D.; Vázquez Acosta, M.)
 2016PhRvL.117i1103A
- Azimuthal decorrelation of jets widely separated in rapidity in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
 2016JHEP...08..139K
- Combined search for anomalous pseudoscalar HVV couplings in VH ($H \rightarrow b\bar{b}$) production and $H \rightarrow VV$ decay
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
 2016PhLB..759..672K
- Detecting microvariability in type 2 quasars using enhanced F-test
 Polednikova, J. *et al.* (incluye a de Diego, J. A.; Cepa, J.; Bongiovanni, A.; Pérez García, A. M.; Pintos-Castro, I.; Ramón-Pérez, M.)
 2016MNRAS.460.3950P
- Doppler tomography of XTE J1118+480 revealing chromospheric emission from the secondary star
 Zurita, C.; González Hernández, J. I.; Escorza, A.; Casares, J.
 2016MNRAS.460.4289Z
- Dust Loss from Activated Asteroid P/2015 X6
 Moreno, F.; Licandro, J.; Cabrera-Lavers, A.; Pozuelos, F. J.
 2016ApJ...826..137M
- Early Evolution of Disrupted Asteroid P/2016 G1 (PANSTARRS)
 Moreno, F.; Licandro, J.; Cabrera-Lavers, A.; Pozuelos, F. J.
 2016ApJ...826L..22M
- Evidence for exclusive $\gamma\gamma \rightarrow W + W^-$ production and constraints on anomalous quartic gauge couplings in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
 2016JHEP...08..119K
- Evidence of magnetic field decay in massive main-sequence stars
 Fossati, L. *et al.* (incluye a Simón-Díaz, S.)
 2016A&A...592A..84F
- Evolved stars in the Local Group galaxies - I. AGB evolution and dust production in IC 1613
 Dell'Agli, F.; Di Criscienzo, M.; Boyer, M. L.; García-Hernández, D. A.
 2016MNRAS.460.4230D
- First survey of Wolf-Rayet star populations over the full extension of nearby galaxies observed with CALIFA
 Miralles-Caballero, D. *et al.* (incluye a Barrera-Ballesteros, J.; Falcon-Barroso, J.)
 2016A&A...592A.105M
- Follow-up observations of extremely metal-poor stars identified from SDSS
 Aguado, D. S.; Allende Prieto, C.; González Hernández, J. I.; Carrera, R.; Rebolo, R.; Shetrone, M.; Lambert, D. L.; Fernández-Alvar, E.
 2016A&A...593A..10A
- High spatial resolution optical imaging of the multiple T Tauri system Lk H α 262/Lk H α 263
 Velasco, S. *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Oscoz, A.; González-Escalera, V.; López, R. L.; Puga, M.; Rodríguez-Ramos, L. F.)
 2016MNRAS.460.3519V
- Is the activity level of HD 80606 influenced by its eccentric planet?
 Figueira, P. *et al.* (incluye a Suárez Mascareño, A.)
 2016A&A...592A.143F

Long-term eclipse timing of white dwarf binaries: an observational hint of a magnetic mechanism at work

Bours, M. C. P. *et al.* (incluye a Dhillon, V. S.)
2016MNRAS.460.3873B

Measurement of the inelastic cross section in proton-lead collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02\text{TeV}$

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..759.641K

Measurement of the $t\bar{t}$ production cross section in the $e\mu\mu$ channel in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Uchida, K.; Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...08..029K

Measurements of the Higgs boson production and decay rates and constraints on its couplings from a combined ATLAS and CMS analysis of the LHC pp collision data at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV

Aad, G. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...08..045A

Metallicity dependence of turbulent pressure and macro-turbulence in stellar envelopes

Grassitelli, L.; Fossati, L.; Langer, N.; Simón-Díaz, S.; Castro, N.; Sanyal, D.
2016A&A...593A..14G

Multi-wavelength landscape of the young galaxy cluster RXJ 1257.2+4738 at $z = 0.866$. II. Morphological properties

Pintos-Castro, I. *et al.* (incluye a Cepa, J.; Bongiovanni, Á.; Pérez García, A. M.; Poednikova, J.; Ramón-Pérez, M.)
2016A&A...592A.108P

Near-infrared photometry of WISE J085510.74-071442.5

Zapatero Osorio, M. R.; Lodieu, N.; Béjar, V. J. S.; Martín, E. L.; Ivanov, V. D.; Bayo, A.; Boffin, H. M. J.; Mužić, K.; Minniti, D.; Beamín, J. C.
2016A&A...592A..80Z

Planck 2015 results. III. LFI systematic uncertainties

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...3P

Planck 2015 results. IV. Low Frequency Instrument beams and window functions

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...4P

Planck 2015 results. IX. Diffuse component separation: CMB maps

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...9P

Planck 2015 results. V. LFI calibration

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...5P

Planck 2015 results. XIX. Constraints on primordial magnetic fields

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..19P

Planck 2015 results. XVI. Isotropy and statistics of the CMB

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..16P

Planck 2015 results. XXIII. The thermal Sunyaev-Zeldovich effect-cosmic infrared background correlation

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Génova-Santos, R. T.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..23P

Planck 2015 results. XXVIII. The Planck Catalogue of Galactic cold clumps

Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..28P

Planetary nebulae in the Small Magellanic Cloud

Ventura, P.; Stanghellini, L.; Di Criscienzo, M.; García-Hernández, D. A.; Dell'Agli, F.
2016MNRAS.460.3940V

Portrait of the Polana-Eulalia family complex: Surface homogeneity revealed from near-infrared spectroscopy

Pinilla-Alonso, Noemí *et al.* (incluye a de León, J.; Licandro, J.; Alí-Lagoa, V.)
2016Icar...274..231P

Probing the Deep End of the Milky Way with Kepler: Asteroseismic Analysis of 854 Faint Red Giants Misclassified as Cool Dwarfs

Mathur, S.; García, R. A.; Huber, D.; Regulo, C.; Stello, D.; Beck, P. G.; Houmani, K.; Salabert, D.
2016ApJ...827...50M

Quasars as a Tracer of Large-scale Structures in the Distant Universe

Song, H.; Park, Changbom; Lietzen, H.; Einasto, Maret.
2016ApJ...827..104S

Search for neutral resonances decaying into a Z boson and a pair of b jets or τ leptons

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..759..369K

Search for supersymmetry in electroweak production with photons and large missing transverse energy in pp collisions at $\sqrt{s} = 8\text{TeV}$

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..759..479K

Search for supersymmetry in events with soft leptons, low jet multiplicity, and missing transverse energy in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8\text{TeV}$

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..759....9K

- Search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV in the single-lepton final state using the sum of masses of large-radius jets
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016JHEP...08..122K
- Spectral Classification and Properties of the O Vz Stars in the Galactic O Star Spectroscopic Survey (GOSSS)
 Arias, J. I. *et al.* (incluye a **Simón Díaz, S.**; **Herrero, A.**)
 2016AJ....152...31A
- Starburst galaxies in the COSMOS field: clumpy star-formation at redshift $0 < z < 0.5$
 Hinojosa-Goñi, R.; Muñoz-Tuñón, C.; Méndez-Abreu, J.
 2016A&A...592A.122H
- Study of Z boson production in pPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016PhLB..759...36K
- Supernova 2014J at M82 - II. Direct analysis of a middle-class Type Ia supernova
 Vallely, Patrick *et al.* (incluye a **González Hernández, J. I.**; **Génova-Santos, R.**; **Lietzen, H.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)
 2016MNRAS.460.1614V
- The BaLROG project - II. Quantifying the influence of bars on the stellar populations of nearby galaxies
 Seidel, M. K.; Falcón-Barroso, J.; Martínez-Valpuesta, I.; Sánchez-Blázquez, P.; Pérez, I.; Peletier, R.; Vazdekis, A.
 2016MNRAS.460.3784S
- The CALIFA and HIPASS Circular Velocity Function for All Morphological Galaxy Types
 Bekeraité, S. *et al.* (incluye a **Falcón-Barroso, J.**)
 2016ApJ...827L..36B
- The chemical composition of Galactic ring nebulae around massive stars
 Esteban, C.; Mesa-Delgado, A.; Morisset, C.; García-Rojas, J.
 2016MNRAS.460.4038E
- The Fermi-GBM Three-year X-Ray Burst Catalog
 Jenke, P. A.; Linares, M.; Connaughton, V.; Beklen, E.; Camero-Arranz, A.; Finger, M. H.; Wilson-Hodge, C. A.
 2016ApJ...826..228J
- The Ionized Gas in Nearby Galaxies as Traced by the [N II] 122 and 205 μ m Transitions
 Herrera-Camus, R. *et al.* (incluye a **Tabatabaei, F. S.**)
 2016ApJ...826..175H
- Witnessing the Birth of the Red Sequence: ALMA High-resolution Imaging of [C II] and Dust in Two Interacting Ultra-red Starbursts at $z = 4.425$
 Oteo, I. *et al.* (incluye a **Pérez-Fournon, I.**)
 2016ApJ...827...340
- A case against an X-shaped structure in the Milky Way young bulge
 López-Corredoira, M.
 2016A&A...593A..66L
- A radio-pulsing white dwarf binary star
 Marsh, T. R. *et al.* (incluye a **Dhillon, V. S.**)
 2016Natur.537..374M
- A semiempirical error estimation technique for PWV derived from atmospheric radiosonde data
 Castro-Almazán, J. A.; Pérez-Jordán, G.; Muñoz-Tuñón, C.
 2016AMT.....9.4759C
- Automated pipelines for spectroscopic analysis
 Allende Prieto, C.
 2016AN....337..837A
- Chemical abundance gradients from open clusters in the Milky Way disk: Results from the APOGEE survey
 Cunha, K. *et al.* (incluye a **Allende Prieto, C.**; **Carrera, R.**; **García-Hernández, D. A.**; **García Pérez, A. E.**)
 2016AN....337..922C
- Deep SDSS optical spectroscopy of distant halo stars. III. Chemical analysis of extremely metal-poor stars
 Fernández-Alvar, E.; Allende Prieto, C.; Beers, T. C.; Lee, Y. S.; Masseron, T.; Schneider, D. P.
 2016A&A...593A..28F
- Exceptional outburst of the blazar CTA 102 in 2012: the GASP-WEBT campaign and its extension
 Larionov, V. M. *et al.* (incluye a **Acosta-Pulido, J. A.**; **Arévalo, M. J.**; **Bueno, A.**; **Carnerero, M. I.**; **González-Morales, P. A.**; **Griñón-Marín, A.**; **Lázaro, C.**; **Manilla-Robles, A.**)
 2016MNRAS.461.3047L
- First performance of the GeMS + GMOS system - 1. Imaging
 Hiben, P.; Garrel, Vincent; Neichel, Benoit; Prout, Benjamin; Rigaut, Francois; Koning, Alice; Carrasco, Eleazar R.; Gimeno, German; Pessev, P.
 2016MNRAS.461..507H
- Galactic planetary nebulae with precise nebular abundances as a tool to understand the evolution of asymptotic giant branch stars
 García-Hernández, D. A.; Ventura, P.; Delgado-Inglada, G.; Dell'Agli, F.; Di Criscienzo, M.; Yagüe, A.
 2016MNRAS.461..542G
- H-ATLAS: a candidate high redshift cluster/protocluster of star-forming galaxies
 Clements, D. L. *et al.* (incluye a **Pérez-Fournon, I.**)
 2016MNRAS.461.1719C
- Long-term multi-wavelength variability and correlation study of Markarian 421 from 2007 to 2009
 Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a **Becerra González, J.**; **Clavero, R.**; **Colombo, E.**; **García López, R. J.**; **Herrera, J.**; **Manganaro, M.**; **Will, M.**)
 2016A&A...593A..91A
- Massive relic galaxies prefer dense environments
 Peralta de Arriba, L.; Quilis, Vicent; Trujillo, I.; Cebrián, M.; Balcells, M.
 2016MNRAS.461..156P

Measurement of the differential cross sections for top quark pair production as a function of kinematic event variables in $p\bar{p}$ collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhRvD..94e2006K

Measurement of the $Z\gamma \rightarrow \nu\bar{\nu}\gamma$ production cross section in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV and limits on anomalous ZZ γ and Z $\gamma\gamma$ trilinear gauge boson couplings
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..760..448K

Measurements of $t\bar{t}$ charge asymmetry using dilepton final states in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016PhLB..760..365K

Multi-wavelength Lens Reconstruction of a Planck and Herschel-detected Star-bursting Galaxy
Timmons, N. *et al.* (incluye a Pérez-Fournon, I.)
2016ApJ...829...21T

Planck 2015 results. I. Overview of products and scientific results
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Gauthier, C.; Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.; Tornikoski, M.)
2016A&A...594A...1P

Planck 2015 results. II. Low Frequency Instrument data processings
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...2P

Planck 2015 results. VI. LFI mapmaking
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A...6P

Planck 2015 results. X. Diffuse component separation: Foreground maps
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..10P

Planck 2015 results. XI. CMB power spectra, likelihoods, and robustness of parameters
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..11P

Planck 2015 results. XII. Full focal plane simulations
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..12P

Planck 2015 results. XIII. Cosmological parameters
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..13P

Planck 2015 results. XIV. Dark energy and modified gravity
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..14P

Planck 2015 results. XV. Gravitational lensing
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..15P

Planck 2015 results. XVII. Constraints on primordial non-Gaussianity
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..17P

Planck 2015 results. XVIII. Background geometry and topology of the Universe
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..18P

Planck 2015 results. XX. Constraints on inflation
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..20P

Planck 2015 results. XXI. The integrated Sachs-Wolfe effect
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Génova-Santos, R. T.; Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..21P

Planck 2015 results. XXII. A map of the thermal Sunyaev-Zeldovich effect
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Génova-Santos, R. T.; Rubiño-Martín, J. A.; Tomasi, M.)
2016A&A...594A..22P

Planck 2015 results. XXIV. Cosmology from Sunyaev-Zeldovich cluster counts
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..24P

Planck 2015 results. XXV. Diffuse low-frequency Galactic foregrounds
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..25P

Planck 2015 results. XXVI. The Second Planck Catalogue of Compact Sources
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.)
2016A&A...594A..26P

Planck 2015 results. XXVII. The second Planck catalogue of Sunyaev-Zeldovich sources
Planck Collaboration *et al.* (incluye a Barrena, R.; Ferragamo, A.; Génova-Santos, R. T.; Hempel, A.; Rebolo, R.; Rubiño-Martín, J. A.; Streblyanska, A.; Tramonte, D.)
2016A&A...594A..27P

Probing the early chemical evolution of the Sculptor dSph with purely old stellar tracers
Martínez-Vázquez, C. E. *et al.* (incluye a Monelli, M.; Gallart, C.)
2016MNRAS.461L..41M

- Search for Higgs boson off-shell production in proton-proton collisions at 7 and 8 TeV and derivation of constraints on its total decay width
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016JHEP...09..051K
- Search for R-parity violating decays of a top squark in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016PhLB..760..178K
- Search for s channel single top quark production in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016JHEP...09..027K
- Search for two Higgs bosons in final states containing two photons and two bottom quarks in proton-proton collisions at 8 TeV
 Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)
 2016PhRvD..94e2012K
- Surface gravity and effective temperature of the K5 subdwarf G 224-58 A and Arcturus from the fits to Ti and MgH lines
 Kushniruk, I. O.; Pavlenko, Ya. V.; Gálvez-Ortiz, M. C.; **Zhang, Z. H.**
 2016AASP....6...16K
- The built-up of the red sequence in the Hercules cluster
Agulli, I.; Aguerri, J. A. L.; Dominguez Palmero, L.; Diaferio, A.
 2016MNRAS.461L...6A
- The Canarias Einstein ring: a newly discovered optical Einstein ring
Bettinelli, M.; Simioni, M.; Aparicio, A.; Hidalgo, S. L.; Cassisi, S.; Walker, A. R.; Piotto, G.; Valdes, F.
 2016MNRAS.461L..67B
- The distances of the Galactic novae
 Özdönmez, A.; Güver, Tolga; **Cabrera-Lavers, A.**; Ak, Tansel.
 2016MNRAS.461.1177O
- The effects of magnetic-field geometry on longitudinal oscillations of solar prominences: Cross-sectional area variation for thin tubes
Luna, M.; Díaz, A. J.; Oliver, R.; Terradas, J.; Karpen, J.
 2016A&A...593A..64L
- The multiphase starburst-driven galactic wind in NGC 5394
 Martín-Fernández, P.; Jiménez-Vicente, Jorge; Zurita, Almudena; **Mediavilla, E.**; Castillo-Morales, A.
 2016MNRAS.461....6M
- The road to matrix mechanics: I. Classical interpretation of the anomalous optical dispersion
Crivellari, L.
 2016EJPh...37e5404C
- The road to matrix mechanics: II. Ladenburg's quantum interpretation of optical dispersion
Crivellari, L.
 2016EJPh...37e5405C
- Three supernova shells around a young M33 star cluster
Camps-Fariña, A.; Beckman, J. E.; Font, J.; Borlaff, A.; Zaragoza-Cardiel, J.; Amram, P.
 2016MNRAS.461L..87C
- Upholding the unified model for active galactic nuclei: VLT/FORS2 spectropolarimetry of Seyfert 2 galaxies
Ramos Almeida, C.; Martínez González, M. J.; Asensio Ramos, A.; Acosta-Pulido, J. A.; Hönig, S. F.; Alonso-Herrero, A.; Tadhunter, C. N.; González-Martín, O.
 2016MNRAS.461.1387R
- Analysis of Co-spatial UV-optical HST/STIS Spectra of Planetary Nebula NGC 3242
 Miller, T. R.; Henry, Richard B. C.; Balick, Bruce; Kwitter, Karen B.; Dufour, Reginald J.; Shaw, Richard A.; **Corradi, R. L. M.**
 2016ApJ...830....9M
- CALIFA, the Calar Alto Legacy Integral Field Area survey. IV. Third public data release
 Sánchez, S. F. *et al.* (incluye a **Falcón-Barroso, J.; Aguerri, J. A. L.; Dannerbauer, H.; García-Lorenzo, B.**)
 2016A&A...594A..36S
- Chemical Abundances in a Sample of Red Giants in the Open Cluster NGC 2420 from APOGEE
 Souto, D. *et al.* (incluye a **Allende Prieto, C.; Zamora, O.; García-Hernández, D. A.; García Pérez, A. E.; Carrera, R.**)
 2016ApJ...830...35S
- Determining the fraction of reddened quasars in COSMOS with multiple selection techniques from X-ray to radio wavelengths
 Heintz, K. E. *et al.* (incluye a **Geier, S.**)
 2016A&A...595A..13H
- Do the Most Massive Black Holes at $z = 2$ Grow via Major Mergers?
 Mechtley, M. *et al.* (incluye a **Cisternas, M.**)
 2016ApJ...830..156M
- Globular Clusters Indicate That Ultra-diffuse Galaxies Are Dwarfs
Beasley, M. A.; Trujillo, I.
 2016ApJ...830...23B
- HADES RV program with HARPS-N at the TNG GJ 3998: An early M-dwarf hosting a system of super-Earths
 Affer, L. *et al.* (incluye a **Suárez Mascareño, A.; González Hernández, J. I.; Rebolo, R.; Velasco, S.**)
 2016A&A...593A.117A
- Helioseismic Holography of Simulated Sunspots: Magnetic and Thermal Contributions to Travel Times
Felipe, T.; Braun, D. C.; Crouch, A. D.; Birch, A. C.
 2016ApJ...829...67F
- HerMES: a search for high-redshift dusty galaxies in the HerMES Large Mode Survey - catalogue, number counts and early results
 Asboth, V. *et al.* (incluye a **Marques-Chaves, R.; Martinez-Navajas, P. I.; Pérez-Fournon, I.**)
 2016MNRAS.462.1989A

Infrared High-resolution Integrated Light Spectral Analyses of M31 Globular Clusters from APOGEE

Sakari, C. M. *et al.* (incluye a **Allende Prieto, C.**; **García-Hernández, D. A.**)

2016ApJ...829..116S

Magnetic cycles and rotation periods of late-type stars from photometric time series

Suárez Mascareño, A.; Rebolo, R.; González Hernández, J. I.

2016A&A...595A..12S

Measurement of the integrated and differential $t\bar{t}$ production cross sections for high-pT top quarks in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)

2016PhRvD..94g2002K

New Teff and [Fe/H] spectroscopic calibration for FGK dwarfs and GK giants

Teixeira, G. D. C.; Sousa, S. G.; Tsantaki, M.; Monteiro, M. J.

P. F. G.; Santos, N. C.; Israelian, G.

2016A&A...595A..15T

Non-LTE Inversions of the Mg II h & k and UV Triplet Lines de la Cruz Rodríguez, J.; Leenaarts, J.; Asensio Ramos, A.

2016ApJ...830L..30D

On the estimation of stellar parameters with uncertainty prediction from Generative Artificial Neural Networks: application to Gaia RVS simulated spectra

Dafonte, C.; Fustes, D.; Manteiga, M.; Garabato, D.; Álvarez, M. A.; Ulla, A.; Allende Prieto, C.

2016A&A...594A..68D

Phenomenological MSSM interpretation of CMS searches in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ and 8 TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Uchida, K.**; **Vazquez Acosta, M.**)

2016JHEP...10..129K

Precise radial velocities of giant stars. IX. HD 59686 Ab: a massive circumstellar planet orbiting a giant star in a 13.6 au eccentric binary system

Ortiz, M. *et al.* (incluye a **Nowak, G.**)

2016A&A...595A..55O

Search for new physics with the M T2 variable in all-jets final states produced in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)

2016JHEP...10..006K

Size of the Accretion Disk in the Graviationally Lensed Quasar SDSS J1004+4112 from the Statistics of Microlensing Magnifications

Fian, C.; Mediavilla, E.; Hanslmeier, A.; Oscoz, A.; Serra-Ricart, M.; Muñoz, J. A.; Jiménez-Vicente, J.

2016ApJ...830..149F

SMASH 1: A Very Faint Globular Cluster Disrupting in the Outer Reaches of the LMC?

Martin, N. F. *et al.* (incluye a **Gallart, C.**)

2016ApJ...830L..10M

Space density distribution of galaxies in the absolute magnitude - rotation velocity plane: a volume-complete Tully-Fisher relation from CALIFA stellar kinematics

Bekeraité, S. *et al.* (incluye a **Falcón-Barroso, J.**; **Aguerre, J. A. L.**; **Barrera-Ballesteros, J.**)

2016A&A...593A.114B

Spectroscopy at the Solar Limb: II. Are Spicules Heated to Coronal Temperatures?

Beck, C.; Rezaei, R.; Puschmann, K. G.; Fabbian, D.

2016SoPh..291.2281B

Studying the evolution of AGB stars in the Gaia epoch

Di Criscienzo, M.; Ventura, P.; García-Hernández, D. A.; De-Il'Agli, F.; Castellani, M.; Marrese, P. M.; Marinoni, S.; Giuffrida, G.; Zamora, O.

2016MNRAS.462..395D

Supermassive black holes in the EAGLE Universe. Revealing the observables of their growth

Rosas-Guevara, Y.; Bower, Richard G.; Schaye, Joop; McAlpine, Stuart; Dalla Vecchia, C.; Frenk, Carlos S.; Schaller, Matthieu; Theuns, Tom.

2016MNRAS.462..190R

The Carina Project. X. On the Kinematics of Old and Intermediate-age Stellar Populations^{1,2}

Fabrizio, M. *et al.* (incluye a **Monelli, M.**)

2016ApJ...830..126F

The clustering of galaxies in the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: single-probe measurements from CMASS anisotropic galaxy clustering

Chuang, C.-H. *et al.* (incluye a **Pellejero-Ibañez, M.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)

2016MNRAS.461.3781C

The GTC exoplanet transit spectroscopy survey. IV. Confirmation of the flat transmission spectrum of HAT-P-32b

Nortmann, L.; Pallé, E.; Murgas, F.; Dreizler, S.; Iro, N.; Cabrera-Lavers, A.

2016A&A...594A..65N

Tracing p-mode Waves from the Photosphere to the Corona in Active Regions

Zhao, J.; Felipe, T.; Chen, R.; Khomenko, E.

2016ApJ...830L..17Z

Transient effects in Herschel/PACS spectroscopy

Fadda, D.; Jacobson, J. D.; Appleton, P. N.

2016A&A...594A..90F

$\Upsilon(nS)$ polarizations versus particle multiplicity in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV

Khachatryan, V. *et al.* (incluye a **Vazquez Acosta, M.**)

2016PhLB..761...31K

Active region fine structure observed at 0.08 arcsec resolution

Schlichenmaier, R. *et al.* (incluye a **Collados, M.**)

2016A&A...596A...7S

- ALMA Observations of Ly α Blob 1: Halo Substructure Illuminated from Within
Geach, J. E. *et al.* (incluye a Dannerbauer, H.)
2016ApJ...832...37G
- Broad-band spectrophotometry of HAT-P-32 b: search for a scattering signature in the planetary spectrum
Mallon, M. *et al.* (incluye a Hoyer, S.; Dhillon, V. S.)
2016MNRAS.463..604M
- Complex central structures suggest complex evolutionary paths for barred S0 galaxies
Dullo, B. T.; Martínez-Lombilla, C.; Knapen, J. H.
2016MNRAS.462.3800D
- Decomposing transverse momentum balance contributions for quenched jets in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...11..055K
- Deep probing of the photospheric sunspot penumbra: no evidence of field-free gaps
Borrero, J. M. *et al.* (incluye a Asensio Ramos, A.; Collados, M.; Rezaei, R.; Orozco Suárez, D.; Pastor, A.)
2016A&A...596A...2B
- Detection of Solar-like Oscillations, Observational Constraints, and Stellar Models for θ Cyg, the Brightest Star Observed By the Kepler Mission
Guzik, J. A. *et al.* (incluye a Régulo, C.; Uytterhoeven, K.)
2016ApJ...831...17G
- Detection of very high energy gamma-ray emission from the gravitationally lensed blazar QSO B0218+357 with the MAGIC telescopes
Ahnen, M. L. *et al.* (incluye a Becerra González, J.; Clavero, R.; Colombo, E.; García López, R. J.; Herrera, J.; Manganaro, M.; Vanzo, G.; Will, M.)
2016A&A...595A..98A
- Evidence of AGB Pollution in Galactic Globular Clusters from the Mg–Al Anticorrelations Observed by the APOGEE Survey
Ventura, P. *et al.* (incluye a García-Hernández, D. A.; Zamora, O.)
2016ApJ...831L..17V
- Extreme star formation events in quasar hosts over $0.5 < z < 4$
Pitchford, L. K.; Hatziminaoglou, E.; Feltre, A.; Farrah, D.; Clarke, C.; Harris, K. A.; Hurley, P.; Oliver, S.; Page, M.; Wang, L.
2016MNRAS.462.4067P
- Fitting peculiar spectral profiles in He I 10830Å absorption features
González Manrique, S. J. *et al.* (incluye a Pastor Yabar, A.; Collados, M.; Orozco Suárez, D.)
2016AN....337.1057G
- Flow and magnetic field properties in the trailing sunspots of active region NOAA 12396
Verma, M. *et al.* (incluye a Collados, M.; Pastor Yabar, A.; Rezaei, R.)
2016AN....337.1090V
- Gaia Data Release 1. Summary of the astrometric, photometric, and survey properties
Gaia Collaboration *et al.* (incluye a Allende Prieto, C.; Straizys, V.)
2016A&A...595A...2G
- Horizontal flow fields in and around a small active region. The transition period between flux emergence and decay
Verma, M. *et al.* (incluye a Collados, M.; Pastor Yabar, A.)
2016A&A...596A...3V
- Inference of magnetic fields in the very quiet Sun
Martínez González, M. J. *et al.* (incluye a Pastor Yabar, A.; Asensio Ramos, A.; Collados, M.; Orozco, D.; Rezaei, R.)
2016A&A...596A...5M
- Investigating the dusty torus of Seyfert galaxies using SOFIA/FORCAST photometry
Fuller, L. *et al.* (incluye a Ramos-Almeida, C.; García-Berete, I.)
2016MNRAS.462.2618F
- K2-31B, a Grazing Transiting Hot Jupiter on a 1.26-day Orbit around a Bright G7V Star
Grziva, S. *et al.* (incluye a Deeg, H. J.; Palle, E.; Béjar, V. J. S.; Prieto-Arranz, J.; Montañés-Rodríguez, P.; Nespral, D.; Nowak, G.)
2016AJ....152..132G
- Learning about stars from their colors
Allende Prieto, C.
2016A&A...595A.129A
- Long-term photometry of IC 348 with the Young Exoplanet Transit Initiative network
Fritzewski, D. J. *et al.* (incluye a Dhillon, V. S.)
2016MNRAS.462.2396F
- Magnetic fields of opposite polarity in sunspot penumbrae
Franz, M. *et al.* (incluye a Collados, M.; Rezaei, R.; Orozco, D.; Pastor Yabar, A.)
2016A&A...596A...4F
- Measurement of electroweak production of a W boson and two forward jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV
Khachatryan, V. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
2016JHEP...11..147K
- Multiwavelength study of the low-luminosity outbursting young star HBC 722
Kóspál, Á. *et al.* (incluye a Acosta-Pulido, J. A.; García-Álvarez, D.)
2016A&A...596A..52K
- Neutron-capture Element Abundances in Magellanic Cloud Planetary Nebulae
Mashburn, A. L.; Sterling, N. C.; Madonna, S.; Dinerstein, Harriet L.; Roederer, I. U.; Geballe, T. R.
2016ApJ...831L...3M
- Observations of the Lensed Quasar Q2237+0305 with CanariCam at GTC
Vives-Arias, H.; Muñoz, J. A.; Kochanek, C. S.; Mediavilla, E.; Jiménez-Vicente, J.
2016ApJ...831...43V

Peculiar Transverse Velocities of Galaxies from Quasar Microlensing. Tentative Estimate of the Peculiar Velocity Dispersion at $z \sim 0.5$

Mediavilla, E.; Jiménez-Vicente, J.; Muñoz, J. A.; Battaner, E. *2016ApJ...832...46M*

Photospheric and chromospheric magnetic activity of seismic solar analogs. Observational inputs on the solar-stellar connection from Kepler and Hermes

Salabert, D. *et al.* (incluye a Pallé, P. L.; Triviño Hage, A.) *2016A&A...596A..31S*

Probing deep photospheric layers of the quiet Sun with high magnetic sensitivity

Lagg, A. *et al.* (incluye a Martínez González, M. J.; Collados, M.; Asensio Ramos, A.; Pastor Yabar, A.; Rezaei, R.) *2016A&A...596A...6L*

Romans in the Near East: The orientation of Roman settlements in present-day Jordan

Rodríguez-Antón, A.; Belmonte, J. A.; González-García, A. C. *10.5281/zenodo.220914*

SDSS-IV MaNGA: faint quenched galaxies - I. Sample selection and evidence for environmental quenching

Penny, S. J. *et al.* (incluye a Falcón-Barroso, J.) *2016MNRAS.462.3955P*

Slipping reconnection in a solar flare observed in high resolution with the GREGOR solar telescope

Sobotka, M. *et al.* (incluye a Collados, M.) *2016A&A...596A...1S*

Solar Coronal Jets: Observations, Theory, and Modeling

Raouafi, N. E. *et al.* (incluye a Moreno-Insertis, F.) *2016SSRv...201....1R*

Spectropolarimetric observations of an arch filament system with the GREGOR solar telescope

Balthasar, H. *et al.* (incluye a Collados, M.; Pastor Yabar, A.; Rezaei, R.) *2016AN....337.1050B*

Stellar classification of CoRoT targets

Damiani, C.; Meunier, J.-C.; Moutou, C.; Deleuil, M.; Ysard, N.; Baudin, F.; Deeg, H. J. *2016A&A...595A..95D*

The Extended High A(V) Quasar Survey: Searching for Dusty Absorbers toward Mid-infrared-selected Quasars

Krogager, J.-K.; Fynbo, J. P. U.; Heintz, K. E.; Geier, S.; Ledoux, C.; Møller, P.; Noterdaeme, P.; Venemans, B. P.; Vestergaard, M. *2016ApJ...832...49K*

The Gaia mission

Gaia Collaboration *et al.* (incluye a Allende Prieto, C. Instituto de Astrofísica de Canarias, 38205 La Laguna, Tenerife, Spain; Universidad de La Laguna, Departamen; Straižys, V.) *2016A&A...595A...1G*

The Geometry of the Infrared and X-Ray Obscured in a Dusty Hyperluminous Quasar

Farrah, D. *et al.* (incluye a Harris, K.) *2016ApJ...831...76F*

The Hubble Space Telescope UV Legacy Survey of Galactic globular clusters - X. The radial distribution of stellar populations in NGC 2808

Simioni, M.; Milone, A. P.; Bedin, L. R.; Aparicio, A.; Piotto, G.; Vesperini, E.; Hong, J. *2016MNRAS.463..449S*

The K2-ESPRINT Project V: A Short-period Giant Planet Orbiting a Subgiant Star*

Van Eylen, V. *et al.* (incluye a Prieto-Arranz, J.; Béjar, V. J. S.; Nowak, G.; Palle, E.; Deeg, H. J.; Nespral, D.) *2016AJ....152..143V*

The Magnetic Sensitivity of the Mg II k Line to the Joint Action of Hanle, Zeeman, and Magneto-optical Effects

Alsina Ballester, E.; Belluzzi, L.; Trujillo Bueno, J. *2016ApJ...831L..15A*

The OmegaWhite Survey for short period variable stars - II. An overview of results from the first four years

Toma, R.; Ramsay, G.; Macfarlane, S.; Groot, P. J.; Woudt, P. A.; Dhillon, V.; Jeffery, C. S.; Marsh, T.; Nelemans, G.; Steeghs, D. *2016MNRAS.463.1099T*

The orientation of Lugdunum Conuenarum and the Celtic feasts marking the start of the seasons in the ancient Gaul

González García, A. C.; García Quintela, M. V.; Rodríguez Antón, A. *10.5281/zenodo.220942*

The Unrelaxed Dynamical Structure of the Galaxy Cluster Abell 85

Yu, H.; Diaferio, A.; Agulli, I.; Aguerri, J. A. L.; Tozzi, P. *2016ApJ...831..156Y*

Three-dimensional structure of a sunspot light bridge

Felipe, T. *et al.* (incluye a Collados, M.; Khomenko, E.; Asensio Ramos, A.; Pastor Yabar, A.; Rezaei, R.) *2016A&A...596A..59F*

Upper chromospheric magnetic field of a sunspot penumbra: observations of fine structure

Joshi, J. *et al.* (incluye a Collados, M.; Orozco Suárez, D.; Pastor Yabar, A.; Rezaei, R.) *2016A&A...596A...8J*

Variable stars in Local Group Galaxies - II. Sculptor dSph

Martínez-Vázquez, C. E. *et al.* (incluye a Monelli, M.; Gallart, C.) *2016MNRAS.462.4349M*

Very Low-mass Stellar and Substellar Companions to Solar-like Stars from MARVELS. VI. A Giant Planet and a Brown Dwarf Candidate in a Close Binary System HD 87646

Ma, B. *et al.* (incluye a González Hernández, J. I.) *2016AJ....152..112M*

A diachronic analysis of the orientation of sacred precincts across Jordan

González-García, A. C.; Belmonte, J. A.; Polcaro, A. *10.5281/zenodo.220912*

- A Distant Mirror: Solar Oscillations Observed on Neptune by the Kepler K2 Mission
 Gaulme, P. *et al.* (incluye a Corsaro, E.; Jiménez, A.)
 2016ApJ...833L..13G
- A distinct magnetic property of the inner penumbral boundary. II. Formation of a penumbra at the expense of a pore
 Jurčák, J.; Bello González, N.; Schlichenmaier, R.; Rezaei, R.
 2016A&A...597A..60J
- A New Catalog of Homogenized Absorption Line Indices for Milky Way Globular Clusters from High-resolution Integrated Spectroscopy
 Kim, Hak-Sub; Cho, Jaeil; Sharples, Ray M.; Vazdekis, A.; Beasley, M. A.; Yoon, Suk-Jin
 2016ApJS..227...24K
- Accurate parameters for HD 209458 and its planet from HST spectrophotometry
 del Burgo, C.; Allende Prieto, C.
 2016MNRAS.463.1400D
- Archaeoastronomy in Bronze Age Sites of La Mancha (Spain)
 Esteban, C.; Benítez-de-Lugo-Enrich, L.
 10.5281/zenodo.220948
- CMS Collaboration
 Aarrestad, T. K. *et al.* (incluye a Vazquez Acosta, M.)
 2016NuPhA.956..945A
- Discovery of a Metal-poor Field Giant with a Globular Cluster Second-generation Abundance Pattern
 Fernández-Trincado, J. G. *et al.* (incluye a García Pérez, A. E.; Zamora, O.; Carrera, R.; García-Hernández, D. A.)
 2016ApJ...833..132F
- Discovery of Ubiquitous Fast-Propagating Intensity Disturbances by the Chromospheric Lyman Alpha Spectropolarimeter (CLASP)
 Kubo, M. *et al.* (incluye a Trujillo Bueno, J.; Asensio Ramos, A.)
 2016ApJ...832..141K
- EPIC 211391664b: A 32 M \oplus Neptune-size Planet in a 10 Day Orbit Transiting an F8 Star
 Barragán, O. *et al.* (incluye a Deeg, H. J.; Nespral, D.; Prieto-Arranz, J.)
 2016AJ....152..193B
- Equinoctial Markers in Protohistoric Iberian Sanctuaries
 Esteban, C.
 10.5281/zenodo.220950
- Evidence for magnetic field compression in shocks within the jet of V404 Cyg
 Shahbaz, T.; Russell, D. M.; Covino, S.; Mooley, K.; Fender, R. P.; Rumsey, C.
 2016MNRAS.463.1822S
- Identification of Neodymium in the Apogee H-Band Spectra
 Hasselquist, S. *et al.* (incluye a Allende Prieto, C.; García-Hernández, D. A.)
 2016ApJ...833...81H
- IMF shape constraints from stellar populations and dynamics from CALIFA
 Lyubenova, M. *et al.* (incluye a Martín-Navarro, I.; Falcón-Barroso, J.; Vazdekis, A.)
 2016MNRAS.463.3220L
- Inversion of the radiative transfer equation for polarized light del Toro Iniesta, Jose Carlos; Ruiz Cobo, Basilio
 2016LRSP...13....4D
- Kiloparsec-scale Dust Disks in High-redshift Luminous Submillimeter Galaxies
 Hodge, J. A. *et al.* (incluye a Dannerbauer, H.)
 2016ApJ...833..103H
- Kinematics in the Galactic Bulge with APOGEE. II. High-Order Kinematic Moments and Comparison to Extragalactic Bar Diagnostics
 Zasowski, G.; Ness, M. K.; García Pérez, A. E.; Martínez-Valpuesta, I.; Johnson, J. A.; Majewski, S. R.
 2016ApJ...832..132Z
- M31N 2008-12a - The Remarkable Recurrent Nova in M31: Panchromatic Observations of the 2015 Eruption
 Darnley, M. J. *et al.* (incluye a Rodríguez-Gil, P.)
 2016ApJ...833..149D
- MASTER Optical Polarization Variability Detection in the Microquasar V404 Cyg/GS 2023+33
 Lipunov, V. M. *et al.* (incluye a Rebolo, R.; Serra-Ricart, M.; Israelyan, G.; Lodieu, N.)
 2016ApJ...833..198L
- Molecular gas in the halo fuels the growth of a massive cluster galaxy at high redshift
 Emonts, B. H. C. *et al.* (incluye a Dannerbauer, H.)
 2016Sci...354.1128E
- NLTE Analysis of High-Resolution H-band Spectra. I. Neutral Silicon
 Zhang, J.; Shi, Jianrong; Pan, Kaike; Allende Prieto, C.; Liu, Chao
 2016ApJ...833..137Z
- No evidence for a low-mass black hole in Swift J1753.5-0127
 Shaw, A. W.; Charles, P. A.; Casares, J.; Hernández Santisteban, J.V.
 2016MNRAS.463.1314S
- Observational Confirmation of a Link Between Common Envelope Binary Interaction and Planetary Nebula Shaping
 Hillwig, T. C.; Jones, D.; De Marco, Orsola; Bond, Howard E.; Margheim, Steve; Frew, David
 2016ApJ...832..125H
- On the RR Lyrae Stars in Globulars. IV. ω Centauri Optical UBVRI Photometry
 Braga, V. F. *et al.* (incluye a Monelli, M.)
 2016AJ....152..170B
- Orientaciones astronómicas en el oppidum oretano del Cerro de las Cabezas (Valdepeñas, Ciudad Real)
 Esteban, C.; Benítez de Lugo Enrich, L.
 10.3989/tp.2016.12173

Oriensatio ad Sidera (OAS): Highlights of a decade of Archeoastronomical Research in the Mediterranean Region and beyond

Belmonte, J. A.; Gonzalez-Garcia, A. C.; Polcaro, A.; **Rodríguez-Anton, A.**; Shaltout M.
10.5281/zenodo.220905

Planck intermediate results. XL. The Sunyaev-Zeldovich signal from the Virgo cluster

Planck Collaboration *et al.* (include a **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.101P

Planck intermediate results. XLI. A map of lensing-induced B-modes

Planck Collaboration *et al.* (include a **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.102P

Planck intermediate results. XLII. Large-scale Galactic magnetic fields

Planck Collaboration *et al.* (include a **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.103P

Planck intermediate results. XLIII. Spectral energy distribution of dust in clusters of galaxies

Planck Collaboration *et al.* (include a **Ganga, K.**; **Génova-Santos, R. T.**; **Rachen, J. P.**; **Rebolo, R.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.104P

Planck intermediate results. XLIV. Structure of the Galactic magnetic field from dust polarization maps of the southern Galactic cap

Planck Collaboration *et al.* (include a **Ganga, K.**; **Génova-Santos, R. T.**; **Rachen, J. P.**; **Rebolo, R.**)
2016A&A...596A.105P

Planck intermediate results. XLIX. Parity-violation constraints from polarization data

Planck Collaboration *et al.* (include a **Génova-Santos, R. T.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.110P

Planck intermediate results. XLV. Radio spectra of northern extragalactic radio sources

Planck Collaboration *et al.* (include a **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.106P

Planck intermediate results. XLVI. Reduction of large-scale systematic effects in HFI polarization maps and estimation of the reionization optical depth

Planck Collaboration *et al.* (include a **Ganga, K.**; **Génova-Santos, R. T.**; **Roudier, G.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.107P

Planck intermediate results. XLVII. Planck constraints on reionization history

Planck Collaboration *et al.* (include a **Ganga, K.**; **Génova-Santos, R. T.**; **Roudier, G.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.108P

Planck intermediate results. XLVIII. Disentangling Galactic dust emission and cosmic infrared background anisotropies
Planck Collaboration *et al.* (include a **Génova-Santos, R. T.**; **Roudier, G.**; **Rubiño-Martín, J. A.**)

2016A&A...596A.109P

Planck intermediate results. XXXIX. The Planck list of high-redshift source candidates

Planck Collaboration *et al.* (include a **Rubiño-Martín, J. A.**)
2016A&A...596A.100P

Polarization Calibration of the Chromospheric Lyman-Alpha SpectroPolarimeter for a 0.1 % Polarization Sensitivity in the VUV Range. Part I: Pre-flight Calibration

Giono, G. *et al.* (include a **Trujillo Bueno, J.**)
2016SoPh...291.3831G

Polarized synchrotron emission in quiescent black hole X-ray transients

Russell, D. M.; **Shahbaz, T.**; Lewis, F.; Gallo, E.
2016MNRAS.463.2680R

Precision Measurement of the Boron to Carbon Flux Ratio in Cosmic Rays from 1.9 GV to 2.6 TV with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station

Aguilar, M. *et al.* (include a **Clavero, R.**; **García-López, R. J.**; **Tescaro, D.**; **Vázquez Acosta, M.**)
2016PhRvL.117w1102A

Redshift Measurement and Spectral Classification for eBOSS Galaxies with the redmonster Software

Hutchinson, T. A. *et al.* (include a **Allende Prieto, C.**)
2016AJ....152..205H

SDSS-IV MaNGA: A Serendipitous Observation of a Potential Gas Accretion Event

Cheung, E. *et al.* (include a **Knapen, J. H.**)
2016ApJ...832..182C

Shires of Ram – Headed Divinities and Canopus Skyscaping at Herakleopolis Magna

Belmonte, J. A.; Pérez Die, M. C.; Díaz Iglesias Llanos, L.
10.5281/zenodo.220911

SN 2012aa: A transient between Type Ibc core-collapse and superluminous supernovae

Roy, R. *et al.* (include a **García-Álvarez, D.**)
2016A&A...596A..67R

Spectroscopy from the Hubble Space Telescope Cosmic Origins Spectrograph of the Southern Nova-like BB Doradus in an Intermediate State

Godon, P.; Sion, Edward M.; Gänsicke, Boris T.; Hubeny, Ivan; de Martino, Domitilla; Pala, Anna F.; **Rodríguez-Gil, P.**; Szkody, Paula; Toloza, Odette
2016ApJ...833..146G

Testing the Asteroseismic Scaling Relations for Red Giants with Eclipsing Binaries Observed by Kepler

Gaulme, P.; McKeever, J.; Jackiewicz, J.; Rawls, M. L.; **Corsaro, E.**; Mosser, B.; Southworth, J.; Mahadevan, S.; Bender, C.; Deshpande, R.
2016ApJ...832..121G

The complex evolutionary paths of local infrared bright galaxies: a high-angular resolution mid-infrared view
Alonso-Herrero, A. *et al.* (incluye a Ramos Almeida, C.; Rodríguez Espinosa, J. M.)
2016MNRAS.463.2405A

The nuclear and extended mid-infrared emission of Seyfert galaxies
García-Bernete, I. *et al.* (incluye a Ramos Almeida, C.; Acosta-Pulido, J. A.)
2016MNRAS.463.3531G

Neutron bombardment of C60 and C70 fullerenes: A spectroscopic and calorimetric study
Iglesias-Groth S. *et al.*
2016FNCN...24..547I

Acenes adducts with C70 fullerene: Anthracene, tetracene and pentacene
García-Hernández D.A., Cataldo F., Manchado A.
2016FNCN...24..679G

The BOSS Emission-line Lens Survey. IV. Smooth Lens Models for the BELLS GALLERY Sample
Shu Y. *et al.* (Incluye Pérez-Fournon I., Marques-Chaves R.)
2016ApJ...833..264S

The Space Density of Luminous Dusty Star-forming Galaxies at $z > 4$: SCUBA-2 and LABOCA Imaging of Ultrared Galaxies from Herschel-ATLAS
Ivison, R. J. *et al.* (incluye Pérez-Fournon I.)
2016ApJ...832...78I

ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS (INVITED REVIEWS) (IR)

Rodríguez-Espinosa J.M. "The protection of the sky in the Canary Island observatories. Scientific, cultural and environmental value in the defence of the dark sky: Starlight Foundation" en "The Right to Dark Skies", 20-22 enero, México.
Jones D. "UV/Optical Observatories" en "WorkPlANS: WORKshop for PLANetary Nebulae observationS" 25-29 enero, Leiden, Países Bajos.

Belmonte J.A. "From the Astronomy and World Heritage Initiative to World Heritage & Astronomy" en "From Stone Age to Space Age", 24-26 febrero, Leiden, Países Bajos.

Dalla Vecchia C. "The Lyman photon escape fraction from radiation-hydrodynamic cosmological simulations" en "Escape of Lyman Radiation from Galactic Labyrinths", 26-29 abril, Kolybari, Creta, Grecia.

Casares J. "Black hole hunt transient binaries" en "Mondello Workshop 2016: Frontier Research in Astrophysics – II", 23-28 mayo, Palermo, Italia.

Licandro J. "Active Asteroids" en "Primitive Material in the Solar System II", 6-8 junio, Citadelle de Villefranche sur Mer, Francia.

Arregui I. "Heating by and energetics of waves" en "IBUKS meeting on solar coronal (wave) physics", 13-17 junio, Leuven, Bélgica.

Luna M. "Formation of prominences and dynamics before eruption" en "COSPAR 2016", 30 julio – 7 agosto, Estambul, Turquía.

Varela A.M. "The starry sky as a natural, scientific and cultural heritage for the astroturism: Starlight certifications" en "Starlight, Beyond Light Pollution 2016", 1-8 julio, La Palma.

Rubiño-Martín J.A. "Recombination lines H & He and resonance scattering signals" en "CMB Spectral Distortions from Cosmic Baryon Evolution", 11-16 julio, Bangalore, India.

Sánchez-Almeida J. "Gas accretion and star-formation in disk galaxies" en "Crossing the Rubicon: the Fate of Gas Flows in Galaxies", 5-9 septiembre, Santarcangelo di Romagna, Italia.

Trujillo Bueno J. "The last twenty years" en "Solar Polarization 8", 12-16 septiembre, Florencia, Italia.

Asensio Ramos A. "Advances in high-resolution solar observations" en "IAUS327: Fine Structure and Dynamics of the Solar Atmosphere", 9-14 octubre, Cartagena de Indias, Colombia.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES (CI)

"WEAVE Galactic Archaeology Science Team", 20-21 enero, París, Francia

Zurita C. "Data reduction Pipeline and products"

Sánchez Aguado D. "How to identify metal poor stars using photometry"

Battaglia G. "Low resolution pointed halo surveys"

González-Hernández J.I. "Extremely Metal Poor Stars in WEAVE"

"WEAVE SPA Meeting", 26-29 enero, Cambridge, Reino Unido

Zurita C. "The WEAVE advance processing system"

"LoRCA kick-off Workshop", 17-19 febrero, Granada

Allende-Prieto C. "Following of One Million Bright Stars (FOMBS)" (CO).

"Dynamic Sun I: MHD Waves and Confined Transients in the Magnetized Atmosphere" 22-26 Febrero, Varanasi, India

Khomenko E. "MHD waves: Realistic Modelling through Various Layers of the Solar Atmosphere"

Arregui I. "Bayesian Seismology"

“The 7th VVV Science Workshop”, 29 febrero – 1 marzo, Antofagasta, Chile

Sökmen E. “Star formation history of the Milky Way using the VVV-survey for southern galactic disk”

Hidalgo S. “Star formation history from resolved stellar populations: results from the Local Group dwarf galaxies and future work using VVV data”

“Asteroid Impact Mission (AIM) Science Meeting”, 1-2 marzo, Madrid

Licandro J. “Design concepts and options for the TIRI as part of ESA AIM mission”

“CAST Meeting”, 6-9 marzo, Dannerwirt, Alemania

Prieto M.A. “Star formation of parsec scales”

“IAUS321: Formation and Evolution of Galaxy Outskirt”, 14-18 marzo, Toledo

Trujillo I. “Ultra-deep imaging of nearby galaxy outskirts from the ground”

Sánchez Almeida J. “Gas accretion from the cosmic web feeding disk galaxies”

Battaglia G. “A wide-area chemo-dynamical survey of individual stars in a transforming dwarf galaxy”

Beckman J.E. “Antitruncations”

Filho M. “Circumgalactic gas in galaxies going through a gas accretion event”

Cebrian Renau M. “How galaxies look like beyond 31 mag/arcsec²?”

Román García J. “Diffuse light in extragalactic surveys”

Martinsson T. “Baryonic and dark matter distributions in disk galaxies”

Cincúendez Salazar L. “Probing the low surface brightness outskirts of Milky Way Dwarf Spheroidal Galaxies”

Serrano Borlaff A. “Antitruncated stellar profiles on GOODS-N at $0 < z < 0.6$ ”

Serrano Borlaff A. “Flared profiles on edge on systems”

Martínez Lombilla C. “Probing the origin of thick disks using ultra-deep images”

“ALMA-IRIS-DKIST Workshop: The Sun’s Chromosphere in the Era of ALMA, IRIS, and DKIST, 15-18 marzo, Boulder, Colorado, EEUU

Trujillo Bueno J. “The polarization and magnetic sensitivity of UV resonance lines”

Socas-Navarro H. “Chromospheric Spectropolarimetry”

“Space Climate 6”, 30 marzo-7 Abril, Levi, Finlandia

Rezaei R. “Long-term trends in properties of sunspots”

“The Interplanetary between Local and Global Processes in Galaxies”, 11-15 april, Cozumel, México

Muñoz-Tuñón C. “Starbursts and Galaxy Evolution: results from deep surveys”

Pinna F. “Unveiling the sources of disk heating in spiral galaxies with the CALIFA survey”

“2016 Koran Astronomical Society Meeting”, 14-15 abril, Corea del Sur

Collados M. “The solar photospheric and chromospheric magnetic field as observed in the near-infrared”

“The Asteroid-Meteorite Connection Workshop”, 21- 22 abril, Los Angeles, California, EEUU

De León J. “Primitive asteroids and carbonaceous chondrites: Mapping primitive materials in the inner Solar System”

“Escape of Lyman Radiation from Galactic Labyrinths”, 26-29 abril, Kolybari, Creta, Grecia

Rodríguez Espinosa J.M. “A rich protocluster of sources at $z=6.5$ ”

Muñoz-Tuñón C. “SHARDS survey for detecting Lyman- α galaxies”

“The Cosmic FIR Landscape”, 4-6 mayo, Lisboa, Portugal

Dannerbauer H. “An excess of dusty Starbursts at $z=2.2$ ”

“XMM-Newton: The Next Decade”, 9-11 mayo, Villafranca del Castillo, Madrid

Armas Padilla M. “Very faint X-ray binaries with XMM-Newton”

“Ringberg Workshop 2016: Computational Galaxy Formation”, 9-13 mayo, Schloss Ringberg, Alemania

Dalla Vecchia C. “Modelling thermal SN II Feedback”

“K2 Meeting”, 10-11 mayo, Oporto, Portugal

Nowak G. “Candidates for multiple planetary systems around K2 field #5 stars”

Deeg H. J. “Activities of the KEST Team”

Pallé E. “The ESPRINT Project”

“Towards a Next Space Probe for CMB Observations and Cosmic Origins Exploration”, 17-20 mayo, Ginebra, Suiza

Rubiño-Martín J.A. “The QUIJOTE Experiment”

“Astronomical Distance Determination in the Space Age”, 23-27 mayo, Pekín, China

Martínez-Vázquez C. E. “Variable stars in the Local Group using ground-based and HST data”

“Mondello Workshop 2016: Frontier Research in Astrophysics – II”, 23-28 mayo, Palermo, Italia

Rodríguez Espinosa J. M. “Observing the Dawn of the Universe”

“Star Formation, Magnetic Fields, and Diffuse Matter in the Galaxy”, 23-27 mayo, Wisconsin, EEUU

Tabatabaei F. “An empirical correlation between large scale field and dynamical mass”

“EUCLID Consortium Meeting 2016: Mapping the Geometry of the Dark Universe”, 30 mayo - 3 junio, Lisboa, Portugal

Iglesias-Groth S. “Search and Characterization of Submillimetric Galaxies”

“Blazars through Sharp Multi-Wavelength Eyes”, 30 mayo - 3 junio, Málaga

Acosta-Pulido J.A. “A new statistical approach to the optical spectral variability in a sample of Gamma-Bright Blazars”

Manganaro M. “The Blazar S5 0716+714 MWL picture during its brighter outburst”

Manganaro M. Blazar PKS1441+25 at the Cosmic Gamma-ray Horizon: MWL description of a recent MAGIC discovery”

“SPD Meeting 2016”, 31 mayo - 3 junio, Boulder, Colorado, EEUU

Griñón Marín A.B. “Spectropolarimetric study of a light bridge”

“Computing the Universe: At the Intersection of Computer Science and Cosmology, 5-10 junio, Oaxaca, México

Dalla Vecchia C. “Star formation and feedback in EAGLE”

“Cool Stars 19”, 6-10 junio, Uppsala, Suecia

Zhang Z. “Metallicity scales of M-L-T subdwarfs”

Manjavacas E. “Characterizing young brown dwarfs atmospheres with polarization data”

“AAS 228th Meeting”, 12-16 junio, San Diego, California, EEUU

Santos, F. P. et al. (Incluye Poidevin F.) “Comparing submillimeter polarized emission with near-infrared polarization of background stars for the Vela C molecular cloud”

Koljonen, K. et al. (Incluye Armas Padilla M., Muñoz Darias T.) “A “high-hard” outburst of the black hole X-ray binary GS 1354-64”

Vivas, A. K. et al. (incluye Gallart C.) “Variable Stars in the Field of the Hydra II Ultra-Faint Dwarf Galaxy”

Shporer, A. et al. (Incluye Pallé E.) “K2 Warm Jupiters with the LCOGT TECH collaboration”

Romanowsky, A. J. et al. (Incluye Beasley M.A.) “Dark Times for the Fluffiest Galaxies”

“Cosmology 2016 “Meeting on Fundamental Cosmology”, 15-17 junio, Barcelona

Rubiño Martín J.A. “The QUIJOTE experiment: Project status and first scientific results”

Tramonte D. “The conditional mass function of dark matter halos”

Pellejero Ibañez M. “Towards an informative prior free analysis”

Ferragamo A. “Optical follow-up of Planck Sunyaev-Zeldovich sources: Dynamical masses and scaling laws”

“LOFAR MKSP Meeting 2016”, 20-22 junio, Manchester, Reino Unido

Tabatabaei F. “M33: the EVLA and GMRT Surveys”

“IRIS-6: The Chromosphere”, 20-23 junio, Estocolmo, Suecia

Rezaei R. “Signatures of sunspot light bridges in the chromosphere and the transition region”

Khomenko E. “Search for direct observational confirmation of the uncoupled behaviour of ionized and neutral components of solar plasma”

Luna M. “Large-amplitude oscillations in prominences”

Collados M. “Multi-fluid effects in the solar atmosphere”

Asensio A. “Searching for the alignment between chromospheric fibrils and magnetic fields”

“LSST@Europe 2”, 20-24 junio, Belgrado, Serbia

Lodieu N. “The fragmentation limit in the nearest stellar clusters”

Martínez-Lombilla C. “The critical need for PSF treatment in ultra-deep imaging of extended sources”

Cebrian-Renau M. “the contribution of LSST to explore the ultra-faint surface brightness Universe”

“CHEOPS Science Workshop 4”, 21-23 junio, Ginebra, Suiza

Nortmann L. “Recent results of the GTC transmission spectroscopy survey”

“Anomalous Microwave Emission Workshop 2016”, 22-23 junio, Noordwijk, Países Bajos

Génova R. “Microwave observations of AME Galactic regions in intensity and polarisation with QUIJOTE”

Génova R. “QUIJOTE”

Poidevin F. “Characterisation of AME in the Taurus Molecular Clouds with the QUIJOTE Experiment”

“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016”, 25 junio - 1 julio, Edimburgo, Reino Unido

Ultraviolet to Gamma Ray

Maciaszek T. et al. (incluye Díaz J.A.) “Euclid Near Infrared Spectro Photometer (NISP) instrument concept and first test results obtained for different breadboards models at the end of phase C” 9904-22

Space Telescopes and Instrumentation 2016: Ultraviolet to Gamma Ray

Narukage N. et al. (incluye Trujillo-Bueno J.A. Asensio-Ramos A., del Pino T.) “Chromospheric LAYer SpectroPolarimeter (CLASP2)” 9905-7

Giono G. et al. (incluye Trujillo-Bueno J.) “Optical alignment of the chromospheric Lyman-Alpha spectropolarimeter using sophisticated methods to minimize activities under vacuum” 9905-159

Ground-based and Airborne Telescopes VI

Pérez de Taoro M.A., Aguiar-González M., Cózar-Castellano J., Génova-Santos R.T., Gómez M.F., Hoyland R.J., Peláez-Santos A.E., Poidevin F., Tramonte D., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A., Sánchez de la Rosa V., Vega-Moreno A., Viera-Curbelo T., Vignaga R. “QUIJOTE-CMB experiment: current status of telescopes and instrumentation” 9906-56

Copperwheat C.M. et al. (incluye Knapen J.H.) “Liverpool Telescope 2” 9906-122

Sanquirc R. et al. (incluye Sánchez de la Rosa V., Rubiño-Martín J.A., Pérez de Taoro M.A., Viera-Curbelo T., Gómez M.F., Aguiar-González M.) “Site assembly and testing of the second QUIJOTE telescope” 9906-174

Optical and Infrared Interferometry and Imaging V

Cagigal M.P. et al. (incluye Cagigas M.A.) “COvariancE of Lucky Images (COELI): resolution limit as a function of the atmosphere conditions” 9907-101

Kraus S. et al. (incluye Ramos-Almeida C.) “Planet Formation Imager: science vision and key requirements” 9907-54

Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy VI

Matthews S.A., et al. (incluye Collados M.) “The European Solar Telescope (*Invited Paper*)” 9908-8

Mackay C.D., Rebolo R. et al. (incluye López R., Puga M., Rodríguez-Ramos L.F., Velasco S., Oscoz A.) “AOLI: near-diffraction limited imaging in the visible on large ground-based telescopes” 9908-21

Watson A.M., Acosta-Pulido J.A. et al. (incluye Díaz García J.J., Garzón F., López P.L., Moreno Arce H., Patrón Recio J., Prieto M.A., Marco de la Rosa J.) “FRIDA: diffraction-limited imaging and integral-field spectroscopy for the GTC” 9908-24

Dalton G.B. et al. (incluye Aguerri J.A.L., Allende-Prieto C., Peñate-Castro J., Alonso-Burgal J., Herreros-Linares J.M., Gi-

gante J.V., Zurita C.) “Final design and progress of WEAVE: the next generation wide-field spectroscopy facility for the William Herschel Telescope” 9908-53

Garzón F. & EMIR IAC Team “EMIR at the GTC: results on the commissioning at the telescope” 9908-56

Eikenberry S.S. (Incluye Garzón F.) “MIRADAS for the Gran Telescopio Canarias: overview” 9908-58

Marconi A. (incluye Rebolo R.) “HIRES the high-resolution spectrograph for the E-ELT” 9908-77

Murga G., Velasco S., Etxegarai U., Oscoz A., López R.L. “Commissioning and first observations with Wide FastCam at the Telescopio Carlos Sanchez” 9908-102

Oscoz A., Puga Antolín M., López R.L., Velasco S., Rodríguez-Ramos L.F., Rebolo R., Valdivia J.J. “An instrumental puzzle: the modular integration of AOLI” 9908-113

Probst R.A. et al. (incluye Esposito M., González Hernández J.I., Rebolo R., Suárez Mascareño A.) “Relative stability of two laser frequency combs for routine operation on HARPS and FOCES” 9908-230

Pepe F. et al. (incluye Rebolo R.) “The near-infrared planet searcher, Claudio Melo, European Southern Observatory (Chile)” 9908-239

Thompson S.J., Santana S. et al. (incluye Rebolo R., González-Hernández J.I.) “HARPS3 for a roboticized Isaac Newton telescope” 9908-242

Riva M. et al. (incluye Rebolo R.) “ESPRESSO AIT: a critical step toward the science” 9908-284

Lewis J.I. et al. (incluye Aguerri J.A.L.) “Developments in fiber positioning technology for the WEAVE instrument at the William Herschel Telescope” 9908-293

Domínquez Palmero L. et al. (incluye Aguerri J.A.L.) “Design of the calibration unit for the WEAVE multi-object spectrograph at the WHT” 9908-326

Núñez Cagigal M., Joven Álvarez E., Barreto C.M., Patrón Recio J., Garzón F. “EMIR electronics AIV and commissioning” 9908-334

Gigante J.V., Hernández-Suárez, Rodríguez-Ramos L.F. “Development of cryogenic components based on COTS parts for the HARMONI instrument” 9908-365

Adaptive Optics Systems V

Bonaccini Calia D. et al. (incluye Reyes M, Montilla I.) “LGS return flux: report on the Tenerife optimization experiments and comparison with the Toptica laser results at the VLT” 9909-30

Reyes M., Montilla I., Tenengi F., Rodríguez-Ramos L.F., López-Ruiz J.C., Martín-Díaz C., López R.L., Núñez Cagigal M., López P.L. et al. “Status of the GTC adaptive optics program” 9909-50

Montilla I., Collados M. et al. “Solar adaptive optics: specificities, lessons learned, and open alternatives” 9909-55

Núñez Cagigal M., Vilela R., Martínez Rey N., Martín-Díaz C., Tubío Araújo O., Rodríguez-Ramos L.F. "GTC adaptive optics hardware electronics" 9909-120

Castro-Almazán J.A., Fuensalida J.J., Alonso A. et al. (incluye Montilla I., Reyes M.) "The bistatic geometry for Na LGS profiling: results at Teide Observatory" 9909-156

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C., Graham E., Castro-Almazán J.A. "Boundary layer validation from local surface layer measurements, NCEP/NCAR reanalyses weather datasets and numerical weather prediction models: the case of the Roque de los Muchachos Observatory (ORM)" 9909-172

Chulani H.M., Martín-Hernando Y., Fuensalida J.J., Echeandía C., Rodríguez-Ramos L.F., Alonso A. "EDiFiSE full-FPGA adaptive optics: first laboratory results using the IACAT (IAC Atmosphere and Telescope) optical ground support equipment" 9909-212

Marco de la Rosa J., Montoya L., Collados M., Montilla I., Vega Reyes N. "Daytime turbulence profiling for EST and its impact in the solar MCAO system design" 9909-270

Observatory Operations: Strategies, Processes, and Systems VI

Castro-Almazán J.A., Muñoz-Tuñón C., Pérez-Jordán G., Varela A.M., García-Lorenzo B. "Precipitable water vapour statistical results at Teide Observatory from a routine GPS monitor" 9910-33

Mato A., Núñez Cagigal M., Barreto C.M., Patrón Recio J., Garzón F. "Characterization of the actuator of EMIR configurable slit unit" 9912-46

Vega Reyes N., Cavaller L., Marco de la Rosa J., Baiges J., Pérez-Sánchez D., Grivel C., Collados M. et al. "Local seeing determination by thermal-CFD analysis to optimize the European Solar Telescope image quality" 9912-48

Sayède F.N. et al. (incluye Aguerri J.A.L.) "First results of tests on the WEAVE fibers" 9912-70

Tenegi F., Santana Tschudi S. et al. "ESPRESSO optical bench: from mind to reality" 9912-123

Tubío Araújo O., Hernández Suárez E., Gracia F. "Low-cost measurement and monitoring system for cryogenic applications" 9912-153

Vega Reyes N., Estéves M., Salaun Y., Calcines A.Z., Sánchez Capuchino J., López R.L., Grivel C., Collados M. "Opto-mechanical design of an image slicer for the GRIS spectrograph at GREGOR" 9912-198

Viera-Curbelo T. "New cryogenic temperature monitor: PLT-HPT-32" 9912-209

Maroto O. et al. (incluye Aguerri J.A.L., Herreros Linares J.M., Delgado Hernandez J.M., Alonso Burgal J.) "The WEAVE focus translation system: from design to construction" 9912-220

Lhomé E. et al. (incluye Aguerri J.A.L.) "The 4.2m William Herschel Telescope" 9912-254

Software and Cyberinfrastructure for Astronomy IV

Rodríguez Losada J.A.J., Molgó Sendra J., Guerra Ramos D. "Software framework for automatic learning of telescope operation" 9913-63

Cupani G., D'Odorico V., Cristiani S., González Hernández J.I. et al. "Integrated data analysis in the age of precision spectroscopy: the ESPRESSO case" 9913-66

Molinari E. et al. (incluye Aguerri J.A.L.) "WAS: the archive for the WEAVE spectrograph" 9913-71

Sabater J., Torres S., Garzón F., Torra J., Gómez J.M. "Motion planning techniques for MIRADAS robotic probe arms" 9913-115

Toledo-Moreo R., Colodro-Conde C., Gómez Sáenz de Tejada J., Díaz-García J.J., Tubío Araújo O., Raichs C., Catalán J., Villó I., Rebolo R. "The control unit of the near infrared spectrograph of the Euclid space mission: detailed design" 9913-155

Flores-Meza R.A., Lara G., Sánchez B.S., Espejo C., Keiman A.C., Garcés Medina J.L., Cuevas Cardona S., Díaz García J.J. "FRIDA's mechanisms control system structure and tests" 9913-175

Millimeter, Submillimeter, and Far-Infrared Detectors and Instrumentation for Astronomy VIII

Sánchez de la Rosa V. "The QUIJOTE TGI cryomechanics" 9914-91

Gómez M.F., Martín-Hernando Y., Aguiar-González M., Cózar-Castellano J., González-Cobos N., Hoyland R.J., Núñez-Cagigal M., Pérez de Taoro M.A., Sánchez de la Rosa V., Vega-Moreno A., Viera-Curbelo T. "The QUIJOTE TGI control system" 9914-110

"Dark Matter 2016: From the smallest to the largest scales", 27 junio - 1 julio, Santander

Vázquez Acosta M. "Searches for dark matter with the MAGIC Telescopes"

"NAM 2106 (National Astronomical Meeting)", 27 junio - 1 julio, Nottingham, Reino Unido

Jones D. "Post CE binaries in PNE"

Arregui I. "Inference of magnetic field strength from transverse oscillations in solar atmospheric waveguides"

"Active Galactic Nuclei: what's in a name?", 27 junio - 1 julio, Garching, Alemania

García Bernete I. "The nuclear and extended mid-infrared emission of Seyfert galaxies"

Ramos Almeida C. "Upholding the unified model for AGN: VLT/FORS2 spectropolarimetry of Seyfert 2 galaxies"

Prieto M.A. "The central parsecs of AGN across the electromagnetic spectrum"

“Exoplanets I”, 3-8 julio, Davos, Suiza

Deeg H. J., Tingley B. “TEE: An estimator for the timing precision of transit detections with predictions for TESS detections”

Chen G. “A transmission spectroscopy survey of exoplanet atmospheres with GTC”

“EWASS 2016: European Week of Astronomy and Space Science”, 4-8 julio, Atenas, Grecia

S2: Understanding CMB Polarization Foregrounds - Clearing the Path to Inflationary B-modes

Génova-Santos R. “Microwave measurements of the polarisation of the synchrotron and anomalous dust emissions with the QUIJOTE experiment”

S3: MUSE first year science and beyond

Knapen J.H., Sarzi M., Martinsson T., Coccato L., Falcón-Barroso J., de Zeeuw T., Elmegreen B., Bastian N. “MUSE observations of NGC 7742”

Font J., Borlaff A., Beckman J.E., Garcia-Lorenzo B. “Study of the Resonances in the gas and the stellar component of NGC3433”

Martinsson T. et al. “The link between dynamical properties and baryonic composition in disk galaxies”

S5: How galaxies live and die: the onset and end of star formation across cosmic time

Rodríguez Espinosa J.M., Calvi R., Salvador Solé E., Guzman R., Chachaiworawit K., Castro Rodríguez N. “Observations of a rich proto-cluster at $z=6.5$ ”

Vazdekis A., Röck B., Peletier R., La Barbera F., Knapen J.H., Ricciardelli E., Koleva M., Falcon-Barroso J. “Early-Type Galaxies: constraining their stellar populations from the UV to the Near-IR”

S12: Stellar and AGN feedback in galaxies: a multi-wavelength perspective of outflows

Vazdekis A., Röck B., Peletier R., Knapen J.H. “The stellar populations of AGN hosting galaxies as seen from Near-IR absorption features”

S15: Exploring pulsar formation, evolution, and magnetic field: from low-mass X-ray binaries to magnetars

González-Hernández J.I. “Extremely Fast orbital decays in black hole X-ray binaries”

Muñoz-Darias T. “Accretion States of Low Mass X-ray Binaries and Accreting Millisecond Pulsars”

SS2: Solar-Terrestrial Coupling and Space Weather: State-of-the-Art and Future Prospects

Santamaria I.C., Khomenko E., Collados M. “High frequency jet-like phenomena in the presence of a null point”

SS4: Planning the large spectroscopic surveys with the next generation of European high-multiplex spectroscopic survey instruments

Trager S., Dalton G., Abrams D.C., Bonifacio P., Aguerri J.A.L., Vallenari A. “WEAVE: Science and Status”

SS5: A multi-messenger view of mergers and multiple supermassive black holes

Ramos-Alemida C., Bessiere P., Tadhunter C. “Galaxy mergers as triggers for luminous AGN and starbursts”

SS8: The challenges of multiple stellar populations in globular clusters

Lagioia E. “The HST UV Legacy Survey of GGCs: RGB Bump in the context of multiple stellar populations”

Vazdekis A., Asa'd R., Beasley M. “Multiple stellar populations in young LMC clusters?”

“TASC2 & KASC9 Workshop - SPACEINN & HELAS8 Conference”, 11-15 julio, Angra do Heroísmo, Portugal

Jiménez A. “Magnetic activity proxies from VIRGO, GOLF and KEPLER observations”

Pallé P.L. et al. “Observations of Giant Stars with SONG”

Eff-Darwich A. “Outreach activities within the HELAS Network”

“From Theory to Applications: Celebrating a Century of Gravitational Lensing”, 11-15 julio, Leiden, Países Bajos

Jiménez-Vicente J., Mediavilla E. “Recent progress in quasar microlensing”

“Discs in Galaxies”, 11-17 julio, Garching, Alemania

Martinsson T. “Baryonic and dark matter mass distributions in disk galaxies”

Pinna F. “Unveiling the sources of disk heating in spiral galaxies with the CALIFA survey”

“LSST Galaxies Workshop”, 22-23 julio, Oxford, Reino Unido.

Martínez-Lombilla C. “Effects of PS in deep imaging”

Cebrian Renau M. “Exploring the ultra-faint surface brightness Universe”

“Exoplanet Biosignatures Workshop without Walls”, 27-29 julio, Seattle, Washington, EEUU

Pallé E. “Transmission spectroscopy with GTC”

Montañés Rodríguez P. “A possible water ice cloud in Jupiter’s stratosphere”

“The XII Torino Workshop on Asymptotic Giant Branch Stars and IV CSFK Astromineralogy Workshop”, 31 julio – 5 agosto, Budapest, Hungría

Zamora O., Cassisi S., Stetson P., Shetrone M., Meszaros Sz., Monelli M., Lucatello S., García-Hernández D.A. “Second-generation asymptotic giant branch stars in metal-poor galactic globular clusters”

Pérez-Mesa V., Manchado A., Lugaro M., García-Hernández D.A., Karakas A., Zamora O., Plez B. “Rb and Zr content in massive Milky Way AGB stars revisited”

Manchado A. “On the chemical enrichment of the ISM by AGB stars”

AOGS 2016 13th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, 31 julio - 5 agosto, Pekín, China

Arregui I. “Bayesian prominence seismology”

“First Stars V”, 1-5 agosto, Heidelberg, Alemania

Pérez-Fournon I. “Massive star formation in high-redshift Herschel galaxies”

González-Hernández J.I. “Carbon enhanced stars in the SDSS/BOSS survey”

Sánchez Aguado D. “Follow up observations of extremely metal-poor stars identified from SDSS”

“Solar and Stellar Magnetic Fields - a Conference in Honor Manfred Schüssler”, 7-11 agosto, Goslar, Alemania

Moreno-Insertis F. “Magnetic flux emergence in the quiet Sun: a magnetoconvection experiment”

“Cloudy: Emission Lines in Astrophysics, from Gaseous Nebulae to Quasars”, 8-12 agosto, México

Beckman J.E. “Bubbly: A methods for detecting superbubbles via their ionized gas emission”

“The 5th SOLARNET Summer School and Workshop”, 25 agosto – 2 septiembre, Belfast, Reino Unido

Arregui I. “Prominence Seismology”

Cocas-Navarro H. “NICOLE: A massively parallel stokes synthesis and inversion code”

“Hinode 10 Science Meeting”, 5-8 septiembre, Nagoya, Japón

Arregui I. “Inference of magnetic field strength from oscillations in the solar atmosphere”

Cubas Armas M. “Uncertainties in the solar photospheric Oxygen abundance determination”

“STARS 2016: Understanding the Roles of Rotation, Pulsation and Chemical Peculiarities in the upper main Sequence”, 11-16 septiembre, Lake District, Reino Unido

Simón-Díaz S. “New insights about stellar oscillations in O stars and supergiants with NOT, HERMES and SONG”

“V404 Cyg Workshop”, 12-14 septiembre, Oxford, Reino Unido

Muñoz Darias T. “Outer accretion disc wind in V404 Cyg”

Shahbaz T. “Evidence for magnetic field compression in shocks within the jet of V404 Cyg”

Casares J. “Lessons from V404 Cyg and Phil Charles”

“IAUS 324: New Frontiers in Black Hole Astrophysics”, 12-16 septiembre, Ljubljana, Eslovenia

Fernández Ontiveros J.A. “Elusive accretion discs in low luminosity AGN”

“SEAC XXIV: The Marriage of Astronomy and Culture”, 12-16 septiembre, Bath, Reino Unido

Rodríguez Antón A. “Estimating the reliability of the digital data acquisition in Cultural Astronomy. The case of Roman North Africa”

Belmonte J.A. “Petra revisited: New clues for the Nabatean cultic calendar”

“Solar Polarization 8”, 12-16 septiembre, Florencia, Italia

Asensio Ramos A. “Modern inversion codes for stokes parameters”

Martínez González M.J. “Measuring the global field of the Sun and other stars with the Hanle effect”

Alsina E. “The transfer of resonance line polarization in the general Hanle-Zeeman regime”

Díaz Baso C.J. “Inference of magnetic fields in an active region filament”

Pastor Yabar A. “Magnetic topology of the North Pole”

“Varying Constants and Fundamental Cosmology”, 12-17 septiembre, Szczecin, Polonia

López-Corredoira M. “Tests and problems of the standard model in Cosmology”

López-Corredoira M. “The Number of Tidal Dwarf Satellite Galaxies in Dependence of Bulge Index”

“The Milky Way and its environment: Gaining Insights into the Drivers of Galaxy Formation and Evolution”, 19-23 septiembre, París, Francia

Gallart C. “Insights on Milky Way and M31 halo formation mechanisms from RR Lyrae variables”

Hidalgo S.L. "The Art of Deriving SFHs: From Dwarf Galaxies to the Milky Way"

Monteagudo L. "Star formation history of the inner LMC disk"

Murabito S. "Ultra-faint Dwarf Galaxies: laboratories to obtain insights into galaxy formation and evolution"

López Corredoira M. "No X-shape in the Milky Way young buldge"

"Non-Stable Universe: Energetic Resources, Activity Phenomena and Evolutionary Processes", 19-23 septiembre, Yerevan-Byurakan, Armenia

Israelian G. "Building bridges between supernovae and stellar mass black holes"

"ESAC 2016 JWST Workshop: Mastering the Science Instruments and the Observing Modes of JWST", 26-28 septiembre, Madrid

De León J. "Studying hydration features in primitive asteroids with the JWST"

"LARIM 2016: XV Latin American Regional IAU Meeting", 3-7 octubre, Cartagena de Indias, Colombia

Rodríguez Espinosa J.M. "Searching for high-Z Lyman- α Sources in the shards survey and discovery of a proto-cluster at $Z=6.5$ "

"IAUS 327: Fine Structure and Dynamics of the Solar Atmosphere", 9-14 octubre, Cartagena de Indias, Colombia

Griñón A.B. "Filamentary oscillations in the penumbra of sunspots"

Sánchez Requerey I. "Convectively driven sinks and magnetic fields in the quiet sun"

"Dwarf Galaxy Workshop", 10-13 octubre, Garching bei München, Alemania

Battaglia G. "Future spectrographs for resolved stellar population studies"

"IAUS 323: Planetary Nebulae: Multi-Wavelength Probes of Stellar and Galactic Evolution", 10-14 octubre, Pekín, China

García-Hernández D.A. "Understanding galactic planetary nebulae with precise/reliable nebular abundances"

Galera Rosillo R. "The origin of the most luminous Planetary Nebulae"

Díaz Luis J.J. "The formation of fullerenes in planetary nebulae as seen by GTC/Canaricam"

Jones D. "Central stars of Planetary Nebulae"

Manchado A. "Subsecond molecular hydrogen imaging of NGC 2346 with GSAOI/GeMS"

"SDO 2016: Unraveling the Sun's Complexity", 17-21 octubre, Burlington, Vermont, EEUU

Nóbrega D. "The cool surge following flux emergence in a radiation-MHD Experiment"

Luna M. "Large amplitude oscillations in prominences"

"IV Meeting of AGN Research in Spain", 27-28 octubre, La Laguna, Tenerife

Pérez-Fournon I. "SPICA, Unveiling the cold obscured Univers"

Garzón F. "EMIR: commissioning results and plans for scientific exploitation"

Knapen J.H., Cisternas M. "The role of bars in AGN fueling in disk galaxies over the last seven billion years"

Prieto M.A. "Pioneering high angular resolution at GTC: FRIDA"

Ramos-Almeida C. et al. "Unveiling the hidden BLR of Seyfert 2 galaxies"

Muñoz-Darias T. "Why AGN lovers should care about stellar-mass black holes?"

Dannerbauer H. "An Excess of Dusty Starbursts at $z=2.2$ "

Fernández-Ontiveros J.A. et al. "Far-IR Line Spectra of AGN from Herschel/PACS: The Complete Database"

Dullo B., Martínez-Lombilla C., Knapen J.H. "Bar-driven AGN fuelling in SO galaxies with complex central structures"

Ramón-Pérez M., Bongiovanni A., Cepa J. et al. "Selection and analysis of Active Galactic Nuclei in OTELO survey"

Nadolny J., Prieto M. A., Mezcuca M., Fernández-Ontiveros J.A. "Type 1 AGN - dust and ionized gas around the nuclei"

García-Bernete I. "The nuclear and extended mid-infrared emission of Seyfert galaxies"

Luque R., Fernández Ontiveros J.A., Prieto A.M. "The black hole feeding and feedback connection in the nucleus of NGC 1386"

García-Burillo S., Combes F., Ramos Almeida C. et al. "ALMA resolves the torus of NGC1068"

Castro Segura N., Acosta-Pulido J.A. "A new statistical approach to the optical spectral variability in a sample of Gamma-Bright Blazars"

Carnerero M.I., Raiteri C.M., Villata M., Acosta Pulido J. A. for the WEBT Collaboration "Investigating the puzzling synchrotron behaviour of Mkn 421"

Rodríguez-Coira G., Prieto M.A., Fernández-Ontiveros J.A. "The Kennicutt-Schmidt law at parsec scales"

Sánchez-Portal M., Pérez-Martínez R., Pintos-Castro I., Pérez García A.M., Cepa J. and the CLACE "An OSIRIS/GTC survey

of the AGN population of the intermediate redshift cluster ZwCl 0024.0+1652"

"Chemical Abundances in Gaseous Nebulae", 2-5 noviembre, Sao Paulo, Brasil

Esteban C. "Deep spectroscopy of HII regions: Carbon abundances and the abundance discrepancy problem"

Toribio L. "Carbon and Oxygen abundances in Magellanic Clouds: A study on the abundance discrepancy problem and its implication for chemical evolution of galaxies"

García Rojas J. "Chemical abundances in planetary nebulae from faint emission lines"

"1st International Workshop on Archaeoastronomy in the Roman World", 3-5 noviembre, Roma, Italia

Belmonte J.A. "Arabia Adquisita: The Romanization of the Nabataean cultic calendar and the Tannur "Zodiac-paradigm"

"Galactic Archaeology & Stellar Physics. Understanding the Origins of the Galaxy and its Stellar Content", 21-25 noviembre, Cambera, Australia

Carrera R. "The Open Cluster Chemical Abundances from Spanish Observatories Survey (OCCASO): midterm status"

"AHEAD Background Workshop 2016", 28-30 noviembre, Frascati, Italia

Blay Serrano P. "Geant4 simulations of the two detector layers in ASIM/MXGS"

"IAUS 329: The Lives and Death-Throes of Massive Stars", 28 noviembre-2 diciembre, Auckland, Nueva Zelanda

Herrero A. "Results from the BOB Survey"

Simón-Díaz S. "Multiepoch views of massive stars"

Rodríguez Berlanas S. "Searching for self-enrichment in Cyg-OB2"

Camacho I. "B supergiants in IC 1613: Testing low-Z massive stars physics and evolution"

Holgado G. "Quantitative spectroscopic analysis of O stars in the IACOB-OWN project: Massive stars in the galaxy with the imminent GAIA information"

"WoW: The Week of WEAVE", 28 noviembre-2 diciembre, Leiden, Países Bajos

Zurita C. "The WEAVE advanced processing system"

"Wide-Field Variability Surveys: A 21st-Century Perspective", 28 noviembre - 2 diciembre, San Pedro de Atacama, Chile

Monelli M. "Insights on Milky Way and M31 halo formation mechanisms from RR Lyrae variables"

"17th MHD Days", 30 noviembre - 2 diciembre, Göttingen, Alemania

Vitas N. "Realistic 3D numerical simulations with the MANCHA code"

"The Universal Problem of the Non-Universal IMF", 5-9 diciembre, Leiden, Países Bajos

Vazdekis A. "Constraining the IMF with stellar population models"

"The Physics of Groups and Galaxy Properties therein", 12-15 diciembre, París, Francia

Aguerri J A L "Observational properties of fossil groups"

"AGU Fall Meeting", 12-16 diciembre, San Francisco, California, EEUU

Luna M. "Large amplitude oscillations in prominences"

"The First WEAVE All-Hands Meeting", 19-21 diciembre, Cambridge, Reino Unido

Knapen J.H. "WEAVE: view from the ING Board"

Aguerri J.A.L. "WEAVE-Cluster surveys"

Falcón J. "WEAVE-Apertif"

Zurita C. "The WEAVE advanced processing system"

"Real-Time Control for Adaptive Optics Workshop (4th Edition)", 19-21 diciembre, París, Francia

Martínez Rey N. "Simulating the atmospheric conditions for FSO systems at the OGS facilities"

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES (CN)

"Encuentro RIA-SpaceTec: Nuevas perspectivas en el desarrollo de instrumentación astronómica en España", 10-12 febrero, Madrid

Oscoz A. "CRONOS: An integrated view of the observatorios"

Licandro J. "A thermal imager for the space missions to asteroids"

Díaz García J.J. "The control unit of the near infrared spectrograph of the Euclid space mission: Detailed design"

Collados M. "Perspectivas futuras para el Telescopio Solar Europeo"

Rodríguez Espinosa J. M. "Observations of the Dawn of the Universe with a mini-satellite"

Pallé E. "Observatorios de Canarias: últimas novedades y perspectivas futuras"

Pallé E. "CRONOS: An integrated view of the Observatorios de Canarias ICTSs"

García-Lorenzo B. "Desarrollo de instrumentación Astronómica en el IAC"

Delgado J.M. "WEAVE un espectrógrafo óptico de gran campo para el WHT"

García Lorenzo B. "Spanish contribution to HARMONI, the first light integral field spectrograph for the E-ELT"

Martín Hernando Y. "MINI-EUSO NIRCAM: A nadirpointing Near InfraRed (NIR) camera on the Russian segment of the ISS"

"V Simposio Circulo de Filosofía de la Naturaleza", 23-26 febrero, Málaga

López-Corredoira M. "¿Qué quiere la Naturaleza?"

"Encuentro de Jóvenes Investigadores de Historia Antigua", 4-6 mayo, Madrid

Rodríguez Antón A. "¿Orientaciones astronómicas en los asentamientos romanos? Resultados preliminares en Oriente y Occidente"

"XII Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)", 18-22 julio, Bilbao

Muñoz Tuñón C. "Starburst galaxies in the Shards Survey"

Collados M. "EST: The European Solar Telescope"

Ramos Almeida C. "JWST- Internal structure in Galaxies"

Cepa J. "Primeros resultados del cartografiado OTELO"

Mediavilla E. "Astrophysical applications of quasar microlensing"

Rubiño Martín J.A. "The QUIJOTE experiment. Project status and first scientific results"

García-López R. J. "Informe del Gestor del Plan Estatal de Investigación en el Área de Ciencias del Espacio. Mesa redonda con la industria"

Arrabal-Haro P. "The QUIJOTE experiment. Project status and first scientific results"

Arrabal-Haro P. "Searching for Ly alpha sources in the ESO/GTC SHARDS Survey"

Cebrian-Renau M. "What do galaxies look like beyond 31mag/arcsec²?"

Dannerbauer H. "An Excess of Dusty Starbursts at z=2.2"

García-Bernete I. "The nuclear and extended mid-infrared emission of Seyfert galaxies"

de la Rosa I. G. "Inside-out formation of massive galaxies"

Lumbreras-Calle A. "Search and characterisation of low redshift star-forming galaxies in SHARDS"

Rodríguez Espinosa J.M. "A rich overdensity at z=6.5"

Tabatabaei F. "Unveiling the Physics of star formation and feedback with Radio Surveys"

Toribio San Cipriano L. "Carbon and Oxygen abundances in Magellanic Clouds: a study on the Abundance Discrepancy Problem and its implication for chemical evolution of galaxies"

Armas Padilla M. "Subluminous accreting black holes and neutron stars"

Galera Rosillo R. "Planetary nebulae: lighthouses of the nearby Universe"

García-Hernández D.A. "Detection of second-generation asymptotic giant branch stars in metal-poor globular clusters"

González Hernández J.I. "Fast orbital decays of black hole X-ray binaries: the case of Nova Muscae 1991"

Holgado Alijo G. "Quantitative Spectroscopic Analysis of O stars in the IACOB+OWN project: Massive stars in the Galaxy with the imminent GAIA information"

Madonna S. "s-process in NGC 5315 a type I PNe"

Manchado A. "Multi-Conjugate Adaptive Optics images of the molecular hydrogen in the planetary nebula NGC 2346"

Manjavacas E. "Characterizing young brown dwarfs atmospheres with polarization data"

Mata Sánchez M. "Swift J1357.2-0933: a massive black hole in the Galactic thick disc"

Muñoz Darias T. "Accretion/ejection coupling in stellar-mass black holes: the case of V404 Cyg"

Pallé P.L. "El proyecto SONG: operación y primeros resultados científicos"

Rodríguez Berlanas S. "Early-type massive stars in Carina Nebula within Gaia-ESO Survey"

Sánchez Aguado D. "The most pristine dwarf star observed with OSIRIS at GTC"

Velasco S. "LkHa 262/263: the paradigm of multiplicity vs disk fraction in low-mass stellar systems"

De León J. "PRIMitive Asteroids Spectroscopic Survey (PRIMASS): First Results"

Licandro J. "V-type and Vesta family asteroids in the VISTA - VHS survey (MOVIS)"

Suárez Andrés L. "C/O vs. Mg/Si ratios in solar type stars: the HARPS sample"

Suárez Mascareño A. "Magnetic Cycles and Rotation Periods of Late Type Stars"

Arregui I. "Inference of the magnetic field strength from transverse oscillations in solar atmospheric waveguides"

Cubas Armas M. "Abundancia de oxígeno en la fotosfera a partir de un modelo 3D empírico"

Díaz Baso C.J. "Campo magnético en un filamento de región activa"

González Hernández J.I. "The solar gravitational redshift measured with the laser frequency comb in HARPS"

Griñón Marín A.B. "Oscilaciones Filamentosas en la Penumbra de una Mancha Solar"

Luna M. "Solar tornadoes: a myth or reality?"

Nóbrega Siverio D. "The cool surge following flux emergence in a radiation-MHD experiment"

Pastor Yabar A. "Topología magnética de una región del polo norte del Sol"

Sánchez Requerey I. "Sumideros convectivos y campos magnéticos en el Sol en calma2"

Khomenko E. "Supercomputing in modeling of solar processes"

Aguerri J.A.L. "WEAVE a new-generation spectrograph for the WHT"

Garzón F. "First results of the EMIR comissioning"

Prieto M.A. "High angular resolution at GTC: Science capabilities of FRIDA"

Velasco S. "Completing the puzzle: AOLI full-commissioning fresh results and AIV innovations"

del Puerto C. "De efeméride en efeméride... proyectos transversales de divulgación del Instituto de Astrofísica de Canarias"

Rodríguez Anton A. "¿Orientaciones astronómicas en los asentamientos romanos? Aproximación al urbanismo romano a través de la arqueoastronomía"

Rosenberg A. "Divulgación a la carta: proyectos del IAC para cada audiencia"

Toribio San Cipriano L. "El Principio Cero de la Divulgación"

Pérez-Mesa V. "The Rb problema in massive AGB stars"

Díaz-Luis J.J. "Fullerenes and fullerene-related molecules in the circumstellar environment of evolved stars"

Martínez-Lombilla C. "Thick disk properties from ultra-deep Stripe82 imaging"

Oscos A. "LkHa 262/263: the paradigm of multiplicity vs disk fraction in low-mass stellar systems. Completing the puzzle: AOLI full-commissioning fresh results and AIV innovations"

Oscos A. "EMCCD calibration for astronomical imaging"

Oscos A. "Snorkelling between the stars: submarine methods for astronomical observations"

Jiménez Ibarra F. "GTC-10.4m/OSIRIS spectroscopy of Aquila X-1"

Nadolny J. "Morphological analysis of OTELO survey galaxies"

Ramón Pérez M. "Emitting objects in OTELO Survey. AGN Analysis"

Bongiovanni A. "The very high redshift component of the OTELO survey"

Iglesias Groth S. "Search and Characterization of submillimetre galaxies"

López Fernández-Nespral D. "Mass determination of K2-19b and K2-19c from radial velocities and transit timing variations"

Morate D. "Compositional study of asteroids in the Sulamitis Collisional family. A link between families?"

Cerviño M. "About recent star formation rates interferences"

"Commemoración de los 50 años de excavaciones en Heracleópolis Magna (Ehnasya el Medina)", 27-28 septiembre, Madrid

Belmonte J. A. "Estudios de Arqueoastronomía"

"IX Jornadas Astronomía 2016", 25-27 noviembre, Puerto del Rosario, Fuerteventura

Rubiño Martín J.A. "Ondas gravitacionales: 100 años de relatividad general de Einstein"

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS (CR)

Ferreras, I.; La Barbera, F.; Vazdekis, A. "Is the stellar initial mass function universal?" 2016A&G....57b2.32F

Oszkiewicz, Dagmara; Skiff, Brian A.; Moskovitz, Nick; Kankiewicz, Paweł; Marciniak, Anna; Licandro, Javier; Galazzo, Mattia; Zeilinger, Werner Non-Vestoid candidate asteroids in the inner main belt, arXiv:1612.07788 2016 2016arXiv161207788O

Ali-Lagoa, V.; Licandro, J.; Gil-Hutton, R.; Canada-Assandri, M.; Delbo, M.; de Leon, J.; Campins, H.; Pinilla-Alonso, N.; Kelley, M. S. P.; Hanus, J. VizieR Online Data Catalog: PCF, SpecB or SDSSB asteroids parameters (Ali-Lagoa+, 2016), VizieR Online Data Catalog 2016 J/A+A/591/A14

Popescu, M.; Licandro, J.; Morate, D.; de Leon, J.; Nedelcu, D. A.; Rebolo, R.; McMahon, R. G.; Gonzalez-Solares, E.; Irwin, M. VizieR Online Data Catalog: VISTA-VHS (MOVIS) minor planets NIR photometry, VizieR On-line Data Catalog 2016 J/A+A/591/A115.

Mathur, S.; Garcia, R. A.; Huber, D.; Regulo, C.; Stello, D.; Beck, P. G.; Houmani, K.; Salabert, D VizieR Online Data Catalog: Kepler faint red giants, VizieR On-line Data Catalog: J/ApJ/827/50

Linder, T.; Holmes, R.; Schwartz, M.; Holvorcem, P. R.; Fitzsimmons, A.; McNeill, A.; Vaduvescu, O.; Hudin, L. 2014 BY32, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-B15

Parker, Q.; Greimel, R.; Vaduvescu, O.; Hudin, L.; Mocnik, T.; Ashley, R. 2012 TO139, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-A56

Parker, Q.; Greimel, R.; Vaduvescu, O.; Hudin, L.; Molocieniuc, A.; Ashley, R. 2011 LH, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-A55

Parker, Q.; Vaduvescu, O.; Tudor, V.; Toma, R.; Hudin, L.; Ashley, R. 2011 UA, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-A37

Greimel, R.; Jones, D.; Vaduvescu, O.; Humphries, N.; Molocecieniuc, A.; Hudin, L. 2008 ON, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-A34

Greimel, R.; Humphries, N.; Vaduvescu, O.; Hudin, L.; Williams, G. V. 2002 GA, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-A08

Buzzi, L.; Serra-Ricart, M.; Rodriguez, M., et al. Comet C/2016 n4 (master), Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-O266

Bacci et al. (incluye Serra-Ricart, M.) 2016 NG39, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-O37

Leonard et al. (incluye Serra-Ricart, M.) 2016 NE39, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-O35

Bacci et al. (incluye Serra-Ricart, M.) 2016 NX32, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-N88

Nazarov et al. (incluye Serra-Ricart, M.) Observations and Orbits of Comets, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-M22

Bonomi et al. (incluye Serra-Ricart, M.) Observations and Orbits of Comets, Minor Planet Electronic Circ. 2016 No. 2016-M09

Aghamousa et al. (incluye Allende-Pierto C.) The DESI Experiment Part I: Science, Targeting, and Survey Design, arXiv 2016 0

Aghamousa et al. (Incluye Allende-Prieto C.) The DESI Experiment Part II: Instrument Design, arXiv 2016 0

Castro-Tirado, A. J.; Valeev, A. F.; Sokolov, V. V.; Ferrero, P.; Tello, J. C.; Hu, Y.; Zhang, B.-B.; Jeong, S.; Cepa, J.; Oates, S. R.; Garcia-Alvarez, D.; Valladares, D. P.; Castro-Rodriguez, N.; Fernandez, S. GRB 161017A: GTC additional spectroscopy and refined redshift., GRB Coordinates Network, Circular Service 2016 20077

McConnachie et al. (incluye Battaglia G.) The Detailed Science Case for the Maunakea Spectroscopic Explorer: the Composition and Dynamics of the Faint Universe, arXiv:1606.00043 2016 N/A

SDSS Collaboration (incluye Battaglia G., Carrera R.) The Thirteenth Data Release of the Sloan Digital Sky Survey: First Spectroscopic Data from the SDSS-IV Survey MAPPING Nearby Galaxies at Apache Point Observatory, arXiv 2016 N/A

Martínez-Vázquez, Monelli, Bono, Stetson, Gallart, Bernard, Fiorentino, Dall A new Φ_{31} -period-metallicity relation for RR Lyrae stars, Communications from the Konkoly Observatory 2016 105

de Ugarte Postigo, A., Kann, D. A., Izzo, L., Thoene, C. C., Castro-Rodriguez, N., Velarde, G. G. GRB 161007A: GTC observations, GRB Coordinates Network, Circular Service 2016 No. 20014

Castro-Tirado, A. J. et al. (incluye N. Castro-Rodríguez) GRB 161017A: GTC additional spectroscopy and refined redshift, GRB Coordinates Network, Circular Service 2016 No. 20077

Malesani, D.; Xu, D.; Jakobsson, P.; Martínez-Vázquez, C. E.; Murabito, S. GRB 160119A: afterglow confirmation from the NOT, GRB Coordinates Network 2016 1

Buckley, D. A. H.; Kotze, M. M.; Charles, P. A.; Sanchez, D. Mata; Munoz-Darias, T.; Israel, G.; Masetti, E. J. Marchesini N.; Jonker, P. SALT observations of the optical counterpart of MAXI J1957+032, The Astronomer 2016 2016ATel.9649....1B

Baglio, M. C. et al. (incluye Muñoz-Darias) REM Optical/NIR observations of Swift J055137.6-381713, The Astronomer 2016 2016ATel.8883....1B

Linares, M.; Chenevez, J. Swift-XRT globular cluster monitor: April 2016 Terzan 5 observations, The Astronomer 2016 2016ATel.8996....1L

Shenar et al. (incluye A. Herrero) The Tarantula Massive Binary Monitoring project: II. A first SB2 orbital and spectroscopic analysis for the Wolf-Rayet binary R145, arXiv:1610.07614 2016 1610

Grin, N.J. et al. (incluye A. Herrero) The VLT-FLAMES Tarantula Survey XXV. Surface nitrogen abundances of O-type giants and supergiants, arXiv:1609.00197 2016 1610

Crivellari, L. Il cielo degli antichi e dei moderni., *Giornale di Astronomia* 2016 43

ARTÍCULOS EN REVISTAS NACIONALES (PN)

Roca Cortés, T. Cosmología a $z \sim 0$
Revista de la Academia Canaria de Ciencias, publicado en Mayo 2016 XXVII

Belmonte, J.A., del Puerto, C.; Rosemberg, A. "Highlights" del IAC: 30 años de resultados científicos
Paralajes 2016 1

López Corredoira, M. La fuerza de la vida
Filosofía Hoy 2016 51

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS (L)

Fender R., Muñoz-Darias T. "The Balance of Power: Accretion and Holes"

2016LNP...905...65F

"Astrophysical Applications of Gravitational Lensing" (XXIV Canary Islands Winter School of Astrophysics Canary Islands Winter School of Astrophysics).

Cambridge University Press. Eds. E. Mediavilla, J.A. Muñoz, F. Garzón, T. Mahoney (ISBN: 9781107078543)

E.W. Guenther, D. Sebastian, D. Gandolfi, P. Montañés-Rodríguez, St. Geier, Sz. Csizmadia, F. Cusano, H. J. Deeg, M. Fridlund, S. Grziwas, U. Heber, C. Heuser, F. Rodler, L. Tal-Or, the CoRoT-team "Planets orbiting stars more massive than the Sun"

2016cole.book..149G. *The adventure of the ultra high precision photometry from space* (ISBN 978-2-7598-1876-1)

M. Ollivier, A. Deru, S. Chaintreuil, A. Ferrigno, A. Baglin, J. M. Almenara, M. Auvergne, S. Barros, F. Baudin, P. Boumier, P.-Y. Chabaud, H. Deeg, P. Guterman, L. Jorda, R. Samadi, T. Tuna "Description of processes and corrections from observation to delivery"

2016cole.book...410. *The adventure of the ultra high precision photometry from space* (ISBN 978-2-7598-1876-1)

M. Deleuil, C. Moutou, J. Cabrera, S. Aigrain, F. Bouchy, H. Deeg, P. Bordé, the CoRoT Exoplanet team "Transit features detected by the CoRoT/Exoplanet Science Team"

2016cole.book..117D. *The adventure of the ultra high precision photometry from space* (ISBN 978-2-7598-1876-1)

TESIS (T)

Fusco F. "The star formation History in the Local Group"

Directores: Profs. Antonio Aparicio Juan y Roberto Buonanno (Univ. Degli Studi di Roma).

Lorenzi V. "Variación superficial en objetos Transneptunianos"

Directores: Dra. Noemi Pinilla y Dr. Javier Licandro Goldracena.

Hinojosa Goñi R. "Search and characterization of starburst galaxies in Cosmos"

Directores: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón y Dr. Jairo Méndez Abreu.

Peralta de Arriba L. "El crecimiento de las galaxias masivas con el tiempo cosmológico"

Directores: Dres. Marc Balcells Comas e Ignacio Trujillo Cabrera.

Agulli I. "Deep spectroscopic view of cluster galaxies: understanding luminosity functions and dynamics"

Directores: Dres. J. Alfonso López Aguerra y Dr. Antonaldo Diaferio (Univ. di Torino).

Carnerero Martín M.A. "Understanding Blazar Emission through multifrequency observations"

Directores: Dr. José A. Acosta Pulido y Dra. Claudia M. Raiteri (Obs. Astronomico de Torino).

Suárez Mascareño A. "Search and characterization of exo-Earths: Participation in the development of the ESPRESSO spectrograph for the VLT"

Directores: Prof. Rafael Rebolo López y Dr. Jonay González Hernández.

Gauza B. "A direct imaging search and characterization of brown dwarfs and massive planets around stars"

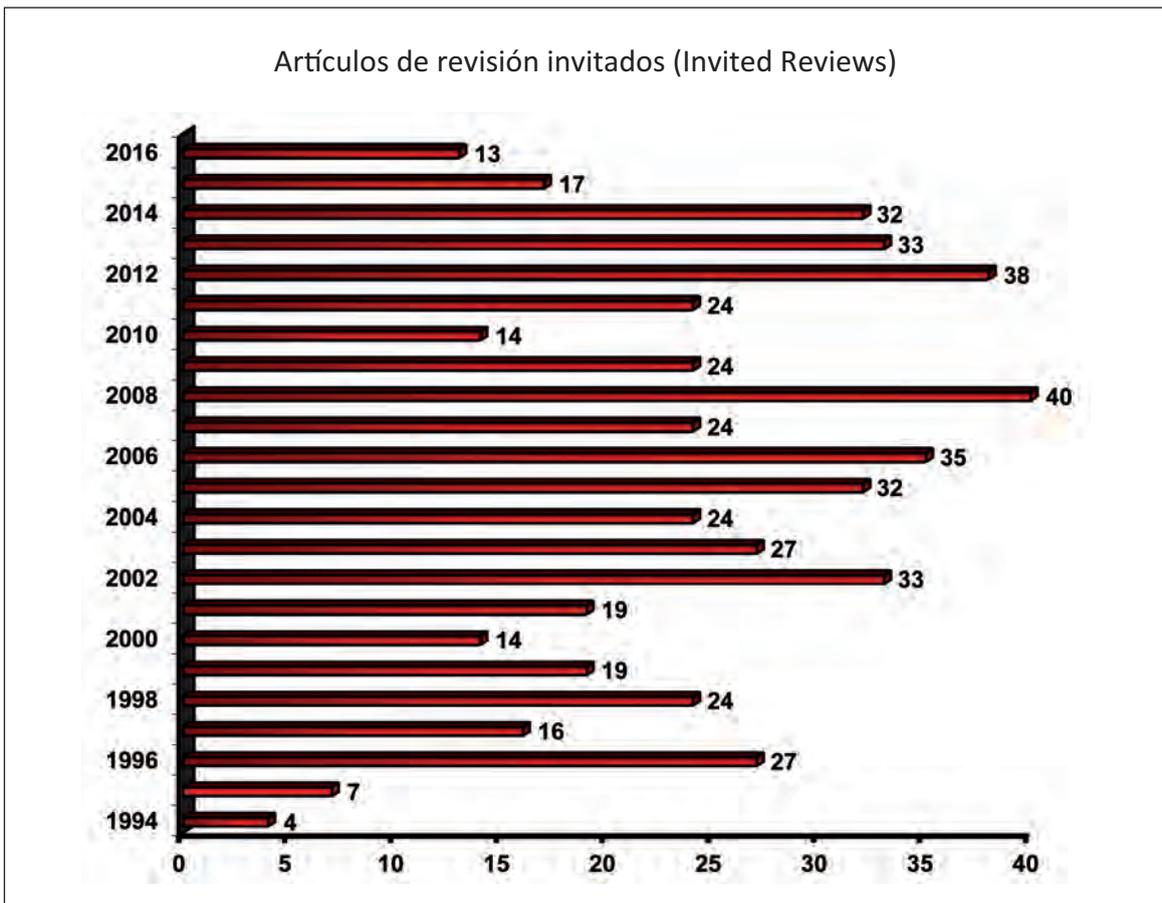
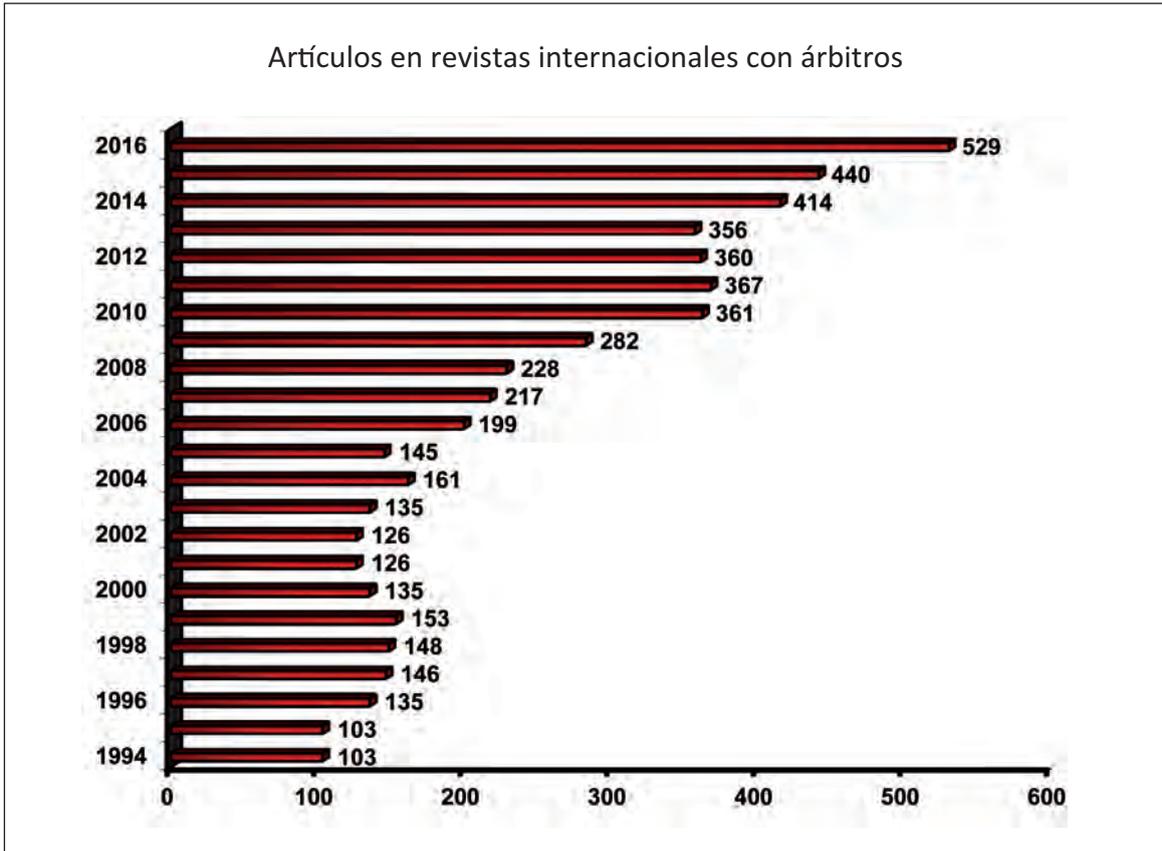
Directores: Prof. Rafael Rebolo López y Dr. Víctor J. Sánchez Bejar.

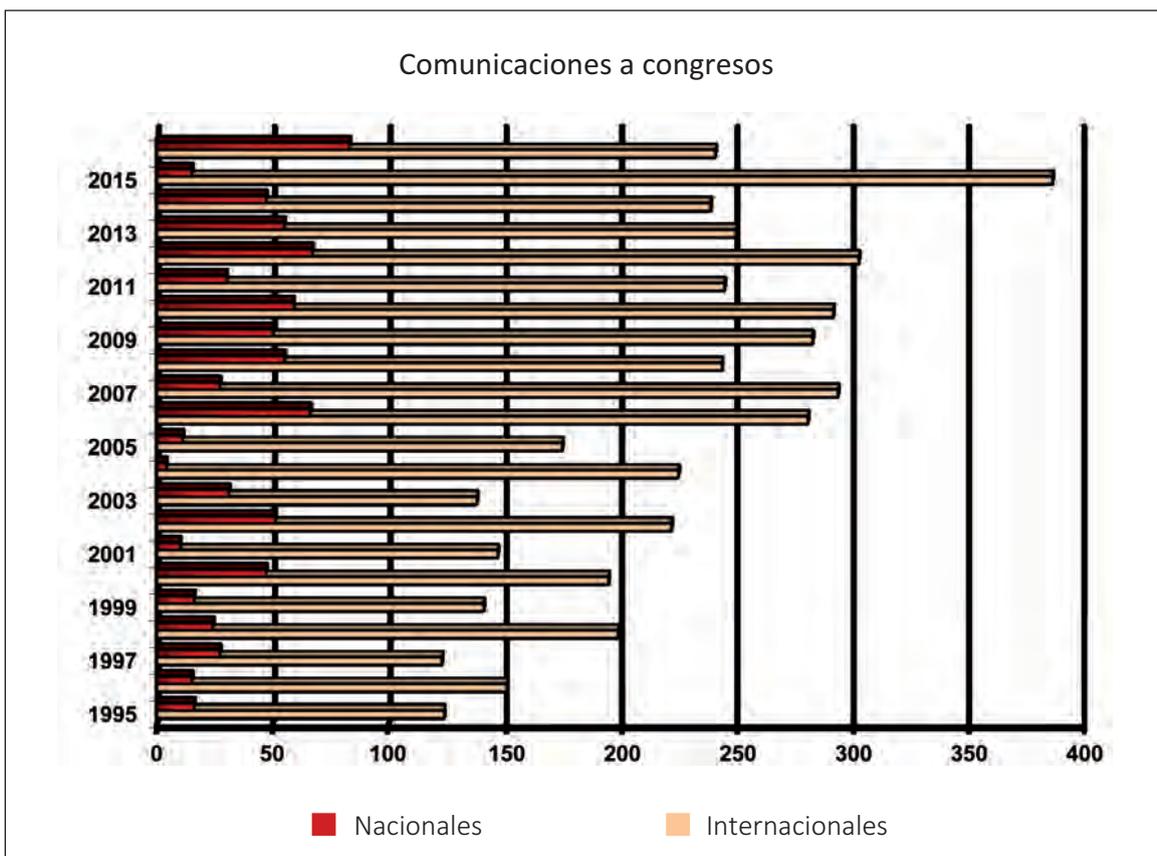
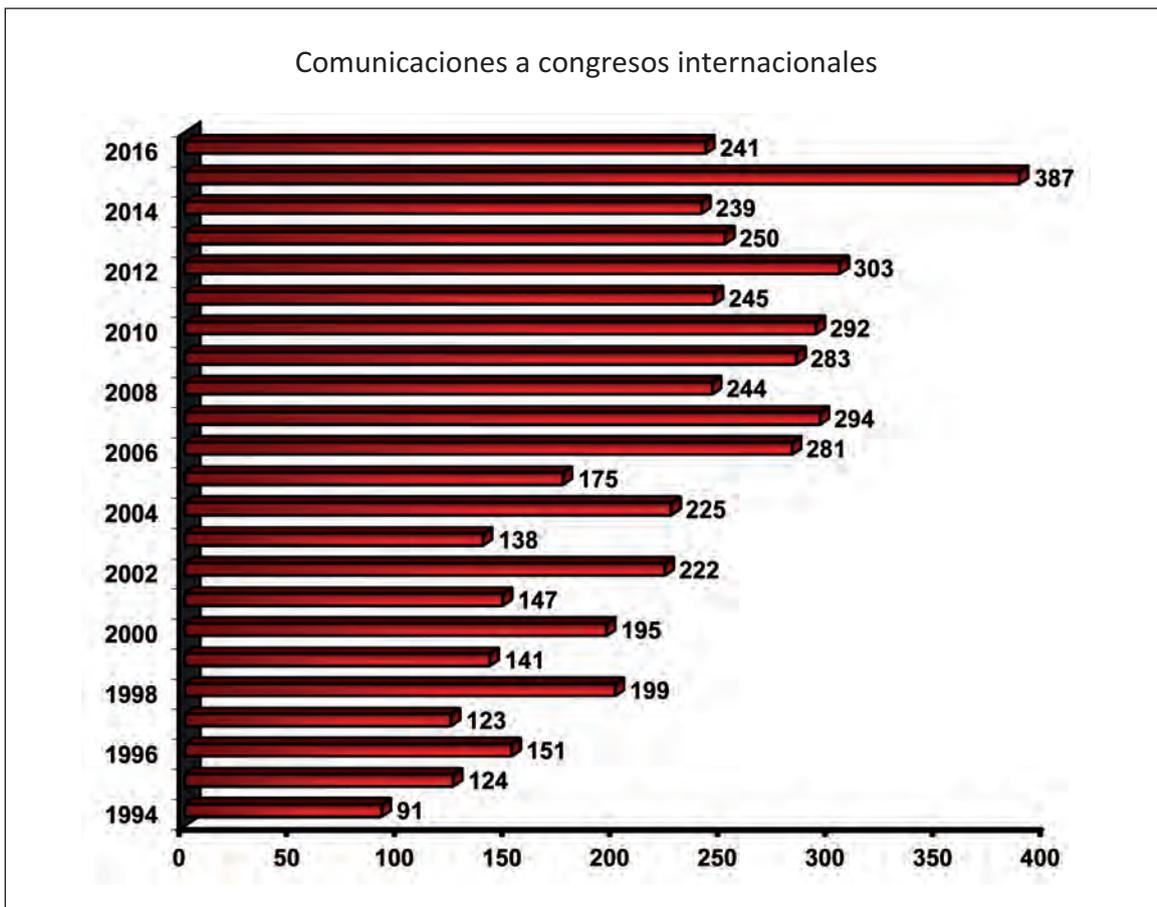
Martínez Vázquez C.A. "Tracing the early chemical evolution of Local Group dwarf galaxies using RR Lyrae stars"

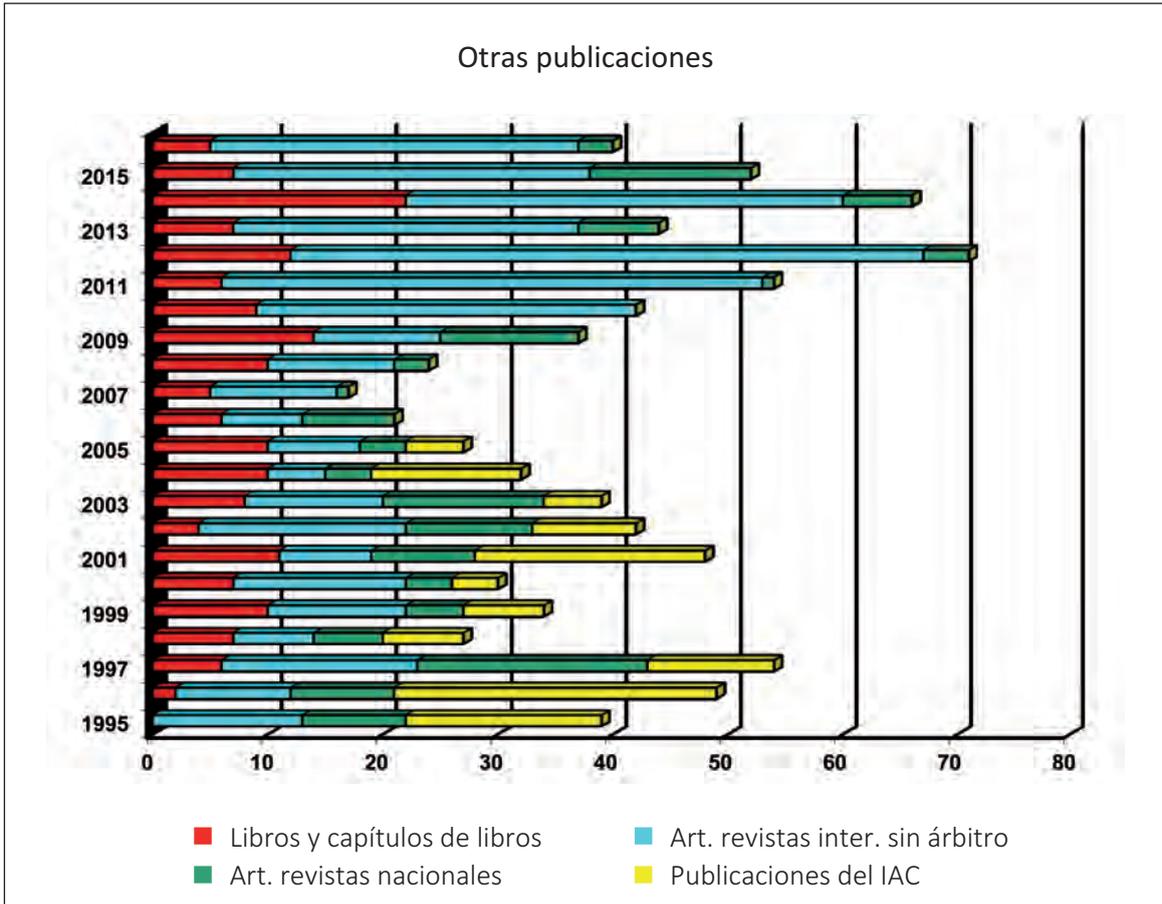
Directores: Dr. Matteo Monelli; Dra. Carme Gallart Gallart y Dr. Edouard J. Bernard (Obs. de la Côte d'Azur).

TOTALES

529	Artículos en revistas internacionales con árbitro
13	Invited Reviews (Conferencias invitadas) y Invited Talks (Charlas invitadas)
241	Comunicaciones a Congresos Internacionales
83	Comunicaciones a Congresos Nacionales
32	Artículos en revistas internacionales sin árbitro y comunicaciones cortas
3	Artículos en revistas nacionales
5	Libros y capítulos de libros
9	Tesis doctorales







REUNIONES CIENTÍFICAS

“WEAVE Galactic Archaeology Science Team”
París, Francia. Enero.

“WEAVE SPA Meeting”
Cambridge, Reino Unido. Enero.

“Encuentro RIA-SpaceTec: Nuevas perspectivas en el desarrollo de instrumentación astronómica en España”
Madrid. Febrero.

“LoRCA kick-off Workshop”
Granada. Febrero.

“Dynamic Sun I: MHD Waves and Confined Transients in the Magnetized Atmosphere”
Varanasi, India. Febrero.

“V Simposio Circulo de Filosofía de la Naturaleza”
Málaga. Febrero.

“The 7th VVV Science Workshop”
Antofagasta, Chile. Febrero.

“Asteroid Impact Mission (AIM) Science Meeting”
Madrid. Marzo.

“CAST Meeting”
Dannerwirt, Alemania. Marzo.

“IAUS321: Formation and Evolution of Galaxy Outskirt”
Toledo. Marzo.

“ALMA-IRIS-DKIST Workshop: The Sun’s Chromosphere in the Era of ALMA, IRIS, and DKIST”
Boulder, Colorado, EEUU. Marzo.

“Space Climate 6”
Levi, Finlandia. Marzo-abril.

“The Interplanetary between Local and Global Processes in Galaxies”
Cozumel, México. Abril.

“2016 Koran Astronomical Society Meeting”
Corea del Sur. Abril.

“The Asteroid-Meteorite Connection Workshop”
Los Ángeles, California, EEUU. Abril.

“Escape of Lyman Radiation from Galactic Labyrinths”
Kolymbari, Creta, Grecia. Abril.

“The Cosmic FIR Landscape”
Lisboa, Portugal. Mayo.

“Encuentro de Jóvenes Investigadores de Historia Antigua”
Madrid. Mayo.

“XMM-Newton: The Next Decade”
Villafranca del Castillo, Madrid. Mayo.

“Ringberg Workshop 2016: Computational Galaxy Formation”
Schloss Ringberg, Alemania. Mayo.

“K2 Meeting”
Oporto, Portugal. Mayo.

“Towards a Next Space Probe for CMB Observations and Cosmic Origins Exploration”
Ginebra, Suiza. Mayo.

“Astronomical Distance Determination in the Space Age”
Pekín, China. Mayo.

“Mondello Workshop 2016: Frontier Research in Astrophysics-II”
Palermo, Italia. Mayo.

“Star Formation, Magnetic Fields, and Diffuse Matter in the Galaxy”
Wisconsin, EEUU. Mayo.

“EUCLID Consortium Meeting 2016: Mapping the Geometry of the Dark Universe”
Lisboa, Portugal. Mayo-junio.

“Blazars through Sharp Multi-Wavelength Eyes”
Málaga. Mayo-junio.

“SPD Meeting 2016”
Boulder, Colorado, EEUU. Mayo-junio.

“Computing the Universe: At the Intersection of Computer Science and Cosmology”
Oaxaca, México. Junio.

“Cool Stars 19”
Uppsala, Suecia. Junio.

“AAS 228th Meeting”
San Diego, California, EEUU. Junio.

“Cosmology 2016 “Meeting on Fundamental Cosmology”
Barcelona. Junio.

“LOFAR MKSP Meeting 2016”
Manchester, Reino Unido. Junio.

“IRIS-6: The Chromosphere”
Estocolmo, Suecia. Junio.

“LSST@Europe 2”
Belgrado, Serbia. Junio.

“CHEOPS Science Workshop 4”
Ginebra, Suiza. Junio.

“Anomalous Microwave Emission Workshop 2016”
Noordwijk, Países Bajos. Junio.

“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2016”
Edimburgo, Reino Unido. Junio-julio.

“Dark Matter 2016: From the smallest to the largest scales”
Santander. Junio-julio.

“NAM 2106 (National Astronomical Meeting”
Nottingham, Reino Unido. Junio-julio.

“Active Galactic Nuclei: what’s in a name?”
Garching, Alemania. Junio-julio.

“Exoplanets I”
Davos, Suiza. Julio.

“EWASS 2016: European Week of Astronomy and Space Science”
Atenas, Grecia. Julio.

“TASC2 & KASC9 Workshop - SPACEINN & HELAS8 Conference”
Angra do Heroísmo, Portugal. Julio.

“From Theory to Applications: Celebrating a Century of Gravitational Lensing”
Leiden, Países Bajos. Julio.

“Discs in Galaxies”
Garching, Alemania. Julio.

“XII Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)”
Bilbao. Julio.

“LSST Galaxies Workshop”
Oxford, Reino Unido. Julio.

“Exoplanet Biosignatures Workshop without Walls”
Seattle, Washington, EEUU. Julio.

“The XII Torino Workshop on Asymptotic Giant Branch Stars and IV CSFK Astromineralogy Workshop”
Budapest, Hungría. Julio-agosto.

“AOGS 2016 13th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society”
Pekín, China. Julio-agosto.

“First Stars V”
Heidelberg, Alemania. Agosto.

“Solar and Stellar Magnetic Fields - a Conference in Honor Manfred Schüssler”
Goslar, Alemania. Agosto.

“Cloudy: Emission Lines in Astrophysics, from Gaseous Nebulae to Quasars”
México. Agosto.

“The 5th SOLARNET Summer School and Workshop”
Belfast, Reino Unido. Agosto-septiembre.

“Hinode 10 Science Meeting”
Nagoya, Japón. Septiembre.

“STARS 2016: Understanding the Roles of Rotation, Pulsation and Chemical Peculiarities in the upper main Sequence”
Lake District, Reino Unido. Septiembre.

“V404 Cyg Workshop”
Oxford, Reino Unido. Septiembre.

“IAUS 324: New Frontiers in Black Hole Astrophysics”
Ljubljana, Eslovenia. Septiembre.

“SEAC XXIV: The Marriage of Astronomy and Culture”
Bath, Reino Unido. Septiembre.

“Solar Polarization 8”
Florencia, Italia. Septiembre.

“Varying Constants and Fundamental Cosmology”
Szczecin, Polonia. Septiembre.

“The Milky Way and its environment: Gaining Insights into the Drivers of Galaxy Formation and Evolution”
París, Francia. Septiembre.

“Non-Stable Universe: Energetic Resources, Activity Phenomena and Evolutionary Processes”
Yerevan-Byurakan, Armenia. Septiembre.

“ESAC 2016 JWST Workshop: Mastering the Science Instruments and the Observing Modes of JWST”
Madrid. Septiembre.

“Conmemoración de los 50 años de excavaciones en Heracleópolis Magna (Ehnasya el Medina)”
Madrid. Septiembre.

“LARIM 2016: XV Latin American Regional IAU Meeting”
Cartagena de Indias, Colombia. Octubre.

“IAUS 327: Fine Structure and Dynamics of the Solar Atmosphere”
Cartagena de Indias, Colombia. Octubre.

“Dwarf Galaxy Workshop”
Garching bei München, Alemania. Octubre.

“IAUS 323: Planetary Nebulae: Multi-Wavelength Probes of Stellar and Galactic Evolution”
Pekín, China. Octubre.

“SDO 2016: Unraveling the Sun’s Complexity”
Burlington, Vermont, EEUU. Octubre.

“IV Meeting of AGN Research in Spain”
La Laguna, Tenerife. Octubre.

“Chemical Abundances in Gaseous Nebulae”
Sao Paulo, Brasil. Noviembre.

“1st International Workshop on Archaeoastronomy in the Roman World”
Roma, Italia. Noviembre.

“Galactic Archaeology & Stellar Physics. Understanding the Origins of the Galaxy and its Stellar Content”
Cambera, Australia. Noviembre.

“IX Jornadas Astronomía 2016”
Puerto del Rosario, Fuerteventura. Noviembre.

“AHEAD Background Workshop 2016”
Frascati, Italia. Noviembre.

“IAUS 329: The Lives and Death-Throes of Massive Stars”
Auckland, Nueva Zelanda. Noviembre-diciembre.

“WoW: The Week of WEAVE”
Leiden, Países Bajos. Noviembre-diciembre.

“Wide-Field Variability Surveys: A 21st-Century Perspective”
San Pedro de Atacama, Chile. Noviembre-diciembre.

“17th MHD Days”
Göttingen, Alemania. Noviembre-diciembre.

“The Universal Problem of the Non-Universal IMF”
Leiden, Países Bajos. Diciembre.

“The Physics of Groups and Galaxy Properties therein”
París, Francia. Diciembre.

“AGU Fall Meeting”
San Francisco, California, EEUU. Diciembre.

“The First WEAVE All-Hands Meeting”
Cambridge, Reino Unido. Diciembre.

“Real-Time Control for Adaptive Optics Workshop (4th Edition)”
París, Francia. Diciembre.

Congreso internacional sobre “Formación y evolución de las partes externas de las galaxias”

La semana, del 14 al 18 de marzo, se celebró en Toledo el congreso de la Unión Astronómica Internacional (IAU) “Formation and evolution of galaxy outskirts” (“Formación y evolución de las partes externas de las galaxias”), materia a veces ignorada por la complejidad de su observación. La reunión final de la Red Europea “Marie Curie” de Formación Inicial de investigadores DAGAL (siglas en inglés de *Detailed Anatomy of Gala-*

FORMATION AND EVOLUTION OF
Galaxy Outskirts
IAU SYMPOSIUM 321
TOLEDO, SPAIN
14-18 MARCH 2016
HTTP://GALAXYOUTSKIRTS.ORG

The study of the properties, formation, and evolution of galaxy outskirts is critical to understanding the feeding and growth of galaxies. Observations of such structures present a true challenge to astronomers at the low surface brightness frontier. This IAU symposium will review the latest results on the stellar, gas, and dust content of the outer regions of galaxies, from resolved stellar populations in the Local Group to high redshift populations, and explore the possible advances provided by next generation facilities.

TOPICS:

- Resolved stellar populations
- Modelling the evolution of galaxy outskirts
- Outskirts of nearby galaxies: stars and interstellar matter
- Outskirts of distant galaxies and DLAs

ORGANIZING COMMITTEE:

- Antonio Sánchez-Peñalá (U. Complutense, Spain) - Chair
- Antonio Gil de Paz (U. Complutense, Spain) - Director
- Alfonso Galván-Morales (U. Complutense, Spain)
- Arjun Somnath (U. Complutense, Spain)
- Alfonso Martínez (U. Complutense, Spain)
- Patricio Sánchez-Balazare (U. Autónoma de Madrid, Spain)
- Patricio Sánchez-Balazare (U. Autónoma de Madrid, Spain)

SCIENTIFIC ADVISORY BOARD:

- Antonio Gil de Paz (U. Complutense de Madrid, Spain) - Chair
- Julian van Dokk (UCSD, USA) - Director
- Lisa Kinney (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, USA)
- Jin Kwon (Chung-Ang Univ., Seoul, Korea)
- Cláudia Mendes de Oliveira (U. São Paulo, Brazil) - Co-Chair
- Roberto Abad (University of Toronto, Canada)
- Denise Cantelli (University of Massachusetts, USA)
- Scott Dool (University of Chicago, USA)
- Mauricio Chávez (Yonsei University, Seoul)
- Andrew Ross (U. of Western Cape, South Africa)
- Justine Jonsson (MIT, USA)
- Rodrigo Ibaño (Observatorio de Strasbourg, France)
- Julien Koppa (Institut de Recherche en Cosmologie, France)
- Kaifu Mahalingam (Mumbai, India)
- R. Michael Rich (UCSA, USA)
- Francisco Sánchez (University of Technology, Australia)
- Patricio Sánchez-Balazare (U. Autónoma de Madrid, Spain)
- Laura Wilson (USA, Chile)

SPONSORS:

- Antonio Sánchez-Peñalá (U. Complutense, Spain) - Chair
- Antonio Gil de Paz (U. Complutense, Spain) - Director
- Alfonso Galván-Morales (U. Complutense, Spain)
- Arjun Somnath (U. Complutense, Spain)
- Alfonso Martínez (U. Complutense, Spain)
- Patricio Sánchez-Balazare (U. Autónoma de Madrid, Spain)
- Patricio Sánchez-Balazare (U. Autónoma de Madrid, Spain)

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
IAU
EUROPEAN GALAXY CENTER
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN FÍSICA

xies) tuvo lugar en el marco de este congreso, coordinada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

El objetivo del simposio fue doble. Por un lado, pretende aunar el conocimiento sobre la formación y evolución de los confines más alejados de las galaxias, desde el análisis de las más cercanas hasta el universo distante, haciendo uso de los telescopios más potentes y de simulaciones de última generación.

Por otro lado, este evento sirvió para celebrar los logros conseguidos durante los cuatro años de duración de DAGAL. El objeto de este programa ha sido dar una formación excelente a la nueva generación de científicos a través de una serie de acciones, como la gestión de proyectos, instrumentación, publicación, divulgación, asistencia a congresos y prácticas en empresas.

La red DAGAL, financiada por el 7º Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión Europea, está compuesta por seis instituciones: Universidad Complutense de Madrid (UCM), Kapteyn Astronomical Institute of the Universiteit of Groningen (Países Bajos), Universidad de Oulu (Finlandia), Laboratoire d'Astrophysique de Marseille (France), Max Planck Institute for Astronomy (Alemania) y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), centro que ha coordinado la iniciativa a través del investigador Johan Knapen.

Congreso internacional “Big Data from Space”

Del 15 al 17 de marzo, investigadores, ingenieros y desarrolladores de big data en el sector espacial asistieron al congreso *Big Data from Space* (BiDS'16), organizado en Tenerife por el Instituto de Astrofísica de Canarias. El director del IAC, Rafael Rebolo, intervino, junto a otras personalidades, en el acto de inauguración, en el Auditorio Adán Martín. “*La exploración del*

Universo —dijo— genera un enorme volumen de datos, tanto desde tierra como desde el espacio, que necesita ser transmitido y procesado de forma eficiente. Y en esto, el IAC colabora, y quiere incrementar la colaboración, con la Agencia Espacial Europea a varios niveles.”

Big data es la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos que no pueden ser tratados de manera convencional, englobando las infraestructuras, tecnologías y servicios para su procesamiento y que pueden provenir de sensores, micrófonos, cámaras, escáneres médicos o imágenes.

Este congreso, organizado por la Agencia Espacial Europea (ESA), el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea y el Centro de Satélites de la Unión Europea (*SatCen*), cuenta con la colaboración del IAC, el Parque Científico y Tecnológico de Tenerife (PCTT), la Universidad de La Laguna (ULL), el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife y otras entidades españolas y europeas.

Destacada participación del IAC en SPIE 2016

Un grupo de 20 investigadores e ingenieros del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha participado en el encuentro bienal *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation* celebrado en Edimburgo del 26 de junio al 1 de julio y organizado por la Sociedad Internacional de Óptica y Fotónica (SPIE según sus siglas en inglés). El evento estuvo centrado en los últimos avances en tecnología asociada a telescopios, tanto terrestres como espaciales, y al desarrollo de instrumentación astrofísica.

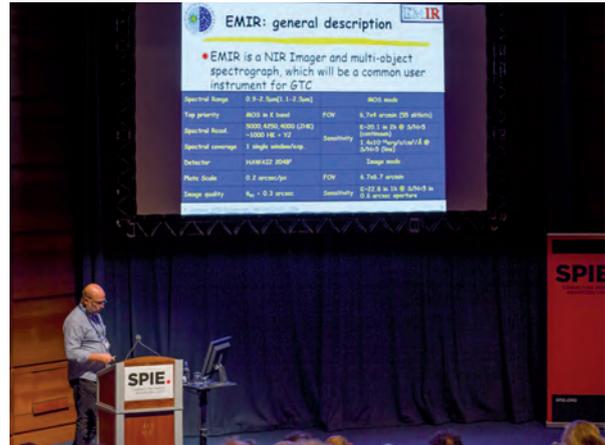
El IAC impartió siete charlas durante la reunión, la mayor parte realizadas por ingenieros del Área de Ins-



Izquierda: Rafael Rebolo, director del IAC atendiendo a los medios de comunicación. Derecha: Público asistente a la conferencia Big data From Space 2016. Crédito: M. Briganti (IAC).



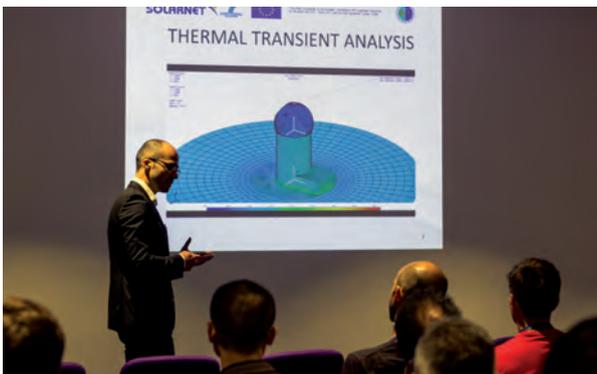
A la izquierda, Ángeles Pérez de Taoro, ingeniera y gestora del proyecto QUIJOTE. A la derecha, Francisco Garzón, investigador principal del instrumento EMIR, durante sus charlas. Crédito: Carlos Martín Díaz.



trumentación. También participaron investigadores y miembros del grupo de Calidad del Cielo. Los trabajos presentados trataron temas como el estado actual del experimento QUIJOTE (dedicado a la medida de la polarización del cielo en microondas), la Óptica Adaptativa del telescopio GTC y del futuro telescopio Solar Eu-

ropeo EST, la puesta en marcha del instrumento EMIR, y los resultados de los estudios sobre la calidad astronómica de los Observatorios de Canarias, entre otros.

También se han presentado más de treinta pósters sobre distintos desarrollos tecnológicos en los que el IAC participa —tanto para instrumentación óptica



Arriba, Nauzet Vega, ingeniero mecánico del proyecto EST. Abajo, Iciar Montilla, ingeniera óptica, y Marcos Reyes, ingeniero de sistemas y jefe del Departamento de Gestión de Proyectos, durante sus intervenciones. Crédito: Carlos Martín Díaz.



Stand del IAC en SPIE 2016. Crédito: Carlos Martín Díaz.

como infrarroja, de microondas y de alta resolución—, entre los que destacan los relacionados con el diseño, fabricación, montaje, verificación y optimización de sistemas ópticos, electrónicos y mecánicos, sistemas de criogenia, sistemas de control y software.

Además, el IAC contó con un stand en la zona de exposición donde pudo enseñar sus últimos avances en instrumentación, sus capacidades técnicas y servicios. También proyectó un vídeo que mostraba las instalaciones y equipamientos tecnológicos del Área de Instrumentación.

SPIE es una organización educativa sin ánimo de lucro fundada en 1955 para avanzar en la ciencia basada en la luz, la ingeniería y la tecnología.

Reunión en La Palma de la Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica

El IAC participó en la tercera reunión de la Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL), que se celebrará en la isla de La Palma entre los días 19 y 21 de octubre. Su objetivo es facilitar el intercambio de experiencias en el conocimiento de las diversas áreas de estudio y contribuir a estructurar el espacio de investigación sobre la contaminación lumínica. Este encuentro acogerá a investigadores que estudian los efectos que produce la luz artificial nocturna en España.

La contaminación lumínica es un problema ambiental, económico y social de gran impacto. El IAC ha sido consciente de la relevancia que tiene promover iniciativas para la caracterización y la protección de los Observatorios de Canarias. Por este motivo, cuenta con un Grupo de Calidad Astronómica del Cielo, que hace un seguimiento continuo de los parámetros que determinan la calidad astronómica de estos observatorios, así como con la Oficina para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC) con el fin de facilitar la aplicación de la Ley sobre Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC, más conocida como “Ley del Cielo”, y preservar así la calidad astronómica de estos Observatorios de tres posibles tipos de contaminación (lumínica, radioeléctrica y atmosférica) así como de las rutas aéreas.

El propósito de la REECL consiste en vertebrar una red temática que reúna a los investigadores que estu-

dien la contaminación lumínica en España. De ahí que la reunión esté dirigida preferentemente al personal investigador —tanto consolidado como en formación— de los grupos que integran la Red, aunque también están invitadas personas pertenecientes a otros Organismos Públicos de Investigación y entidades de iniciativa social interesadas.

IV Reunión Española de Núcleos Activos de Galaxias

¿Qué desencadena la actividad nuclear en las galaxias? ¿Qué procesos físicos ocurren alrededor de los agujeros negros muy masivos? ¿Qué importancia tienen los núcleos activos de galaxias en los procesos de retroalimentación y de alimentación para regular la formación y evolución de las galaxias? Estas y otras preguntas abordaron, científicos de toda España, en la IV Reunión Española de Núcleos Activos de Galaxias (AGN, por sus siglas en inglés), organizada por el IAC y la Red de Infraestructuras de Astronomía (RIA), durante los días 27 y 28 de octubre, en el campus de Guajara de la Universidad de La Laguna.

El objetivo del congreso fue reunir a los investigadores de este campo, que trabajan en instituciones españolas, para presentar los resultados científicos más recientes, debatir sobre las principales cuestiones abiertas y las vías para abordarlas, así como discutir sobre las capacidades de las infraestructuras tecnológicas actuales. “En esta ocasión, explicó J.A. Acosta Pulido, investigador del IAC y uno de los organizadores del encuentro, *la reunión tiene especial relevancia debido a que estamos en un momento en el que la comunidad española tendrá próximamente acceso a nueva instrumentación instalada en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) EMIR, FRIDA, MEGARA y MIRADAS, así como aquella para los observatorios espaciales ASTRON, James Webb Space Telescope (JWST), SPICA y ATHENA*”.

Esta reunión fue la cuarta celebrada por el grupo de investigadores españoles de AGN, comunidad que ha ido creciendo, ampliando las cuestiones abordadas y consiguiendo mayor repercusión internacional con sus contribuciones.

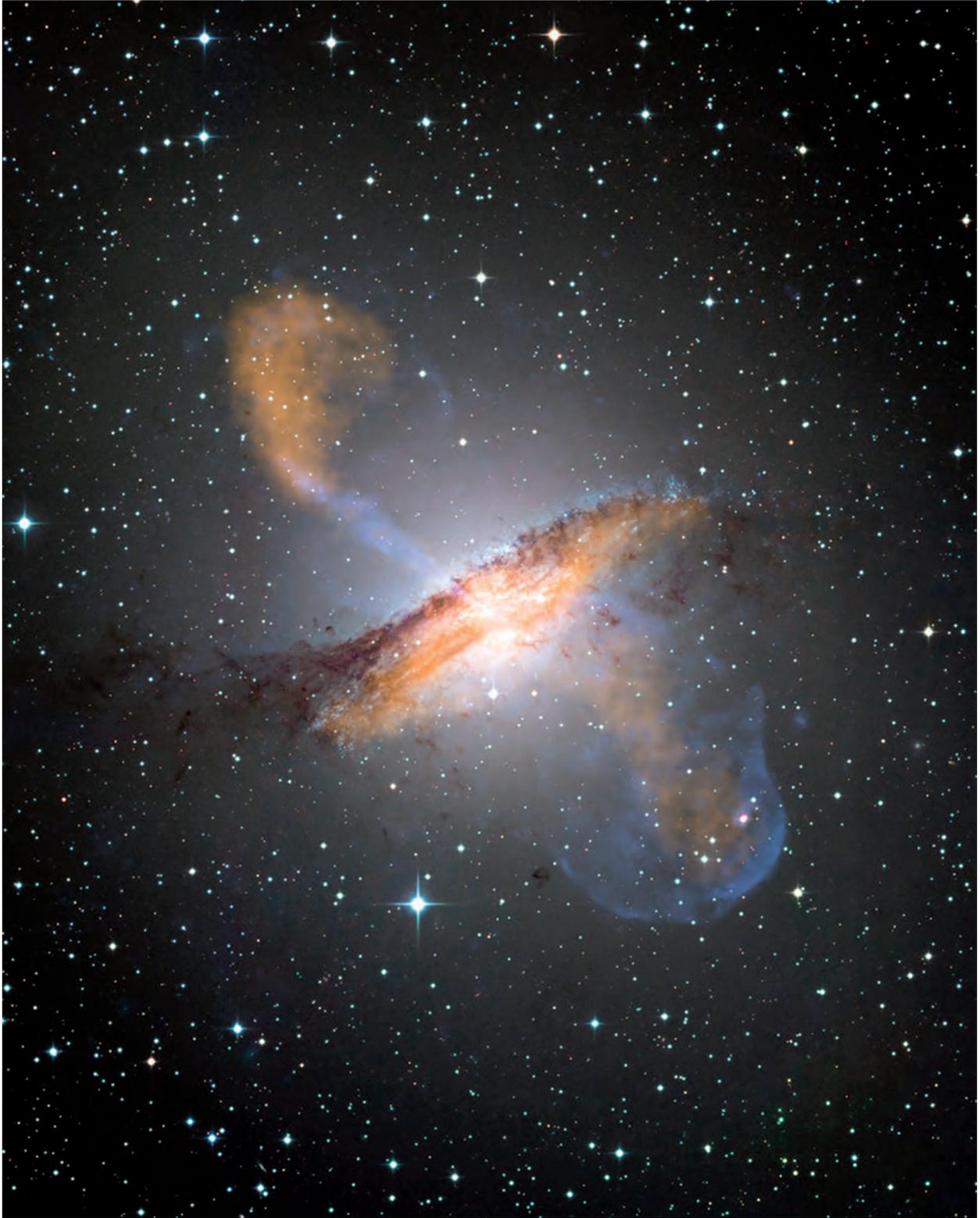


Imagen en color de la galaxia Centaurus A que revela los lóbulos y chorros que emanan del agujero negro activo ubicado en su centro. Composición de imágenes obtenidas con tres instrumentos que operan en longitudes de onda diferentes. La información submilimétrica de 870 micrones obtenida con LABOCA en APEX se muestra en color naranja. Los datos en rayos-X del Observatorio Chandra de rayos-X se muestran en azul. La información en luz visible del Wide Field Imager (WFI), instalado en el telescopio MPG/ESO de 2,2 metros ubicado en La Silla (Chile), muestra las estrellas del fondo y el sendero de polvo característico de la galaxia en un color muy cercano a su verdadero color. Crédito: ESO/WFI (óptico); MPIfR/ESO/APEX/A.Weiss et al. (Submilimétrico); NASA/CXC/CfA/R.Kraft et al. (Rayos-X)

TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
DAVID JONES	2-13/1 2-15/7	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
	27/2-9/3 9-18/5	Obs. La Silla (Chile)	Telescopio NTT
VÍCTOR SÁNCHEZ BÉJAR	13-26/1 15-27/7	Obs. La Silla (Chile)	Telescopio NTT
GUO CHEN	13-19/2 13-18/3	Obs. Monte Palomar (EEUU)	Telescopio Hale
RUI MARQUES COELHO	26/3-6/4	Obs. Pico Veleta (Granada)	Telescopio IRAM
ALEJANDRO SUÁREZ MASCAREÑO	4-15/4	Obs. La Silla (Chile)	Telescopio 3,6 m
M. JESÚS MARTÍNEZ GONZÁLEZ	7-12/4	Obs. Pico Veleta (Granada)	Telescopio IRAM



DISTINCIONES

El Instituto de Astrofísica de Canarias recibe su segunda acreditación como Centro de excelencia “Severo Ochoa”

Rafael Rebolo, director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), recogió el 2 de febrero, la acreditación “Severo Ochoa” 2015, que reconoce por segunda vez la excelencia científica e innovadora de este centro a nivel internacional. El acto de entrega de galardones tuvo lugar en la sede del Ministerio de Economía y Competitividad, en Madrid, y fue presidido por Carmen Vela, secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación. Asistieron los representantes de los 15 centros y unidades de investigación españoles que han logrado la distinción “Severo Ochoa” y “María de Maeztu” en esta edición. El IAC renueva así su sello de excelencia por 4 años más, lo que implica la concesión de un millón de euros anual durante ese período.

El Ministerio de Economía y Competitividad anunció el pasado octubre los 11 centros y 4 unidades de investigación acreditados en esta convocatoria. Los galardones han sido seleccionados por su trayectoria



El director del Instituto de Astrofísica de Canarias, Rafael Rebolo, recibiendo la acreditación de excelencia Severo Ochoa de manos de la secretaria de Estado de I+D+I, Carmen Vela. Créditos: Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Ministerio de Economía y Competitividad.



Foto de grupo de los representantes de los 15 centros y unidades de investigación españoles que han logrado la distinción ‘Severo Ochoa’ y ‘María de Maeztu’ en esta edición, junto a la secretaria de Estado de I+D+i, Carmen Vela. Créditos: Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Ministerio de Economía y Competitividad.

en los últimos cinco años y por sus programas estratégicos para 2016-2019 tras una rigurosa evaluación en la que han participado 115 investigadores internacionales de primer nivel y reconocido prestigio en sus respectivos ámbitos.

La astrofísica del IAC, Mercedes Prieto Muñoz, recibe el premio “IUEM 8 de marzo”

Mercedes Prieto Muñoz, investigadora del IAC y profesora de la Universidad de La Laguna (ULL), recibió el 15 de marzo, en el Salón de Actos del Instituto Universitario de Bio-Orgánica Antonio González (UIBO), el premio “IUEM 8 de marzo”, que otorga anualmente el Instituto Universitario de Estudios de las Mujeres de esta universidad.

Este galardón se concede a mujeres investigadoras de la ULL destacadas por su trayectoria investigadora y por su contribución al avance de las mujeres en el campo científico y social. En el caso concreto de Mercedes Prieto, por *“abrir camino a la incorporación de las mujeres en la Astrofísica, ámbito en sus comienzos altamente masculinizado”*. Las otras dos premiadas en la edición de este año han sido Dolores Corbella Díaz,



Mercedes Prieto Muñoz, investigadora del IAC y profesora de la ULL. Crédito: Elena Mora (IAC).

catedrática de Filología Románica de la ULL, y Carolina Mallol, investigadora Ramón y Cajal en Arqueología.

El acto de la entrega fue presidido por el rector de la ULL, Antonio Martín Cejas, y presentado por la directora de la Unidad de Mujer y Ciencia del Ministerio de Economía y Competitividad, Ana Puy Rodríguez; la directora del Instituto de Estudios de las Mujeres de la ULL, Inmaculada Perdomo, y Dulce González Doroste, en representación de los Institutos Universitarios de Investigación.

El director-fundador del IAC, Francisco Sánchez, fue el encargado del discurso dedicado a Mercedes Prieto, *“una mujer —dijo— empeñada en aumentar nuestro conocimiento del Universo del que formamos parte, con un afán que ha mantenido constante durante 40 años, abordando con curiosidad lo desconocido y sin arredrarse en los nuevos caminos que iba abriendo”*.

Mercedes Prieto, pionera de la Astrofísica en Canarias, es experta en la formación y evolución de las galaxias. Llegó a Canarias en 1975, siendo la primera mujer astrónoma observacional en el archipiélago y la



Foto de grupo de los representantes de los 15 centros y unidades de investigación españoles que han logrado la distinción De izquierda a derecha: Inmaculada Perdomo, directora del IUEM; Mercedes Prieto Muñoz, investigadora del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y profesora de la ULL, y Francisco Sánchez, director-fundador del IAC. Crédito: Elena Mora (IAC).

segunda de España. Con cuatro décadas de investigación y docencia a sus espaldas, actualmente sigue involucrada en proyectos científicos, siendo uno de ellos GOYA, un proyecto científico para el estudio de las poblaciones galácticas en la época del mayor ritmo de formación estelar del Universo que se llevará a cabo observando con el instrumento EMIR. Éste es un espectrógrafo multiobjeto en el infrarrojo que se instalará próximamente en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

John Beckman, investido Doctor Honoris Causa por la Universidad de La Laguna

La Universidad de La Laguna (ULL) celebró el 11 de mayo el solemne acto de investidura como Doctor Honoris causa del astrofísico John Beckman, Profesor de Investigación, vinculado Ad Honorem al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y al Departamento de Astrofísica de la ULL, e investigador y colaborador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). La propuesta de esta concesión ha partido del departamento de Astrofísica y de la Sección de Física de la ULL y del IAC. La ceremonia, donde también ha sido investido el diseñador Manolo Blahnik, ha sido presidida por el Sr. Rector Magnífico de la Universidad, Antonio Martín, y ha tenido lugar en el Paraninfo Universitario.



John Beckman durante su discurso de investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad de la Laguna en el Parinifo de la ULL. Crédito: Elena Mora (IAC).

Teodoro Roca Cortés, catedrático de Astrofísica de la ULL e investigador del IAC, fue el padrino y encargado de la laudatio dedicada a John Beckman. “De su generosidad –dijo–, hablan sus estudiantes y colaboradores más jóvenes a quienes siempre ha ayudado y regalado horas de discusiones científicas. Siempre insistió mucho en que los jóvenes doctores tenían que salir fuera, relacionarse con sus colegas astrofísicos de otras universidades, establecer contactos y enriquecer su formación como investigadores. Además, ha supervisado 30 tesis doctorales, de las cuales 23 son de alumnos de la ULL, casi todos ellos están presentes hoy aquí acompañándole en este solemne acto”.

Por su parte, John Beckman ha explicado en su discurso el papel fundamental que jugaron los excelentes cielos de Canarias para quedarse en las islas y hacer astronomía. “Ha sido la inspiración de mi vida, desde que era niño preguntaba a mi madre qué eran aquellos puntos que brillaban en el cielo”, ha señalado el astrofísico. “La astronomía –añade–, es una ciencia que nos vuelve humildes y nos debe hacer sentir orgullosos por buscar con nuestros instrumentos los límites del Universo”. “Su estudio nos inspira en esta búsqueda tan hermosa”, ha concluido.

Juan Esteban Beckman Abramson es el nombre que el astrofísico John Etienne Beckman (Leeds, Inglaterra, 1941) tuvo que asumir al nacionalizarse español en 1991. Ocurrió durante sus más de 30 años de trabajo en España, que comenzaron cuando, en 1984, aceptó el puesto de Coordinador de investigación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Antes, se había licenciado y doctorado en Física Teórica y Astrofísica, respectivamente, por la Universidad de Oxford.

Tras realizar el postdoctorado en la Universidad de California en Berkeley, donde además de investigar dedicó su tiempo a la divulgación, John Beckman recaló como investigador en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL) del Instituto de Tecnología de California (Caltech) y de la NASA. Durante esta estancia publicó, en la revista *Planetary and Space Science*, su primer artículo de investigación sobre la medida de abundancias químicas en atmósferas planetarias (“The measurement of abundances in planetary atmospheres using an image intensifier and a solar spectrograph”, 1967). Pero el trabajo más interesante de Beckman en el JPL fue colaborar en la preparación de un radiómetro infrarrojo para la sonda Mariner, que sería lanzada por la NASA en 1969 para medir la temperatura de la superficie del planeta Marte.

De regreso a Europa, Beckman lideró un grupo en el Departamento de Física del Queen Mary College, de la Universidad de Londres. Su experimento más significativo de aquella época fue la primera observación del espectro del fondo cósmico de microondas en la región submilimétrica. La radiación de fondo de microondas, predicha por el astrónomo ucraniano George Gamow y Alpher y Herman en 1948, y descubierta en 1965 por Arno Penzias y Robert Wilson, es la energía remanente que nos llega de la gran explosión que dio origen al Universo. Su descubrimiento constituye una prueba de la teoría del Big Bang y muchos astrofísicos la estudian. En el Observatorio del Teide, el experimento QUIJOTE CMB tiene como objetivo el estudio de la polarización de este fondo cósmico de microondas, en particular, de las condiciones en las que se desarrolló la inflación, una época de expansión muy rápida del Universo en sus orígenes.

Beckman también trabajó cinco años en la Agencia Espacial Europea (ESA), entre 1974 y 1979, donde colaboró en la preparación de Hipparcos, un satélite as-



John Beckman y Manolo Blahnik reciben su investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad de la Laguna en el Parinifo de la ULL. Crédito: Elena Mora (IAC).

trométrico que mejoró la precisión de las posiciones conocidas de las estrellas y predecesor de la actual misión Gaia, cuya sonda fue lanzada al espacio el 19 de diciembre de 2013.

Tras pasar otros cuatro años en el Grupo de Astronomía Molecular de la Universidad de Londres, en 1984 quedó vinculado al IAC, al que aportó líneas de investigación muy novedosas como cosmología, física de galaxias o física del medio interestelar. Además, adornan su currículum otros méritos, como ser el director científico de la Semana de Astronomía que todos los años organiza la Universidad de Almería y la Asociación Astronómica y Cultural Orión de Almería cuyo observatorio, desde 2012, lleva su nombre. Este astrofísico también ha dirigido dos series documentales: *“Our Universe”* (Nuestro Universo) y *“Bolivia, el corazón de un continente”*, ambos emitidos en RTVE.

Beckman ha abarcado los más diversos temas, desde la radiación de fondo cósmico, el origen, estructura y evolución de las galaxias, la física de la cromosfera solar y de estrellas más lejanas, las abundancias moleculares en atmósferas planetarias y la física de regiones ionizadas HII, hasta el desarrollo de biodigestores y energías renovables en Bolivia.

Con la distinción de Doctor Honoris Causa, la Universidad de La Laguna ha querido reconocer, en este universo ecléctico, sus “muy relevantes méritos y cualidades en el campo de la enseñanza, la investigación científica y técnica, el cultivo de las Letras y las Artes y su labor en pro de la Universidad y de la cultura en general”.

Juan Carlos Pérez Arencibia, Miembro Colaborador Electo de la Real Academia Canaria de Ciencias

El astrofísico Juan Carlos Pérez Arencibia, administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos, en Garafía (La Palma), fue nombrado Miembro Colaborador Electo de la Real Academia Canaria de Ciencias durante la jornada que tuvo lugar el 14 de julio en la Casa Salazar de Santa Cruz de La Palma.

El acto fue presentado por el Académico de Número por la Sección de Ciencia de la Tierra y del Espacio, Teodoro Roca Cortés, catedrático de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (ULL) e investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

El presidente de la Academia, José Manuel Méndez Pérez, señaló que la Academia cuenta en La Palma con cuatro nuevos miembros que *“destacan por su intachable trayectoria profesional”*.



El Académico de Número por la Sección de Ciencia de la Tierra y del Espacio, Teodoro Roca Cortés, durante su discurso de presentación. Crédito: Antonio González/IAC.

Juan Carlos Pérez Arencibia, estudió Ciencias Físicas en la Universidad de La Laguna, donde se doctoró en 1988. De 1981 a 1984, colaboró en la Sección Solar del IAC, en el grupo de Sismología Solar, desarrollando su trabajo de tesina “Espectro de Modos P Solar” y participando en el proyecto sobre Oscilaciones Solares que se desarrollaba en el Observatorio del Teide. De 1984 a 1985 fue Profesor de Física y Matemáticas en la Fundación Universitaria San Pablo-CEU, de Santa Cruz de Tenerife. Desde 1985 hasta febrero de 1990 realizó trabajos de investigación y de tesis doctoral en el Departamento de Edafología-Geología de la Universidad de La Laguna, en el marco del proyecto “Aprovechamiento de materiales volcánicos de las Islas Canarias para la industria cerámica”, siendo becario del Gobierno de Canarias y de la Fundación Empresa Universidad de Las Palmas (años 1986 a 1988). Durante el periodo 1988-1990 fue Profesor Titular Interino de este Departamen-



Juan Carlos Pérez Arencibia ofrece su discurso durante la solemne sesión académica de su ingreso en la Real Academia Canaria de Ciencias. Crédito: Antonio González/IAC.

mento. El título de la tesis doctoral fue: “Aplicaciones cerámicas y petruógicas de materias primas de las Islas Canarias”.

Desde febrero de 1990 hasta 2001 ocupó la plaza de Director del Departamento de Gestión Informática de la Empresa Mixta de Aguas de Las Palmas S.A. (EMALSA).

A partir del 2001 se incorporó al Observatorio del Roque de los Muchachos en tareas de gestión como Administrador del mismo. En dicho puesto, colaboró como co-organizador o ponente en varios eventos como cursos, conferencias y programas de divulgación relacionados con la difusión de la Astronomía y el Observatorio del Roque de los Muchachos. Son de destacar la codirección de los Cursos organizados por la Universidad de La Laguna en la Palma: “Astronomía para todos” en 2009; “Planetas y Estrellas de la Vía Láctea” en 2012. Ha sido ponente en la conferencia Starlight celebrada en La Palma en abril del 2007 y miembro del Comité Local Organizador en La Palma de la “Conferencia Internacional Starlight”, en 2007, la “IV Reunión: Ciencia con Grantecan”, en 2011, y el “Foro 100XCiencia: Encuentro de los Centros de Excelencia Severo Ochoa”, en 2015. Actúa como Secretario del Comité de Servicios Comunes de los Observatorios, así como miembro invitado del Comité Científico Internacional de los Observatorios de Canarias (CCI).

Es miembro de la Mesa de las Estrellas (Cabildo Insular de La Palma) de fomento del Astroturismo en la isla de La Palma. Impulsor y coordinador del programa dirigido a alumnos de 4º de la ESO de la isla de La Palma: “Nuestros alum@s y el Observatorio del Roque de los Muchachos” y coordinador del programa de visitas al Observatorio del Roque de los Muchachos.

La ingeniera del IAC Mary Barreto recibe el premio “Mujeres con Talento”

La primera edición de estos premios, promovidos por la marca “Activia”, reconoce la capacidad de mujeres profesionales en campos como “Innovación y empresa”.

La ingeniera del IAC, Mary Barreto, recibió el 10 de octubre, en Madrid, el premio “Mujeres con Talento”, dentro de la categoría “Innovación y empresa” como “talento consolidado”. Estos premios, promovidos por la marca “Activia”, reconocen el talento de seis mujeres profesionales que destacan en ámbitos muy diversos, divididos en esta primera edición en “Arte y creación” y “Gastronomía”, además de la ya mencionada “Innovación y empresa”.



Mary Barreto, ingeniera del IAC. Crédito: Elena Mora (IAC).

Tras la entrega del premio, Mary Barreto agradeció a “Activia” y, especialmente”, al IAC, haberle dado la posibilidad de disfrutar de su trabajo durante 30 años. En su discurso, también destacó que las mujeres normalmente no lo tienen fácil, pero afirma que es importante transmitirles que pueden desarrollar sus aptitudes “si lo hacen con pasión y autoconfianza”.

Mary Barreto, natural de La Palma, estudió Ingeniería Industrial en la Universidad de Zaragoza. Después, regresó a La Palma, donde durante nueve años fue la administradora del Observatorio del Roque de los Muchachos, en Garafía. Tras esa temporada, se trasladó a la sede central del IAC, en La Laguna, donde hoy en día es gestora de proyectos de Instrumentación. Lo ha sido de los espectrógrafos EMIR, instalado recientemente en el telescopio GTC y LIRIS, que desde 2003 está observando a pleno rendimiento en el telescopio WHT, ambos en el Observatorio que ella misma administró.

A pesar de que este premio reconoce su trayectoria profesional y personal de forma individual, asegura que no hubiera conseguido nada sin las personas que



Mary Barreto, durante la entrega del premio “Mujeres con Talento” como “talento consolidado”. Crédito: Danone.



Durante el traslado del espectrógrafo EMIR al telescopio GTC en el Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma. Crédito: Daniel López/IAC.

han conformado los equipos que ha tenido el placer de gestionar. *“Para mí es importantísimo que todas las personas aporten lo mejor de sí mismas como profesionales, que brillen con luz propia, y trabajen a gusto y disfrutando para poder cumplir los grandes retos que nos marcamos. Esta es la única forma en la que concibo mi trabajo”*, concluye.

DONACIONES

TOYOTA Canarias donó en febrero un vehículo al Instituto de Astrofísica de Canarias. Rafael Rebolo, como director del IAC, recibió de Masahiro Tajima, pre-

sidente y consejero delegado de Toyota Canarias, el vehículo donado al centro por este fabricante de automóviles japonés. Al acto de entrega en la sede central de La Laguna, también acudió Carlos Pinto Herrera, director gerente del concesionario Nivaria Motor. El vehículo, un Toyota Avensis, que se incorpora al parque móvil del IAC, mejorará la logística y el equipamiento del centro y de sus trabajadores.

Esta donación se produce en el marco del acuerdo de cooperación entre el IAC y Japón con motivo de la instalación en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, del telescopio LST (Large Size Telescope), de 23 m de diámetro. Masahiro Tajima, gran aficionado a la Astronomía, se mostró muy satisfecho e impresionado por la profunda implicación del gobierno japonés en este proyecto de colaboración con Canarias.



PERSONAL

DIRECCIÓN	
Director	
Rafael Rebolo López (AD)	
Secretaría	
M. Nieves Villoslada Dionis (CL) Robert Campbell Warden (CL)	
IACTEC	
Responsable técnico	
Pablo G. Redondo Caicoya (CLT)	
UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA	
Jefa	
Carmen del Puerto Varela (CL)	
Secretaría	
Ana M. Quevedo González (CL)	
Gestora de proyectos	
Laura Calero Hernández (CL)	
Apoyo administrativo	
Laura M. Bello García (CLT)	
Web/Proyectos educativos	
M. Concepción Anguita Fontecha (CL)	
Astrofísico divulgador/Proyectos educativos	
Alfred Rosenberg González (CL)	
Diseño gráfico y audiovisual	
Inés Bonet Márquez (CL)	
Periodista	
Elena Mora Cuesta (CLT)	

SUBDIRECCIÓN	
Subdirector	
* Carlos Martínez Roger (PO)	
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)	
Administrador	
Juan Carlos Pérez Arencibia (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Aytami Y. Peñate Rodríguez (CL)	
Gestión Administrativa	
M. Montserrat Alejandre Siscart (CL)	Nieves Gloria Pérez Pérez (CL)
Ana Luisa Lozano Pérez (CL)	
Mantenimiento	
Joaquín Arce Costa (CL)	Jesús M. Mendoza González (CL)
Jorge Gmelch Ramos (CL)	Alfredo Pérez Concepción (CL)
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)	
Administrador	
Miquel Serra Ricart (CL)	
Gestión Administrativa	
F. Javier Cosme Morán (CL)	
Mantenimiento	
Ignacio del Rosario Pérez (CL)	M. Angel Ginovés Bethencourt (CL)
Ramón R. Díaz Díaz (CL)	Rafael A. Ramos Medina (CL)
Técnicos en prácticas	
Aser Gutiérrez Álvarez (CLT)	Iván Trigas Santana (CLT)
Alejandro Sánchez Cabrera (CLT)	
OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS	
Jefe	
Alejandro Oscoz Abad (CL)	
Astrónomo de Soporte	
Olga M. Zamora Sánchez (CLT)	
Observadores	
Santiago López González-Coviella (CL)	Antonio Pimienta de la Rosa (CL)
Operadores	
Alberto Bueno Bueno (CLT)	Gustavo Rodríguez Coira de la Peña (CLT)
Alberto J. Prieto Antúnez (CLT)	Juan J. Sanabria Cumbeño (CLT)
Francisco J. Redondo Lorenzo (CLT)	

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS	
Julio A. Castro Almazán (CLT) Antonia M. Varela Pérez (CL)	
MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL	
Jefe	
Emilio J. Cadavid Delgado (CL)	
Técnicos	
Pedro A. Ayala Esteban (CL)	José Julio González Nóbrega (CL)
Jesús E. García Velázquez (CL)	Juan Antonio Morrison Price (CL)
OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)	
Jefe	
Francisco Javier Díaz Castro (CL)	
Técnico	
J. Federico de la Paz Gómez (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)	
Jefe	
* Antonio Jiménez Mancebo (PO)	
Responsable técnico	
Carlos A. Martín Galán (CL)	
Secretaría	
M. Adela Rivas Fortuna (CL)	
GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIÓN (GSC)	
Ingenieros	
Antonio J. Díaz China (CL)	Francisco Orta Soler (CL)
Ubay Dorta Guerra (CL)	Diego M. Sierra González (CL)
Jorge Goya Pérez (CL)	Estrella Zatón Martín (CL)
Justo Luna López (CL)	
GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)	
Ingenieros	
Susana Delgado Marante (CL)	José M. Pérez Menor (CL)
Ricardo Díaz Campos (CL)	Carlos Westendorp Plaza (CL)
Técnico	
José Manuel Ramos Aguilar (CL)	
GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)	
Técnicos	
Irene Corona Hernández (CL)	Francisco J. López Molina (CL)
Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)	Víctor Plasencia Darías (CL)
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CL)	Isabel M. Plasencia García (CL)

BIBLIOTECA	
Documentalista/Encargada	
Monique María Gómez (CL)	
Gestión Administrativa	
M. Eulalia Alsina Casals (CL)	Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	
Coordinador	
* Enric Pallé Bagó (PO)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarrós (CL)	
Secretaría	
Judith de Araoz Vigil (CL) Eva Patricia Bejarano Padrón (CL) Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Jefe	
Nicola Caon (CL)	
Soporte	
Antonio J. Dorta Lorenzo (CLT)	
SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)	
Miguel Briganti Correa (CL)	Gabriel A. Pérez Díaz (CL)
SERVICIO DE CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA (SCL)	
Terence John C. Mahoney (CL)	
PERSONAL INVESTIGADOR	
Astrofísicos	
* José Antonio Acosta Pulido (V)	* Martín L. López Corredoira (PO)
* Carlos Allende Prieto (PO)	* Antonio Mampaso Recio (PO)
* Antonio Aparicio Juan (ULL)	* Arturo Manchado Torres (CSIC)
John E. Beckman (V)	* Valentín Martínez Pillet (PO)
* Juan A. Belmonte Avilés (PO)	* Evencio Mediavilla Gradolph (ULL)
* Juan E. Betancort Rijo (ULL)	* Fernando Moreno Insertis (ULL)
* Jorge Casares Velázquez (PO)	* Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
* Jordi Cepa Nogué (ULL)	* Pere Lluís Pallé Manzano (PO)
* Miguel A. Cerviño Saavedra (CSIC)	* Ismael Pérez Fournon (ULL)
* Manuel Collados Vera (ULL)	* Fernando Pérez Hernández (ULL)
* Hans Deeg (PO)	* Almudena Prieto Escudero (PO)
* César Esteban López (ULL)	* Mercedes Prieto Muñoz (ULL)
* Jesús Falcón Barroso (PO)	* Clara Régulo Rodríguez (ULL)
* M. Carmen Gallart Gallart (PO)	* Teodoro Roca Cortés (ULL)
* Ignacio García de la Rosa (PO)	* José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)
* Ramón J. García López (ULL)	* Pablo Rodríguez Gil (ULL)
* Francisco Garzón López (ULL)	* José Alberto Rubiño Martín (PO)
Ricardo Tanausú Génova Santos (CL)	* Basilio Ruiz Cobo (ULL)
* Ignacio González Martínez-Pais (ULL)	* Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
* Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO)	* Víctor Sánchez Bejar (PO)
* Artemio Herrero Davó (ULL)	Francisco Sánchez Martínez (V)
* Garik Israelian (PO)	* Tariq Shahbaz (PO)
* Johan Knapen (PO)	* Héctor Socas Navarro (PO)
* Carlos Lázaro Hernando (ULL)	* Javier Trujillo Bueno (CSIC)
* Javier Licandro Goldaracena (PO)	* Ignacio Trujillo Cabrera (PO)
* Nicolas Cedric Lodieu (PO)	* Alejandro Vazdekis Vazdekis (PO)
* José Alfonso López Aguerri (PO)	

Becarios y contratados	
Roi Alonso Sobrino (CLT)	Olena Khomenko (CLT)
Montserrat Armas Padilla (CLT)	Francisco Shu Kitaura Ioyanes (CLT)
Iñigo Arregui Uribe-Echevarria (CLT)	Edoardo Próspero Lagiocia (CLT)
Andrés Asensio Ramos (CLT)	Manuel Linares Alegret (CLT)
Rafael D. Barrera Delgado (CLT)	Manuel Luna Bennasar (CLT)
Guiuseppina Battaglia (CLT)	Marina Manganaro (CLT)
Andrew Beasley (CLT)	M. Jesús Martínez González (CLT)
Pedro J. Blay Serrano (CLT)	Matteo Monelli (CLT)
Ángel Bongiovanni Pérez (CLT)	M. Pilar Montañés Rodríguez (CLT)
Chris Brook (CLT)	Teodoro Muñoz Darías (CLT)
Rosa Calvi (CLT)	Lisa Ellen Nortmann (CLT)
Ricardo J. Carrera Jiménez (CLT)	Grzegorz Nowak (CLT)
Guo Chen (CLT)	Hannu Parviainen (CLT)
Claudio Dalla Vecchia (CLT)	Lee Robert Patrick (CLT)
Helmut Dannerbauer (CLT)	Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)
Julia de León Cruz (CLT)	Frederic Poidevin (CLT)
Ángel Manuel de Vicente Garrido (CLT)	Cristina Ramos Almeida (CLT)
Flavia Dell Agli (CLT)	Reza Rezaei (CLT)
Bililing Tsige Dullo (CLT)	Beatriz Ruiz Granados (CLT)
Tobías Felipe García (CLT)	Tomás Ruiz Lara (CLT)
Juan Antonio Fernández Ontiveros (CLT)	Iker Sánchez Requerey (CLT)
Joan Font Serra (CLT)	Sergio Simón Díaz (CLT)
Domingo Aníbal García Hernández (CLT)	Alina Streblyanska (CLT)
Jorge García Rojas (CLT)	Fatemeh Sadat Tabatabael Asl (CLT)
Jonay González Hernández (CLT)	Mónica L. Vázquez Acosta (CLT)
Sebastián L. Hidalgo Rodríguez (CLT)	Nikolas Vitas (CLT)
Susana Iglesias Groth (CLT)	Cristina Zurita Espinosa (CLT)
David Jones (CLT)	
Afiliados	
Marc Ballcels Comas (V)	Javier Herrera Llorente (V)
Walter Boschin (V)	Vania Lorenzi (V)
Antonio Luis Cabrera Lavers (V)	Gianluca Lombardi (V)
Nieves Dolores Castro Rodríguez (V)	Carmen Pilar Padilla Torres (V)
Rosa Clavero Jiménez (V)	Peter Pessev (V)
Eduardo Héctor Colombo (V)	Daniel Reverte Paya (V)
Romano Corradi (V)	Juan Ruiz Alzola (V)
Lucio Crivellari (V)	Riccardo Scarpa (V)
Cecilia Fariña (V)	Ovidiu Vaduvescu (V)
David García Álvarez (V)	Dhillon Vikram (V)
Stefan Geier (V)	Martin Will (V)
Gabriel Gómez Velarde (V)	
Colaboradores	
Emilio Casuso Romate (V)	Alejandro García Gil (V)
Antonio Eff-Darwich Peña (V)	

ÁREA DE ENSEÑANZA SUPERIOR

Coordinadora	
* M. Jesús Arévalo Morales (ULL)	
Gerente	
Irene Fernández Fuarrós (CL)	
Secretaría	
M. Lourdes González Pérez (CL)	
PERSONAL EN FORMACIÓN	
Astrofísicos Residentes	
IV Año de Residentes (2013)	
Programa La Caixa-Severo Ochoa	Programa Astrofísicos Residentes IAC
Ernest Alsina Ballester (CLT)	José Jairo Díaz Luis (CLT)
Ismael García Bernete (CLT)	Lara Monteagudo Narvión (CLT)
Ana Belén Griñón Marín (CLT)	Sara Murabito (CLT)
Rui Márques Coelho Chaves (CLT)	Denis Tramonte (CLT)
Daniel Mata Sánchez (CLT)	Sergio Velasco Muñoz (CLT)
III Año de Residentes (2014)	
Programa La Caixa-Severo Ochoa	Programa Astrofísicos Residentes IAC
Luis Cicuéndez Salazar (CLT)	Margherita Bettinelli (CLT)
Melania Cubas Armas (CLT)	Gonzalo Holgado Alijo (CLT)
Amanda M. del Olmo García (CLT)	Simone Madonna (CLT)
Carlos José Díaz Baso (CLT)	Alejandro Serrano Borlaff (CLT)
	Matteo Simioni (CLT)
II Año de Residentes (2015)	
Programa La Caixa-Severo Ochoa	Programa Astrofísicos Residentes IAC
Carina Fian (CLT)	Pedro Alonso Palacio (CLT)
Francesca Pina (CLT)	Patricia Chinchilla Gallego (CLT)
	Felipe Jiménez Ibarra (CLT)
	Efsan Sökmen (CLT)
I Año de Residentes (2016)	
Programa La Caixa-Severo Ochoa	Programa Astrofísicos Residentes IAC
Joseph H. Putko (CLT)	Nuria Casasayas Barris (CLT)
Borja Toledo Padrón (CLT)	Ignacio del Moral Castro (CLT)
	Marco Antonio Gómez Muñoz (CLT)
	Raúl Infante Sainz (CLT)
	Noelia Martínez Rey (CLT)

Contratos FPI	
Alejandro Aguado Barahona (CLT)	Daniel E. Nóbrega Siberío (CLT)
Pablo Arrabal Haro (CLT)	Sergio Palomo Nevado (CLT)
Sara Bertrán de Lis (CLT)	Marcos Pellejero Ibañez (CLT)
Inés Camacho Iniesta (CLT)	Víctor Pérez Mesa (CLT)
María Cebrián Renau (CLT)	Beatrice Popescu Braileanu (CLT)
Antonio Ferragano (CLT)	Jorge Prieto Arraz (CLT)
Rebeca Galera Rosillo (CLT)	Marina Ramón Pérez (CLT)
Pedro A. González Morales (CLT)	Andrea Rodríguez Antón (CLT)
Diego Hidalgo Soto (CLT)	Sara Rodríguez Berlanas (CLT)
David López Fernández-Nespral (CLT)	Javier Román García (CLT)
Alejandro Lumbreras Calle (CLT)	David Sánchez Aguado (CLT)
Cristina Martínez Lombilla (CLT)	Salvatore Taibi (CLT)
María Montes Solís (CLT)	Laura Toribio San Cipriano (CLT)
David Morate González (CLT)	Gaia Vanzo (CLT)
Jakub Nadolny (CLT)	
Varios	
Artemi Camps Fariña (V)	Alba Eva Peláez Santos (V)
Paul Compère (V)	Jana Polednikova (V)
Rafael Augusto García Días (V)	Klaus Simon Rübke Zúñiga (V)
Paloma Inés Martínez Navajas (V)	Lucía Suárez Andrés (V)
Adur Pastor Yabar (V)	Riccardo Vignaga (V)

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Coordinadora	
* Begoña García Lorenzo (PO)	
Secretaría	
Rocío Mesa Martínez (CL)	
SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)	
Héctor D. Rodríguez Rodríguez (CL)	
INGENIERÍA	
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA	
Jefe	
Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)	
Ingenieros	
Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)	Enrique Joven Álvarez (CL)
Haresh Mangharam Chulani (CL)	Javier López Campos (CLT)
José Miguel Delgado Hernández (CL)	Miguel Ángel Núñez Cagigal (CLT)
José Javier Díaz García (CL)	Oscar Manuel Tubio Araujo (CLT)
José Vicente Gigante Ripoll (CLT)	Teodora A. Viera Curbelo (CL)
Roger Hoyland (CL)	
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA	
Jefe	
Vicente Sánchez de la Rosa (CL)	
Ingenieros	
José Alonso Burgal (CLT)	Roberto M. Luis Simoes (CLT)
Miguel Ángel Esteves Pérez (CLT)	Fabio Tenegi Sanginés (CL)
Patricia Fernández Izquierdo (CL)	Afrodísio Vega Moreno (CLT)
Elvio Hernández Suárez (CL)	Nauzet Vega Reyes (CLT)
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA	
Jefe	
José Luis Rasilla Piñeiro (CL)	
Ingenieros	
M. Ángel Cagigas García (CLT)	Roberto López López (CL)
Carlos Domínguez-Tagle Paredes (CLT)	Iciar Montilla García (CLT)
Daniel Fernández Fernández (CLT)	Luz María Montoya Martínez (CLT)
Ana Belén Fragoso López (CL)	Marta Puga Antolín (CLT)
Félix Gracia Tremich (CLT)	Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CL)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE	
Jefe	
Carlos Martín Díaz (CL)	
Ingenieros	
Marta del C. Aguiar González (CL)	Heidy Moreno Arce (CL)
M. Francisca Gómez Reñasco (CL)	Esperanza Páez Mañá (CL)
Pablo López Ramos (CL)	Josefina Rosich Minguell (CLT)
José Marco de la Rosa (CLT)	
PROYECTOS	
Jefe	
Marcos Reyes García-Talavera (CL)	
Gestores	
Ángel Alonso Sánchez (CL)	José Miguel Herreros Linares (CL)
Manuel Amate Plasencia (CL)	Jesús Patrón Recio (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL)	M. Rosario Pérez de Taoro (CLT)
Víctor M. González Escalera (CL)	Txinto Vaz Cedillo (CLT)
PRODUCCIÓN	
Jefe	
Juan Calvo Tovar (CL)	
DELINEACIÓN TÉCNICA	
Jefe	
Abelardo Díaz Torres (CL)	
Técnicos	
Juan Carlos Díaz Pérez (CL)	Juan José Perdigón Peña (CL)
TALLER DE ELECTRÓNICA	
Técnicos	
Roberto Barreto Rodríguez (CL)	José Ramón Olives Mora (CL)
Ángel L. Morales Ayllón (CL)	
TALLER DE MECÁNICA	
Jefe	
Héctor Quintero Arocha (CL)	
Técnicos	
Juan José Dionis Díaz (CL)	Esteban González Díaz (CL)
Carlos A. Flores García (CL)	Pablo González Gómez (CL)
Higinio Gabino Pérez (CL)	Cristóbal Morell Delgado (CL)
Jesús Felipe García López (CL)	Ricardo Negrín Martín (CL)
Almacén	
León Pérez Jacinto del Castillo (CL)	

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

Administrador	
Jesús Burgos Martín (AD)	
Secretaría/Registro	
Diana C. Paredes Martín (CL)	
GERENCIA ADMINISTRATIVA	
Responsable	
Luisa Margarita Ávila Miranda (CL)	
GESTIÓN PRESUPUESTARIA	
Jefe Departamento Contabilidad	
Dionisio Pérez de la Rosa (CL)	
Jefe Contabilidad	
A. Delia García Méndez (CL)	
Otilia de la Rosa Yanes (CL)	Edgar Hernández Mesa (CLT)
Ruth Fernández Ribera (CL)	M. Luz Sánchez Rodríguez (CLT)
Sonia Fumero de Sande (CL)	Yolanda Zamora Expósito (CL)
M. José González Díaz (CL)	
TESORERÍA	
Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CL)	José M. Rodríguez Acosta (CL)
COMPRAS	
Rosa M. González Gómez (CL)	
CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA	
Carmen Aloys García Suárez (CL)	M. Mónica Gutiérrez Hernández (CL)
GERENCIA OPERACIONAL	
Gerente	
Germán R. Pescador Rodríguez (CL)	
MANTENIMIENTO GENERAL	
Jefe de Taller	
José Antonio Arvelo Dorta (CL)	
Jefe de Mantenimiento	
Sergio Median Morales (CL)	
Técnico	
Ramón Hernández Mendoza (CL)	
Conductores	
Cándido Álvarez García (CL)	Juan Manuel Martín Pérez (CL)
DELINEACIÓN GENERAL	
* Ramón Castro Carballo (CSIC)	

RECURSOS HUMANOS	
Responsable	
Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)	
Personal	
Lucía Olivia Hernández Tadeo (CL)	M. Belén Rodríguez González (CL)
Antonio M. Pérez-Godiño Pérez (CL)	
Proyecto Genera	
Lydia Candelaria González Orta (CLT)	
Selección y contratación	
Itahisa Camacho Lorenzo (CLT)	Carmen García de Sola Moyano (CL)
Unidad de Prevención de Riesgos Laborales	
Rosa Miriam Galván González (CL)	Luis Manadé Borges (CL)
OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)	
Gerente	
Jesús Burgos Martín (AD)	
Ingenieros	
Alberto M. Escobar Rodríguez (CLT)	Anselmo C. Sosa Méndez (CL)
Alfredo García Piñero (CLT)	Sebastián Jiménez Reyes (CLT)
M. Alejandra Martín Gálvez (CLT)	

DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2016)

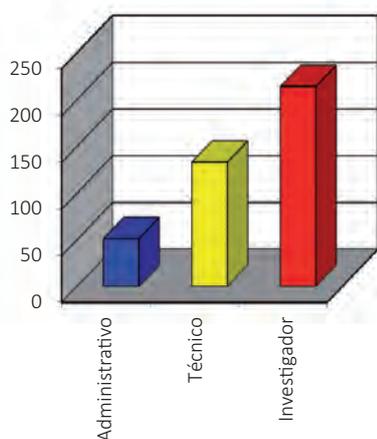
	PO	CL	CLT	ULL	CSIC	V	AD	TOTAL
Astrofísicos	31	3	56	20	3	29	1	143
Técnicos		97	35		1			133
Administrativos		44	6				1	51
Doctorandos			61			10		71
TOTAL	31	144	158	20	4	39	2	398

	PO	ULL	CSIC	OTROS	TOTAL
Personal funcionario *	31	20	4	1	56
Personal no funcionario				342	342
TOTAL	31	20	4	343	398

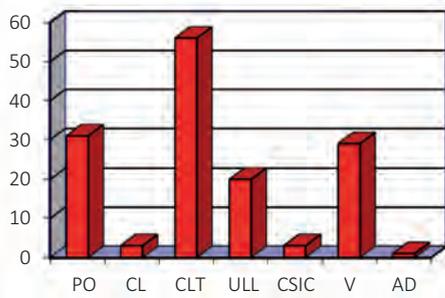
Personal fijo	201
Personal temporal	197
TOTAL	398

- * = Personal Funcionario
- AD = Alta Dirección
- CL = Contrato Laboral
- CLT = Contrato Laboral Temporal
- CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- PO = Plantilla Orgánica del IAC
- ULL = Universidad de La Laguna
- V = Varios (becas, colaboradores, etc.)

PERSONAL DEL IAC

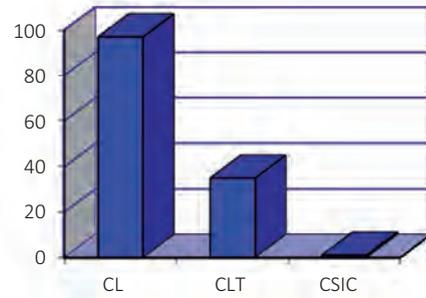


ASTROFÍSICOS



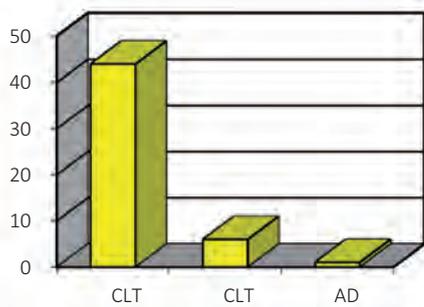
Procedencia

TÉCNICOS

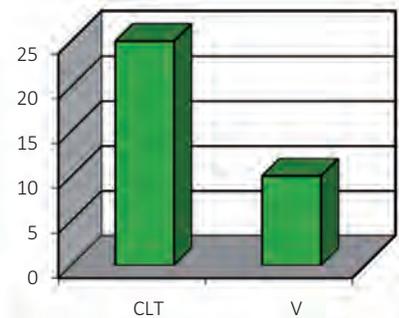


Procedencia

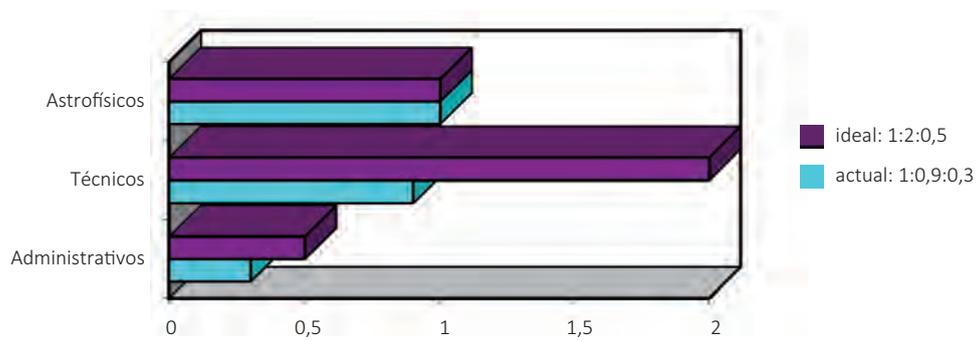
ADMINISTRATIVOS



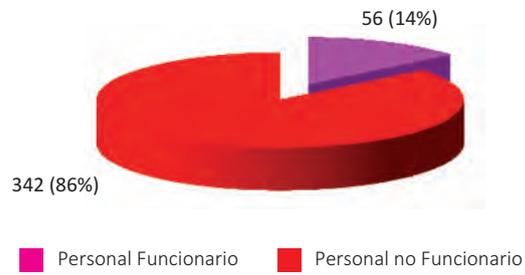
DOCTORANDOS



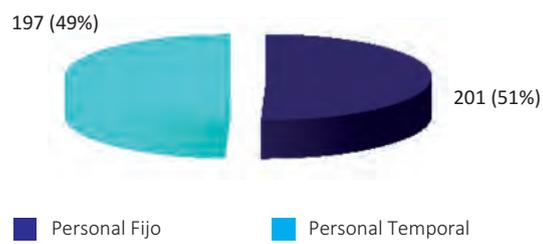
RELACIÓN Astrofísicos: Técnicos: Administrativos



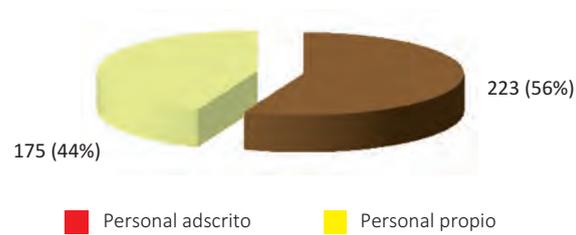
TOTAL 398



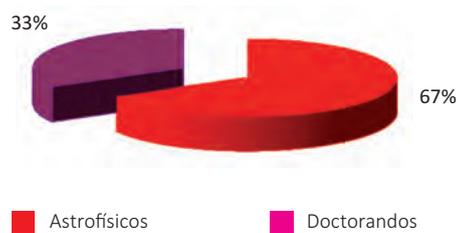
TOTAL 398



TOTAL 398



PERSONAL INVESTIGADOR



DIRECCIONES Y TELÉFONOS

* INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC) (TENERIFE)

C/ Vía Láctea, s/n
E-38205 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605 200
Fax: (34) 922-605 210
E-mail: secadm@iac.es
Web: <http://www.iac.es>
Sala de vídeo-conferencias



* OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329 100
Fax: (34) 922-329 117
E-mail: teide@iac.es



* OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405 500
Fax: (34) 922-405 501
E-mail: adminorm@iac.es
Sala de vídeo-conferencias



* CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP) (LA PALMA)

Apartado de Correos 50
Cuesta de San José, s/n
E-38712 BREÑA BAJA (LA PALMA)
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-425 700
Fax: (34) 922-425 701
E-mail: recepalp@iac.es
Sala de vídeo-conferencias



