



MEMORIA IAC - 2010



**MEMORIA
2010**

“INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS”

“INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS”

GABINETE DE DIRECCIÓN

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)
MAQUETACIÓN: Ana M. Quevedo
PORTADA: Gotzon Cañada
PREIMPRESIÓN E IMPRESIÓN: Producciones Gráficas S.L.
DEPÓSITO LEGAL: TF-1905/94

7-	PRESENTACIÓN
8-	CONSORCIO PÚBLICO IAC
11-	LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS
12-	- Observatorio del Teide (OT)
13-	- Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM)
14-	COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)
18-	ACUERDOS
20-	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)
25-	ÁREA DE INVESTIGACIÓN
28-	- Estructura del Universo y Cosmología
50-	- El Universo Local
88-	- Física de las estrellas, Sistemas Planetarios y Medio Interestelar
124-	- El Sol y el Sistema Solar
146-	- Instrumentación y Espacio
180-	- Otros
202-	ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN
202-	- Ingeniería
214-	- Producción
222-	- Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
234-	ÁREA DE ENSEÑANZA
234-	- Cursos de doctorado
235-	- Seminarios científicos
239-	- Coloquios
239-	- Becas
241-	- XXII Escuela de Invierno: "Astrosismología"
243-	ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
243-	- Instituto de Astrofísica
244-	- Observatorio del Teide
245-	- Observatorio del Roque de los Muchachos
246-	- Centro de Astrofísica de la Palma
247-	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)
249-	- Ejecución del Presupuesto 2010
250-	GABINETE DE DIRECCIÓN
250-	- Ediciones
252-	- Comunicación y divulgación
263-	- Web
265-	- Visitas a las instalaciones del IAC
268-	SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)
271-	BIBLIOTECA
272-	PUBLICACIONES CIENTÍFICAS
272-	- Artículos en revistas internacionales con árbitros
293-	- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
293-	- Comunicaciones a congresos internacionales
307-	- Comunicaciones a congresos nacionales
309-	- Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
311-	- Libros y capítulos de libros
311-	- Tesis doctorales
314-	REUNIONES CIENTÍFICAS
320-	TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS
321-	DISTINCIONES
322-	RECURSOS HUMANOS
326-	PERSONAL
339-	DIRECCIONES Y TELÉFONOS



Trazas estelares sobre el Teide reflejadas en el agua.

Fotografía obtenida tras 4,5 horas de exposición, con el Teide en primer plano orientado con la estrella polar, para captar las trazas estelares circumpolares. Las estrellas se reflejan a su vez en grandes charcos de agua en el Llano de Ucanca, en el Parque Nacional del Teide. Además, es posible ver la traza de un satélite IRIDIUM en el cielo y su reflejo. Foto: Daniel López (IAC).

PRESENTACIÓN

Al recordar el año 2010 para escribir esta presentación, dos temas me han atrapado, y no puedo sacarme de encima una serie de sentimientos contrapuestos emparejados. Los de alegría y esperanza van ligados al Gran Telescopio CANARIAS (GTC), mientras que los de tristeza y desengaño vienen de la mano del Telescopio Europeo Super Gigante (E-ELT).

Como podrán ver en el capítulo correspondiente al GTC, nuestro Telescopio va remontando con brío la difícil cuesta de su puesta a punto completa, produciendo ciencia a un ritmo similar al de los comienzos de sus hermanos menores, los telescopios de ocho a diez metros de diámetro. Y eso que, no sólo el presupuesto de construcción del GTC ha sido bajo, sino que también el de operación es bastante inferior al de aquellos. Esto último repercute en el tiempo que se necesita para terminar sus retoques finales y la entrada en servicio plena de su instrumentación, pero al final, en el suministro de datos a los astrónomos. La verdad es que la comunidad de usuarios, fundamentalmente españoles, acostumbrados a observar en telescopios de otros, donde estas cosas se nos daban resueltas, pues eran responsabilidad de esos otros, se está portando con mucha paciencia. Pues el poco tiempo de observación disponible se ve mermado como consecuencia del pago en especies a ESO por la entrada de España en la Organización. Todo lo cual hace más urgente que los que tienen ya datos no se demoren en publicar.

Es una gran alegría tener ya operativo este competitivo Telescopio que tantísimo ha costado conseguir, y mantenemos la esperanza de que los gobiernos de España y de Canarias, junto con nuestros socios americanos, garanticen los recursos plurianuales necesarios para su operación. Así, con esta potente máquina, nuestros astrofísicos podrán avanzar ventajosamente en el conocimiento del Universo al que pertenecemos.

No sé si alguna vez se escribirá la verdadera historia del porqué se tomó la decisión de no poner el E-ELT en Canarias, pero lo que sí sabemos quienes nos implicamos en los “site-testing” comparados y en tratar de mover la maquinaria política para que España diese un paso al frente más y añadiese el dinero que hacía posible su construcción, es que no fueron meras razones científicas asépticas las determinantes. Los humanos somos como somos, y de ahí mi desengaño.

En aquellos momentos escribí una carta a Nature en la que razonaba los problemas de ubicar el súper telescopio europeo en Chile, y me dolía de las consecuencias que ello traería. Pues ya lo estamos viendo: el telescopio, de momento, ha perdido el anillo externo de su espejo y la falta de recursos está alargando el inicio de su construcción. Estas son mis tristezas, pues no sólo Canarias vio frustradas sus esperanzas, Europa ha perdido su oportunidad de ponerse por delante en la astronomía de los ELTs, y la Astronomía la de penetrar pronto en los enigmas del Cosmos más inquietantes.

Está resultando demasiado larga esta presentación, así que no voy a subrayar más asuntos. Lo mejor es que Ustedes, queridos lectores, se sumerjan directamente en la Memoria y vean cuantas y buenas cosas ha hecho la gente del Instituto en este año.

Prof. Francisco Sánchez
DIRECTOR

MEMORIA
IAC 2010

7

CONSORCIO PUBLICO

“INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS”

El Consorcio Público “Instituto de Astrofísica de Canarias” está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de Educación y Ciencia), 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 relaciones científicas internacionales. La Administración del Estado a través de el Ministerio de Ciencia y Tecnología, por su parte, 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 del 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.

MEMORIA
2010 IAC

8

El IAC lo integran:

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

Se estructura en áreas:

- Investigación
- Instrumentación
- Enseñanza
- Administración de Servicios Generales

Organos Directivos:

Nº Reuniones

*** CONSEJO RECTOR**

- | | |
|------------|--|
| PRESIDENTE | - Ministro de Ciencia e Innovación |
| 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**

Organos Colegiados:

Nº Reuniones

*** COMISION ASESORA PARA LA INVESTIGACION (CAI)**

* COMITE DE DIRECCION (CD)	36
- Consejo de Investigadores	1
- Comisión de Investigación	8
- Comisión de Enseñanza	*
- Comisión de Doctores	*
- Comité de la Biblioteca	2

(* = virtuales)

*** COMITE CIENTIFICO INTERNACIONAL (CCI)**

2

**MEMORIA
IAC 2010**

SUBCOMITES	- Finanzas	2
	- Operación del Obs. del Roque de los Muchachos	2
	- Operación del Obs. del Teide	2
	- Calidad Astronómica del Cielo	1

9

*** COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)**

- | | |
|---|---|
| - Telescopios nocturnos (sala nocturna) | 2 |
| - Telescopios solares (sala diurna) | 1 |

REUNIONES CELEBRADAS

Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

Durante 2010 tuvieron lugar dos reuniones del CCI:

- El 11 de mayo en el Observatorio Astronómico de Capodimonte (Nápoles, Italia), el CCI celebró su reunión número **63**.

En la reunión se acordó repartir el Tiempo Internacional nocturno de 2010-2011 entre dos propuestas:

1.- ITP 2/10 (Pérez-Fournon: "A comprehensive study of the Universe at infrared wavelengths"), que recibirá 15 noches en los telescopios WHT, TNG e INT y 80 h en el telescopio GTC durante el programa 2010.

2.- ITP 4/10 (Kotak: "Deaths of the most massive stars and precision cosmology using new transient discovery factories") el tiempo solicitado en el telescopio NOT durante el programa 2010-2011 y 7 noches del programa ITP 2011-2012 en los telescopios WHT, TNG, INT y NOT y 40 h en el telescopio GTC.

Se reservaron 8 noches y 40 h, respectivamente, para ofrecer a las propuestas que se reciban hasta el 28 de febrero de 2011.

El CCI tomó nota de la decisión de retirarse del Acuerdo de Cooperación en Astrofísica de los países escandinavos (Noruega, Suecia y Dinamarca) y acogió muy favorablemente la adhesión de Finlandia al mismo Tratado Internacional. Las demás instituciones reiteraron su voluntad de seguir colaborando con el IAC, tanto en la investigación astrofísica y el desarrollo tecnológico como en desarrollar sinergias en la operación de sus telescopios en los Observatorios de Canarias. En este marco se realizó la presentación por parte de la CE de un novedoso marco legal europeo para la operación de grandes infraestructuras científicas y tecnológicas.

- La reunión número **64** del CCI, se celebró el 9 de noviembre en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en Breña Baja, La Palma.

La Presidenta del Cabildo de La Palma acogió personalmente al CCI, dando la bienvenida a La Palma y expresando la satisfacción de la Isla por albergar el Observatorio del Roque de los Muchachos y su espectacular tecnología.

MEMORIA 2010 IAC

10 Se repasó el progreso de las conversaciones entre las instituciones responsables del Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING) y GRANTECAN S.A., que cuentan con el apoyo del IAC, y tienen como objetivo desarrollar la sinergia en la operación y programas de instrumentación de los telescopios WHT y GTC.

El CCI acordó proponer al Prof. Dr. Christoffel Waelkens, Director del Instituut voor Sterrenkunde (Lueven, Bélgica) como próximo Presidente del CCI.



Observatorio del Teide



Optical Ground Station (OGS)



Venera Tower (VT)



Teide



Star

Superficie: 50 hectáreas
Altitud: 2.390 metros
Situación: Izaña, Isla de Tenerife
Longitud: 16°30' Oeste
Latitud: 28°18' Norte

Instrumento	Operador	Estado
OGS	IAAC	Operativo
VT	IAAC	Operativo
Teide	IAAC	Operativo
Star	IAAC	Operativo
IRAC	IAAC	Operativo
IRIS	IAAC	Operativo
IRIS-2	IAAC	Operativo
IRIS-3	IAAC	Operativo
IRIS-4	IAAC	Operativo
IRIS-5	IAAC	Operativo
IRIS-6	IAAC	Operativo
IRIS-7	IAAC	Operativo
IRIS-8	IAAC	Operativo
IRIS-9	IAAC	Operativo
IRIS-10	IAAC	Operativo
IRIS-11	IAAC	Operativo
IRIS-12	IAAC	Operativo
IRIS-13	IAAC	Operativo
IRIS-14	IAAC	Operativo
IRIS-15	IAAC	Operativo
IRIS-16	IAAC	Operativo
IRIS-17	IAAC	Operativo
IRIS-18	IAAC	Operativo
IRIS-19	IAAC	Operativo
IRIS-20	IAAC	Operativo
IRIS-21	IAAC	Operativo
IRIS-22	IAAC	Operativo
IRIS-23	IAAC	Operativo
IRIS-24	IAAC	Operativo
IRIS-25	IAAC	Operativo
IRIS-26	IAAC	Operativo
IRIS-27	IAAC	Operativo
IRIS-28	IAAC	Operativo
IRIS-29	IAAC	Operativo
IRIS-30	IAAC	Operativo
IRIS-31	IAAC	Operativo
IRIS-32	IAAC	Operativo
IRIS-33	IAAC	Operativo
IRIS-34	IAAC	Operativo
IRIS-35	IAAC	Operativo
IRIS-36	IAAC	Operativo
IRIS-37	IAAC	Operativo
IRIS-38	IAAC	Operativo
IRIS-39	IAAC	Operativo
IRIS-40	IAAC	Operativo
IRIS-41	IAAC	Operativo
IRIS-42	IAAC	Operativo
IRIS-43	IAAC	Operativo
IRIS-44	IAAC	Operativo
IRIS-45	IAAC	Operativo
IRIS-46	IAAC	Operativo
IRIS-47	IAAC	Operativo
IRIS-48	IAAC	Operativo
IRIS-49	IAAC	Operativo
IRIS-50	IAAC	Operativo



IRAC



IRIS (Robotic Telescope)

La Astrofísica en Canarias comenzó en el Observatorio del Teide (OT) en la década de los sesenta. Ubicado a unos 2.400 metros de altitud, en este observatorio se encuentran los mejores telescopios e instrumentos solares europeos. Además de los instrumentos dedicados al estudio del Sol, el OT alberga todo tipo de telescopios. Entre ellos, telescopios robóticos de última generación, telescopios especializados en el rango infrarrojo, una estación óptica para comunicaciones vía satélite y seguimiento de base en espacial, radiotelescopios y "cazadores" de exoplanetas.



IRIS-1



IRIS-2



IRIS-3



IRIS-4



IRIS-5



IRIS-6



IRIS-7

LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS



Observatorio del Roque de los Muchachos

Superficie: 189 hectáreas
Altitud: 2.396 m
Situación: Garafía - Isla de La Palma
Longitud: 17°52' 34" Oeste
Latitud: 28°45' 34" Norte



Roque Observatorio



Roque Observatorio (night)



Roque Observatorio (sunset)



Roque Observatorio (dome)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)

En el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), el borde del Parque Nacional de la Caldera de Taburiente, se encuentra la batería de telescopios europeos más importante del Hemisferio Norte. Entre ellos, destaca el Gran Telescopio CANARIAS que, con su espejo de más de 10 metros de diámetro, es el mayor telescopio óptico-infrarrojo del mundo. Este observatorio cuenta además con telescopios robóticos, telescopios tipo observador para Astrofísica de altas energías e instrumentación destinada a medir con exactitud la posición de los cuerpos celestes. Desde los telescopios solares del ORM se han obtenido las mejores imágenes del Sol que existen hasta la fecha.

Instrumento	Operador	Estado
ORM	IAAC	Operativo
ORM-1	IAAC	Operativo
ORM-2	IAAC	Operativo
ORM-3	IAAC	Operativo
ORM-4	IAAC	Operativo
ORM-5	IAAC	Operativo
ORM-6	IAAC	Operativo
ORM-7	IAAC	Operativo
ORM-8	IAAC	Operativo
ORM-9	IAAC	Operativo
ORM-10	IAAC	Operativo
ORM-11	IAAC	Operativo
ORM-12	IAAC	Operativo
ORM-13	IAAC	Operativo
ORM-14	IAAC	Operativo
ORM-15	IAAC	Operativo
ORM-16	IAAC	Operativo
ORM-17	IAAC	Operativo
ORM-18	IAAC	Operativo
ORM-19	IAAC	Operativo
ORM-20	IAAC	Operativo
ORM-21	IAAC	Operativo
ORM-22	IAAC	Operativo
ORM-23	IAAC	Operativo
ORM-24	IAAC	Operativo
ORM-25	IAAC	Operativo
ORM-26	IAAC	Operativo
ORM-27	IAAC	Operativo
ORM-28	IAAC	Operativo
ORM-29	IAAC	Operativo
ORM-30	IAAC	Operativo
ORM-31	IAAC	Operativo
ORM-32	IAAC	Operativo
ORM-33	IAAC	Operativo
ORM-34	IAAC	Operativo
ORM-35	IAAC	Operativo
ORM-36	IAAC	Operativo
ORM-37	IAAC	Operativo
ORM-38	IAAC	Operativo
ORM-39	IAAC	Operativo
ORM-40	IAAC	Operativo
ORM-41	IAAC	Operativo
ORM-42	IAAC	Operativo
ORM-43	IAAC	Operativo
ORM-44	IAAC	Operativo
ORM-45	IAAC	Operativo
ORM-46	IAAC	Operativo
ORM-47	IAAC	Operativo
ORM-48	IAAC	Operativo
ORM-49	IAAC	Operativo
ORM-50	IAAC	Operativo



Roque Observatorio (telescope)



Roque Observatorio (telescope)

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)
	SHABAR	IAC (E)	2010
20	DIMMA	IAC (E)	2010
30	Telescopio EARTHSHINE	New Jersey Inst. Technology (EEUU) IAC (E)	2009
30	Telescopio robótico Bradford	Univ. de Bradford (RU)	2005
40 x 2	Red de telescopios ópticos (OTA)	Sociedad del Telescopio (EEUU)	2004
40 x 2	Telescopio MASTER-IAC	Univ. Estatal de Moscú (R)	2012 *
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
60	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Kiepenheuer (A)	1989
80	Telescopio IAC-80	IAC (E)	1993
90	Telescopio solar THEMIS	CNRS-INAF (FR-IT)	1996
100	Telescopio SONG	Univ. de Aarhus (D) Univ. de Copenhague (D)	2011
100	Telescopio OGS	IAC-ESA (E-Intern.)	1996
120 x 2	Telescopios robóticos STELLA	Inst. Postdam (A) Obs. Hamburgo (A)	2005 y 2006
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Kiepenheuer (A) Univ. Gotingen (A) Inst. Postdam (A)	2009
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
40 x 3 100 x 2	LCOGT	LCOGT Network (EEUU)	2012 *
350	Experimento QUIJOTE CMB <u>Instrumentos en el LABORATORIO</u> <u>SOLAR:</u> - Espectrofotómetro integral MARK-I	IAC (E) Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	2012 * 1977
	- Tacómetro de Fourier GONG-T - Fotómetro estelar EAST	NSO (EEUU) Univ. Tsing-Hua (Taiwán)	1996 2006
			* Previsto

A= Alemania, B= Bélgica; D = Dinamarca; E= España, EEUU= Estados Unidos; FR= Francia; IT= Italia; R = Rusia; RU= Reino Unido; Taiwán; Intern.= Internacional

- Comunicaciones: Red IBERCOM (6 líneas de emergencia con 65 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 1 estación de base, 5 a bordo de vehículos y 5 portátiles.
- Alojamientos: Residencia con 24 plazas.
- Vehículos: 9 adscritos a las instalaciones telescópicas y 4 todo-terreno.
- Energía: 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- Cúpula de visitantes: Aforo 43 personas.
- Otras instalaciones: Zona de servicios, Garajes y Cuarto de Máquinas.

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)
	Cámara robótica SuperWASP	Consorcio SuperWASP *	2004
18	Telescopio Meridiano	IAC-ROA (E)	1984
20	Monitor de <i>seeing</i> (DIMM)	IAC-Univ. Niza (E-FR)	1994
20	Monitor de <i>seeing</i> automático (DIMMA)	IAC (E)	2007
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	Univ. Utrecht (PB)	1997
97	Refractor solar (SST)	R. Academia de Ciencias (S)	2002
60	Telescopio óptico	R. Academia de Ciencias (S)	1982
100	Telescopio óptico SQFT	Consorcio SuperWASP *	2011
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	STFC (RU-PB)	1984
120	Telescopio MERCATOR	Inst. Sterrenkunde (B) Univ. Leuven (B)	2002
200	Telescopio robótico Liverpool (LT)	Univ. John Moore Liverpool (RU)	2003
250	Telescopio Isaac Newton (INT)	STFC (RU-PB-E)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Asoc. Científica NOT (D-FI-N-S-IS)	1989
350	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	STFC (RU-PB-E)	1987
1.040	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EEUU-M)	2008
1.700 x 2	Telescopio Cherenkov MAGIC I y MAGIC II	Consorcio MAGIC**	2004 y 2008

***Consorcio WASP:** IAC-ING (E); Universidades de Cambridge, Keele, Leicester, Open, Queens Belfast y St. Andrews (RU)

****Consorcio MAGIC:** Universidades de Gottingen, GH-Siegen y Wurzburg, Inst. Max-Planck Munich (A); Inst. Física Yerevan (AR); Universidades Complutense de Madrid y Autónoma de Barcelona, Inst. Física d'Altes Energies (E); Univ. California (EEUU); Obs. Tuorla (FI); Universidades de Padua y Siena (IT); Univ. Lodz (P); Univ. Potchefstroom (PB); Inst. Nuclear Research (R); Obs. de Crimea (U)

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU= Estados Unidos; FI= Finlandia; FR=Francia; IS = Islandia; IT= Italia; M= México, N= Noruega; P = Polonia; PB= Países Bajos; R = Rusia; RU= Reino Unido; S= Suecia; U= Ucrania

- Comunicaciones: Red IBERCOM (30 líneas externas con 114 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 6 estaciones de base y 42 a bordo de vehículos, línea de datos a 2 Mbits de velocidad.
- Alojamiento: Residencia con 29 habitaciones (24 individuales y 5 dobles); Anexo con 30 habitaciones (9 individuales y 21 dobles).
- Vehículos: 3 todo-terreno, 1 turismo, 1 camión (quitanieve y contra incendios) y 1 ambulancia.
- Helipuertos: 4.
- Otras instalaciones: Zona de Servicios con despachos, Laboratorio de Electrónica, Taller de Mecánica, Almacén, Garajes, Grupos Electrónicos, Transformadores, Cuarto de Máquinas, Taller de Soldadura y Gasolinera.

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT)

En los Observatorios del IAC

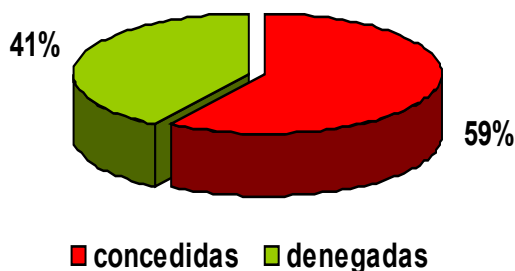
Entre los objetivos del IAC figura “promover la investigación astrofísica” y “fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional”. La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los 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).

La nueva composición consta/la forman tres Paneles, cada uno formado por un Comisionado, un Vice-comisionado, un representante de la Subdirección General de Promoción e Infraestructuras Tecnológicas y Grandes 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 Vicepresidente 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.

1.569,1 noches solicitadas en los telescopios
nocturnos del ORM y OT



Factor de sobrepetición 1,7 (170%)

Sala nocturna

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

**11, 12 y 13 de mayo
16, 17 y 18 de noviembre**

Presidente
Juan A. Belmonte (IAC)

Vicepresidente
J. Ignacio González Serrano (IFCA)

PANEL I; GALAXIAS Y COSMOLOGIA (GACOS)

Comisionado
Ignacio Trujillo Cabrera (IAC)

Vice-comisionado
Mercedes Mollá Llorente (CIEMAT)

Vocales
Johan Knapen (IAC)
Josefa Masegosa Gallego (IAA)
Reynier Peletier (RUG)

PANEL II; GALAXIAS Y ESTRELLAS (GAES)

Comisionado
Emilio Alfaro (IAA) - Rainer Schödel (IAA)

Vice-comisionado
Carme Gallart Gallart (IAC) - Carme Jordi (UB)

Vocales
Josep Martí Ribas (Univ. Jaén)
Ignacio Negueruela (Univ. Alicante)
Pablo Rodríguez Gil (ING) - Tarik Shahbaz (IAC)

PANEL III; ESTRELLAS Y PLANETAS (ESPLA)

Comisionado
Ignacio Ribas Canudas (IEEC)

Vice-comisionado
Enric Pallé (IAC) - Hans Deeg (IAC)

Vocales
Nuria Huélamo Bautista (LAEFF)
José L. Ortiz (IAA) - Josep M. Trigo (CSIC-IEEC)
Clara Régulo Rodríguez (IAC)

Sala diurna

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

26 de enero

Presidente
Pere Lluís Pallé (IAC)

Representante del MICINN
Jesús Burgos (IAC)

Vocal del IAC
Andrés Asensio

Vocales de la Comunidad Nacional
José C. del Toro (IAA-CSIC)
Ramón Oliver (Univ. Islas Baleares)

Vocal Comité Científico Internacional
Arturo López (CNRS-THEMIS)

En las tres reuniones del CAT, dos de la sala nocturna y una de la sala diurna, ha actuado *Tatiana Karthaus*, del IAC, como Secretaria.

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>

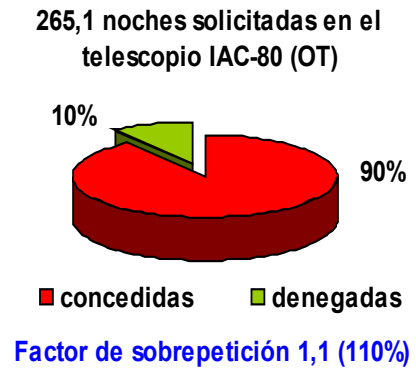
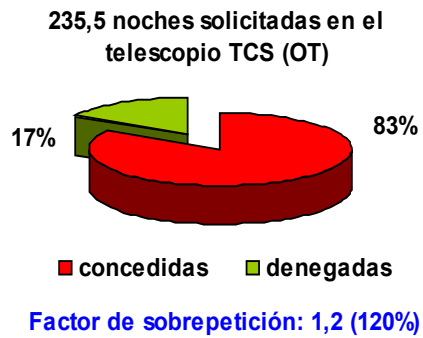
por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria. (Información: *Tatiana Karthaus*, Secretaría del CAT).

**MEMORIA
IAC 2010**

15

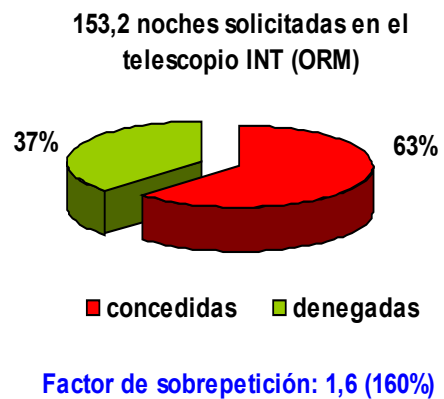
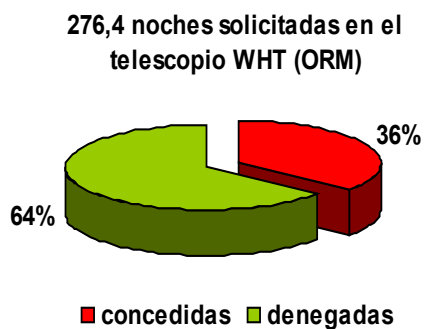
FACTORES DE SOBREPETICION PARA EL TIEMPO ESPAÑOL EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS DEL OT Y DEL ORM

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

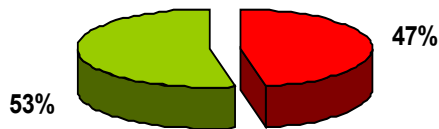


MEMORIA
2010 IAC

16



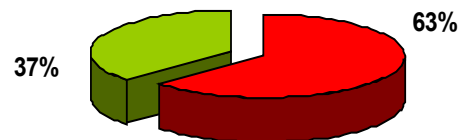
122,6 noches solicitadas en el telescopio NOT (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición: 2,1 (210%)

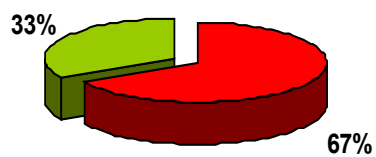
52,8 noches solicitadas en el telescopio LT (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición: 1,6 (160%)

97,4 noches solicitadas en el telescopio TNG (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 1,5 (150%)

101 noches solicitadas en el telescopio MERCATOR (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 1,9 (190%)

ACUERDOS

SUPERWASP QATAR FOLLOWUP TELESCOPE (SQFT)

Se acordó con la Universidad Queens de Belfast (Reino Unido) que podrán instalar un segundo telescopio robótico en el Observatorio del Roque de los Muchachos. El telescopio, con diámetro de 1 m, estará destinado a la búsqueda de planetas extra-solares.

El SuperWASP Qatar Followup Telescope (SQFT) es un nuevo telescopio totalmente robótico de 1 m que se instalará en el ORM. El telescopio proporcionará fotometría de alta precisión de los exoplanetas en tránsito, para determinar sus características principales, tales como su tamaño y los parámetros orbitales. Además, se puede responder rápidamente a los eventos transitorios observados por el gran campo de las cámaras de SuperWASP situado al lado. SQFT trabajará en paralelo con el experimento SuperWASP en la búsqueda de planetas.

Los ocho telescopios SuperWASP cubren un campo de visión aproximadamente 2.000 veces más grande que un telescopio convencional, pero ofrece una fotometría relativamente pobre. SQFT observará las estrellas seleccionadas con SuperWASP para confirmar la naturaleza de los exoplanetas y estudiar sus propiedades con gran precisión. SuperWASP está vigilando decenas de miles de estrellas simultáneamente y por lo tanto detectará un gran número de candidatos de exoplanetas en tránsito. El beneficio de SQFT es que examinará estos candidatos, eliminando los falsos positivos y manteniendo sólo los sistemas de exoplanetas más probables. SQFT es ideal para esta tarea gracias a la fotometría simultánea de alta precisión en dos diferentes colores que proporciona su instrumento de dos brazos. La combinación de SuperWASP y SQFT los convertirá en una instalación de primer nivel para la búsqueda de planetas.



El SuperWASP Qatar Followup Telescope (SQFT) y su emplazamiento en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

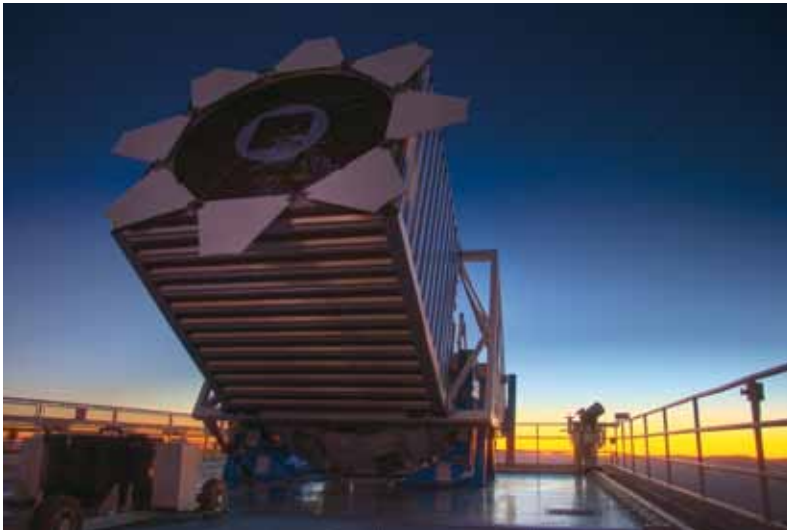
SLOAN DIGITAL SKY SURVEY III

Se firmó un Memorando de Acuerdo con el Astrophysical Research Consortium (Seattle, Washington EEUU) que permitirá a los investigadores del IAC estar activo en los cuatro programas que componen el Sloan Digital Sky Survey III (SDSS-III) y le conferirá al IAC el estatus de Miembro Institucional de pleno derecho.

SDSS-III utiliza un telescopio de 2,5 m con un gran campo de visión (Ver foto) y varios espectrógrafos multiobjeto. El Proyecto consiste en cuatro ambiciosos programas:

- BOSS dedicado a la medida de oscilaciones bariónicas en el universo temprano
- MARVELS que realiza un censo de planetas y enanas marrones en torno a estrellas de la vecindad solar
- SEGUE-2 que estudia la dinámica y evolución de las poblaciones estelares de la Vía Láctea
- APOGEE que analizará la dinámica y evolución química del disco y el bulbo de nuestra Galaxia

El IAC está encargado de desarrollar el software de análisis de datos para APOGEE, que utiliza un espectrógrafo de alta resolución con capacidad de observar hasta 300 objetos simultáneamente. APOGEE obtendrá entre los años 2011 y 2014 cien mil espectros de estrellas gigantes rojas a lo largo y ancho de nuestra Galaxia, observando en el rango infrarrojo del espectro para poder penetrar a través del polvo interestelar.



Arriba: Imagen del telescopio de 2,5 m en el observatorio de Apache Point (Nuevo México, EEUU) utilizado por el Sloan Digital Sky Survey III. Foto: David Kirkby.



Derecha: Componentes de la cámara del espectrógrafo infrarrojo de alta resolución de APOGEE. El IAC está desarrollando el software de análisis de los espectros obtenidos con este instrumento.

GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)



El Gran Telescopio Canarias (GTC) es el primer proyecto de “gran ciencia” liderado por España, para ser instalado en nuestro territorio. Es, además, 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).

En el año 2010 se consolida la actividad de operación del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y es el año en el que, por acuerdo entre los partícipes en su financiación (España, México y Florida), comienzan las aportaciones económicas a la fase de operación del telescopio.

A lo largo de los semestres 2010A (marzo a agosto 2010) y 2010B (septiembre 2010 a febrero 2011) se ha desarrollado el segundo año de operación del telescopio.

Durante estos dos semestres el 80% del tiempo se ha dedicado a realizar programas de observación científica. Y sólo un 20%, mucho menos que el año anterior, fue dedicado a actividades técnicas de mejora y ajustes del telescopio y del instrumento **OSIRIS** y las actividades relativas a la puesta en marcha de **CanariCam**. Se han atendido un total de 83 programas de observación de los que casi un 60% se han podido completar con éxito. Más del 26% del



OSIRIS ya instalado en el foco Nasmyth del telescopio GTC.

tiempo de observación fue dedicado a los programas científicos de la organización ESO, en pago por la entrada de España en esta organización internacional.

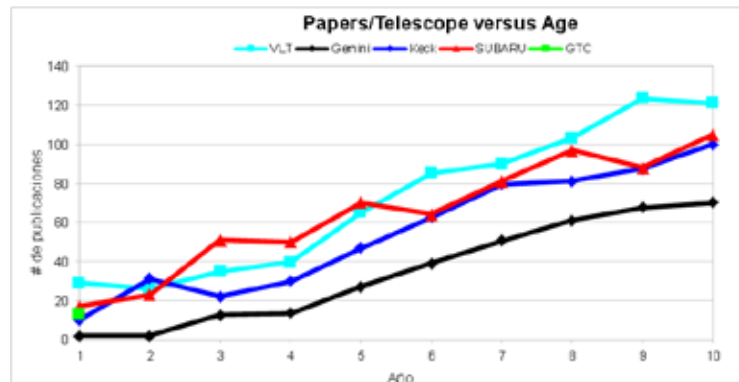
Como resumen de los cuatro primeros semestres de observación con el telescopio GTC (desde marzo de 2009) aportamos las siguientes cifras:

- El total de solicitudes de observación recibidas ha sido 378 (85% de centros españoles).
- Estas solicitudes totalizaron 6.859 horas de observación solicitadas.
- En estos cuatro primeros semestres se han completado un total de 1.270 horas de observación, correspondientes a 135 propuestas atendidas (49 completadas).
- Con estos números, el *factor de sobrepetición* medio (entendido como la relación entre el número de horas de observación solicitadas y el número de horas de observación disponibles) ha sido de 5,4.

Las primeras publicaciones científicas en revistas internacionales con árbitro, basadas en datos obtenidos con el telescopio GTC, han empezado a publicarse en el año 2010. Han sido los primeros 10 artículos basados en datos tomados con el GTC. La Figura adjunta compara este número con lo que ha sido la historia de publicaciones de los mayores telescopios en operación (fuente: D. Crabtree, *GEMINI Newsletter*, Dec 2008; y ESO publication statistics, version July 2010).

Diseño Preliminar de cada uno de ellos con el objeto de aclarar los aspectos planteados en la fase de evaluación y de determinar con mejor detalle el costo de construcción y el tiempo que esto va a requerir. A la finalización de estos contratos de Diseño Preliminar se tomará la decisión final.

Se ha firmado un acuerdo de colaboración entre INTA y GRANTECAN S.A. para que sea INTA quien se responsabilice de poner



Además, en este año 2010 se llevó a cabo un proceso de revisión y evaluación de las propuestas de nuevos instrumentos para el telescopio recibidas en respuesta a la convocatoria pública realizada en septiembre de 2009. En este proceso participó el Comité de Usuarios del GTC, el Comité de Seguimiento de la Utilización del GTC, el Comité de Dirección de la RIA (Red de Infraestructuras de Astronomía), expertos de GRANTECAN S.A. y un grupo de expertos internacionales contratados específicamente. Se valoraron muy positivamente las propuestas de **MEGARA** (Universidad Complutense de Madrid) y de **MIRADAS** (Universidad de Florida, EEUU), de un total de cuatro instrumentos propuestos. Posteriormente, en la reunión del Comité de Seguimiento de Utilización del GTC, del 27 de septiembre, se acordó la selección de **MEGARA** y **MIRADAS** como los dos instrumentos de interés para equipar el telescopio a mediados de esta década. En esta reunión se propuso contratar una fase de

en marcha un archivo científico de los datos obtenidos con el telescopio GTC y dar acceso a los mismos a la comunidad científica, usando el estándar internacional de Observatorio Virtual (VO). Se mantiene el intercambio de información con INTA para establecer los protocolos de intercambio de datos y los requisitos que han de cumplir los datos a remitir a INTA.

El sábado, 6 de febrero de 2010, se declaró un incendio en la sede de GRANTECAN S.A., en La Laguna. Las investigaciones realizadas por la policía concluyeron que se trató de un incendio intencionado tras un robo en las instalaciones, aprovechando que no había nadie en las oficinas por no ser laborable. Las 22 personas que desarrollaban su actividad en él pudieron realojarse temporalmente en una sala del IAC. Hay que agradecer a la Dirección del IAC la ayuda prestada para reponernos de este siniestro, pudiendo retomar rápidamente la actividad y mantenerla hasta que, a principios de

noviembre, se pudo volver a las instalaciones de GRANTECAN S.A.

Además de todo lo indicado anteriormente, a lo largo del año 2010 se realizan las siguientes actividades destacadas:

- Se repara el criostato de **OSIRIS** para mantener el detector a la temperatura correcta. De esta forma se corrige un problema de alta corriente de oscuridad detectado en 2009. A partir de marzo de 2010, la corriente de oscuridad obtenida es la nominal y los datos producidos a partir de esa fecha ya no están afectados por la misma.

- Completada la formación del personal en la manipulación y limpieza de los espejos, se establecen los protocolos de limpieza regular de los espejos con CO₂ y el realuminizado de los mismos. De esta forma se mantiene la reflectividad de la óptica del telescopio dentro de un rango óptimo para la operación y el mantenimiento.

- Continúan los trabajos en el diseño de una modificación del sistema de apertura de la compuerta grande de observación de la cúpula para alcanzar la totalidad de su apertura. La corrección de la apertura de esta compuerta está planificada para el verano de 2012.

- Se completa el proceso de aceptación provisional del espejo del sistema de calibración de instrumentos fabricado por la empresa SESO.

- Se continúa con las actividades de diseño de detalle del sistema de Óptica Adaptativa del telescopio GTC. Como parte de estos trabajos, se lleva a cabo la aceptación provisional del espejo deformable contratado a la empresa francesa CILAS. La actual planificación prevé las pruebas de laboratorio de este sistema de OA para el año 2012 y su instalación en el telescopio GTC a lo largo del 2013.

- La empresa IDOM, adjudicataria del suministro de los mecanismos de los focos Cassegrain plegados o "Folded Cass", supera con éxito las etapas de Diseño Preliminar y Diseño Detallado, iniciando la fase de fabricación. Este suministro está previsto para mediados de 2011.

En el terreno de la instrumentación científica

- Se trabaja con el IAC en la puesta a punto de los modos de observación pendientes de **OSIRIS** (fotometría rápida, modo MOS, espectroscopía a resolución 2500 y filtro sintonizable azul).

- Se llevan a cabo los primeros pasos para la puesta a punto del instrumento **CanariCam** en el telescopio. Estas actividades han servido para identificar las mejoras necesarias en algunos aspectos del telescopio necesarios para este instrumento. Estas mejoras se han desarrollado a lo largo de este año 2010 y se extenderán a lo largo del inicio de 2011. Uno de los aspectos importantes ha sido la puesta en fase de los segmentos del espejo primario hasta un nivel suficiente para la operación con **CanariCam** trabajando en el límite de difracción en el infrarrojo térmico. La puesta a punto de este instrumento está planificada para 2011.

- El IAC, en colaboración con los restantes miembros del Consorcio que lo respalda, avanza en la fabricación del instrumento **EMIR**. El IAC ha realizado una intensa actividad de refuerzo del equipo que desarrolla este instrumento ante la proximidad de las etapas de integración y verificación en laboratorio. **EMIR** es el primero de los instrumentos de segunda generación del telescopio GTC. Su instalación está prevista para finales del año 2013.

- El instrumento **FRIDA**, que diseña el Instituto de Astronomía de la UNAM, en México, en colaboración con otras instituciones como el IAC, la Universidad

de Florida, o la Universidad Complutense de Madrid, avanza en el diseño detallado del mismo. La revisión de este diseño se ha pospuesto hasta 2011. Su instalación en el telescopio está actualmente estimada para el año 2014.

- El instrumento **CIRCE**, que fabrica la Universidad de Florida (UF), será un instrumento visitante en el telescopio ofrecido por la UF a toda la comunidad del GTC. Su instalación se ha retrasado y actualmente está prevista para finales de 2011.



Arriba: Vista panorámica nocturna desde el Observatorio del Roque de los Muchachos donde se puede apreciar el telescopio GTC con la Vía Láctea de fondo. Foto: Daniel López (IAC).

Abajo: El telescopio GTC con la puesta de Sol. Foto: Pablo Bonet (IAC).



ÁREA DE INVESTIGACIÓN

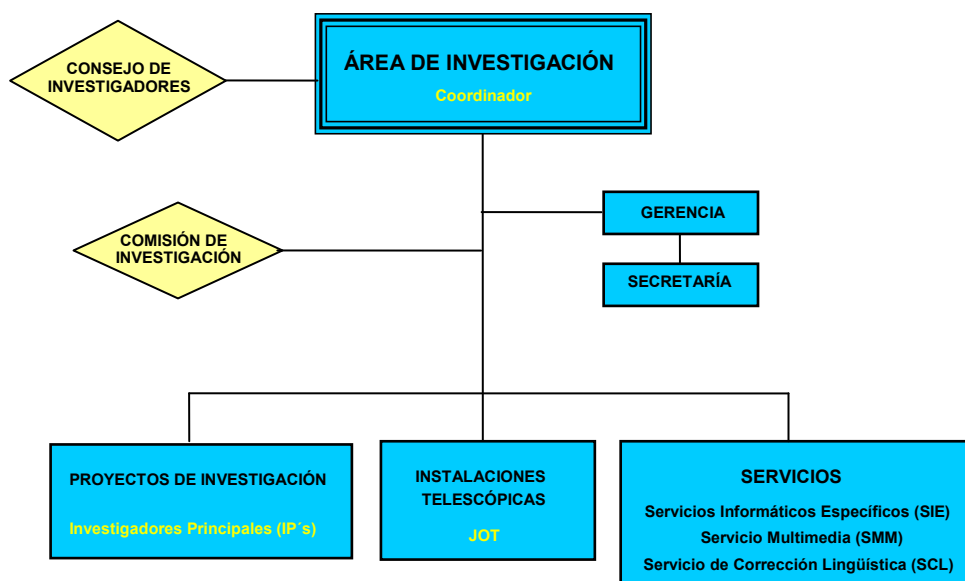
Corresponde al Área de Investigación la “elaboración y desarrollo de Proyectos de Investigación en el campo de la Astrofísica y en áreas relacionadas con ella”. A fin de cumplimentar sus objetivos, el Área tiene una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el 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 Coordinador - 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 (Oper), los “Técnicos de Operaciones Telescópicas” (TOT) (en formación) y los “Astrónomos de Soporte” (AS), 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 investigador senior del Área.

- **Servicio de Corrección Lingüística (SCL)**. Encargado 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.

MEMORIA
2010 IAC

- 26 Cada uno de los 40 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 adscrito al Área (con relación contractual) se eleva a 147 personas, además de 11 Investigadores Afiliados y 5 doctores con el status de “Colaborador” adscritos al Área, quienes participan en distintos proyectos.

Durante el año 2010 se aprobaron 15 proyectos de investigación dirigidos por investigadores del IAC, en el marco del Área de Física y Ciencias del Espacio del Plan Nacional de I+D+i, por un total de 3.257.900 € y 1 proyecto en el marco del Consolider-Ingenio. A través de los proyectos del Plan Nacional se incorporaron al IAC 5 nuevos postdocs (incluyendo 2 Ramón y Cajal y 1 Juan de la Cierva). Asimismo se aprobó la incorporación de 2 nuevos investigadores a través del Subprograma Ramón y Cajal y 2 más, a través del Subprograma Juan de la Cierva 2010, cuyos contratos comenzarán durante el año 2011. Además, se han solicitado 12 nuevos proyectos de investigación al Plan Nacional de I+D+i, por valor de 5,4 M€, que deberán ser aprobados a lo largo de 2011.

Igualmente ha habido una intensa actividad de Seminarios y Coloquios en el Área. A lo largo de 2010, 9 investigadores 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 74 investigadores han impartido Seminarios, Charlas y *Breaking News*.

Finalmente, cabe destacar que durante 2010 se ha alcanzado un nuevo máximo en el número de 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 (310586)

R. Rebolo López.

J.A. Rubiño Martín, R. Génova Santos, I. Flores Cacho, C.H. López Caraballo, S. Iglesias Groth, C.M. Gutiérrez de la Cruz y B. Ruíz Granados.

Colaborador del IAC: R. Hoyland.

M. Hobson, A. Lasenby (Univ. de Cambridge, Reino Unido) L. Piccirillo, B. Watson, R. Davis (Univ. de Manchester, Reino Unido) E. Martínez, P. Vielva, D. Herranz (Inst. Física de Cantabria) J. Dellabrouille, G. Patachon (Univ. de París, Francia) C. Burigana (Bologna, Italia) M. de Petris, L. Lamagna, (Univ. de Roma, Italia) R. Sunyaev, J. Chluba (Max-Planck Inst. für Astrophysics, Garching, Alemania), 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.

28 Experimentos como el COBE (galardonados dos de sus investigadores principales con el Premio Nobel de Física 2006) o el de 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. 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, en la actualidad este objetivo se persigue con el satélite Planck.

En la primera mitad del año 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 abordaje para control del instrumento. El equipo participa plenamente en la explotación científica de datos que van a mejorar en sensibilidad y resolución los mejores datos disponibles sobre el Fondo Cósmico de Microondas. Las nuevas medidas permitirán refinar las cotas sobre múltiples parámetros cosmológicos y quizás descubrir nuevos fenómenos en las etapas más tempranas del Universo. El satélite permitirá 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. Se pretende desarrollar un experimento en el Observatorio del Teide (QUIJOTE CMB) que complementa al satélite Planck en un rango de frecuencias más bajo (entre 10 y 30 GHz) proporcionando 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 dilucidar la señal de origen cosmológico.

Para más información sobre del Proyecto, puede visitarse su página Web: <http://www.iac.es/project/cmb>

Hitos

Se ha obtenido una descripción detallada de la componente regular del campo magnético de nuestra Galaxia, tanto de la componente del halo como de la del disco.

Se ha demostrado que la inclusión del magnetismo proporciona una explicación plausible al comportamiento de la curva de rotación de algunas galaxias espirales (ej. M31) en las zonas más externas ($r > 30$ kpc).

Con el satélite Planck se ha demostrado la existencia de varias regiones de emisión anómala en nuestra Galaxia, confirmado la detectada por el Experimento COSMOSOMAS en el complejo molecular de Perseo y obtenido la medida más precisa de la distribución espectral de energía de esta emisión.

Evolución del Proyecto

Usando los datos de 5º año de la misión WMAP, se ha modelado la estructura regular del campo magnético de la Vía Láctea, a través del ajuste de la emisión sincrotrón polarizada en la banda de 22GHz. El estudio ha considerado diversos modelos de campo magnético que existían en la literatura (axi-simétricos, bi-simétricos, anillos circulares concéntricos o bi-toroidales), y ha explorado más de un millón de posibles combinaciones de los parámetros que los describen. Además, el estudio ha separado explícitamente la contribución del campo magnético del halo y

del disco galácticos. La conclusión principal es que la familia de modelos que mejor describe la emisión en el halo galáctico es la axi-simétrica, con ángulos de inclinación de 24° , y fuertes componentes verticales de campo ($1 \mu\text{G}$ a $z \approx 1$ kpc). Por otro lado, los modelos que mejor describen el magnetismo en el disco son totalmente compatibles con los resultados obtenidos de medidas de rotación (RM) en púlsares. (Ruiz-Granados, Rubiño-Martín & Battaner 2010).

Observaciones recientes de la curva de rotación de M31 muestran un aumento inesperado de la velocidad en zonas externas del disco ($r > 30$ kpc) que no puede explicarse en términos de los modelos de materia oscura fría convencionales, o perturbaciones del disco galáctico de M31. Ruiz-Granados, Rubiño-Martín, Florido & Battaner (2010) han propuesto una posible explicación basada en la influencia del campo magnético en el disco delgado. La conclusión es que la inclusión de una componente magnética de amplitud $\sim 4 \mu\text{G}$ mejora sustancialmente el ajuste a los datos. Dicha amplitud es totalmente compatible con las medidas de campo magnético en M31 basadas en emisión sincrotrón.

Se ha publicado un estudio de la distribución espacial de la emisión anómala en la región del complejo molecular de Perseo realizado con el interferómetro de microondas VSA (Tibbs et al. 2010). La mayor parte de esta emisión es de carácter difuso, pero se han resuelto algunos nódulos de mayor emisión que coinciden espacialmente con regiones de mayor emisión de polvo térmico según las medidas del satélite IRAS. En dirección a uno de estos nódulos se han detectado evidencias de la presencia de cationes del naftaleno y del antraceno en la nube molecular que interviene en la línea de visión, estos son los más hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) más simples y su existencia apuntaría a que la radiación

dipolar eléctrica de estas moléculas que giran a miles de millones de vueltas por segundo en las nubes moleculares podrían ser responsables de la emisión.

Con datos del satélite WMAP se ha realizado un estudio de la polarización de la radiación anómala en la región del complejo de Perseo. Se han establecido cotas a la polarización de esta radiación por debajo del 1% a 22 GHz, las mejores obtenidas hasta la fecha. Esta radiación parece ser muy débilmente polarizada, lo que supone una ventaja para futuros estudios de modos B en la polarización del Fondo Cósmico de Microondas.

Se ha publicado una exploración con el VSA en su configuración de resolución de 13' de la región del plano galáctico de $l \sim 27^\circ - 46^\circ$ que cubre los brazos espirales de Sagitario, Local y Cetus (Todorovic et al. 2010). La exploración consistió de 44 apuntados con una sensibilidad de unos 90 mJy/haz. Los datos se combinaron para producir un mosaico. La mayor parte de las fuentes detectadas son regiones H II (de hidrógeno ionizado). El objetivo principal fue investigar la relación de la emisión anómala de microondas con la presencia de polvo caliente en regiones H II. Cuando se combinan los datos obtenidos con otras regiones previamente observadas por VSA y CBI la detección de emisión anómala se produce con una emisividad a 33 GHz de 4.65 ± 0.4 microK / (MJysr⁻¹). Este nivel de emisión anómala está entre 0.3 y 0.5 veces el detectado en nubes moleculares donde el material emisor está a una temperatura mucho menor. La forma del espectro de emisión sugiere un origen en granos de muy pequeño tamaño (PAHs). Un 40% de toda la emisión de radiocontinuo a 33 GHz en regiones HII podría ser del tipo anómalo.

Se han desarrollado y publicado varios trabajos que presentan las configuraciones finales del satélite Planck y de su instrumentación así como las pruebas realizadas durante la fase de calibración en vuelo, previa a la toma científica de datos. Nuestra participación se ha centrado sobre

todo en el "Low Frequency Instrument" que realiza medidas entre 30 y 70 GHz.

Con los datos del satélite Planck se confirmó la existencia de emisión anómala de microondas en esta región de Perseo y se ha descubierto ésta en otros cuatro complejos de formación estelar. El fenómeno de la emisión anómala de microondas es por tanto de carácter general en nuestra Galaxia y uno de los más importantes en el catálogo de generación de radiación de microondas en nuestra Galaxia. Con el satélite Planck se ha obtenido la mejor medida hasta la fecha de la distribución espacial y espectral de este proceso de emisión de microondas en nuestra Galaxia.

Se inició el estudio de la emisión de microondas anómala en la galaxia de Andrómeda utilizando datos de COSMOSMAS y del satélite WMAP. Los resultados preliminares que se han obtenido indican la presencia de una componente importante de esta emisión que podría ser dominante en algunas frecuencias de microondas.

Se ha trabajado activamente con el grupo de estudios Sunyaev-Zeldovich (SZ) del satélite Planck para llevar a cabo la identificación de cúmulos de galaxias en los mapas obtenidos por este satélite. Se ha elaborado un catálogo de cúmulos (SZ) y se ha contribuido a la validación con observaciones ópticas de varios de estos cúmulos utilizando los telescopios IAC-80 y NOT.

Se ha continuado el análisis de la distribución espacial de galaxias en la región del supercúmulo de Corona Borealis. Se han analizado observaciones con ACAM en el telescopio WHT y con OSIRIS en el telescopio GTC. Hay evidencias de varios cúmulos con desplazamiento al rojo de $z=0.7-0.9$ en la línea de visión donde se detectó un fuerte decremento de la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas.

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (310688)

E. Mediavilla Gradolph.

**J. González de Buitrago, M. Serra Ricart,
A. Oscoz Abad, E. Guerras Valera y R.
Scarpa.**

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

Introducción

Lentes Gravitatorias

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas para medir diversos parámetros cosmológicos, tales como la constante de Hubble, la densidad de materia del universo o la constante cosmológica. La constante de Hubble se puede obtener a partir del retraso entre las curvas de luz de dos imágenes de un sistema múltiple de QSOs y de una estimación de la masa del objeto que actúa como lente. Desde 1995, el grupo de Lentes Gravitatorias está llevando a cabo un seguimiento fotométrico de varios sistemas lente para obtener estimaciones fiables de la constante de Hubble. Por otro lado, para determinar Omega y Lambda se estudia, en colaboración con el grupo de Lentes Gravitatorias del CfA, la incidencia estadística de sistemas múltiples de QSOs en una muestra de radiofuentes adecuadamente seleccionada.

Otra de las aplicaciones de las lentes gravitatorias es el estudio de la materia oscura en galaxias a partir de la detección de eventos de microlensing. Varios de los programas que se desarrollan en este Proyecto están relacionados con la materia oscura directamente o a partir del estudio de los modelos de lente gravitatoria: detección de eventos de microlensing en las curvas

de luz de los sistemas bajo seguimiento fotométrico, estudio teórico y observacional de la influencia del microlensing en las líneas de emisión de los QSOs en el óptico y en rayos X y observaciones espectroscópicas en 2D de los sistemas lente conocidos. La detección de eventos de microlensing y su análisis teórico constituyen, también, una herramienta poderosa para el estudio de las regiones no resueltas en los núcleos activos de galaxias y cuásares.

Cúmulos de galaxias, evolución de estructuras a gran escala y cosmología

El estudio de la abundancia relativa de los cúmulos de galaxias es muy importante para conocer el contenido de materia del Universo y determinar correctamente los parámetros relacionados con su geometría y evolución. Particularmente interesante es el estudio de sistemas de galaxias de baja masa que no pueden ser identificados a partir de la emisión en rayos X típicas de los grandes cúmulos. Se propone el uso de algoritmos innovadores, como el de Voronoi, para identificar con fiabilidad sistemas de galaxias a partir de imágenes antes de recurrir a su confirmación espectroscópica.

Otro objetivo de este programa es tratar analíticamente la evolución gravitatoria de un campo de fluctuaciones de densidad, de forma que sea posible, entre otras cosas, obtener la estadística del campo actual dado el inicial. A este fin hay que desarrollar, por un lado, aproximaciones Lagrangianas, válidas hasta la formación de cáusticas, y, por otro lado, aproximaciones que permitan tratar la formación de cáusticas.

El estudio del crecimiento de estructuras primordiales en el Universo que pueden dar lugar a las estructuras que hoy observamos, tales como supercúmulos, filamentos y vacíos, es uno de los temas de mayor interés en la Cosmología actual. El trabajo se centra en aspectos teóricos y fenomenológicos de la evolución no lineal de las fluctuaciones de densidad, intentando aplicar en lo posible métodos analíticos que puedan favorecer la comprensión de los procesos que tienen lugar en la formación de estas estructuras.

**MEMORIA
IAC 2010**

31

Altas energías

Varios miembros del Proyecto han tenido la oportunidad de participar en el seguimiento fotométrico de objetos muy energéticos, como supernovas o GRBs. El interés del seguimiento de las supernovas radica en su papel de candelas calibrables. Por otro lado, tras la confirmación de su naturaleza extragaláctica, los GRBs presentan gran interés para la astrofísica relativista.

Hitos

En tres quásares, se ha estimado el tamaño del disco de acreción que rodea al agujero negro supermasivo que hay en el centro de estos objetos. Los estudios conducen a un tamaño de varios días luz, significativamente mayor de lo predicho por los modelos de disco fino (un día luz o menos).

Evolución del Proyecto

Durante 2010 se ha centrado el trabajo en el estudio de la estructura de los discos de acreción en quásares a partir de observaciones de microlensing. Para ello se ha utilizado una técnica basada en la simulación de la magnificación inducida por el efecto microlente en una fuente Gaussiana y un análisis Bayesiano de la diferente verosimilitud de las hipótesis sobre los parámetros de la fuente (tamaño y perfil radial de temperaturas) dada las magnificaciones observadas. Esta técnica con ligeras variantes se ha aplicado a tres sistemas: 0435 a partir de observaciones de banda estrecha en el telescopio NOT, 0909 a partir de observaciones en varios telescopios (HST/STIS, WHT/INTEGRAL, WHT/LIRIS) y 1104 a partir de observaciones de banda estrecha en el HST. Los resultados indican que los tamaños (varios días luz) superarían significativamente las expectativas del modelo estándar (inferior a 1 día luz). La dependencia de las temperaturas con el radio es, sin embargo, compatible dentro de las incertidumbres en la medida, con lo predicho con el modelo de disco fino. Se han enviado dos artículos con estos resultados a *Astrophysical Journal* que ya han sido aceptados.

Un acontecimiento importante de este año ha sido la lectura en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Cádiz de la tesis de Teresa Mediavilla sobre “Simulación y análisis estadístico del efecto microlentes”, dirigida por O. Ariza y E. Mediavilla. Parte de los resultados de la tesis se han utilizado para escribir un trabajo teórico sobre el cálculo de mapas de magnificación que está prácticamente terminado a esperas de completar unas simulaciones sobre tiempos de ejecución de los códigos empleados. Como continuación de la tesis se está desarrollando un trabajo sobre estadística de cruces por cáustica y estudio de la función de masas de las microlentes con la idea de reinterpretar los datos de variabilidad de 2237 en el óptico.

Uno de los temas más clásicos del Proyecto, el seguimiento fotométrico de 0957, ha recibido un nuevo impulso este año con la elaboración de la curva de microlensing histórico que describe la variación debida a este efecto durante 15 años. Se ha propuesto una interpretación de la curva a partir del cociente del flujo de las líneas de emisión que no están sujetas a microlensing y se está preparando un procedimiento basado en simulaciones para estudiar las características de la distribución de microlentes en la galaxia lente (rango de masas), de la fuente (tamaño) y del sistema (velocidad transversal relativa).

Se ha seguido trabajando en la base de datos espectroscópicos de sistemas múltiples de quásares basados en datos disponibles en la literatura y en observaciones con grandes telescopios (MMT, Magellan, VLT). Estos últimos datos son de mucha mayor calidad y homogeneidad y la idea es que vayan reemplazando progresivamente a los rescatados de la literatura. En el momento actual se dispone de unos 15 objetos observados de los que 5 han sido reducidos y analizados completamente. En tres de ellos se han encontrado evidencias de microlensing útiles para estudiar las características del disco de acreción en los quásares.

Otro de los objetivos centrales de 2010 (que seguirá durante 2011) es completar los estudios de la tesis doctoral de E. Guerras. La tarea más importante desarrollada ha sido analizar espectros de los más de 20 sistemas disponibles en la base de datos buscando evidencias de microlensing cromático en el continuo y de microlensing en las alas de las líneas anchas. Los resultados son muy alentadores y han permitido completar todos los aspectos observacionales de la tesis. Se ha empezado un estudio estadístico para estimar el tamaño de la BLR y con el que se darán por terminados los trabajos de la tesis de E. Guerras.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (3I1303)

F. Moreno Inertis.

J. Trujillo Bueno, A. Asensio Ramos, K.G. Puschmann, H. Socas Navarro, D. Fabbian, E. Khomenko, L. Yelles Chaouche, A. Rappazzo y J.A. Bonet Navarro.

Colaborador del IAC: I. Márquez Rodríguez.

K Galsgaard, A. Nordlund (Niels Bohr Institute/Univ de Copenhagen, Dinamarca); N. Schukina (Obs de Kiev, Ucrania); J. Martínez Sykora (Lockheed Martin Solar & Astrophysical Lab., EEUU); V. Hansteen (Univ. de Oslo, Noruega); I. Ugarte-Urra (NRL, Washington, EEUU); J. Melendez (Río, Brasil).

Introducción

La simulación numérica mediante códigos complejos 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 experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los años 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 inexplicadas. 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. De enorme interés reciente es la extensión masiva de las técnicas de simulación numérica a la Cosmología, primero con modelos de N cuerpos y más recientemente con modelos hidrodinámicos. 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, de transporte radiativo y de N cuerpos con códigos de ordenador masivamente paralelos. 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 y 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. El desarrollo extraordinario en los últimos años de las capacidades de cálculo en Europa y, en particular, en España permite abordar en el presente Proyecto experimentos numéricos de gran calado, impensables hasta hace pocos años.

Hitos

Se han obtenido primeras indicaciones concluyentes (D. Fabbian, L. Khomenko, F. Moreno-Insertis, A. Nordlund, *Astrophysical Journal* 724, 1536, 2010) de que las abundancias atómicas en la atmósfera solar han de determinarse usando modelos tridimensionales de convección que incluyan campo magnético (magnetoconvección). Hasta el presente se habían utilizado con este fin modelos de convección 3D puramente hidrodinámicos. El grupo ha utilizado por primera vez modelos 3D incluyendo campo magnético con valores del flujo magnético representativos del Sol en calma y probado que las anchuras equivalentes de varias líneas del Fe I cambian significativamente respecto a los valores obtenidos en experimentos puramente hidrodinámicos. La corrección en la abundancia del Fe que se sigue de dichos cambios de anchura equivalente es de hasta 0.1 dex. Esto obliga a revisar las conclusiones obtenidas hasta ahora en este campo, también para líneas de otros elementos, en base a modelos puramente hidrodinámicos.

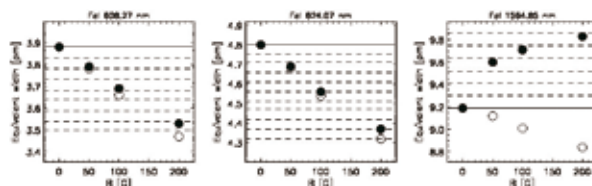
*Círculos rellenos: anchuras equivalentes obtenidas en un experimento hidrodinámico y tres experimentos MHD, con paneles separados para tres líneas espectrales diferentes del Fe I. Círculos vacíos: anchuras equivalentes obtenidas con síntesis espectral en que se impone artificialmente que $B=0$, pero dejando la termodinámica sin cambiar. Las líneas horizontales indican la anchura equivalente para el caso hidrodinámico usando la abundancia solar standard para el Fe (línea continua) y para cambios en el logaritmo de la abundancia del Fe en pasos de 0.01 dex (líneas de trazos). (Tomado de *Astrophysical Journal* 724, 1536, 2010).*

Evolución del Proyecto

Determinación de abundancias solares usando experimentos 3D de magnetoconvección

D. Fabbian, L. Khomenko y F. Moreno-Insertis. (Colaborador externo: A. Nordlund, NBI, Copenhagen).

Durante 2010 se finalizó la primera fase de este Proyecto. El objetivo concreto en 2010 ha sido calcular espectros sintéticos de varias líneas del hierro a partir de modelos tridimensionales de magnetoconvección en el interior y fotosfera solar, modelos realizados también por nuestro equipo. Más en general, los movimientos convectivos que tienen lugar en el envoltorio de las estrellas frías cambian de forma importante los perfiles de líneas espectrales, por ejemplo de C, N y O. Un análisis de abundancias atómicas basadas en métodos espectroscópicos llega a conclusiones inexactas si se utilizan modelos de atmósferas 1D, como se había hecho hasta el final del S XX, que usan resultados de la teoría de longitud de mezcla o parámetros como la micro y macroturbulencia. A esta conclusión llegaron M. Asplund y colaboradores en la pasada década. Consecuentemente, en los últimos 10 años varios grupos han realizado determinación de abundancias a partir de modelos 3D de convección. Sin embargo, esta nueva generación de modelos no tiene en cuenta el campo magnético, omnipresente en la fotosfera solar. El objetivo general de esta rama del Proyecto es estudiar los efectos de la presencia de campos magnéticos en las celdas de convección sobre la formación



de líneas espectrales en la fotosfera. Para alcanzar ese objetivo, se han realizado experimentos de *magnetoconvección* utilizando el código Stagger, de A. Nordlund (Copenhague) para diferentes valores del flujo magnético en el rango esperado en el Sol en calma, y obtenido espectros sintéticos producidos en un campo de granulación para el continuo y varias líneas de Fe I. Dichos espectros fueron promediados en el espacio y el tiempo con intervalo temporal y dominio espacial suficientes para obtener resultados significativos teniendo en cuenta los parámetros estocásticos de la convección fotosférica solar. Se ha podido determinar los efectos directos (ensanchamiento Zeeman) e indirectos (cambios en la estratificación) de la presencia del campo magnético en la celda de convección sobre los perfiles espectrales de varias líneas del Fe I. Los efectos indirectos causan la mayor parte del cambio de la anchura equivalente de las líneas del Fe I en el visible. Para la línea infrarroja del Fe I que se usó, sin embargo, el efecto Zeeman es dominante. Si se tienen en cuenta estos cambios en la anchura equivalente de las líneas, la determinación de la abundancia del Fe habría de variarse hasta en 0.1 dex, lo cual es una modificación significativa. Estos resultados se han publicado en *Astrophysical Journal Letters*. Para obtenerlos, se ha solicitado (y obtenido) tiempo de cálculo abundante en las instalaciones de supercomputación MareNostrum (BSC, Barcelona), HRLS (Stuttgart) y Juropa (Jülich, Alemania) y también se utilizó el superordenador LaPalma, instalado en el CALP/IAC. El tiempo de cálculo en ordenadores alemanes fue adjudicado en el marco de una convocatoria europea DEISA/Extreme Computing Initiative. Para la obtención de los espectros sintéticos se utilizó el código LILIA, de H. Socas Navarro.

En una segunda fase, se está completando el análisis de este problema: extendiendo el rango de los modelos 3D hacia capas más altas en la atmósfera; utilizando gran cantidad de líneas representativas del Fe y pasando a analizar correcciones de abundancia para los elementos C, N y O.

Mesogranulación y distribución de campo magnético en la superficie solar

L. Yelles Chaouche, F. Moreno-Insertis, V. Martínez Pillet y J.A. Bonet. (Colaboradores externos: T. Wiegmann, P. Barthol, A. Gandorfer, and S. K. Solanki del MPS, Lindau; R. Bellot Rubio, J. C. del Toro Iniesta del IAA, Granada; M. Knölker del HAO, Boulder; L. W. Schmidt del KIS, Freiburg).

La existencia y naturaleza de las celdas mesogranulares en el Sol es debatida por la comunidad de investigadores solares. El grupo ha atacado dos aspectos de este problema usando los excelentes datos obtenidos por el instrumento IMAx a bordo de la misión SUNRISE (Martínez Pillet et al. 2010). Primero se investigó de manera cuantitativa la realidad de la distribución preferente de elementos magnéticos en la periferia de celdas de tamaño mesogranular. Las celdas mesogranulares fueron obtenidas mediante integración en el tiempo de trazadores lagrangianos. Se ha concluido que hasta un 80% de los elementos magnéticos encontrados por IMAx con densidad de flujo magnético superior a 100 G se encuentran de hecho en los pasillos mesogranulares. Segundo, mediante extrapolación usando como dato de contorno el campo magnético observado por IMAx, se determinó las distancias entre los pies de los arcos magnéticos que enlazan diferentes zonas del campo de visión. Usando dichas distancias como muestra estadística, se obtuvo una PDF (probability density function) para la muestra y adaptado de distribuciones teóricas a la misma. Se concluyó que la PDF tiene perfil exponencial en el rango de distancias entre 1 y 10 Mm con pendiente característica que sugiere que no hay escalas *intrínsecas* de convección (ej., escalas primarias en las que se inyecta energía a la cascada turbulenta) en el rango mesogranular.

Modelado por extrapolación de campo libre de fuerza no-lineal: influencia de inexactitudes en el campo magnético medido

L. Yelles Chaouche. (Colaboradores externos: T. Wiegmann, S. K. Solanki, A. Lagg del MPS, Lindau).

La extrapolación del campo magnético hacia la corona a partir de datos de contorno fotosféricos es una técnica usada con mucha frecuencia en la investigación solar. Los datos fotosféricos, sin embargo, cuando proceden de observaciones, pueden verse afectados por incertidumbres importantes. En este estudio se ha investigado la influencia de las inexactitudes introducidas en los mapas de campo fotosférico por la inversión de parámetros de Stokes ideales y ruidosos sobre la extrapolación de campos magnéticos del tipo NLFF (nonlinear force-free). Con ese fin se utilizan datos de una simulación numérica 3D. Primero se extrapola el campo magnético obtenido directamente de la simulación. A continuación se realiza síntesis espectral, y se utilizan los espectros sintéticos como entrada observacional. El grupo investigó cómo la formación de la línea y efectos instrumentales tales como el ruido, la resolución espacial limitada y el uso de filtros influyen en la estructura resultante del campo magnético extrapolado.

Determinación de la estructura de la penumbra de una mancha solar

K. Puschmann, B. Ruiz Cobo y V. Martínez Pillet.

En este apartado se ha establecido un método para determinar la estructura geométrica de la penumbra que permite analizar la distribución geométrica de los parámetros físicos en 3D. Los parámetros físicos de la atmósfera solar, en función de la profundidad óptica, se han obtenido por una inversión SIR de datos polarimétricos del satélite Hinode. El modelo 3D geométrico se ha obtenido utilizando un algoritmo genérico minimizando la divergencia del campo magnético y las desviaciones del equilibrio estático teniendo en cuenta gradientes de presión, la gravedad y la fuerza de Lorentz. El modelo 3D obtenido nos ha permitido el cálculo del vector de la corriente eléctrica y la determinación del grado de retorcimiento de las líneas de campo así como del parámetro conocido como *writhe* y de la helicidad magnética de los filamentos penumbrales por primera vez de forma empírica.

Emergencia de flujo magnético en la atmósfera solar: influencia de la densidad coronal

F. Moreno-Insertis. (Colaborador externo: K. Galsgaard, de NBI, Copenhagen).

Para estudiar los chorros de rayos X (X-Ray jets) observados por el satélite Hinode en la corona solar se han llevado a cabo experimentos de emergencia de flujo magnético desde el interior solar hacia la corona, dotando a esta última con un campo magnético preexistente de tipo abierto. El objetivo en esta etapa del Proyecto ha sido estudiar la influencia de la densidad coronal en el desencadenamiento y evolución temporal del *jet*. Se han realizado experimentos con tres densidades diferentes: dos propias de agujeros coronales (10^8 , 10^9 parts/cm³) y otra más densa, que sirve como referencia y para comparación con experimentos del pasado (los experimentos 2D realizados en la década pasada por otros grupos fueron realizados con altas densidades coronales). Los resultados obtenidos, en proceso de publicación, muestran una clara tendencia hacia temperaturas y velocidades inferiores en el chorro coronal cuando el medio coronal preexistente tiene densidad superior. Esto permite mejorar el acuerdo con observaciones realizadas en rayos X y en el extremo ultravioleta (EUV), y, también, en la dirección inversa, permite obtener indicaciones sobre la densidad de materia existente en el medio coronal.

Desarrollo de un conjunto de códigos de inversión Bayesianos para los parámetros de Stokes

A. Asensio Ramos, H. Socas-Navarro y M. J. Martínez González.

El objetivo en este apartado ha sido desarrollar un conjunto de herramientas de inferencia Bayesiana que pueda ser aplicada a la investigación de perfiles de Stokes generados por la presencia de un campo magnético mediante el efecto Zeeman. El conjunto de códigos incluye varios de los modelos de atmósfera considerados

en inversiones standard: modelos Milne-Eddington, modelos en equilibrio termodinámico local (LTE) con gradientes y modelos MISMA (simplified microstructured magnetic atmospheres) basados en el modelo Milne-Eddington. Adicionalmente, los códigos están preparados para analizar datos espectropolarimétricos y filtro-polarimétricos. Los códigos son accesibles libremente por la comunidad.

Métodos de cálculo de transporte radiativo

M. Sampoorana y J. Trujillo Bueno.

El espectro linealmente polarizado del Sol producido por procesos de “scattering” contiene una enorme información sobre las condiciones físicas y los campos magnéticos de la atmósfera solar, pero la modelización de sus líneas espectrales más intensas requiere resolver numéricamente un complejo problema de transporte radiativo teniendo en cuenta efectos de redistribución parcial en frecuencias. Para tal fin, se ha generalizado al caso no Markoviano de redistribución parcial los eficientes métodos de transporte radiativo introducidos por Trujillo Bueno y Fabiani Bendicho (1995; *Astrophysical Journal*, 455, 646). Con el código numérico desarrollado es posible solucionar ahora tal tipo de problemas con un orden de magnitud de ahorro en el tiempo computacional con respecto a los métodos usados previamente. Tales métodos son también de gran interés para lograr un tratamiento realista de las líneas del hidrógeno en simulaciones magneto-hidrodinámicas de la atmósfera solar.

Magnetización del Sol en calma

J. Trujillo Bueno. (Colaborador externo: N. Shchukina).

Se ha finalizado una investigación teórica sobre el efecto Hanle en la línea del Sr I a 4607 AA, cuyo objetivo era lograr una determinación muy precisa de la intensidad de la magnetización de la fotosfera del Sol en calma y entender mejor el origen físico de su campo magnético. Se ha concluido que

la intensidad media del campo magnético es 160 G en la baja fotosfera y 130 G en la alta fotosfera, aproximadamente. Este y otros resultados confirman las conclusiones de Trujillo Bueno, Shchukina y Asensio Ramos (2004; *Nature*, Vol. 326, 430). La nueva investigación ha requerido realizar cálculos de transporte radiativo en modelos 3D de la fotosfera solar resultantes de simulaciones MHD donde el campo magnético lo produce una dínamo superficial.

Física del plasma de medios parcialmente ionizados

F. Rappazzo, L. Khomenko, F. Moreno-Insertis y M. Collados Vera.

Se investigó el efecto de la ionización parcial sobre la evolución temporal del plasma en la fotosfera y la cromosfera solares. La parte inferior de la atmósfera solar (fotosfera y cromosfera) tiene un grado entre bajo y extremadamente bajo de la ionización del hidrógeno y helio. A pesar de ello, dado el fuerte acoplamiento entre especies, la fotosfera puede describirse con generalidad usando la aproximación magnetohidrodinámica (MHD). En la fotosfera alta y cromosfera, sin embargo, la frecuencia de colisión entre partículas neutras y especies cargadas (electrones e iones), y de estas últimas entre sí, puede ser suficientemente baja como para que la difusión ambipolar y/o la corriente de Hall puedan causar desviaciones apreciables respecto del modelo MHD. Estas desviaciones han de calcularse mediante modelos multi-fluido, típicamente usando una ley de Ohm generalizada. En el grupo se está avanzando en el estudio de estos efectos, tanto en lo que concierne a propagación de ondas (L. Khomenko, M. Collados) como a propagación de choques y en procesos de emergencia de flujo (Rappazzo, F. Moreno-Insertis). Se espera obtener los primeros resultados durante 2011.

FÍSICA DE LA MATERIA OSCURA – COSMOPARTÍCULAS (3I2005)

**J.E. Betancort Rijo.
M.A. Sánchez Conde.**

**Colaboradores del IAC: I. Trujillo Cabrera,
y J.A. Rubiño Martín.**

Introducción

Para resolver problema que presenta la formación de galaxias en un universo puramente bariónico se estableció el concepto de materia oscura fría (CDM), que crea los pozos de potencial primigenios donde se formaron las galaxias. En la radiación cósmica de microondas (fósil de la Gran Explosión) se observan pequeñísimas fluctuaciones de temperatura (desviaciones de 10^{-5} en la radiación de cuerpo negro). Se piensa que estas fluctuaciones son precursoras de las estructuras que observamos actualmente. Sin embargo, si el Universo estuviera constituido únicamente por bariones, las fluctuaciones serían demasiado pequeñas y no habría habido tiempo suficiente para que las galaxias se hubieran formado. Así pues, tiene que haber otro tipo de materia no bariónica que no observamos y que interactúa con los bariones gravitatoriamente.

Los experimentos más recientes indican que vivimos en un Universo plano ($\Omega=1$) compuesto en un 70% por la denominada energía oscura y en otro 30% por materia (tanto oscura como bariónica).

lo cual ha forzado a utilizar ciertos “atajos” para abordar este problema. Los métodos utilizados se denominan modelos semi-analíticos, ya que utilizan prescripciones analíticas para el tratamiento del gas (esto es, enfriamiento del gas, retroalimentación por supernovas, enriquecimiento químico, etc.) y para “poblar” los halos de materia oscura. De todas formas, estas técnicas se encuentran en pleno desarrollo y sólo en los últimos meses se han publicado predicciones robustas de estos modelos. Por otro lado, se han desarrollado códigos numéricos que tratan directamente la evolución del gas.

A nivel cosmológico, la materia oscura se manifiesta únicamente a través de su efecto gravitatorio. Sin embargo, la cuestión de su naturaleza íntima constituye la otra cara de la moneda en una teoría completa de la estructura del Universo.

En las últimas décadas se ha propuesto un gran número de candidatos para constituir esta materia no bariónica. En particular las teorías Supersimétricas de la Física de Partículas, predicen la existencia de un nuevo tipo de partículas de entre las cuales hay varias que podrían ser candidatos a constituir la mayor parte de la materia oscura. El neutralino es una de ellas y, aunque todavía no se tiene evidencia experimental directa de su existencia, es uno de los candidatos a materia oscura más estudiados en los últimos años. Sin embargo existen muchos otros tales como axiones, neutrinos pesados de cuarta generación, neutrinos, gravitinos, estados Kaluza-Klein, branones y muchos otros que se proponen continuamente.

Como regla general, todos estos candidatos a materia oscura son tipo WIMP (Weak Interacting Massive Particle) a los que corresponden modelos de CDM para la estructura a gran escala. Además, pueden interactuar entre ellos en entornos de alta densidad, como los centros de las galaxias, y aniquilarse produciendo rayos gamma. Estos fotones de alta energía podrían ser observados por la nueva generación de telescopios Cherenkov, como por ejemplo el telescopio MAGIC en el ORM.

**MEMORIA
2010 IAC**

38

Actualmente, el modelo estándar de formación de estructuras se basa en un Universo Friedmann-Robertson-Walker más materia oscura fría. En los últimos años se han venido realizando simulaciones numéricas cosmológicas de N-cuerpos que han permitido estudiar con gran precisión las propiedades de las estructuras de materia oscura. Sin embargo el poder computacional todavía no es suficiente para resolver directamente la componente bariónica de las galaxias (esto es, la evolución del gas),

En este Proyecto, se hará uso del mencionado telescopio para detectar la señal gamma procedente de la posible aniquilación de los diferentes WIMPs candidatos a materia oscura.

Para ello el grupo desarrollará técnicas de reducción de datos apropiadas al problema, así como modelos detallados de la predicción de tales eventos, que involucran el estudio de la interacción entre bariones y materia oscura en los diferentes modelos propuestos en la literatura. De esta manera se pretende delimitar cuáles de estos modelos darían lugar a materia oscura con propiedades compatibles con la observaciones del telescopio MAGIC y además acotar el espacio de parámetros correspondiente.

Para todo ello es necesario dedicar un gran esfuerzo al estudio tanto teórico como observacional de la distribución de la materia oscura en galaxias. Desde el punto de vista teórico, se estudiará en detalle el perfil de densidad obtenido a través de las simulaciones numéricas de alta resolución tanto de n-cuerpos como hidrodinámicas realizadas por nuestros colaboradores, incluyendo todos los efectos del gas, formación estelar, etc. Por otro lado, también se puede obtener información de las observaciones de sistemas lente gravitatoria. El campo gravitatorio de la materia (visible u oscura) curva la trayectoria de los rayos de luz.

Este fenómeno proporciona un método para estudiar la distribución de materia a partir de las desviaciones de los rayos de luz. El estudio de los sistemas de imágenes múltiples de cuásares ha aportado ya las primeras medidas directas de la dependencia radial de la densidad de materia en una galaxia. Estos resultados son todavía preliminares y no abarcan todo el rango de distancias necesario. El objetivo del grupo será obtener estimaciones robustas de la ley de densidad a partir de modelos de los sistemas lente conocidos intentando extenderla a las zonas más internas de las galaxias. Este estudio es vital para acotar las posibilidades de detección de la materia oscura.

Por otro lado, se trabajará con las propiedades de la estructura a gran escala del Universo y en diferentes entornos para poder entender precisamente como influye la materia oscura en la formación y evolución de las diferentes estructuras. Los entornos extremos son especialmente útiles para discriminar entre los modelos de formación de galaxias, pues tanto la abundancia de estos entornos como sus propiedades internas dependen fuertemente de los parámetros que caracterizan a esos modelos. Históricamente se han utilizado profusamente los cúmulos de galaxias (sobredensidades extremas) con este propósito, pero las bajo-densidades extremas (grandes vacíos) son igualmente útiles y complementarias. 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.

Hitos

Detección al 99,7% de nivel de confianza de un antialineamiento del momento angular de las galaxias en la periferia de grande vacíos en la estructura a gran escala con el radio vector que las une al centro del vacío.

Haber mostrado que las distorsiones encontradas en el espectro a altas energías de tres AGNs son consistentes con los parámetros más generalmente aceptados para los axiones.

Teniendo en cuenta el efecto de la subestructura, se ha demostrado que la detectabilidad de la materia oscura mediante la radiación electromagnética emitida en reacciones de aniquilación es mayor para los cúmulos de galaxias que para las galaxias enanas.

Evolución del Proyecto

Se ha completado el análisis del alineamiento momento angular de las galaxias en los voids con la dirección radial, encontrándose un antialineamiento al 99,7% de nivel de confianza. Se ha comenzado el estudio del mismo efecto en cúmulos de galaxias.

En relación a la extensión del algoritmo para el colapso esférico, sólo se ha realizado un trabajo preliminar, que permitirá alcanzar los objetivos cuando se pueda retomar este trabajo (febrero de 2011).

Se han usado datos de MAGIC (a altas energías) para inferir restricciones para los parámetros que caracterizan a los axiones (masa y constante de acoplamiento) a través del proceso de oscilaciones foton-axion, y se ha encontrado que los valores de estos parámetros más favorecidos por otras consideraciones describen bien las observaciones. Por otro lado, se ha hecho una propuesta a FERMI para explotar conjuntamente sus datos a energías intermedias para realizar la contrapartida a estas energías del trabajo anterior y se está a la espera de la respuesta de dicho Consorcio. También se ha explorado teóricamente la detectabilidad de la materia oscura (a través de los fotones resultante de su aniquilación) en cúmulos de galaxias y en galaxias enanas, encontrándose que, contrariamente a lo comúnmente admitido, los primeros resulta más detectables que los segundos cuando se incluye la subestructura.

OTELLO: OSIRIS TUNABLE EMISSION LINE OBJECT SURVEY (3I0506)

J. Cepa Nogué.

**A.M. Pérez García, M. Fernández Lorenzo,
I.M. Pintos Castro, I. Oteo Gómez, M.A.
Lara López, M. Povic, J.M. Rodríguez
Espinosa, J.M. González Pérez, A.M.
Bongiovanni, A. Ederoclite y C. Esteban
López.**

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 (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-X, 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 observan 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 a alto desplazamiento al rojo, y estudiar así su evolución. De hecho, los filtros sintonizables

E. Alfaro (IAA, Granada); B. Altieri D. Coia, L. Metcalfe, R.M. Pérez-Martínez, M. Sánchez-Portal, I. Valtchanov (ESAC); J.A. de Diego, H. Castañeda (IPN, México); J. González (UNAM, México); J. Gallego (UCM); I. González-Serrano (IFCA-UNICAN, Cantabria); M.A. Lara-López (AAO); B. Vila (ESO).

del instrumento OSIRIS, su característica más distintiva, han sido diseñados con ese fin. Permiten, además, determinar campos de velocidades bidimensionales 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 decenas de miles de galaxias a 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. Asimismo, la combinación de observaciones profundas a distintas longitudes de onda permitirá arrojar luz sobre las relaciones entre la

confusa fauna de objetos observada a altos desplazamientos al rojo, y que nuestro grado de desconocimiento sólo permite clasificar, hasta ahora, por la manera cómo se han detectado.

Los datos necesarios se obtendrán mediante tres cartografiados propios de las mismas zonas del cielo: OTELO, HORUS y GLACE, aprovechando el tiempo garantizado del instrumento OSIRIS en el telescopio GTC, o del Proyecto ESO-GTC en el que participan miembros del Proyecto. Son cartografiados únicos, que no pueden obtenerse con otros instrumentos existentes o en construcción para telescopios de clase 8-10m, debido a que requieren el uso de filtros sintonizables. 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 1.000 nm. 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 los cartografiados tomográficos como OTELO, HORUS y GLACE: la obtención de imágenes de la mayor profundidad, de la misma zona del cielo, 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), es la espina dorsal del cartografiado "Evolución". Detectará las principales líneas ópticas de emisión desde Ly α hasta Balmer α a distintos desplazamientos al rojo, ubicadas en dos ventanas atmosféricas relativamente libres de líneas del grupo hidroxilo centradas a 815 y 925 nm. 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 Ly α débiles a alto desplazamiento al rojo.

HORUS (Hydrogen and Oxygen Recombination lines Unified Survey, IP's: J. Cepa y J. Gallego) puede denominarse también el "OTELO azul". En este caso la tomografía se llevaría a cabo en tres intervalos de longitudes de onda centrados en 426, 499 y 584 nm. Está diseñado para ampliar el estudio de emisores Ly α a estadios más tardíos que los estudiados con OTELO y a detectar "borrones Ly α " (*Lyman alpha blobs*, o LABS). Estas longitudes de onda permitirán muestrear cada 0.5 Giga años la existencia de LABS, a fin de establecer si existe una época de predominio de su existencia. Asimismo, también permitirán estudiar en el infrarrojo próximo las líneas [OII]372.7nm, [OIII]500.7nm y Balmer α de los LABS detectados. Finalmente, también se espera detectar y estudiar un número apreciable de emisores de oxígeno a desplazamientos al rojo inferiores.

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: $z=0.40$, ~ 0.63 y 0.89 . Detectará 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 existe 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 2,5. El Proyecto GLACE ha sido aprobado como un proyecto de gran formato ESO-GTC (IP Sánchez-Portal), con 140 horas concedidas de las cuales 72 horas se ejecutarán el primer semestre de 2011.

PEP (PACS Extragalactic Probe, P.I. D. Lutz, Co-IP: J. Cepa). Los campos y cúmulos de los anteriores cartografiados coinciden en gran parte con los que se observarán desde 60 a 600 μ m 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, que obtendrá estos datos haciendo uso del 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

Se ha descubierto un plano fundamental que vincula la tasa de formación estelar, la metalicidad del gas y la masa estelar de galaxias de campo del universo local. Este plano, inédito hasta ahora, permitirá estimar masas estelares a partir de la tasa de formación estelar y la metalicidad, con más precisión que las relaciones masa-metalicidad habitualmente utilizadas. Asimismo, dicho plano no muestra signos de evolución, como se deduce de su aplicación

a datos de la literatura a desplazamientos al rojo tan distintos como 0.85, 2.2 y 3.5, por lo que constituye un útil invariante cósmico.

A partir de cuidadosos análisis de la evolución de parámetros fundamentales de galaxias, se ha descubierto una evolución reciente de la relación masa-metalicidad de ~ 0.2 dex, un aumento de la tasa de formación estelar, y una evolución hacia tipos morfológicos más tardíos, de galaxias a desplazamientos al rojo entre 0,3 y 0,4, con respecto la muestra local a $0.04 < z < 0.1$. Este descubrimiento permite situar en el tiempo el punto de inflexión en el que cabe esperar poder empezar a detectar una evolución en las galaxias, así como vincular las medidas a alto desplazamiento al rojo con las locales.

Evolución del Proyecto

Durante este año se han efectuado una serie de avances significativos en el Proyecto. Por un lado han empezado las observaciones de OTELO y GLACE con OSIRIS. Los datos obtenidos hasta ahora son excelentes y se alcanza la profundidad prevista de 10^{-18} erg/cm²/s. Asimismo se ha avanzado mucho en la obtención de los datos de PEP, que prácticamente se han concluido. Finalmente, las observaciones de HORUS y de seguimiento espectroscópico multiobjeto con OSIRIS empezarán cuando estos modos estén disponibles.

A partir del análisis de la relación de Tully-Fisher hasta un desplazamiento al rojo de 1.4, el más alto alcanzado hasta ahora en la aplicación de dicha relación, se ha detectado evolución en las bandas B, V y R, en el sentido de que las galaxias fueron más brillantes en el pasado para la misma velocidad de rotación. Este cambio en luminosidad, que se acentúa en las bandas más azules, se ha determinado gracias a las precisas correcciones-k aplicadas por el equipo de investigación, las cuáles incluyen fotometría desde la banda B hasta las bandas de IRAC. El cambio observado en los índices de color ($V-K_s$) y ($R-I$), para una misma velocidad de rotación, puede interpretarse como una evolución de las población estelares como consecuencia de la disminución de la tasa

de formación estelar desde $z = 1.4$ hasta ahora. Finalmente, puede concluirse de este estudio que las galaxias espirales habrían doblado su masa estelar en los últimos 8.6 Giga años.

Se ha proseguido el análisis de la evolución a bajo desplazamiento al rojo (hasta 0,4) de parámetros fundamentales de galaxias, confirmando la evolución en metalicidad a desplazamientos al rojo entre 0,3 y 0,4 con respecto el universo local, descubierta el pasado año por el grupo. Asimismo, y en este mismo rango de desplazamientos al rojo, se ha encontrado una evolución de la relación masa-metalicidad de ~ 0.2 dex, un aumento de la tasa de formación estelar, y una evolución hacia tipos morfológicos más tardíos, con respecto la muestra local ($0.04 < z < 0.1$). Finalmente se ha propuesto el diagrama S2N2 como una alternativa para la discriminación entre galaxias con formación estelar, núcleos galácticos activos y galaxias compuestas, debido al menor rango espectral que se precisa para el análisis.

Por primera vez, se ha descubierto un plano fundamental que vincula la tasa de formación estelar, la metalicidad del gas y la masa estelar, de galaxias de campo del universo local. Este plano permitirá estimar masas estelares a partir de la tasa de formación estelar y la metalicidad, con más precisión que las relaciones masa-metalicidad habitualmente utilizadas. Asimismo, dicho plano no muestra signos de evolución, como se deduce de su aplicación a datos de la literatura a desplazamientos al rojo tan distintos como 0,85, 2,2 y 3,5, por lo que constituye un útil invariante cósmico.

Se han detectado contrapartidas en el infrarrojo lejano, obtenidas por el instrumento PACS de Herschel, de emisores Lyman alpha a un desplazamiento al rojo de $z \sim 2.2$ en el campo GOODS-N. Los candidatos a emisores Lyman alpha se obtuvieron mediante diagramas color-magnitud a partir de los datos del cartografiado ALHAMBRA, de otros datos de archivo, y de modelos de poblaciones estelares. La mayoría de las contrapartidas (75%) parecen ser galaxias oscuras dominadas por un núcleo

galáctico activo. Esta fracción es consistente con la medida a bajo desplazamiento al rojo ($0.2 < z < 0.45$), pero significativamente distinta de la observada a $z \sim 3$, lo cual sería compatible bien con una rápida evolución del fenómeno de actividad nuclear, bien con la menor profundidad de los datos infrarrojos disponibles. Cualquiera que sea la razón, el trabajo efectuado muestra que se encuentran cantidades significativas de polvo en emisores Lyman alpha incluso a alto desplazamiento al rojo.

Finalmente, se ha iniciado una colaboración con el cartografiado J-PAS, que permitirá completar los estudios hasta ahora efectuados, y abordar nuevas metas como la detección de grandes cantidades de cúasares a alto desplazamiento al rojo o el estudio del efecto de lente débil para la detección de acumulaciones de masa en el Universo.

FORMACIÓN ESTELAR EN GALAXIAS A $Z=1$ (3I2006)

**A. Manchado Torres.
N. Rodríguez Eugenio y C. Domínguez Paredes.**

K. Noeske (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); D.C. Koo (UCO-Lick, UCSC, EEUU); F. Prada (IAA, Granada).

Introducción

La determinación de la evolución con el desplazamiento al rojo cosmológico, z , de la Tasa de Formación Estelar (SFR) global, la masa estelar y la metalicidad de las galaxias, permite determinar la evolución de la formación estelar en el Universo, imponiendo importantes restricciones observacionales sobre la fase bariónica en simulaciones numéricas y modelos semi-analíticos de formación y evolución de galaxias.

Debido a las discrepancias existentes entre las estimaciones de la SFR global de una galaxia obtenidas con distintos indicadores, un estudio fiable de la evolución con el tiempo cósmico de la SFR requiere el uso

de un mismo indicador de formación estelar en todo el rango de desplazamiento al rojo estudiado, o la obtención de buenas calibraciones entre distintos indicadores. En los últimos años ha habido una convergencia hacia el uso de la luminosidad en la línea de emisión $H\alpha$, corregida de extinción, como uno de los indicadores de formación estelar más adecuados para este tipo de estudios. Otro indicador robusto de la SFR se obtiene al combinar la luminosidad IR total, que traza la formación estelar oscurecida por el polvo en la galaxia, con la luminosidad en $H\alpha$ o en el continuo UV (no corregidas de extinción), que trazan la formación estelar no oscurecida.

Este Proyecto pretende estudiar las propiedades de galaxias con formación estelar a $z \sim 1$, a partir de una muestra representativa de galaxias extraída del sondeo "DEEP2 Galaxy Redshift Survey", que ha obtenido espectros ópticos y un conjunto de datos en distintas longitudes de onda para unas 40.000 galaxias en el rango de desplazamientos $0.7 < z < 1.5$. Los objetivos concretos del Proyecto incluyen dos líneas de investigación: el estudio de la SFR de las galaxias, su relación con la masa estelar, y las calibraciones entre distintos indicadores de formación estelar a desplazamientos al rojo intermedios; y la determinación de la metalicidad de las galaxias, y su relación con la luminosidad y la masa estelar de las mismas. Además, se persigue determinar la evolución con el desplazamiento al rojo de estas relaciones, mediante la comparación con muestras similares de galaxias a desplazamientos al rojo menores y mayores. Para la estimación de la SFR, se usa como indicador de referencia la luminosidad en $H\alpha$ de las galaxias, obtenida a partir de espectros multi-rendija tomados con el espectrógrafo infrarrojo LIRIS en el telescopio WHT.

La comparación de estos resultados observacionales con las predicciones de modelos de formación y evolución jerárquica de galaxias permitirá acotar los parámetros libres de dichas simulaciones.

Evolución del Proyecto

Se revisó el proceso de obtención de las luminosidades en la línea de emisión $H\alpha$, realizando algunas mejoras. Se volvió a calcular la corrección de apertura de los espectros de LIRIS, al encontrar algunos errores sistemáticos en la derivación de la misma. Se mejoró la corrección de extinción, aplicando a los espectros ópticos de DEEP2 una calibración en flujo relativa a los espectros en el IR cercano de LIRIS, de forma que se reducen los posibles sesgos introducidos al combinar intensidades de líneas medidas en espectros diferentes. Se aplicó a la línea de emisión $H\alpha$ una corrección por el flujo absorbido por la componente estelar subyacente. Tras la obtención de las nuevas luminosidades en $H\alpha$, se recalcularon todos los resultados del estudio de la muestra de galaxias.

Se encontró también que uno de los parámetros del estudio, la contribución de estrellas evolucionadas ($> 10^8$ años) al calentamiento del polvo, presentaba una dependencia importante de la calibración usada para determinar la atenuación del continuo UV de las galaxias, por lo que se estudió cómo influye la elección de una calibración u otra en los resultados finales.

Se comenzó el análisis de una imagen profunda del infrarrojo cercano, tomada con LIRIS en el campo del Extended Groth Strip. Para ello se evaluaron diferentes paquetes de procesamiento de imágenes como THELI y los paquetes de reducción LIRISDR.

Respecto a LIRISDR se ha mejorado el procesamiento para reducir el efecto del residuo de gradiente vertical y se ha desarrollado un procedimiento para mejorar la PSF de las imágenes reducidas.

Se ha obtenido el catálogo de galaxias detectadas en la imagen tomada con LIRIS y se ha correlacionado este catálogo con las bases de datos fotométricas y de desplazamientos al rojo espectroscópicos. Asimismo, se han estudiado las detecciones de Extreme Red Objects en dicho campo.

EXPERIMENTO QUIJOTE CMB (3I2607)

J.A. Rubiño Martín.

**R. Rebolo López, C.H. López Caraballo,
R. Génova Santos y B. Ruíz Granados.**

**Colaboradores del IAC: J.M. Herreros
Linares, M.F. Gómez Reñasco, R. Hoyland,
y M. Aguiar González.**

L. Piccirillo, R. Watson, R. Davies (Univ. de Manchester, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders, K. Grainge (Cavendish Astrophys. Group, Reino Unido); E. Martínez-González, P. Vielva, J.M. Diego, D. Herranz (IFCA, Santander); E. Artal (DICOM, Santander).

Introducción

Se pretende desarrollar un experimento denominado QUIJOTE-CMB (Q U I JOint TENERIFE CMB experiment), con el objetivo de 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 (1 grado de resolución).

Las medidas de QUIJOTE complementarán a baja frecuencia y corregirán de contaminación galáctica las que obtenga el satélite Planck. Serán las más sensibles obtenidas para caracterizar la polarización de la emisión sincrotrón y anómala de nuestra Galaxia.

El experimento constará de dos fases. En la primera fase, financiada completamente y actualmente en construcción, se instalará un primer telescopio y se construirán dos instrumentos intercambiables en su plano focal. El primer instrumento será multifrecuencia, con un total de 8 canales en cada una de las cuatro frecuencias 11, 13, 16 y 18 GHz, más dos canales de detección a 30GHz.

El segundo instrumento de QUIJOTE, que constará de 15 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 0.1. Dicha componente de ondas gravitatorias deja su impronta en el espectro de potencias de la polarización del FCM en forma de los denominados “modos-B”. La detección de dichos modos-B con esa amplitud abriría un camino extraordinario para esclarecer la física de la época de inflación.

La segunda fase de QUIJOTE contempla la construcción de un segundo telescopio y un tercer instrumento a 42 GHz. Esta segunda fase está financiada en gran medida por el proyecto Consolider 2010 “Exploring the Physics of Inflation (EPI)”.

Para alcanzar los objetivos científicos, los mapas finales del experimento cubrirán un área de unos 10.000 grados cuadrados, y alcanzarán un nivel de sensibilidad de 3-4 μK por haz tras un año de operación en el Observatorio del Teide en las bajas frecuencias (11-18GHz), 1 μK por haz tras dos años de observación con el segundo instrumento en la frecuencia de 30GHz, e igualmente, 1 μK por haz tras dos años de observación con el tercer instrumento de 42GHz.

Además del IAC, en el Proyecto QUIJOTE también participan el IFCA (Santander), el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM, Santander), 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

MEMORIA
2010 IAC

46

Entrega de la optomecánica del primer instrumento QUIJOTE (MFI) en los talleres del IAC (septiembre).

Fabricación de los módulos traseros (BEMs) de los canales de baja frecuencia del primer instrumento QUIJOTE (septiembre).

Entrega del modulo trasero (BEM) del canal de recepción de 30GHz del primer instrumento (septiembre).

Telescopio operativo con los cuatro modos de observación programados ya disponibles (diciembre).

Nuevo diseño conceptual de un prototipo del segundo instrumento QUIJOTE (diciembre).

La financiación para la Fase II del Proyecto QUIJOTE ha sido aprobada en el marco del programa Consolider Ingenio 2010 (EPI, “Exploring the Physics of Inflation”).

Evolución del Proyecto

A continuación, se detallan los resultados en cada uno de los aspectos del Proyecto:

Edificio y cubierta móvil

Se han introducido algunas pequeñas mejoras en el edificio y cubierta.

Se ha instalado la unidad UPS, así como el material de apoyo mecánico para la instalación del primer telescopio y de su instrumentación en el OT.

Telescopio

Se ha reemplazado el codificador del eje de elevación, que era de tipo incremental, por uno de tipo absoluto.

Se han completado la programación del software que controla los 4 modos de observación del telescopio (“pointing”, “raster”, “nominal” y “tracking”). Se han probado en laboratorio los cuatro modos de observación. En el caso del modo “raster”, éste ha sido probado usando coordenadas de telescopio (EL,AZ), pero no en coordenadas de cielo (RA,DEC).

Primer instrumento (MFI)

Opto-mecánica. La opto-mecánica del MFI estaba encargada a la empresa CMS (Florida, EEUU). Durante 2009, esta empresa entra en quiebra y no finaliza la integración del instrumento. En noviembre de 2009 se asignó un contrato a la empresa IDOM para la finalización de la opto-mecánica del MFI, que fue transferida desde Florida

(sede de CMS) a Bilbao (sede de IDOM). La fecha de entrega nominal de instrumento en el IAC era marzo de 2010. No obstante, el estudio detallado del estado de los subsistemas muestra que deben realizarse modificaciones sustanciales a los conjuntos rotatorios del MFI, así como re-mecanizar algunos de los componentes. Finalmente, el instrumento llega al IAC en septiembre de 2010. A continuación se detallan cada una de las acciones realizadas.

Motores. Algunos de los motores que se recibieron de CMS tenían desperfectos. Uno de ellos tuvo que ser sustituido. Se tuvo que mecanizar el eje interno de todos los motores. Cuando se envía el instrumento al IAC, sólo tres de los cinco motores estaban integrados.

Interfaz de las etapas de 80K y 20K. La placa de interfaz tuvo que ser refabricada por IDOM.

Bocinas internas. La bocina de 30GHz tuvo que ser refabricada, pues no cumplía las especificaciones.

Rodamientos. Se han introducido mejoras mecánicas en los rodamientos de los motores. Como medida adicional, se ha usado disulfuro de molibdeno como lubricante para todos los rodamientos.

Alineamiento. Se han fabricado piezas para guiado de los rodamientos, que facilitan su alineamiento. El proceso completo de montaje y alineamiento de 3 cadenas ocupa 4 días completos de trabajo. Al enviar el instrumento al IAC, el sistema completo estaba alineado.

Sensores de temperatura. En IDOM se instalaron sensores de temperatura dentro del criostato para monitorizar la temperatura de las distintas etapas del instrumento.

Pruebas de vacío y de frío del criostato. Desde los meses febrero a mayo, se han realizado múltiples pruebas de vacío y enfriado del criostato. El criostato mantiene el vacío según especificaciones. Las pruebas de enfriamiento muestran que en

la etapa fría se alcanzan temperaturas de 30K, que son superiores a la temperatura óptima de funcionamiento (aprox. 20 K). Por este motivo, se han diseñado desde el IAC modificaciones al criostato para mejorar su comportamiento térmico. Dichas modificaciones se empezaron a implementar a finales de año, una vez el criostato estaba en el IAC.

Pruebas de funcionalidad de motores. Durante los meses de febrero a mayo, los ciclados de frío se emplearon para estudiar la funcionalidad de los motores en frío. Se demostró que los motores pueden girar a frecuencias de 1Hz, sin producir un calentamiento excesivo en la placa base ($T < 30K$) durante periodos de varios días o semanas. Sin embargo, el desgaste que se produce en los rodamientos internos hace esta opción no viable como modo de operación continuo para periodos de meses o años.

Receptor. Se ha finalizado la integración del receptor de 30GHz, y se ha probado a temperaturas criogénicas. Las medidas de temperatura indican que la bocina interna se encuentra a temperaturas por encima de la especificación, por lo que se ha diseñado una serie de modificaciones del criostato para mejorar el comportamiento térmico que requieren la fabricación de algunas piezas en talleres. Al cierre del año la mayor parte de estas piezas están fabricadas, quedando pendiente la integración final.

Módulos traseros (BEMs). Los módulos traseros para las cuatro bocinas de baja frecuencia del MFI se han fabricado en el IAC. El módulo trasero de la bocina de 30GHz se ha fabricado y validado en Santander, y se envió al IAC a finales de año.

Electrónica de control. El subsistema se encuentra listo para su integración con el instrumento.

Software de control de los polarímetros y de adquisición de datos. Se ha desarrollado y mejorado el software de control y adquisición de datos del instrumento. Con el software actual, se han realizado pruebas en los talleres del IAC

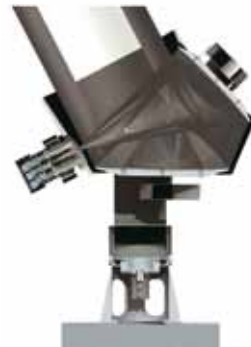
que muestran que los polarímetros pueden controlarse adecuadamente. A partir del BEM de 30GHz, se han generado datos sintéticos de la respuesta del sistema de adquisición, que se han usado para validar el correcto funcionamiento del software.

conceptual alternativo para la modulación en el segundo instrumento, y se inició una fase de estudio para elaborar un prototipo para la validación del nuevo concepto.

Recinto QUIJOTE en el Observatorio del Teide.



Pipeline de procesamiento de datos. Durante el año se ha continuado la actividad en cada uno de los sub-paquetes de trabajo involucrados en la pipeline de QUIJOTE: 1) Modelo de instrumento, 2) modelo de apuntado; 3) calibración - metodología; 4) calibración - software; 5) diseño de pipeline; 6) implementación de la pipeline; 7) construcción de mapas; 8) separación de componentes; 9) estimación de espectro de potencias; 10) parámetros cosmológicos; 11) Simulador de QUIJOTE; 12) selección de la estrategia de observación. En este año, se ha avanzado significativamente en todos ellos. En el IAC se han cerrado los puntos 1, 2, 3, y 6, y se ha avanzado significativamente en los puntos 4, 6, 9, 10, 11 y especialmente en el 12.



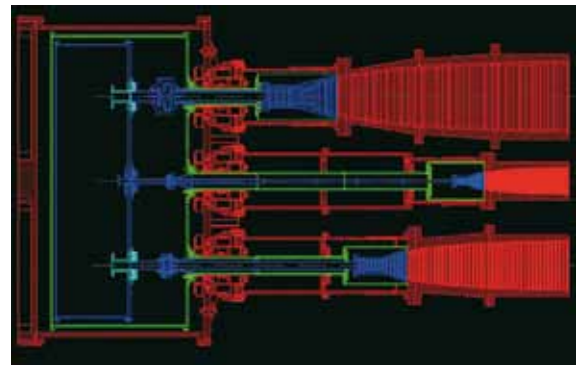
Primer Telescopio QUIJOTE, en los talleres del IAC.

Segundo Instrumento (30GHz)

**MEMORIA
2010 IAC**

48

El segundo instrumento QUIJOTE constará de 15 polarímetros funcionando a 30GHz. La experiencia adquirida en la fabricación del primer instrumento QUIJOTE ha servido para confirmar que el diseño actual no es aceptable para el segundo instrumento. En particular, el sistema de modulación que usa el MFI produciría calentamientos excesivos en el instrumento de 30GHz, que constará de 3 veces más cadenas de detección. Por ello, durante este año se obtuvo un diseño



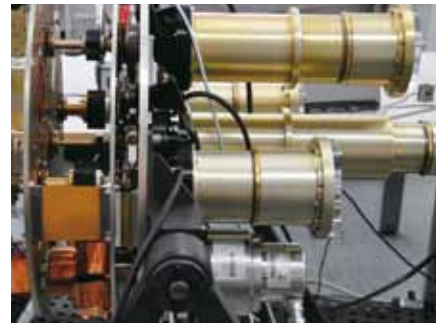
Arriba: Representación esquemática de las distintas etapas criogénicas del MFI. En código de color, se representan las etapas de 300K (rojo), 80K (verde) y 20K (azul).

Abajo: Módulos traseros (BEMs) del MFI. Izquierda: Uno de los BEMs de baja frecuencia (10-20GHz). Derecha: BEM de 30GHz.

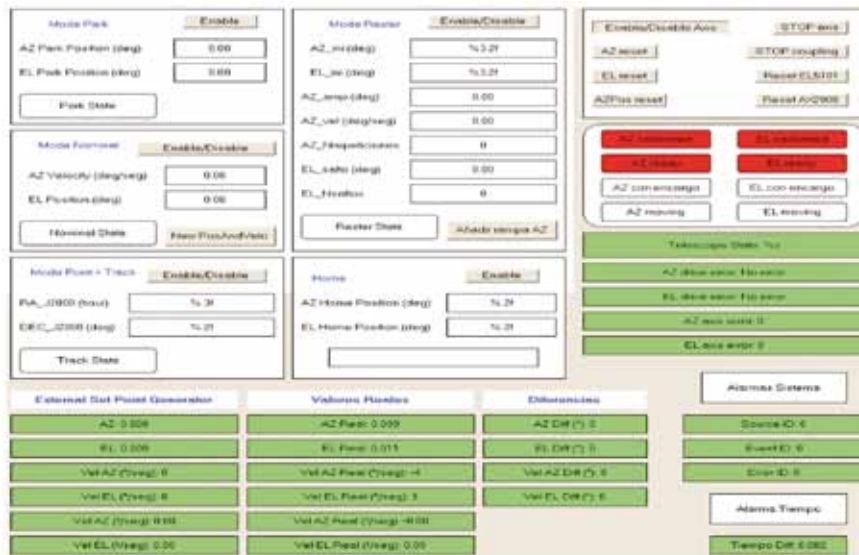




Primer Instrumento QUIJOTE (MFI) en la sala AIV del IAC, con tres cadenas de modulación completamente integradas. Detrás del útil de manejo del instrumento se encuentran los "drivers" de control de los motores, y a la izquierda, sobre la mesa, el ordenador de control.



Vista lateral del primer instrumento QUIJOTE (MFI) en la sala AIV del IAC. En la figura se aprecian tres cadenas completas de modulación. Imagen tomada el 13 de septiembre de 2010.



Ariba: Captura de imagen del interface del software de control del telescopio.

Abajo: Representación esquemática de la planificación de la integración del primer instrumento QUIJOTE (MFI).



EL UNIVERSO LOCAL

**ESTUDIOS CINEMÁTICOS,
ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN,
DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E
INTERGALÁCTICOS
(310386)**

J.E. Beckman.

J. Font Serra y J. Zaragoza Cardiel.

Colaboradores del IAC: E. Casuso Romate, B. Cedrés Expósito, J.H. Knapen, S. Erroz Ferrer, B. García Lorenzo y M. López Corredoira.

L. Gutiérrez Albores, V. Buenrostro (UNAM, México); A. Zurita, M. Relaño (Univ. de Granada.); A. Cardwell (Open Univ., Reino Unido); P. Erwin, I. Martínez-Valpuesta (MPIA, Alemania); K. Fathi, J. Blasco (Univ. de Estocolmo, Suecia); E. Brinks (Unif. de Hertfordshire, Reino Unido); O. Hernández (Univ. de Montreal, Canadá); J.-L. Gach, P. Balard (Obs. de Marsella, Francia); P. James (Univ. John Moores, Reino Unido).

Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es el de estudiar la evolución de las galaxias y de su estructura, con énfasis en el papel desempeñado por el medio interestelar, e intergaláctico, y su interacción con la población estelar de la galaxia. Se comenzó hace más de 20 años con estudios muy detallados del medio interestelar cerca del Sol, el Proyecto ha ido ampliando su alcance progresivamente hasta llegar ahora a las galaxias distantes. En la actualidad el Proyecto abarca estudios sobre el propio medio interestelar, la física estelar y su contribución a la física de galaxias, la estructura de las galaxias cercanas, el medio intergaláctico, y aspectos cosmológicos relacionados al progreso de la formación estelar durante escalas de tiempo cosmológicas. Las líneas guías del Proyecto se pueden definir como: el uso de fotometría, tanto en líneas espectrales como en el continuo, para dilucidar la estructura interna de las componentes bariónicas de las

galaxias, y el estudio dinámico y morfológico de las componentes de gas y de estrellas mediante técnicas cinemáticas.

La primera línea proporciona información sobre el medio interestelar y sobre la distribución del gas, más polvo, dentro y fuera de las galaxias. También más recientemente se ha explorado la estructura de las partes más exteriores de las galaxias mediante fotometría de alta precisión, un estudio que sigue dando resultados que van en contra a partes de la sabiduría convencional sobre la estructura de las galaxias, y echa dudas sobre los conceptos básicos de esa estructura. Se está llevando esta línea de investigación hacia galaxias en el universo más lejano, encontrando pistas cuantificables y de bastante interés sobre la historia del ensamblaje de las galaxias con disco.

La segunda línea trata el problema de la construcción progresiva de las galaxias en el marco de los modelos cosmológicos mediante la adquisición de material por un progreso de agregación. Lo habitual es dar peso a las fusiones de las galaxias en este contexto, pero en este Proyecto tomamos muy en serio la posibilidad que la evolución de las galaxias en los últimos 7-10 Gaños se haya impulsado más por la acrecimiento de masa en la forma de nubes subgalácticas, con sus correspondientes halos de materia oscura.

Para mejorar nuestra posibilidad de adquirir datos relevantes, durante el año 2010 se ha colaborado con colegas en la Universidad de Montreal, del Observatorio de Marsella y del Observatorio de la Universidad de Estocolmo para usar un nuevo instrumento de espectroscopia bidimensional. El uso de este instrumento (GHaFaS) ha permitido obtener campos cinemáticos del gas ionizado en galaxias completas. Esta posibilidad está ampliando el alcance de la parte cinemática del Proyecto, con aplicaciones como la interacción de las estrellas masivas con su gas placental, el flujo de gas hacia los agujeros negros en los centros de las galaxias, y el desarrollo de

estructura (barras, brazos, bulbos) con las pistas dinámicas relevantes.

Hitos

El descubrimiento de dos leyes que gobiernan el comportamiento de las regiones HII en galaxias con discos: (a) el radio de una región varía como el inverso de la raíz cuadrada de su luminosidad en fotones ionizantes y (b) la densidad electrónica de una región varía exponencialmente con el inverso de su radio galactocéntrico, con una longitud de escala igual que la del hidrógeno atómico neutro en el disco. La primera acota la física de la interacción de las estrellas masivas con el gas circundante, y la segunda muestra que las regiones HII están en cuasi-equilibrio de presión con sus entornos. Son leyes simples, pero nuevas, y con la profundidad de su sencillez. Los datos son del telescopio espacial Hubble.

La explicación teórica de la distribución observada de los tamaños de los granos de polvo en el medio interestelar. Deben su origen a las etapas tardías de las estrellas, y la escala de tamaños de los granos difiere según la masa de la estrella que los produce. Las estrellas de alta masa, que eyectan elementos pesados que se condensan en polvo, dan lugar a granos más grandes, porque su velocidad grande de eyección no da tiempo para que las colisiones grano-grano reduzcan sus tamaños promedios, mientras el polvo producido en los vientos de las estrellas de baja masa tiene granos con tamaños más pequeños. Acoplado esto con la historia de producción estelar en la vecindad solar en los últimos 2 Gaños conseguimos reproducir la distribución observada de los tamaños de los granos en la parte local de la Galaxia.

La tomografía de una nebulosa planetaria con el espectrógrafo tridimensional GHaFaS, en el telescopio WHT. Se trata del campo de velocidad de dos pares de lóbulos de gas. Se pudo deducir que se eyectaron simultáneamente hace unos

3.500-5.000 años. Combinando los datos con imágenes obtenidas con las cámaras ACAM en el telescopio WHT, y la WFC en el telescopio INT, y con espectros con el espectrógrafo IDS en el telescopio INT, se pudo explicar la forma de los lóbulos mediante la interacción del viento de una estrella pos-AGB, rodeada por un disco alabeado por inestabilidades radiativas. Además se obtuvieron imágenes en banda ancha y un espectro de baja resolución de una estrella no notada previamente, que es con bastante probabilidad el progenitor de la nebulosa, desde los cuales se ha podido medir sus parámetros. Es la primera vez que tal medición se ha llevado a cabo.

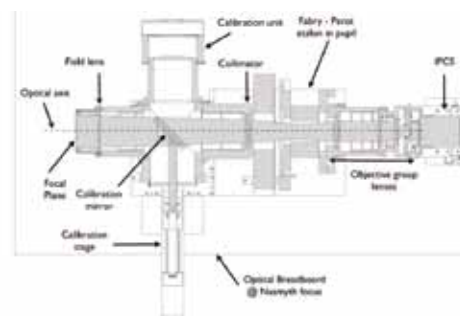
Evolución del Proyecto

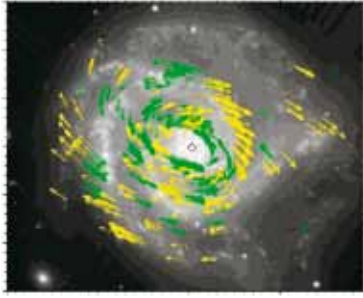
Soporte técnico a GHaFaS en el telescopio WHT

Durante 2010 el grupo apoyó técnica y científicamente el interferómetro GHaFaS en el telescopio WHT. Este apoyo extendió a 8 diferentes períodos de observación, por un total de 16 noches en el telescopio (en los meses de enero, marzo, agosto, septiembre y diciembre) y con los días de preparación anteriores indican unos 22 días dedicados a esta actividad directamente en el telescopio. Además J. Font dedicó del orden de un mes de su tiempo de investigación a pruebas técnicas en el laboratorio y actividades para garantizar el surtido adecuado de fungibles y filtros para asegurar el buen funcionamiento del instrumento.

Diagrama óptico de GhaFaS.

Mapa de las velocidades no circulares a lo largo de los brazos de NGC5427 obtenido con GHaFaS, para mostrar el alcance de sus prestaciones.





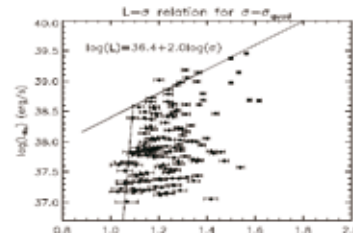
Física del Medio Interestelar

Distribución de los tamaños de polvo interestelar (trabajo teórico). Durante 2010 se desarrolló un nuevo modelo que explica la distribución observada de los tamaños de las partículas de polvo interestelar. Se empezó con un modelo sencillo donde los granos de polvo se rompen por colisiones mutuas produciendo granos más pequeños, pero también donde crecen por coagulación, produciendo granos más grandes. Este modelo fenomenológico sencillo era capaz de describir la distribución global de los tamaños observados, pero faltaba en todos los detalles de picos y bajadas detallados en la distribución medida de los granos carbonáceos. Siguiendo la pista ofrecida por las medidas de la distribución del SFR (ritmo de formación estelar) en el círculo solar de la Galaxia, se ha podido relacionar estos detalles con la fracción de estrellas, en función de su masa, que queda en nuestro entorno galáctico de los brotes de formación en los últimos 2 Gaños. Este resultado se publicó en el *Astronomical Journal* (Casuso & Beckman, *Astronomical Journal*, 139, 1406).

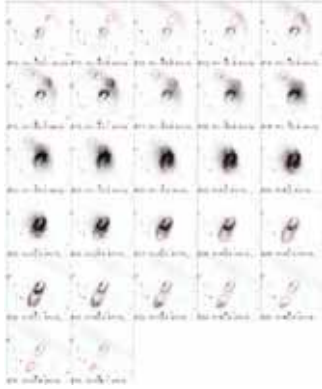
Cinemática interna de las regiones HII en galaxias externas locales. En un estudio publicado en *Monthly Notices* (Blasco-Herrera et al. *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 407, 2519) se obtuvieron unos resultados interesantes sobre la cinemática interna de las regiones HII en M83. Lo más interesante es la relación entre la luminosidad L , en H α y la dispersión interna de velocidad turbulenta de las regiones. En diagrama L - σ muestra un envolvente lineal en la zona donde la luminosidad excede 1038.5 erg/seg, y un envolvente con un pendiente mucho mayor por debajo de este límite.

Este confirma con mucho más precisión un descubrimiento hecho en el grupo de investigación hace casi una década, e indica que juegos de datos de este tipo, que surgen naturalmente de los mapas bidimensionales en velocidad obtenidos con GHaFaS, serán capaces de ofrecer una candela estándar para medir distancias, que es precisamente la luminosidad de cambio de pendiente de la envoltura.

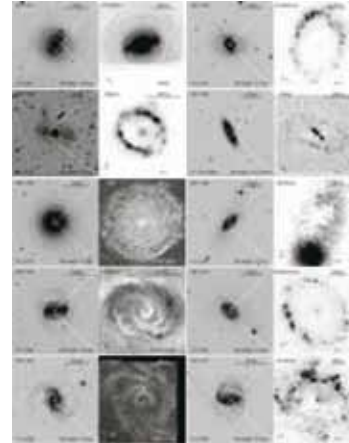
Luminosidad en H α de las regiones HII en M83 en función de la dispersión de su velocidad interna (ambos en unidades logarítmicas). Se nota que no hay una relación única, sino un envolvente superior lineal, que muestra una rotura abrupta a la luminosidad de 38.51 dex. (Blasco-Herrera et al. 2010).



Cinemática de la nebulosa planetaria cuadrupolar M1-75. Este trabajo ha demostrado la efectividad de GHaFaS como instrumento para revelar la estructura de objetos extendidos mediante su cinemática. Usando la línea en emisión de [NII] a 658,3 nm se pudo estudiar los lóbulos de emisión de la nebulosa, y al medir su velocidad de expansión, haciendo suposiciones razonables sobre sus ángulos de proyección, se ha podido estimar la época de la eyección de los lóbulos. Se pudo proponer un modelo donde su forma se explica mediante la interacción de un viento estelar en un sistema que consiste en una estrella AGB rodeada por un disco alabeado por inestabilidades radiativas. Este modelo implica que la estrella es una binaria con sus componentes muy cercanas, o quizás una única estrella que ha engullido un planeta. Además se ha podido identificar la estrella central usando imágenes de ACAM en el telescopio WHT y espectros del IDS en el telescopio INT.



Tomografía de la nebulosa cuadripolar M1-75 en [NII] con GHaFaS, mostrando mapas en canales sucesivos de velocidad, con un modelo superpuesto en rojo. (Santander-García et al., Astronomy & Astrophysics, 519, 54, 2010).



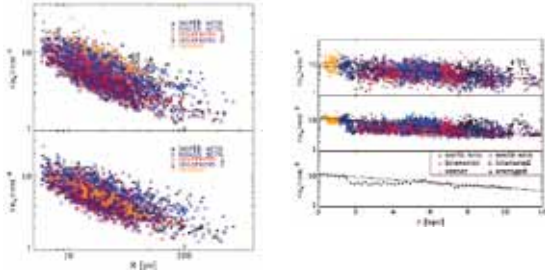
Una página del atlas AINUR de anillos nucleares en galaxias; se representan 10 galaxias, con sus imágenes del cartografiado SLOAN a la izquierda, y con la expansión de las zonas centrales, mostrando los anillos a la derecha en cada caso. Las zonas oscuras de los anillos son las zonas de formación estelar. (Comerón et al. Monthly Notices of the R. Astron. Soc., 402, 2462, 2010)

Propiedades de galaxias

Un atlas de anillos nucleares. En un trabajo compartido con el Proyecto 3I2407 se produjo AINUR, el atlas más extenso de anillos nucleares hasta la fecha, con 113 anillos estudiados. Se han encontrado anillos con formación estelar en todo el rango de galaxias espirales, entre S0 y Sd, pero anillos dominados por polvo, sin formación estelar, solamente en las S0 y en las elípticas. Se estableció que el radio de un anillo nuclear es inversamente proporcional a la fuerza de la barra de la galaxia en las galaxias barradas, y el radio máximo de un anillo es la cuarta parte del radio longitudinal de la barra. En las galaxias no barradas la existencia de un anillo nuclear se relaciona con una estructura resonante en el disco. No hay ninguna correlación con la forma o el tamaño del bulbo de la galaxia, ni correlación entre la presencia de un anillo y la presencia de actividad nuclear. Los anillos nucleares se forman como consecuencia de las resonancias en el disco y/o la barra, y están presentes en un 20% de las galaxias, siendo suficientemente común como para formar un índice útil, en combinación con otros, para estudiar las propiedades de las galaxias en general.

La inferencia de dos relaciones nuevas, y sorprendentemente sencillas, entre las densidades electrónicas, e^- , de las regiones HII en una galaxia, sus propios radios, R , y sus distancias r del centro de la galaxia. La

primera es, simplemente, e^- proporcional a $R^{-1/2}$, y la segunda es, e^- proporcional a $e^{-r/h}$ donde h es una longitud de escala. Aunque se ha sugerido un escenario plausible capaz de explicar la primera relación, en el cual las regiones con radios mayores, conteniendo los cúmulos OB más luminosas (la evidencia está clara, las luminosidades en $H\alpha$ de las regiones con radios mayores son mayores), se inflan más que las regiones más pequeñas, y así tienen menor densidad electrónica, no existe todavía ningún modelo que predice la relación observada. Los resultados provienen de medidas hechas con observaciones de regiones HII en dos galaxias muy diferentes, la espiral masiva de gran diseño M51 (con más de 2.500 regiones medidas) y la espiral enana NGC4449 (con más de 250 regiones medidas), usando datos del telescopio espacial Hubble, y las relaciones mostradas arriba son iguales en forma para ambas galaxias. En la segunda relación la longitud de escala, h , tiene en ambas galaxias valores iguales a las longitudes de escala del hidrógeno atómico HI. Eso es muy significativo, porque implica que las regiones HII están en cuasi equilibrio de presión con la columna de gas encima del disco. Muchos teóricos han enfatizado el probable exceso de presión de las regiones HII sobre su entorno, que implica que nuestras medidas son un desafío interesante para ellos.



Panel de la izquierda. La densidad electrónica de las regiones HII en M51 en función del radio de la región; sección de arriba, sin corrección por distancia galactocéntrica, sección de abajo, después de corrección por distancia galactocéntrica. Panel de la derecha.

Densidad electrónica en función de la distancia galactocéntrica de la región; sección de arriba, sin corrección por el radio de la región, sección centra, después de corrección por el radio de la región, sección de abajo, densidades promediadas en anillos con grosor 0.2 kpc alrededor del centro de la galaxia (Gutiérrez & Beckman, *Astrophysical Journal Letters*, 710, L44, 2010)

La física de las galaxias interactivas.

Este es un trabajo en marcha, donde se ha analizado un cubo de datos de GHaFaS, de la emisión en H α del sistema Arp 271, dos galaxias en órbitas cercanas, girando mutuamente alrededor de la otra. Se pudo detectar el hidrógeno que proviene de una de ellas cayendo hacia el disco de la otra, e ionizándose por los fotones que se escapan de las regiones HII de la segunda, que permite su detección. Se está en el camino de modelar la estructura tridimensional de las nubes que caen, y estimar su masa integrada, infiriendo así el ritmo de acreción del gas al disco de la segunda. Es la primera vez que este fenómeno se ha podido detectar de forma tan nítida.

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GALAXIAS: OBSERVACIONES INFRARROJAS Y EN OTRAS LONGITUDES DE ONDA (311086)

MEMORIA
2010 IAC

54

I. Pérez Fournon.

N.D. Castro Rodríguez, A. Cava, P. Ferrero y P.I. Martínez Navajas.

Principales grandes colaboraciones internacionales en las que participa el grupo: Spitzer SWIRE; Spitzer SERVS; Herschel SPIRE; Herschel HerMES; Herschel ATLAS; Herschel PACS; SPICA SAFARI; WINGS; SDSS-III; BigBOSS; CIBO; VISTA VHS.

Introducción

El grupo desarrolla varios proyectos extragalácticos en diferentes rangos del espectro electromagnético utilizando satélites espaciales y telescopios en tierra para estudiar la evolución cosmológica de las galaxias y el origen de la actividad nuclear en galaxias activas. Participa también en varios estudios de fuentes explosivas de rayos gamma (GRBs).

Los proyectos principales son: a) “The Spitzer Wide-Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)”, uno de los mayores proyectos llevados a cabo con el telescopio espacial infrarrojo Spitzer de NASA. b) Estudios de gran campo y profundos con el Observatorio Espacial Herschel utilizando tiempo garantizado de los consorcios SPIRE y PACS y un “Key Project” en tiempo abierto, el proyecto Herschel-ATLAS. c) Estudios de galaxias cercanas con el Observatorio Espacial Herschel utilizando tiempo garantizado del Consorcio SPIRE. d) Observaciones espectroscópicas con el Observatorio Espacial Herschel de muestras de galaxias muy brillantes en el infrarrojo lejano. e) El Proyecto SERVS (the Spitzer Extragalactic Representative Volume Survey), uno de los grandes proyectos del tipo “Exploratory Science” de Spitzer. f) Observaciones de seguimiento espectroscópico con el telescopio GTC y otros grandes telescopios de galaxias distantes seleccionadas en el infrarrojo y en ondas mm/submm. g) Participación en el desarrollo de instrumentación para el Observatorio Espacial Herschel de la Agencia Espacial Europea (ESA) y para el telescopio espacial infrarrojo japonés SPICA, seleccionado como una de las posibles misiones de tamaño medio del programa Cosmic Vision de ESA. h) VISTA Hemisphere Survey (VHS). i) Sloan Digital Sky Survey III. j) BigBOSS.

Hitos

El Observatorio Espacial Herschel de la Agencia Espacial Europea (ESA) ha facilitado en su primer año de funcionamiento un avance espectacular en

nuestro conocimiento del Universo en uno de los rangos menos estudiados, el del infrarrojo lejano y ondas submilimétricas. Este grupo de investigación ha contribuido a los numerosos descubrimientos de varios proyectos clave que se están desarrollando con Herschel (HerMES, PEP, Herschel-ATLAS y los proyectos sobre galaxias cercanas del Consorcio SPIRE) y lidera varios proyectos de seguimiento de galaxias Herschel con el telescopio GTC y otros grandes telescopios como el radiotelescopio de 30 m del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM) en Sierra Nevada.

Evolución del Proyecto

Las actividades principales del Proyecto durante este año han sido el análisis de los primeros resultados de las observaciones de varios "Key Projects" llevadas a cabo durante la fase de "Demostración Científica" del Observatorio Espacial Herschel y el comienzo de las observaciones de seguimiento de galaxias infrarrojas Herschel con el telescopio GTC y otros telescopios (IRAM 30 m, WHT, TNG, INT, entre otros).

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACIÓN ESTELAR GEFE (310192)

C. Muñoz-Tuñón.

J. Sánchez Almeida, J. Méndez Abreu, A.M. Varela Pérez, J.M. Rodríguez Espinosa, N. Caon, J.A. López Aguerri, P. Lagos Lizana, I. Drozdovsky, A.B. Morales Luis y O. González Martín.

R. Amorín Barbieri (IAA, Granada); L.M. Cairós (Postdam, Alemania); G. Tenorio Tagle, S. Silich, D. Rosa (INAOE, México); J. Palous, R. Wunsch (Academia de Ciencias-Rep. Checa); P. Planesas (OAN, Madrid); E. Simmoneau (IAP, Francia); M. Huertas Company (EPIC, Francia); C. Ramos Almeida (Univ. de Sheffield, Reino Unido); N. Levenson (Gemini S., Chile); B. Elmegreen, D. Elmegreen (IBM-NY, EEUU); equipo ESTALLIDOS (<http://www.iac.es./prohect/GEFE/estallidos/>).

Introducción

El Proyecto interno GEFE se encuentra totalmente 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- (2001 - 2010). En el año 2010 se concedió nuevamente financiación para una cuarta edición de ESTALLIDOS, a desarrollarse desde el 2011 hasta 2013. ESTALLIDOS-3 tiene una prórroga presupuestaria durante todo el año 2011 y por esa razón y a efectos de simplificar la metodología de trabajo, seguimos refiriéndonos al proyecto ESTALLIDOS-3 (AYA2007-67965-C03-01) tanto en el informe anual de este año como en la planificación para el año 2011.

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar, o starbursts o estallidos, y su impacto en galaxias. Se trata de definir el alcance de estos eventos y encontrar los parámetros que llevan a la realimentación, o feedback, y así a la formación de futuras generaciones de estrellas. Para ello ha sido seleccionada una muestra de starbursts que cubre un amplio rango, desde los nucleares en galaxias espirales grandes cercanas a los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en espirales y galaxias irregulares y los que suceden en galaxias que además tienen un núcleo activo. Se han diferenciado objetos aislados y que por tanto constituyen un ecosistema de aquellos que se encuentran en entornos más densos, galaxias en cúmulos o en grupos, que ciertamente pueden ser determinantes en la formación y evolución de los cúmulos de estrellas masivas (starbursts). Cada uno de los apartados que se plantean tiene su muestra de objetos característicos. Se ha definido también una muestra común que comprende ejemplos típicos de cada clase y que será estudiada por todo el equipo con observaciones multifrecuencia. Se harán observaciones en rayos X, UV, visible, IR medio y lejano y radio usando tanto telescopios en tierra como satélites. Proponemos además ampliar la muestra

de objetos sustancialmente para realizar, además de los estudios detallados en las muestras propias, un uso masivo de bases de datos que nos permitirán alcanzar resultados muy robustos estadísticamente.

Hitos

La base de datos de Sloan es una fuente de información extensísima que está sirviendo de base de numerosos trabajos en Astronomía. Se ha implementado el algoritmo K-means para la clasificación automática de espectros de Sloan. Con estos nuevos desarrollos se ha llegado a un resultado, a nuestro juicio, muy importante; es posible agrupar todos los espectros de las galaxias de Sloan en un número reducido de clases. El algoritmo funciona de modo autónomo y garantiza que galaxias de espectro parecido caigan en una misma clase. La importancia de este resultado no es únicamente lo reducido del número de clases sino que es posible definir un espectro clase patrón- con altísima señal ruido, que puede ser usado para análisis muy variados- en particular para búsqueda de galaxias a alto desplazamiento al rojo. También este algoritmo de clases espectroscópicas acaba agrupando las galaxias por colores, incluyendo en cajas bien definidas a las galaxias de la secuencia roja, o azul o aquellas otras que se denominan “del valle verde”. Algunas clases incluyen galaxias con emisión característica de galaxias activas, y otras muestran un patrón característico de galaxias con formación estelar. El resultado es robusto y, sorprendentemente agrupa galaxias por la “forma del espectro” y acaba teniendo correspondencia con otras clasificaciones más clásicas. k-means es un método poderoso y nuevo para el análisis de grandes bases de datos como la de Sloan. (Ver más en *Astrophysical Journal*, 714, 487- 2010).

Otro trabajo de relevancia es nuestro estudio teórico que da las condiciones (masa y tamaño) que debe tener una galaxia para evolucionar formando estrellas de modo

muy eficiente. Podría aplicarse al caso de las galaxias scuba, detectadas en longitudes de onda milimétricas, y que parecen estar formando estrellas a un ritmo de 1.000 masas solares/año. Esta tasa tan elevada de formación de estrellas, si sucede en un volumen compacto, podría mantenerse gracias a la interacción de los vientos de las estrellas masivas (gracias a la alta densidad). Solo así lo que en nuestros modelos se denomina retroalimentación positiva de la formación estelar, puede entenderse la formación rápida en unos pocos millones de años, de sistemas estelares con la masa de una galaxia de cerca de diez mil millones de masas solares. (Ver más en *Astrophysical Journal*, 711, 25- 2010).

Se han estudiado galaxias que son casos particulares en la relación color-masa; son de tipo morfológico temprano pero azules. Se ha encontrado que su presencia (fracción de ellas) varia con el desplazamiento al rojo (la distancia). Hay un 10% a $z=0$ y hasta un 30% a $z=1$. Usando la masa como trazador, se ha visto que tienen diferentes mecanismos evolutivos. Así las galaxias tempranas azules de mayor masa podrían ser el resultado de la fusión de galaxias ricas en gas. Sin embargo las menos masivas podrían ser galaxias que están en el proceso de formación de un disco, se trataría de las progenitoras de los discos que se observan en el Universo local. (Ver más en *Astronomy & Astrophysics*, 515, 3-2010).

Evolución del Proyecto

Se amplió el espacio de parámetros y predicciones de los modelos teóricos para casos de retroalimentación positiva de la formación estelar en cúmulos estelares masivos. Se están incluyendo detalles sobre la evolución hidrodinámica del material frío que se vuelve a reinsertar en el volumen del cúmulo estelar. También se analizó el efecto de las explosiones de supernova en el proceso de arranque de los metales del sistema.

Se han analizado y revisado observaciones de galaxias con OSIRIS, el telescopio GTC y sus TFs. El objetivo de estas observaciones es valorar la utilidad de OSIRIS para observar líneas de emisión en todo el campo de OSIRIS (no únicamente el campo monocromático). Se quiere establecer la precisión fotométrica. Se están encontrando problemas importantes en el desarrollo del Proyecto. El grupo no está convencido de que la calibración nominal del instrumento sea suficiente. Se quiere seguir estudiándolo para, en su caso, hacer sugerencias al telescopio GTC que aseguren que OSIRIS disponga de una calibración en longitud de onda en todo el campo de modo que sea posible el análisis preciso de las líneas de emisión.

Se organizó- en el marco del Proyecto Consolider, una jornada de análisis y discusión de las herramientas de reducción y tratamiento de datos de OSIRIS (mayo de 2010, en La Laguna). El equipo, además de participar activamente en la organización, hizo tres presentaciones.

Se están identificando objetos emisores en Ly α para contrastar los diferentes técnicas de búsquedas de candidatos. Algunos ya observados con el telescopio VLT resultan ser clásicas galaxias Ly α , otros, en cambio, podrían ser galaxias tardías con formación estelar.

Se ha implementado un método de búsqueda de objetos lejanos con formación estelar usando OSIRIS y el telescopio GTC. Se han identificado candidatos usando los filtros sintonizables de OSIRIS (siempre en el campo monocromático). Algunos de ellos han resultado ser emisores Ly α tras contrastarlos con la espectroscopía de rendija larga. Este Proyecto estaba diseñado para el uso del modo MOS, que no estará disponible hasta el próximo año.

Se sigue explorando la base de datos de SLOAN con múltiples propósitos: búsqueda

de clases espectroscópicas, búsqueda de clases de galaxias, por ejemplo las extremadamente poco metálicas (XMD) o las galaxias denominadas "green peas". En el caso de las XMD, se está completando su caracterización con espectroscopía de rendija con el telescopio WHT. Con ella se obtendrá la medida directa de la metalicidad que podremos comparar con los resultados de las medidas indirectas a partir del cociente NII/H α .

También se buscan patrones morfológicos correspondientes a las clases identificadas en Sloan, así por ejemplo se ha encontrado una relación clase espectroscópica, clase morfológica. También se ha descubierto que las galaxias XMD son galaxias compactas azules en su mayoría y que además tienen un patrón de estructura cometario.

Se sigue haciendo uso de las nuevas técnicas disponibles (IFUS) en telescopios como el 3.5 m de Calar Alto, Gemini y VLT para analizar el detalle de la formación estelar de las galaxias starbursts en 2D. Preocupa el proceso de mezcla de los metales en el ISM y la relación entre los parámetros del gas ionizado y la galaxia. El estudio se ha llevado a cabo en galaxias diversas, algunas de ellas a alto z y muy poco metálicas. La muestra para estos estudios incluye también algunos objetos más próximos de baja metalicidad.

Se participó activamente (también en la organización) del "8th Workshop ESTALLIDOS de formación estelar en galaxias: Challenges for the new Decade", (http://www.iaa.es/Estallidos_8/) celebrado en Salobreña del 8 al 10 de marzo de 2010. El grupo en el IAC presentó 15 contribuciones, cuatro de ellas charlas de revisión.

Asimismo, también se participó activamente del "Tercer Encuentro Consolider", celebrado en SOS del Rey Católico en el mes de noviembre de 2010. Se presentaron más de 20 contribuciones.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (310394)

A. Aparicio Juan.

S.L. Hidalgo Rodríguez, P.I. Meschin, A. Rosenberg González, R. Carrera Jiménez, A. del Pino Molina, M. Monelli, C. Gallart Gallart, A. Milone y A. Marín Franch.

E. Bernard (Edimburgo, Reino Unido); L. Carigi (UNAM, México); S. Cassisi (Teramo, Italia); E. Costa, R. Méndez (Univ. de Chile); P. Demarque, R. Zinn (Univ. de Yale, EEUU); K. Exter, I. Saviane (ESO, Chile); E. Hardy (NRAO); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); E. Pancino (Bologna, Italia); G. Piotto (Padua, Italia); A. Recio Blanco (Niza, Francia); A. Sarajedini (Univ. de Florida, EEUU); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU); P. Stetson (Victoria, Canadá); N. Tikhonov (SAO, Rusia); M. Zoccali (PUC, Chile).

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 espectroscopia. La investigación del grupo se centra en los objetos más próximos, incluyendo a la propia Vía Láctea y a las Nubes de Magallanes. Parece razonable suponer que son una buena representación de al menos todas las galaxias de su tipo, y pueden considerarse como una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan.

El Proyecto puede dividirse en cinco líneas principales:

MEMORIA
2010 IAC

58 *Galaxias enanas: poblaciones estelares y estructura primordial*

Las galaxias enanas surgen de forma natural como los primeros objetos en formarse según el modelo estándar de universo dominado por materia oscura fría y parámetro cosmológico (Λ -CDM). Como consecuencia de la condición para la pérdida de gas y enfriamiento existiría un sesgo en la formación de galaxias: las enanas

se originarían de los picos de densidad de 1σ y trazarían la distribución real de masa del Universo primigenio. El estudio de sus propiedades tanto integradas como a través de sus estrellas resueltas, aportaría una información valiosa no sólo de la forma en la que surgen y evolucionan las galaxias, sino también de las condiciones iniciales del universo en las que se formaron.

El objetivo de esta línea es la caracterización de la estructura espacio-temporal de las galaxias enanas. Un objetivo fundamental es la determinación de historias de la formación estelar (HFE) detalladas y extendidas a toda la historia evolutiva de la galaxia. En este contexto, se están analizando una serie de diagramas color-magnitud (DCM) muy profundos obtenidos con la cámara ACS en el HST para cinco galaxias enanas aisladas del Grupo Local (Proyecto LCID; P. ID: 10505, IP Gallart: 97 órbitas). Otro, es el estudio de los registros fósiles de su formación inicial, tales como estructuras extendidas constituidas por una población estelar vieja, la distribución de velocidades de sus estrellas individuales, o los gradientes de sus poblaciones estelares. Finalmente, con la entrada de funcionamiento del telescopio GTC, se planea iniciar la obtención de metalicidades espectroscópicas de estrellas RGB, que trazan poblaciones de todas las edades en estas galaxias.

M33: poblaciones estelares y estructura de una galaxia espiral

Las galaxias espirales son mucho más complejas que las enanas y, según el modelo estándar de Λ -CDM, se habrían formado por la sucesiva incorporación ("merging") de enanas a una protogalaxia inicialmente pequeña. Presentan estructuras cinemáticamente diferenciadas y formadas en diferentes estadios evolutivos como disco y halo. La caracterización detallada de las propiedades de ambas es fundamental para la comprensión de la formación y evolución de las galaxias espirales.

En el Grupo Local sólo hay tres galaxias espirales: la Vía Láctea, M31 y M33. Ésta última presenta unas condiciones muy

favorables para su estudio en detalle, que es el objetivo de esta línea. El ángulo entre su plano de simetría y el del cielo es pequeño, por lo que está prácticamente “de cara”. Esto facilita su observación porque el enrojecimiento diferencial, la distancia diferencial y la mezcla de subestructuras en una misma imagen son limitados. Por otra parte, está lo suficientemente cerca como para poder observar sus estrellas resueltas con detalle y lo suficientemente lejos como para que la observación de amplias muestras de estrellas sea posible.

El objetivo es el estudio de la distribución espacial de sus poblaciones estelares en el disco y el halo, incluyendo la relación edad-metalicidad y llegando hasta las regiones más externas de la galaxia. Para ello nos basaremos en diagramas color-magnitud para obtener historias de formación estelar; la distribución de variables RR-Lyr para la distribución de la población estelar más vieja, y medidas espectroscópicas del triplete del calcio de estrellas resueltas para obtener la relación edad-metalicidad.

Formación y evolución de las Nubes de Magallanes

Entre el sistema de galaxias satélites de la Vía Láctea, hay dos tipos bien diferenciados de objetos representantes de sendos grandes tipos de galaxias en el Universo Local: las galaxias enanas esferoidales, caracterizadas por su bajo o nulo contenido en gas y la falta de formación estelar en el momento presente (a pesar de lo extendida de la historia de la formación estelar en algunas de ellas), y las Nubes de Magallanes, que son galaxias irregulares con un alto contenido en gas y una formación estelar actual activa.

Esta actividad de formación estelar y el alto contenido en gas, unido a su gran proximidad, hace de las Nubes de Magallanes un laboratorio astrofísico especialmente interesante. Además, su rico sistema de cúmulos globulares de todas las edades constituye el sistema de cúmulos extragaláctico más cercano y es además

clave para comprobar la teoría de evolución estelar de estrellas de edad intermedia y joven, y relativamente pobres en metales, que no existen en la Vía Láctea. Además, la Vía Láctea, la Gran Nube de Magallanes (LMC) y la Nube Pequeña de Magallanes (SMC) constituyen un sistema de galaxias en interacción que puede aportar información muy detallada sobre los efectos de las interacciones y fusiones en la historia de la formación estelar de las galaxias.

En esta línea se usan las Nubes de Magallanes como laboratorios para el estudio de diferentes aspectos de la formación y evolución de galaxias. En particular, actualmente el grupo se ha concentrado en la determinación de historias de la formación estelar en función del radio galactocéntrico, a partir de DCM muy profundos, y en la determinación de su historia de enriquecimiento químico a partir de observaciones espectroscópicas usando el triplete del calcio.

Formación de la Vía Láctea: cúmulos globulares y estructura del halo

El hecho de que los cúmulos globulares (CG) sean los objetos más viejos del Universo hace de ellos verdaderos fósiles que contienen información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea y, por extensión, de otras grandes galaxias. En este contexto, se ha establecido un grupo internacional (liderado por A. Sarajedini, Univ. de Florida) en el que participan miembros del grupo (A. Aparicio, A. Marín Franch y A. Rosenberg). Se está llevando a cabo un ambicioso programa de investigación que está permitiendo la determinación por primera vez, o con un grado de precisión sin precedentes, las propiedades de una muestra de 66 CG. Se ha dispuesto para ello de un total de 134 órbitas con la ACS del HST. Las propiedades que se pretende determinar se refieren a las edades relativas y absolutas, función de masas estelares, binariedad, dinámica y cinemática interna de los cúmulos y potencial de la Vía Láctea. El grupo en el IAC se centra en la determinación de edades relativas y absolutas, función de masas y binariedad.

La escala de edades absolutas está siempre afectada de un error de cero dependiente de la calibración y la elección de parámetros internos de los modelos de evolución estelar. Esto hace que sea interesante recurrir a las edades relativas, que proporcionan una medida precisa de la dispersión de edades de los CG en función de metalicidad, posición y otros parámetros. La dispersión de edades da información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea que, a su vez, está estrechamente relacionado con las condiciones iniciales del Universo que dieron lugar a la formación de estructuras. La determinación de las edades requiere de la correcta localización del “turn-off” en el DCM de cada CG, para lo que resulta imprescindible disponer de una muestra homogénea. (Rosenberg et al. 1999, *Astronomical Journal* 118, 2306) dedicaron el mayor esfuerzo en este campo, presentando un catálogo homogéneo de 52 CG cercanos observados desde tierra. Este trabajo dio al grupo del IAC-Padua el liderazgo en este tema, extendido recientemente con una nueva publicación (De Angelis et al 2005) en la que se aumenta la muestra, especialmente en el rango de alta metalicidad y las medidas (procedentes de observaciones “snap-shot” con la WFPC2 del HST) se extienden a 55 cúmulos. Los trabajos del grupo han mostrado que la Vía Láctea, al menos es su parte central e intermedia, se formó mediante un proceso rápido similar al que se observaría en un colapso monolítico (una sola edad, Eggen et al. 1962), y en contra de lo que resultaría de un proceso de “acreción” generalizada (amplio rango de edades, Searle & Zinn 1978). Sin embargo, queda aún mucho trabajo por hacer, en particular por lo que se refiere a las propiedades de los distintos grupos de metalicidad y de los cúmulos del halo más externo (ej. Zinn 1996; Bellazzini et al. 2003).

Diagrama color-magnitud sintético y síntesis de poblaciones

Una herramienta fundamental en el estudio de las poblaciones estelares en galaxias la constituyen los diferentes algoritmos de cálculo de poblaciones sintéticas. En

particular, el DCM sintético es la herramienta más poderosa para el análisis de las galaxias más cercanas, donde las estrellas individuales son resolubles. En este caso, el DCM, constituye un auténtico registro fósil de la historia de la formación estelar de la galaxia. Para galaxias más lejanas, en las que las estrellas no son ya resolubles, sólo se puede obtener información de la luz integrada, que puede analizarse mediante fotometría o espectroscopia.

Se han desarrollado una serie de herramientas de cálculo de poblaciones sintéticas, básicamente constituida por dos elementos: cálculo de diagramas color-magnitud sintéticos para cualquier batería de parámetros de entrada (IAC-star), y resolución de la historia de la formación estelar mediante diagramas color-magnitud, basada en un algoritmo genético (IAC-pop). Un tercer elemento, es una librería de síntesis de poblaciones estelares para fluctuaciones de brillo superficial. Para poblaciones no resueltas, esta última constituye una alternativa muy interesante a la síntesis de poblaciones fotométrica habitual porque rompe parcialmente la degeneración edad-metalicidad.

Hitos

Se ha analizado la historia de formación estelar de la galaxia enana LGS-3. Se ha encontrado que la mayor parte de la formación estelar ocurrió después de la época de reionización. (S.L. Hidalgo).

Se ha analizado la historia de formación estelar en función del radio galactocéntrico de las galaxias enanas LGS-3, Cetus y Tucana. (S.L. Hidalgo).

Se ha demostrado la mayor parte de la formación estelar en la galaxia esferoidal Cetus ocurrió después de la época de la reionización. (M. Monelli & LCID).

Se ha publicado la historia de formación estelar de la galaxia Tucana, presentando una detallada comparación con las propiedades de Cetus. (M. Monelli & LCID).

Se ha realizado por primera vez el análisis del “RGB bump” en una muestra de las galaxias externas al sistema de la Vía Láctea, presentando un nuevo método para comparar datos y teoría. (M. Monelli & LCID).

Se ha publicado el análisis de 259 estrellas variables en la galaxia IC1613, 246 de las cuales son nuevos descubrimientos. (Bernard & LCID).

Se desarrollo de un nuevo método para determinar la edad absoluta de los cúmulos globulares. (Bono, M. Monelli).

Se ha presentado el mayor database de datos fotométricos de la galaxia enana Carina. (Bono, M. Monelli).

Se ha estudiado el “RGB bump” en una muestra de cúmulos globulares galácticos, presentando las discrepancias entre teoría y observaciones. (A. Aparicio, M. Monelli, S. Cassisi).

Se presentado fotometría de gran campo del cúmulo M92, aportando una estimación de su edad absoluta. (M. Monelli).

Se presentado los gradientes de población de la galaxia IC10, y se ha descubierto que el tamaño de esta galaxia estaba subestimado de un factor 3. (M. Monelli).

Se ha participado en la obtención de abundancias de cinco cúmulos abiertos Galácticos. Para tres de ellos, Collinder 110, M67 y NGC2420, este es el primer trabajo en el que se determina su composición química. (R. Carrera).

Se ha participado en el estudio de la presencia de bimodalidades en la intensidad de las bandas moleculares de CH y CN para una muestra de cúmulos globulares Galácticos. Las bimodalidades encontradas para la mayoría de los objetos estudiados no están relacionadas con parámetros orbitales, masa total actual o edad del cúmulo, sugiriendo un escenario de auto enriquecimiento como origen de estas bimodalidades. (R. Carrera).

Evolución del Proyecto

Se ha obtenido la historia de formación estelar de la galaxia enana LGS-3. Los resultados muestran un episodio principal de formación estelar hace 11.7 Gyr con una duración de 1.4 Gyr que formó aproximadamente el 90% de las estrellas de la galaxia. El 10% de las estrellas se han estado formando hasta el presente a un tasa casi constante aunque mucho más baja que la del episodio de formación estelar inicial. La mayoría de la formación estelar de LGS-3 se produjo después de la época de reionización (asumida completa a $z \sim 6$).

Se ha analizado la historia de formación estelar en función del radio galactocéntrico de las galaxias enanas LGS-3, Cetus y Tucana. Los resultados muestran una correlación entre el tipo morfológico y la formación estelar en función del radio. Este resultado podría explicarse mediante un mecanismo diferente para la pérdida de gas (a través de la formación estelar o mediante interacciones con galaxias más masivas), lo que daría lugar a los diferentes tipos morfológicos de las galaxias enanas.

Se han mejorado los códigos que nuestro grupo usa para la obtención de la historia de formación estelar (IAC-star/IAC-pop/Minniac) introduciendo una mejor simulación de errores observacionales, estimado con mayor precisión el impacto que éstos tienen en el resultado final e implementando nuevas librerías de correcciones bolométricas.

Se ha publicado la historia de formación estelar de la galaxia enana Cetus. También esta galaxia empezó a formar estrellas en épocas remotas (hace 13 Gyr), pero la mayoría de la formación estelar ocurrió después del fin de la re-ionización. Se ha discutido con detalle la estrategia de reducción de datos adoptada para todo el Proyecto LCID.

Se ha publicado la historia de formación estelar de la galaxia Tucana. Esta galaxia experimentó un brote inicial muy intenso, con el pico hace ~ 13 Gyr. Se ha demostrado

que este episodio no ha sido afectado de forma determinante por la reionización. El análisis muestra que en Tucana coexisten dos poblaciones estelar viejas (<10 Gyr), con edad y contenido químico diferente.

Se ha publicado el análisis del “RGB bump” de las galaxias del Proyecto LCID. Por primera vez, se ha realizado este tipo de estudio en galaxias externas al sistema de la Vía Láctea. Se ha desarrollado un nuevo método para la comparación de datos y teoría, basado en información procedente de la historia de formación estelar.

Se ha participado en las reuniones científicas de GAIA, focalizando el interés del grupo hacia el análisis de las poblaciones estelares presentes en el disco y halo de la Vía Láctea.

Se ha participado en varios congresos relacionados con galaxias, poblaciones estelares, cúmulos globulares y evolución química del Medio Interestelar.

ESPECTROSCOPIA BIDIMENSIONAL CON FIBRAS ÓPTICAS DE GALAXIAS ACTIVAS (310494)

E. Mediavilla Gradolph.

B. García Lorenzo, J.A. Acosta Pulido y L. López Martín.

Introducción

El primer objetivo de este Proyecto es el estudio de la cinemática y de las condiciones físicas que afectan al gas y a las estrellas en las regiones centrales de galaxias. La muestra de galaxias se ha ido extendiendo progresivamente. En la actualidad incluye objetos muy activos (QSOs, Seyferts), de actividad intermedia y baja (LINERS, starburst), y objetos no conceptuados habitualmente como activos (galaxias de tipo temprano y bulbos de espirales). También se están estudiando las propiedades de las galaxias infrarrojas ultraluminosas y de las galaxias compactas azules (BCD).

Estos estudios se fundamentan en el uso de una nueva técnica experimental basada en

la utilización de fibras ópticas, que permite obtener espectros distribuidos en 2D. Para el desarrollo de esta técnica se han construido varios instrumentos que operan en los telescopios del ORM (HEXAFLEX, 2D-FIS, HEXAFLEX-II e INTEGRAL) y se sigue participando en el diseño de nuevos instrumentos, como HARMONI para el telescopio E-ELT o EDIFISE (telescopio WHT).

Hitos

El comité científico y técnico de ESO ha designado a HARMONI como uno de los dos instrumentos de primera luz del que será el mayor telescopio del mundo, el E-ELT. Este es un gran éxito del IAC y de los que han trabajado como científicos o ingenieros en el desarrollo de la espectroscopía 3D en esta institución.

Evolución del Proyecto

A través de este Proyecto y del Área de Instrumentación, el IAC ha tenido un protagonismo muy relevante en el desarrollo de la espectroscopía 3D y de sus aplicaciones científicas construyendo instrumentos pioneros como HEXAFLEX o INTEGRAL.

Este año se ha concluido con éxito la fase A de HARMONI, el espectrógrafo 3D para el telescopio E-ELT, el que será el mayor telescopio del mundo. El IAC ha participado en esta fase como miembro de un consorcio internacional formado por instituciones con gran tradición en la espectroscopía 3D. A principios de año tuvo lugar en Garching, Alemania la revisión de fase A de HARMONI, a la que el IAC contribuyó con los diseños y la documentación correspondientes a las interfases óptica y electrónica, que incluían, entre otros, los desarrollos del derrotador óptico y del intercambiador de escalas. La revisión tuvo lugar satisfactoriamente y el diseño de fase A de HARMONI fue incorporado junto a los de otros 8 instrumentos a la competición para elegir los 2 instrumentos de primera luz para el telescopio E-ELT. Las características básicas de HARMONI y sus aplicaciones

científicas han sido descritas en dos trabajos presentados al SPIE. Finalmente, el comité científico y técnico de la ESO (STC) tomó la decisión de recomendar a HARMONI como uno de los dos instrumentos de primera luz del telescopio E-ELT. Este gran resultado culmina la actividad del IAC en la espectroscopía 3D en los últimos 20 años.

Dentro de la colaboración que se mantiene con la Universidad de Granada para el estudio de la cinemática de galaxias a partir de espectroscopía 3D, se han publicado los resultados sobre la galaxia NGC4285. En este sistema se ha detectado gas neutro a partir de la línea de absorción interestelar NaD. Esta línea de absorción ha permitido trazar la distribución de gas neutro y estudiar su cinemática. Las observaciones muestran que hay una banda de gas neutro paralelo al eje mayor cinemático de la galaxia que coincide parcialmente con una región de gas ionizado por choques. Las observaciones son compatibles con el modelo de la hiperburbuja bipolar de Sofue y Vogler.

También se mantienen activas las colaboraciones con la UB (espectroscopía integral de objetos Herbig-Haro, que ha dado lugar a una publicación (2010, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 406, 181), con el Observatorio Astronómico de Córdoba (espectroscopía integral de quásares) y con el AIP (espectroscopía integral de BCDs).

MORFOLOGÍA Y DINÁMICA DE LA VÍA LÁCTEA (310594)

F. Garzón López.

T.J. Mahoney, A.L. Cabrera Lavers y P. Compère.

P.L. Hammersley (ESO, Alemania); C. González (U. Alicante); B. Vicente (IAA).

Introducción

El Proyecto se estructura en dos partes, diferenciadas pero complementarias: morfología y dinámica. El estudio detallado de la morfología de la Vía Láctea se enmarca dentro de la investigación en Astrofísica

observacional y destinada a proveer una base de datos de distribución estelar en las regiones más alejadas y extintas de nuestra Galaxia, con el fin de avanzar en el conocimiento de la estructura estelar a gran escala de la Vía Láctea, mediante el desarrollo de modelos semiempíricos a partir de la información contenida en dichos catálogos. Por otra parte, los análisis dinámicos pretenden hacernos entender el origen de esos rasgos que observamos.

Los catálogos profundos y extensos de cielo son una herramienta fundamental de partida para una amplia variedad de investigaciones posteriores. El grupo ha utilizado la combinación de datos propios, más profundos, con los catálogos públicos (DENIS, 2MASS, UKIDSS/GPS en infrarrojo cercano o SDSS en visible), que ofrecen una mayor cobertura espacial a los estudios. Se cuenta con información detallada de la distribución estelar de las poblaciones dominantes en una amplia zona de cielo, que contiene las líneas de visión de más interés por abarcar diferentes componentes estructurales: bulbo triaxial, barra larga, disco, brazos espirales, etc.

Actualmente el trabajo observacional se centra en el estudio espectrofotométrico detallado de grupos de objetos seleccionados que permitirá avanzar en el estudio del contenido estelar específico de la Galaxia. Se pretende, además, añadir información cinemática a nuestras bases de datos para introducirnos en el estudio de la dinámica a gran escala de la Galaxia. Este trabajo es de gran importancia en sí mismo, y en lo que significa en cuanto a la preparación de parte del programa central de observaciones de EMIR (Proyecto GALEP), en el que se participa.

Además, se ha trabajado en la dinámica de estructuras morfológicas principales en galaxias disco, en general, y en la Vía Láctea en particular. El objetivo principal de esta línea de trabajo es investigar la formación, pervivencia y evolución de grandes estructuras, estelares en principio,

que se dan en el Universo local y que están asociadas gravitacionalmente. Se están estudiando las interacciones gravitacionales en sistemas barrados, tanto con barra simple como doble, o el efecto del acrecimiento del medio intergaláctico en el disco externo, líneas de investigación que se plantea continuar.

Finalmente, el grupo de investigación se ha integrado en el nodo español de GAIA con la idea de orientar parte del 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. Las limitaciones en las observaciones que impone el formato de la misión (en el Plano galáctico no se detectarán objetos en cantidad suficiente más allá de 3 Kpc del Sol) ha llevado a la comunidad europea GAIA a proponer grandes programas de observación en los telescopios de ESO. Se han presentado varias propuestas para "Large Survey Programs" destinadas a complementar los resultados de la misión, y el grupo participa en "The Gaia-ESO survey: Galactic Astrophysics via VISTA Imaging, Gaia Astrometry, and Eso Spectroscopy", cuya carta de intenciones se envió a finales de 2010, fue aceptada, y se está preparando el proyecto final para su envío a ESO a mediados del próximo 2011.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha continuado su evolución durante 2010, si bien al ritmo lento que se va convirtiendo en habitual debido a las mismas circunstancias que en el pasado año. La primera, que ya se prolonga desde hace varios años, es la fuerte dedicación a proyectos relacionados con el telescopio GTC de los dos investigadores más veteranos del grupo: A. Cabrera es astrónomo de soporte de telescopio GTC y responsable del instrumento OSIRIS. Dado que hasta la fecha es el único instrumento disponible en el telescopio y que se ha entregado para su uso con un comisionado muy limitado de sus capacidades y modos de observación, ha exigido del responsable del mismo una dedicación muy alta para poder ofertar su uso a la comunidad. F.

Garzón es el IP de EMIR, el espectrógrafo infrarrojo multiobjeto del telescopio GTC, que exige una atención continuada y casi exclusiva para su desarrollo, muy lastrado por la falta de personal técnico. C. González presentó su tesis doctoral en abril de este año y se incorporó con posterioridad al grupo de Astrofísica de la Universidad de Alicante, bajo la dirección de I. Negueruela. M. López Corredoira estuvo ausente del IAC en 2010, aunque ha seguido a distancia con sus proyectos y producido algunas publicaciones.

Sin embargo, se ha avanzado en la consecución de los objetivos propuestos, que se describen a continuación.

Extinción: uno de los resultados de la tesis de C. González ha sido la determinación de la variación de la extinción con la longitud galáctica para la galaxia interna sobre el plano ecuatorial de la misma. A partir de ahí, se derivó el curso de las razones de extinción en NIR y demostrado su alta constancia en las regiones estudiadas, por un lado, y lo inadecuado de la descripción de las mismas que se maneja habitualmente. Estos resultados se han enviado para su publicación.

GALEP: el Proyecto se ha definido de forma más exacta, afinando sus objetivos y poniéndolos en línea con los de las misiones preparatorias de GAIA en las que se ha participado.

Barras: se ha definido un formalismo analítico para describir el problema de dos barras aisladas e implementado un código para resolver las ecuaciones de movimiento resultante. A partir de ahí, se ha seguido la evolución del sistema bajo diferentes condiciones iniciales.

Astrometría (Carte du Ciel): se han completado la publicación del catálogo astrométrico con movimientos propios, desarrollado en el curso de la tesis de B. Vicente.

VISTA Survey: participación en los primeros artículos sobre el cartografiado en infrarrojo

del Hemisferio Sur, complementario a UKIDSS del Hemisferio Norte.

Otras publicaciones: se han escrito otros artículos sobre Monoceros, la comparación de los sistemas fotométricos en los cartografiados 2MASS y SDSS y otras contribuciones menores.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (3I2404)

J.A. López Aguerri.

R. Barrena Delgado, C. Muñoz-Tuñón, J. Méndez Abreu, C. González García y S. Zarattini.

E.M. Corsini (Univ. de Padua, Italia); J.M. Vílchez, J. Iglesias (IAA); C. del Burgo (UNINOVA, Portugal); N. Napolitano (Obs. de Capodimonte, Italia); M. Girardi, S. Borgani (Univ. de Trieste, Italia); A. Biviano (Obs. de Trieste, Italia); V. Debattista (Univ. de Lancashire, Reino Unido); M. Moles (CEFCA, España); E. D'Onghia (Cfa, EEUU); E. Jiménez Bailon (UNAM, México); M. de Santos Ello (ESA, España); M. Arnaboldi (ESO, Alemania); O. Gerhard (MPIA, Alemania); R. Sánchez Janssen (ESO, Chile); W. Boschin (TNG, Italia).

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. Las galaxias pueden encontrarse aisladas, formando la llamada población de campo, o bien pueden formar parte de asociaciones de galaxias que van desde pequeños grupos hasta cúmulos y supercúmulos de galaxias muy masivos. 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 S0. Estas galaxias residen sobre todo en las partes centrales de los cúmulos donde la densidad de galaxias es mayor, formando una familia homogénea de objetos que siguen fuertes relaciones observacionales tales como el plano fundamental (Djorgovski et al. 1987, *Astrophysical Journal*, 313, 59) o la relación color-magnitud (Sandage & Visvanathan 1978, *Astrophysical Journal*, 225, 742). Por el contrario, las galaxias de tipo tardío son menos abundantes en los cúmulos, siendo dominantes en la población de campo, aún así, no están ausentes en los cúmulos, encontrándose principalmente en las regiones más externas de los mismos, donde la densidad de galaxias no es muy alta. Además, su número presenta una evolución con el desplazamiento al rojo siendo más abundantes en cúmulos a

alto desplazamiento al rojo (Dressler et al. 1997, *Astrophysical Journal*, 490, 557). 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, en este proceso, gran cantidad de estrellas pueden ser desligadas dando lugar a la luz difusa intracumular (De Lucia & Blaizot 2007, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 375, 2; Murante et al. 2007, *Monthly Notices 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).

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 Notices 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

66 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

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 que entorno domina cada uno de estos mecanismos y cual/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: i) distribución morfológica de las galaxias de los cúmulos; ii) función de luminosidad; iii) luz difusa (cantidad y distribución); iv) presencia de subestructura; v) propiedades de las galaxias enanas y brillantes; vi) propiedades del medio gas caliente intracumular. Todos estos observables pueden dar información sobre la relación entre entorno y evolución galáctica. Estas son las cantidades que se quieren medir en este Proyecto para muestras amplias de cúmulos de galaxias.

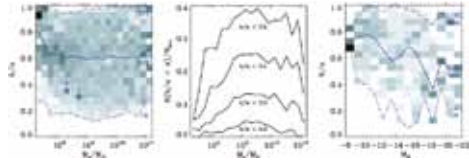
Este Proyecto es parte de uno de mayores dimensiones titulado “Estallidos de formación estelar”, el cual tiene financiación del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica durante el trienio 2010-2013. ESTALLIDOS es un Proyecto coordinado cuya coordinación esta al cargo de J.M. Vílchez, y que cuenta

con la participación de un amplio grupo de investigadores nacionales e internacionales. Dentro de España son 5 las instituciones que cuentan con investigadores dentro del grupo ESTALLIDOS: IAC, IAA, LAEFF, UAM y CIEMAT. Además recientemente se ha obtenido financiación por parte del Gobierno de Canarias para el Proyecto “Formación y evolución de grupos fósiles” en el trienio 2010-2013.

Hitos

Forma de las galaxias enanas: entorno vs procesos de retroalimentación

Se ha determinado la distribución de probabilidad de las razones axiales aparentes (b/a) de dos muestras que galaxias que contienen galaxias de la parte débil de la función de luminosidad galáctica. Esto ha permitido investigar el papel que juega la masa estelar en el grosor intrínseco de los discos de galaxias. La distribución de b/a resultó tener una forma de ‘U’. Además, se ha encontrado un límite de masa ($M_* \sim 2 \times 10^9 M_{\text{solar}}$) por debajo del cual galaxias menos masivas tienden a ser sistemáticamente más gruesas. Esta tendencia se mantiene hasta galaxias muy débiles ($M_B \sim -8$). Enanas en el volumen local que son esencialmente sistemas esferoidales (Ver Figura 1). Estos resultados son independientes del entorno. Por ello, la forma intrínseca de las galaxias es resultado de una compleja relación entre masa, momento angular específico y procesos de retroalimentación. Así, la creciente importancia de los movimientos turbulentos en galaxias de más baja masa produce la formación de sistemas más gruesos. Este resultado está de acuerdo con las últimas simulaciones hidrodinámicas de formación de galaxias enanas. Este resultado tiene como consecuencia la no formación de barras en las galaxias enanas.

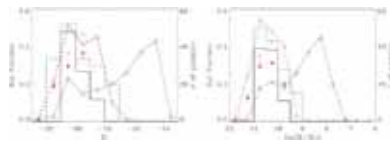


Panel Izquierdo: la escala de grises representa la distribución de probabilidad de las razones axiales aparentes en función de la masa estelar para una muestra de galaxias de SDSS. La escala de grises es tal que más oscuro (claro) representa mayor (menor) probabilidad por bin de masa. La línea sólida representa la mediana de la distribución. Las líneas a trazos representan los percentiles del 1% y 99%. La distribución de b/a muestra una característica forma de 'U', mostrando una tendencia a incrementarse las razones axiales de las galaxias menos y más masivas. Las estrellas indican el grosor de las galaxias enanas simuladas por Governato et al. (2010). Panel Medio: Cada curva muestra la fracción de galaxias, para cada bin de masa, que tienen un valor de b/a menor que el especificado. El pico de la distribución se presenta en la masa característica. Esta masa es la masa estelar mínima de galaxias con discos finos. Panel Derecho: igual que el panel izquierdo pero para una muestra de galaxias del volumen local que incluye galaxias hasta $M_B = -8$. Notar la falta de sistemas aplanados y poco luminosos.

¿Qué galaxias presentan barras y discos?: Un estudio en el cúmulo de Coma

Se ha realizado un estudio sobre la fracción de barras en las galaxias del cúmulo de Coma para una muestra de ~190 galaxias seleccionadas de la base de datos de SDSS-DR6 y observadas con el telescopio espacial Hubble y con la cámara ACS. La gran resolución de las imágenes tomadas con esta cámara permitió explorar la presencia de barras, detectadas mediante clasificación visual, en un amplio rango de 9 magnitudes ($-23_r < -14$). Esto permitió estudiar el régimen poco conocido de las galaxias enanas. Se encontró que las barras están presentes en galaxias con unos estrechos rangos de luminosidades ($-22 < M_r < -17$) y de masas ($10^9 < M_* < 10^{11}$). Este resultado se mantiene cuando se compara con una muestra de galaxias brillantes y masivas localizadas en

campo. Además, se encontró que la fracción de barras no varía significativamente con la localización de las galaxias en el cúmulo de Coma. Esto implica que el entorno juega un papel de segundo orden en la formación y evolución de las barras. La forma de la distribución de fracciones de barras como función de la luminosidad o masa es similar a la distribución de luminosidad de las galaxias con discos en Coma. Esto indica que las barras son buenos trazadores de los discos estelares fríos. La no presencia de barras en las galaxias enanas indica que estas no presentan tales discos fríos.



Fracción óptica de barras fuertes (línea negra sólida) y débiles + fuertes (línea azul a trazos) como función de la magnitud absoluta en la banda r (panel izquierdo) y la masa estelar (panel derecho). Los puntos rojos y círculos negros representan las fracciones de barras fuertes y fuertes+débiles de la muestra de Aguerri et al. (2009), respectivamente. El número de bins de magnitud y masa se representa con triángulos negros. La distribución de luminosidad de los discos sacada de Michard & Andreon (2008) se muestra con diamantes marrones, las magnitudes en la banda r fueron obtenidas de las de la banda B usando el color B-R de cada galaxia y calculando las diferencias R-r por la ecuación dada en Lupton. Las masas estelares se obtuvieron usando las recetas de Bell et al. (2003).

Evolución del Proyecto

Durante el año 2010 se han investigado varios aspectos referentes a la evolución de las galaxias en entornos de alta densidad. Las funciones de luminosidad de las galaxias de campo y las localizadas en cúmulos presentan importantes diferencias en sus extremos de luminosidad/masa. Son las galaxias muy masivas o las más enanas las que marcan la diferencia entre las poblaciones de galaxias en cúmulos y en campo. Por ello, durante el 2010 el estudio se ha centrado en este tipo de galaxias con

el fin de entender el origen y evolución de las galaxias en entornos de alta densidad. En particular, se ha estudiado la influencia del entorno en varios aspectos de las galaxias enanas, su forma intrínseca y la presencia de estructuras barradas. También se han investigado los mecanismos de crecimiento de las galaxias centrales de los cúmulos en los últimos 6 Gyr. Por último, se ha continuado el estudio de entornos de galaxias especiales tales como: los grupos y cúmulos fósiles y los cúmulos con emisión extensa en radio y rayos X. Estos sistemas representan casos extremos de la formación de estructuras en el Universo. A continuación, se presentan los resultados que se han obtenido durante el 2010 en estos diferentes aspectos.

Galaxias enanas: Nature vs Nurture

Las estructuras barradas son frecuentes en los discos de galaxias brillantes. Como se ha demostrado durante el año 2009, el entorno no juega un papel importante en la formación de barras en los discos de las galaxias brillantes (ver Aguerri et al. 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 495, 491). Sin embargo, poco se ha investigado sobre la formación de estructuras barradas en las galaxias enanas presentes en cúmulos de galaxias. Las simulaciones numéricas muestran que la presencia de barras en galaxias enanas puede ser un indicador de su origen. Así, aquellas galaxias enanas cuyos progenitores son galaxias brillantes que han sido semi-destruidas como consecuencia de interacciones gravitacionales con otras galaxias o con el potencial gravitatorio de los cúmulos, desarrollan fácilmente estructuras barradas (ver Mastropietro et al. 2005, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 364, 607; Aguerri & González-García 2009, *Astronomy & Astrophysics*, 494, 891). Esto hace pensar que si las galaxias enanas son formadas mediante este tipo de mecanismos sería habitual que presentaran estructuras tipo barras.

Los estudios sobre barras se habían restringido hasta ahora a galaxias espirales brillantes. Estas galaxias presentan barras que tienen una longitud suficiente como para

ser resueltas fácilmente con imágenes ópticas o infrarrojas tomadas desde telescopios terrestres. Sin embargo, si las galaxias enanas presentaran barras sus débiles brillos superficiales junto con su pequeño tamaño hacen que se necesiten imágenes de una gran resolución para que estas barras sean visibles. Para este propósito las imágenes del telescopio espacial Hubble (HST) son las más adecuadas. Además, las imágenes recientemente obtenidas y públicas del Coma cluster Treasury Survey representan una oportunidad para detectar estructuras barradas en galaxias enanas. Por ello, se planteó el estudio de la presencia de estructuras barradas en una muestra de galaxias en el cúmulo de Coma que cubren un amplio rango de luminosidades/masas. En concreto, este estudio cubre desde galaxias elípticas gigantes ($M_r \sim -23$) hasta galaxias enanas ($M_r \sim -14$). Las preguntas clave a contestar en este trabajo fueron: ¿Cuál es el rango de luminosidades o masas de las galaxias que presentan barras?, ¿Presentan barras las galaxias enanas?, ¿Hay alguna luminosidad/masa límite por debajo de la cual las galaxias no tienen barras?.

El cúmulo de Coma es uno de los cúmulos mejor estudiados en la literatura. Además de imágenes de alta resolución espacial del telescopio HST, el cúmulo de Coma está observado por el cartografiado Sloan (SDSS). Este cartografiado proporciona imágenes terrestres en 5 bandas fotométricas (*ugriz*) e información espectroscópica para las galaxias más brillantes ($m_r < 17.78$). La pertenencia de las galaxias al cúmulo de Coma se realizó a partir de su color *g-r* y siguiendo los criterios morfológicos sugeridos por Michard & Andreon (2008, *Astronomy & Astrophysics*, 490, 923). El catálogo final de galaxias pertenecientes al cúmulo resultó estar compuesto por 188 miembros con magnitudes en el intervalo $-23 < M_r < -14$. En estas galaxias se determinó de manera visual la presencia de estructuras barradas usando las imágenes de alta resolución espacial del archivo del telescopio HST.

El resultado de este estudio fue que las barras no están presentes en galaxias de cualquier

luminosidad/masa. Las barras se observan en galaxias que tienen un estrecho rango de luminosidades o masas. En concreto, las barras están presentes en galaxias cuya luminosidad está en el intervalo $-22 < M_r < -17$, o cuya masa esta en el rango $10^9 < M_* < 10^{11}$. Como se demostró, existe un límite inferior de luminosidad/masa por debajo del cual las galaxias no presentan barras. Este resultado tiene unas repercusiones importantes. En primer lugar indica que los discos de galaxias no son "scale-free". Es decir, la física que gobierna la formación y evolución de los discos galácticos depende de su masa. Si asumimos que las barras trazan discos finos. Entonces, la no presencia de barras en galaxias enanas más débiles que $M_r = -17$ indica que estas galaxias no tienen discos finos. Esta ausencia de discos finos en galaxias enanas puede ser debida a la propia naturaleza de estas galaxias o a procesos externos que han calentado sus discos. El cartografiado del HST en Coma no cubre todo el cúmulo, pero sí tiene campos situados en la parte central del mismo y otros en una región periférica. La fracción de galaxias barradas que se observaron fue la misma en ambas regiones del cúmulo. Además, la masa límite por debajo de la cual no había barras tampoco dependía del entorno. Luego en este trabajo se concluyó que la ausencia de barras en las galaxias enanas no es debida al entorno donde se encuentren. Por el contrario son procesos internos los que hacen que no presenten discos calientes. Los resultados de este estudio han salido publicados en Méndez-Abreu, Sánchez-Janssen & Aguerri (2010, *Astrophysical Journal Letters*, 711, L61).

$< cz < 6000$ km/s. Esto nos aseguraba que se tenía una muestra de galaxias completa en volumen hasta $M_i \sim -16.5$. La segunda muestra se extrajo del catálogo de galaxias cercanos de Karachentsev et al. (2004). Este catálogo presenta 445 galaxias más brillantes que $M_B = -8$ y que se encuentran a distancias más cercanos de 10 Mpc.

La distribución de probabilidad de las razones axiales de las galaxias de ambos catálogos muestra una característica forma de 'U'. Es decir, tanto las galaxias más brillantes como las galaxias enanas no presentan valores de b/a pequeños, característicos de los discos finos que se observan en galaxias espirales de luminosidad/masa intermedia. Es decir, estas galaxias son intrínsecamente más gruesas. Además, se obtuvo una masa límite ($M_* \sim 2 \times 10^9 M_{\text{solar}}$) por debajo de la cual las galaxias comienzan a ser intrínsecamente más gruesas. Esta masa coincide con la luminosidad límite encontrada en las galaxias del cúmulo de Coma por debajo de la cual no aparecían estructuras barradas. Además, haciendo un estudio del entorno de las galaxias de la muestra, se vio que la gran mayoría de las enanas gruesas se encontraban en entornos de baja densidad de galaxias. Por ello se concluyó que el entorno no jugaba un papel importante en la forma de las galaxias enanas. Sin embargo, estos resultados se pueden explicar debido a procesos internos de las galaxias. Así, movimientos turbulentos del gas dominarían sobre los movimientos ordenados en galaxias de baja masa y producirían un calentamiento de dichas estructuras, inhibiendo la formación de discos fríos (ver Kaufmann et al. 2007, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 382, 1187). Estos resultado fueron publicados en Sánchez-Janssen, Méndez-Abreu & Aguerri 2010, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 406, L65.

Estos dos trabajos que se realizaron durante el 2010 mostraron que las barras no son un buen trazador para determinar el origen de las galaxias enanas como habían sugerido las simulaciones numéricas. Además, la física de las galaxias enanas es muy

MEMORIA
2010 IAC

70

El siguiente trabajo que se realizó fue un estudio detallado de la forma intrínseca de las galaxias como función de su luminosidad/masa. Aquí se preguntó sobre cuales eran los mecanismos que producían la forma de las galaxias enanas. Para ello se ha calculado la distribución de probabilidad de las razones axiales (b/a) por bin de masa de dos muestras de galaxias. La primera muestra estaba formado por todas las galaxias de SDSS-DR7 con medidas de velocidades de recesión en el intervalo 2000

diferente a la de las galaxias más brillantes. Esta diferencia física hace que haya que usar otro tipo de trazadores para poder discernir cual es el origen de las galaxias enanas en cúmulos de galaxias.

Ensamblaje de la masa de las galaxias más brillantes de los cúmulos

En el otro extremo de la función de masas se encuentran las galaxias más brillantes y centrales de los cúmulos. Estas son las galaxias más masivas y luminosas del Universo. Su luminosidad es tal que en algunos casos pueden llegar a contener una fracción significativa de la masa luminosa total del cúmulo. Su singular ubicación en centro del potencial cumular hace que se hayan formado por fusiones mayores y menores de un gran número de galaxias circundantes. Así, la mayor parte de sus estrellas no se habrían formado "in situ", sino que habrían nacido en otros halos diferentes y habrían llegado a estas galaxias centrales como consecuencia de procesos violentos de fusiones. El ritmo de crecimiento de su masa está relacionado con el ritmo de fusiones, siendo éste uno de los parámetros importantes en los modelos de formación de estructuras. Además, este ritmo de formación está relacionado con otros parámetros globales de los cúmulos, los cuales son importantes para determinar como se ha ensamblado la masa en los cúmulos de galaxias. Durante el 2010 se ha estudiado la evolución de los parámetros estructurales de una muestra amplia de galaxias brillantes en cúmulos, la cual cubre los últimos 6 Gyr de la evolución de estos objetos.

Las muestras de galaxias consistieron en 69 galaxias procedentes del cartografiado WINGS, las cuales se encuentran situadas en el rango de desplazamiento al rojo $0.04 < z < 0.07$. Además, se seleccionó un conjunto de 20 galaxias observadas por el telescopio espacial HST situadas en $0.3 < z < 0.6$. Esta elección de desplazamiento al rojo hace que ambas muestras presenten en sus imágenes similar resolución espacial. Los halos de los cúmulos de ambas muestras tienen similares

luminosidades de rayos X. Esto garantiza, que debido a la conexión entre la luminosidad en X del halo del cúmulo y la masa de la galaxia central, las BCGs de ambas muestras deben tener masas similares. Se calcularon los parámetros estructurales de ambas muestras de galaxias para ver si presentaban una cierta variación. Esto se realizó de dos formas. La primera consistió en el ajuste de los perfiles radiales de brillo superficial de las galaxias. Estos ajustes se realizaron mediante 2 (Sersic+exponencial) o 1 (Sersic) componentes. Además, para salvar los problemas de parametrización que introducen los ajustes de componentes, se midió también el radio efectivo de las galaxias de una forma directa sobre las imágenes. Así, mediante el análisis de las curvas de luminosidad de las galaxias se determinó el radio que contenía en 50% de la luz total de estos objetos.

El resultado que se obtuvo fue que el tamaño de las galaxias centrales de los cúmulos era diferente en las dos muestras de galaxias. Así, las galaxias centrales situadas en cúmulos próximos presentaban radios efectivos mayores que las situadas en los cúmulos a desplazamiento al rojo intermedio. Por el contrario, la forma de los perfiles de brillo, trazada por el parámetro de Sersic, era similar en ambas muestras. Estas tendencias son independientes de la forma en la que se determinó los parámetros estructurales, es decir son modelo-independientes. Además, se encontraron correlaciones significativas entre algunos parámetros de las BCGs y propiedades globales de los cúmulos. Así, galaxias centrales más luminosas, grandes y localizadas más en el centro del cúmulo están presentes en cúmulos de galaxias más masivos y dominantes. Estas relaciones indican que el cúmulo ha jugado un papel importante en la formación de las galaxias centrales.

¿Qué procesos han producido esta evolución de los parámetros estructurales de las BCGs?. La variación del radio efectivo de las galaxias centrales se puede producir por procesos externos o procesos internos. Como procesos externos tenemos que destacar

las fusiones mayores y menores con otras galaxias del cúmulo. Esta continua acreción de masa hacia las galaxias centrales haría que crecieran en radio. Por ello, las galaxias situadas a $z \sim 0.5$ serían más pequeñas que las situadas en las proximidades. Sin embargo, estos procesos de fusiones también cambiarían el parámetro de forma de los perfiles de brillo superficial de estos objetos. El hecho de que no se observe un cambio en el parámetro de Sersic entre las galaxias situadas a un desplazamiento al rojo intermedio y las próximas, sugiere que son procesos internos los que han guiado la evolución de estas galaxias en los últimos 6 Gyr. En este trabajo se concluyó que eran los procesos de retroalimentación los principales mecanismos que habían producido la evolución de los parámetros estructurales de estas galaxias en los últimos 6 Gyr. En particular procesos de retroalimentación producidos durante una actividad tipo cuasar de estas galaxias o desplazamientos del centro de los agujeros negros supermasivos que estas galaxias alojan en sus partes centrales, podrían explicar la evolución de los parámetros estructurales. Estos resultados observacionales están en contradicción con los encontrados por simulaciones semi-analíticas sobre la formación de estructuras en el Universo. En estas simulaciones son las fusiones de galaxias los procesos que han hecho crecer a las galaxias centrales, estando estos procesos activos hasta el presente. Estos resultados fueron publicados en un artículo (Ascaso et al. 2011, *Astrophysical Journal*, 726, 69).

Casos extremos de la formación de estructuras: los grupos fósiles de galaxias y los bullet clusters

MEMORIA
2010 IAC

72 La formación de estructuras en el Universo tiene su origen en diminutas perturbaciones en la densidad de materia presentes en el Universo primitivo. El colapso gravitatorio de la materia oscura produjo un crecimiento de dichas perturbaciones, dando como resultado la formación de halos de materia oscura fría virializados. En un Universo jerárquico, los primeros halos que se formaron fueron los que se originaron a

partir de las fluctuaciones en las escalas más pequeñas. Estos halos fueron creciendo posteriormente mediante la fusión de otros halos virializados. Las galaxias, que pueblan los halos de materia oscura, también crecieron de forma jerárquica mediante la fusión de otras galaxias menores. Para entender mejor este modelo de formación de estructuras sería de especial importancia el estudio y caracterización de sistemas de galaxias que sean casos extremos y hayan tenido o tengan una tasa de fusiones muy alta. Estos sistemas existen y son las estructuras fósiles que se formaron a alto z por procesos violentos y rápidos de fusiones, y los cúmulos muy masivos no virializados, los cuales son estructuras en proceso de fusión.

Estructuras fósiles en el Universo

Los grupos fósiles de galaxias son sistemas que se caracterizan por tener una amplia diferencia (más de dos magnitudes) entre las luminosidades de sus dos galaxias más brillantes. Además, presentar emisión extensa en rayos X, lo que implica que son sistemas de galaxias gravitacionalmente ligados. La gran diferencia en magnitudes entre sus dos galaxias más brillantes hace que estos grupos estén dominados por una galaxia muy masiva situada en la parte central del grupo. Esta galaxia se habría formado por la fusión de las galaxias más brillantes que L^* que presentaba el grupo. Estos sistemas se habrían formado en los halos de materia oscura que colapsaron primero debido a su alta densidad. Esto significa que son sistemas muy viejos, formados por la caída temprana de satélites masivos en órbitas con poco momento angular. Después de este rápido colapso no han acrecido masa, quedando como estructuras fósiles. Es por esto su importancia observacional. La observación de estos sistemas implica el estudio de estructuras que han quedado congeladas desde su formación a alto desplazamiento al rojo. Son, en definitiva, estructuras fósiles del Universo primitivo.

En el año 2008 se concedió al grupo un programa de Tiempo Internacional en el Observatorio del Roque de los Muchachos

para estudiar una amplia muestra de grupos fósiles. Este Proyecto pretende realizar un estudio sistemático y multifrecuencia de un catálogo de 34 nuevos grupos fósiles. Durante el año 2010 se ha culminado con éxito las observaciones de este Proyecto. Durante el bienio 2008-2010 se asignaron 52 noches de observación en cuatro de los telescopios del Observatorio: WHT, INT, TNG y NOT. Las observaciones se realizaron utilizando diferente instrumentación y cubriendo un amplio rango de longitudes de onda, desde el óptico hasta el infrarrojo cercano. Además de la culminación de las observaciones, durante el año 2010 se continuó con el trabajo de reducción de los datos y la publicación de los primeros resultados científicos. En septiembre de 2010 se unió a este proyecto Stefano Zarattini, residente del IAC que va a realizar su tesis usando los datos de esta base de datos única.

Los primeros resultados científicos del Proyecto van a ser publicados el trabajo Aguerri et al. en *Astronomy & Astrophysics*. En este artículo se analizan las propiedades del sistema fósil más lejano de la muestra. Las profundas imágenes ópticas obtenidas para este sistema fueron usadas para estudiar las propiedades de la galaxia más brillante del grupo y determinar la función de luminosidad del mismo. Se realizó también un análisis dinámico detallado del sistema basado en los desplazamientos al rojo de 78 galaxias miembros del grupo. El análisis dinámico determinó que este sistema de galaxias tiene una masa virial de $10^{15} M_{\text{solar}}$. Además, no se encontraron evidencias de subestructura. Lo que indica que es un sistema relajado. Sin embargo, se encontró que las galaxias del grupo situadas en las partes más externas del mismo presentaban unas velocidades que no seguían una distribución gaussiana. Esto podría indicar la presencia de galaxias en órbitas radiales en estas partes del sistema. Estas órbitas radiales serían las que habrían favorecido la alta tasa de fusiones que ha tenido este cúmulo de galaxias para convertirse en fósil. Se calculó la función de luminosidad de las galaxias del sistema. Dicha función

de luminosidad resultó ser bimodal, presentando una carencia de galaxias de magnitud $M_r \sim -19.5$. Esto indicaría que la galaxia central y masiva habría crecido a base de la acreción de estas galaxias de masa intermedia. Además, la galaxia central presenta características de haber crecido mediante fusiones de galaxias ricas en gas. Todos estos resultados muestran un sistema de galaxias que es tan masivo como el cúmulo de Coma pero que está mucho más evolucionado que él hace 6 Gyr. Este cúmulo es un sistema de galaxias peculiar, ya que las simulaciones numéricas sobre el crecimiento de estructuras presentan muy pocos de estos sistemas a desplazamiento al rojo ~ 0.5 .

El grupo científico que integra este Proyecto está constituido por ~ 20 personas que perteneces a siete instituciones internacionales. Para una mejor coordinación de los diferentes aspectos científicos se reúne una vez al año realizando un pequeño Workshop sobre el tema de los grupos fósiles. En el año 2010 se organizó un Workshop sobre grupos fósiles titulado "Origen y evolución de grupos fósiles de galaxias" que tuvo lugar en el IAC durante los días 6 - 8 de septiembre al que asistieron 10 miembros del grupo científico del Proyecto. El Workshop fue financiado mediante una acción especial concedida por el Ministerio de Ciencia e Innovación (AYA2009-08414-E).

Cúmulos muy masivos no virializados

La emisión extensa difusa en radio es un fenómeno raro en cúmulos de galaxias, y sólo gracias a la mejor sensibilidad de los radiotelescopios de radio ha sido posible detectar esta emisión a un $z > 0.1$. Hoy se conocen cerca de 30 sistemas de galaxias con fuentes extensas en radio (ver ej., Giovannini et al. 1999). Los perfiles de emisiones en radio responden a dos tipos morfológicos. Por un lado, si la emisión se localiza en el centro del cúmulo se denominan "radio-halos" y si la emisión proviene de zonas periféricas se trata de "radio-reliquias". Esta emisión en radio, no es más que radiación sincrotrón, originada

por una masa de electrones que viajan a velocidades relativistas inmersos en un campo magnético intracumular. Hoy no se discute este proceso de emisión en radio, pero si hay una cuestión candente: ¿cuál es el mecanismo que hace que los electrones adquieran tan altas velocidades? En un intento de dar respuesta a esta cuestión, se ha propuesto los choques de subestructura como mecanismo capaz de proporcionar la gran cantidad de energía necesaria para acelerar los electrones y amplificar el campo magnético (Feretti 1999; Feretti 2004). Es decir, los cúmulos de galaxias que presentan esta emisión serían aquellos que actualmente están acreciendo masa.

El grupo ha hecho un gran esfuerzo en este sentido. A lo largo de los últimos años se han estudiado más de 10 cúmulos con emisión difusa en radio y elevada temperatura X. Los resultados indican que en todos ellos son cúmulos altamente no relajados, donde se ha identificado subestructura y se ha analizado la cinemática y dinámica del mismo (Barrena et al. 2002, 2007a, 2007b, 2009, Girardi et al 2006, 2008, Boschín et al. 2004, 2006, 2009). En todos los casos se han encontrado evidencias para afirmar que hay una conexión entre el proceso de choque observado en el interior del cúmulo y los radio-halos y/o reliquias. Además, hay que resaltar que todos los cúmulos analizados presentan una temperatura X elevada. En este marco, los hechos demuestran que el estado de no-virialización de un cúmulo es responsable de su alta temperatura X y emisión difusa en radio.

natural. Estos cúmulos son Abell 2294 (Girardi et al 2010) y Abell 2345 (Boschín et al. 2010) y ya a final de año se envió un nuevo trabajo sobre Abell 545 que ha sido aceptado para su publicación en *Astronomy & Astrophysics*.

Todos estos trabajos realizados durante estos años han demostrado que la teoría de los choques de subestructura es la más apropiada para explicar la emisión extensa difusa en radio. Además, estos cúmulos se han “cazado” acreciendo ahora masa, es decir en proceso de formación. Lo que demuestra también la formación jerárquica de estas estructuras y su actividad hasta épocas recientes.

CENTROS DE GALAXIAS A ESCALAS DE PARCSECS Y TÉCNICAS DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (3I2106)

A.M. Prieto Escudero, C.A. Álvarez Iglesias, J.A. Acosta Pulido, J.A. Fernández Ontiveros, M. Montes Quiles, F. Müller y C. Martínez Roger.

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

G. Bruneti, K.H. Mack, M. Orienti (CNRS, Bolonia, Italia); J. Reunanen (Obs. de Tuorla, Finlandia); S. Hoening (Santa Barbara, EEUU); G. Weigelt, K. Tristram, J.A. Fernández Ontiveros (Max Planck Bonn, Alemania); N. Haering (ESO, Garching, Alemania); A. Rodríguez-Ardila (LNA, Brasil); R. Davies (MPE, Garching, Alemania); E. Hicks (Irvine, EEUU); M. Malkan (Univ. de California, EEUU).

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,

**MEMORIA
2010 IAC**

74

Este ha sido, y es, el contexto en el que se inscriben los hoy llamados “bullet clusters”, cuyo patrón es el cúmulo 1E0657-56 (Barrena et al. 2002) y del que ahora se han descubierto muchos otros de morfología análoga, Abell 1240 (Barrena et al. 2009), Abell 773 (Barrena et al. 2007), Abell 115 (Barrena et al. 2005), entre otros. Durante el 2010 se continuó con el estudio de otros cúmulos en los que la conexión entre “merging” y “radio-halo” surge de un modo

son por primera vez comparables a las que se obtienen rutinariamente con HST en el óptico y VLBI en radio. La ventaja adicional de realizar el estudio propuesto en el IR es que la extinción por polvo en el IR es 10 mag. inferior que en el óptico.

Los objetivos de este Proyecto son:

Desarrollar un grupo fuerte en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, tales como Adaptive Optics, Laser-guide Star, Speckle and Optical Interferometry. Para ello, este equipo esta involucrado en el desarrollo del primer instrumento de Óptica Adaptativa para telescopio GTC, FRIDA: <http://www.iac.es/project/frida/>

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 dispone de dos grandes programas de observación ya establecidos, cuyos objetivos científicos son los siguientes:

Proyecto PARSEC. Estudio del centro de galaxias: extracción del espectro nuclear de las galaxias más cercanas y brillantes accesibles desde el Hemisferio Sur, utilizando por primera vez datos de resolución espacial comparable: radio con VLA, IR con Óptica Adaptativa e interferometría óptica, y óptico con HST. El estudio se basa en la explotación del programa "PARSEC" (The Central Parsec of Galaxies), usando instrumentos de alta resolución espacial existentes en ESO, y también en Keck.

Proyecto PAIS. Manifestaciones energéticas en núcleos de galaxias: estudio de jets y hot-spots. 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. Este estudio está basado en el programa "Particle Accelerators in Space" (PAIS).

Hitos

Descubrimiento de regiones muy jóvenes de formación estelar en el centro de una galaxia elíptica, NGC1052, por Fernández-Ontiveros, López, Montes, Prieto & Acosta, 2011, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.* 411.

Evolución del Proyecto

Los progresos realizados han sido:

Se obtiene tiempo de observación en los telescopios VLT y Keck para realizar estudio espectroscópico con AO de las galaxias en el Proyecto PARSEC (F. Müller, A. Prieto, J. Acosta); Se publican 6 artículos con árbitro.

Continúa actualización de las páginas Web de los proyectos PARSEC, PAIS y FRIDA: <http://www.iac.es/project/parsec/main/index.php> (A. Prieto).

Se prepararon las secuencias de observación para la propuesta VLT SINFONI 086.B-0484: Resolving the Kinematics of the Narrow-Line and Coronal-Line Regions in Seyfert Galaxies (F. Muller).

J.A. Fernández Ontiveros defiende la tesis en la Universidad de La Laguna, agosto 2010. Se incorpora como postdoc en MPIfR, Bonn, en el mes de septiembre de 2010.

M. Montes continúa el desarrollo de su tesis doctoral sobre regiones de formación estelar en el centro de galaxias elípticas, en concreto está estudiando el centro de M87. Ha compilado un gran número de SEDs de cúmulos globulares en la MW, que usa para comparación con M87.

Se ha finalizado un trabajo sobre la estadística de líneas coronales en galaxias activas (A. Prieto en colaboración con A. Ardila, Brasil).

Se ha remitido una propuesta de observación radio a ATCA para obtener observaciones submilimétricas de las galaxias en el Proyecto PARSEC (A. Prieto, en colaboración con M. Mezcua, Bonn, Alemania).

MEMORIA
IAC 2010

Se ha concluido un estudio de la emisión en rayos X de la galaxia Mrk 573. Se detectó una estructura extendida en la emisión de rayos X blandos observada por Chandra, cuya morfología bicónica coincide bastante bien con la observada en la emisión de [OIII] 5007Å. Se concluye que esta emisión es debida a líneas de emisión de especies altamente ionizadas. Se consiguió modelar el espectro observado usando modelos de fotoionización generados por el código Cloudy. Los resultados han sido publicados en la revista *Astrophysical Journal* (O. González-Martín, J.A. Acosta-Pulido).

J.A. Acosta ha participado en un estudio multifrecuencia de la galaxia NGC4102, que es un núcleo tipo LINER. Según las observaciones en rayos X se concluye que es un núcleo muy oscurecido, tipo "Compton-thick". Se obtuvieron espectros en los rangos óptico e infrarrojo (por primera vez), simultáneamente a las observaciones realizadas con el satélite Suzaku. Aunque la emisión en rayos X registrada por Suzaku mostraba un exceso importante en la parte blanda, no se apreciaron cambios en el espectro nuclear en el rango visible e infrarrojo. Los resultados se publicaran en la revista *Astronomy & Astrophysics*, liderado por O. González Martín.

J.A. Acosta en colaboración con C. Ramos Almeida y A. Pérez García continúan con la identificación de galaxias tipo Seyfert 1 de líneas estrechas (NLSy1) oscurecidas. Este tipo de núcleos activos aunque esperado según el modelo de unificación de galaxias Seyfert sólo cuenta con 4 galaxias reconocidas como tales. Entre los pocos métodos de identificar estos núcleos se encuentra la espectroscopia infrarroja. En una muestra de galaxias tipo Seyfert 2 se buscan transiciones permitidas de OI y FeII, que son características de material con alta densidad próximo al núcleo.

HUELLAS DE LA FORMACIÓN DE LAS GALAXIAS: POBLACIONES ESTELARES, DINÁMICA Y MORFOLOGÍA (3I2406)

I. Trujillo Cabrera.

P. Sánchez Blázquez, A. Rys, A. de Lorenzo-Cáceres, L. Peralta de Arriba, E. Ricciardelli, M. Prieto Muñoz, J.M. Varela López, M.T. Tapia Peralta, D. Abreu Rodríguez, A. Ferré Mateu, C. González García, M. Koleva, I. García de la Rosa, J. Falcón Barroso, M. Balcells Comas, J. Bakos, A. Hempel, A. Sollima, J.A. Carballo Bello y A. Vazdekis Vazdekis.

N. Arimoto (NAOJ, Japón); S. Cassisi, E. Brocato (Obs. de Teramo, Italia); P. Coelho (IAP, Francia); B. Barbuy (Sao Paulo, Brasil); J. Brodie (UCO-Lick, EEUU); F. Buitrago, C. Conselice (Univ. de Nottingham, Reino Unido); C. Chiosi, R. Tantaló (Univ. de Padua, Italia); R. Peletier (Kapteyn Inst., Países Bajos); I. Ferreras (UCL, Reino Unido); J. González (UNAM, México); J. Gorgas, N. Cardiel, E. Toloba, E. Marmol-Queraltó, A. Gil de Paz, P. Pérez-González (UCM); V. Quilis (Univ. de Valencia); B.K. Gibson (Univ. de Preston, Reino Unido); R. Sharples (Univ. de Durham, Reino Unido); J. Cenarro (CEFCA); R.E. Carrasco (Gemini, Chile); D. Kawata (MSSL, RU); G. van den Ven (MPIA, Alemania); R.R. de Carvalho (INPE/DAS, Brasil); F. La Barbera (Obs. de Capodimonte, Italia); J. Strader (CfA/Harvard, EEUU); L. Spitler (Swinburne Univ., Australia).

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 de lugar a la población de objetos tanto espirales como elípticos que observamos en la actualidad. En función de que 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 el 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 $z \sim 3$. La 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.

A continuación se describen las principales líneas de investigación y objetivos generales que se acometerán en este Proyecto.

Modelos de síntesis de poblaciones estelares y metodología de análisis

La valía de los modelos de síntesis para los estudios de poblaciones estelares reside en la calidad de sus ingredientes básicos. Entre éstos cabe destacar las trazas evolutivas, con las isócronas resultantes, y las bibliotecas de espectros estelares empleadas. Hasta fechas muy recientes los modelos sólo eran capaces de predecir algunas líneas de absorción intensas a baja resolución espectral ($\text{FWHM} > 8\text{Å}$). Este rígido y limitado sistema de índices (conocido como Lick/IDS) no es óptimo para explotar los datos que ofrece la nueva generación de telescopios de la clase 8-10 m como el telescopio GTC, ya que, entre otras limitaciones, se requiere degradar la resolución de los espectros observados con la consiguiente pérdida de la información contenida en los mismos.

Este grupo fue el primero en desarrollar un modelo que predice espectros completos de poblaciones estelares a resolución moderadamente alta 1.8Å (FWHM) en dos rangos espectrales limitados del visible y en el infrarrojo cercano en la región del triplete del CaII alrededor de 8600Å . Recientemente otros grupos han comenzado a desarrollar nuevos modelos de este tipo. Para hacer posible estas predicciones ha sido necesario obtener nuevas bibliotecas de espectros estelares empíricas con excelentes cubrimiento de parámetros atmosféricos. Estos espectros de poblaciones estelares sintéticos permiten adaptar los modelos a los datos para obtener toda su información y el análisis se enriquece incluyendo información contenida en algunas líneas débiles. Este es el caso de $\text{H}\gamma$ o $\text{H}\beta$, con un poder sin precedentes para estimar la edad. Otra ventaja de estos modelos es que el análisis es extensible a galaxias con distinto desplazamientos al rojo (z) por lo que sería posible determinar sus edades con mayor precisión.

Degeneraciones fundamentales

El estudio de la luz integrada sufre varias degeneraciones fundamentales que hacen

que la solución obtenida no sea única. Entre éstas cabe destacar la degeneración entre edad y metalicidad, por la que una galaxia parece más roja por ser más vieja o más metálica. Asimismo resulta muy difícil distinguir los efectos de la Función Inicial de Masas (FIM), la cual nos fija la relación entre estrellas enanas y gigantes. Otra degeneración muy importante es nuestra incapacidad para diferenciar la edad e intensidad de un brote de formación estelar. En la última década se ha desarrollado el análisis de líneas de absorción que permite paliar parcialmente el problema al enfatizarse en ellas los efectos de la metalicidad y la edad. Sin embargo, incluso el indicador de edad más usado, la línea de Balmer H β , muestra cierta dependencia con la metalicidad y es sensible a la emisión nebular.

Es un objetivo prioritario de este Proyecto obtener un sistema de indicadores clave que proporcionen información inequívoca sobre la edad, metalicidad, abundancias relativas, FIM e historia de formación estelar. Con este sistema es posible proponer diagramas diagnóstico para romper las degeneraciones fundamentales que afectan a las poblaciones estelares. Particularmente relevante es el estudio de nuevos indicadores específicamente desarrollados para explotar los filtros sintonizables de OSIRIS-GTC.

Modelos de formación y evolución de galaxias

Los actuales modelos de síntesis calculan espectros de poblaciones estelares para ser comparados con las observaciones en base a descripciones idealizadas de una galaxia (ej. poblaciones únicas, modelo de caja cerrada, etc.). Para dar un paso más allá es preciso comparar las observaciones con las predicciones a partir de modelos de formación y evolución de galaxias.

Se ha iniciado un ambicioso programa para sustituir las actuales tasas de formación idealizadas del modelo de síntesis de poblaciones estelares por las derivadas a partir de simulaciones hidrodinámicas (código MASLET: Quilis 2004) que, en un

contexto cosmológico y con una descripción física de los fluidos, nos permite describir los cúmulos y sus galaxias. Ligando la formación de las galaxias con la formación de sus poblaciones estelares se obtiene una gran variedad de galaxias, todas ellas con distribuciones tridimensionales de densidad, con su evolución temporal y sus correspondientes espectros sintéticos. Este trabajo se completa con la incorporación de la evolución química resultante de estos procesos. Estas simulaciones constituyen un gigantesco laboratorio virtual con el que poder comparar las observaciones.

Galaxias elípticas y sus relaciones de escala

Si las galaxias elípticas se hubieran formado en un único evento y sus poblaciones hubieran evolucionado de una manera pasiva con el tiempo (modelo monolítico), esperaríamos que sus propiedades estructurales (radio efectivo y dispersión de velocidades) se mantuvieran invariantes con el tiempo. Sin embargo, en un modelo de ensamblaje jerárquico estas propiedades se espera que varíen a medida que la galaxia va adquiriendo su estructura final. Es interesante destacar que un estudio basado únicamente en el análisis de las poblaciones estelares no podría distinguir entre estos dos modelos alternativos si, por ejemplo, las poblaciones estelares se hubieran formado en tiempos muy tempranos y luego se hubieran agregado en una única estructura mediante fusiones secas. En este caso, ambos escenarios producirían el mismo tipo de población estelar final. Por este motivo, se pretende dentro del Proyecto analizar la evolución de las propiedades de escala (tamaño, dispersión de velocidades, etc.) en función del desplazamiento al rojo. De esta manera se podrá estudiar a qué velocidad se ha producido el ensamblaje de las galaxias y cuáles son los mecanismos físicos responsables de tal evolución.

Galaxias elípticas y gradientes de metalicidad

El modelo monolítico predice gradientes negativos de metalicidad para las galaxias elípticas, mientras que la formación

jerárquica prevé gradientes más planos. Los gradientes nos informan sobre el monto y eficiencia de los procesos de disipación de energía durante el proceso de formación. Si los gradientes fueran el resultado de una variación de la metalicidad, permitirían conectar las propiedades químicas y dinámicas de las galaxias. En cambio, si se debieran a una variación de la edad de la población, informarían de cómo han procedido los posibles brotes de formación estelar. De hecho el gradiente de metalicidad se ha propuesto como índice del impacto de las fusiones en la configuración de la galaxia.

Cúmulos de galaxias y papel del entorno

Según los modelos jerárquicos las galaxias de cúmulos densos se terminan de ensamblar antes que sus homólogas en los cúmulos de baja densidad. Determinar la influencia del entorno en las poblaciones estelares y en las relaciones de escala permitirá probar si las galaxias de cúmulos son efectivamente más viejas que las de campo. Los primeros resultados obtenidos por este grupo con una muestra de galaxias aisladas sugieren una mayor dispersión de edades que la correspondiente a galaxias pertenecientes a cúmulos y grupos.

Sistemas de cúmulos globulares extragalácticos

Los cúmulos globulares (CGs) nos proveen de un gran potencial para estudiar la formación y evolución de las galaxias ya que se piensa que se deben formar en los episodios de formación estelar más importantes. Por tanto, mediante la derivación de las funciones de distribución de metalicidad y edad de los CGs se estará en disposición de trazar la historia de formación estelar de las galaxias.

Se ha encontrado una distribución bimodal en color de los GCs de la mayoría de las galaxias luminosas. En el caso de las galaxias elípticas, la hipótesis más extendida es que la población más roja de GCs, más metálica, se forme durante la fusión de las dos galaxias espirales que dan lugar a la

nueva galaxia, mientras que la población más azul, menos metálica, corresponde a las galaxias progenitoras. Estos estudios han experimentado un gran auge gracias al análisis espectral. Hay indicios que sugieren diferencias entre las abundancias relativas de elementos de estas dos familias de CGs. Este es otro aspecto clave en el que se pondrá un gran esfuerzo al ayudarnos a entender las escalas de tiempo relevantes de la formación de las galaxias elípticas.

Galaxias espirales

El modelo jerárquico predice que las componentes esferoidales de las galaxias espirales (particularmente los bulbos más masivos) son el resultado de procesos de acreción de otras estructuras. Pese a que potencialmente las poblaciones estelares pueden proveernos de información relevante acerca de estos procesos, el análisis de líneas de absorción en espirales es casi inexistente en la literatura. Esto es en parte debido a que estas galaxias muestran historias de formación extendidas, así como por la presencia de gas y manchas de polvo.

Un aspecto totalmente pionero que se propone afrontar en este Proyecto es estudiar las poblaciones estelares en galaxias lenticulares y espirales de primeros tipos con barras y barras secundarias. Como principal objetivo se pretende establecer la secuencia de formación y escalas de tiempo características de estas componentes estructurales mediante la combinación de las edades promedio y abundancias relativas obtenidas.

La periferia de las galaxias contiene información clave para entender los procesos de formación de estos objetos, ya que en estas regiones de densidad más baja, las huellas de estos procesos sobreviven más tiempo. En estas regiones, la densidad de gas es tan baja que los modelos de formación estelar predicen que no deberían formarse estrellas. Sin embargo, las observaciones más recientes encuentran que hay un claro “exceso” de estrellas en estas partes de las galaxias. Para resolver este misterio

es fundamental el estudio detallado de sus poblaciones estelares. El reto observacional es sin embargo grande, ya que los brillos superficiales de estas regiones de las galaxias es muy débil ($>26 \text{ mag/arcsec}^2$). Es por tanto necesario el uso de grandes telescopios e instrumentación novedosa como los filtros sintonizables de OSIRIS (más eficientes que la espectroscopia en regiones de bajo brillo superficial) para atacar este problema. En este sentido, este grupo, está en posición de afrontar este estudio dada su dilatada experiencia en el análisis de las poblaciones estelares y debido a la preparación llevada a cabo para la explotación de los filtros sintonizables.

Hitos

Se ha creado distribuciones espectrales de energía sintéticas (SEDs) de poblaciones estelares simples para una edad y metalicidad dada (SSPs) cubriendo todo el rango espectral óptico a una resolución moderadamente alta. Estos modelos están basados en la biblioteca empírica de espectros estelares MILES. El cubrimiento de parámetros estelares sin precedentes de la biblioteca MILES permite extender con garantías nuestras predicciones de las SSP SEDs desde regímenes de edades intermedias a muy viejas y variar el cubrimiento metálico desde super-solar hasta $[M/H]=-2.3$. Se calculó SSP SEDs para un conjunto de funciones iniciales de masa con diferentes formas y pendientes.

Se ha propuesto un nuevo sistema de índices de líneas para evitar las incertidumbres intrínsecas asociadas con el popular sistema Lick/IDS y proporcionar resoluciones espectrales más apropiadas y uniformes con los datos actuales. Además de una resolución constante en función de la longitud de onda, este sistema está basado en espectros calibrados en flujo. Los datos pueden ser analizados en tres resoluciones diferentes: 5, 8.4 y 14 Å (FWHM), que son las apropiadas para estudiar, respectivamente, cúmulos globulares, galaxias de masa baja e intermedia, y galaxias masivas. Se han propuesto tablas con los índices de líneas en el

nuevo sistema para varios cúmulos globulares de nuestra Galaxia y otras galaxias.

Se ha diseñado una nueva página Web (<http://miles.iac.es>) a partir de la cual no sólo estos modelos y bibliotecas estelares pueden descargarse sino que también proporciona un conjunto de herramientas on-line para manejar y transformar estos espectros.

Evolución del Proyecto

El Proyecto tiene tres grandes bloques de investigación donde se han conseguido los siguientes avances.

Formación y evolución cosmológica de galaxias

Utilizando los mejores datos espectroscópicos disponibles, decenas de horas en fuente con el telescopio de 8 m Gemini, se están analizando las poblaciones estelares de un cúmulo masivo a $z=0.8$ de la muestra de cúmulos del Survey de GEMINI. Estos datos únicos permiten realizar el estudio de las poblaciones estelares de estas galaxias con una calidad similar a la que se ha estudiado en poblaciones estelares en galaxias cercanas. El acceso a estas poblaciones en una etapa más temprana del Universo permite ahondar en el conocimiento detallado de cómo se han ensamblado estas galaxias. Para completar este trabajo con galaxias a desplazamientos al rojo más cercano se está realizando una campaña con el telescopio VLT de dos cúmulos a $z=0.44$ (A. Ferré).

Uno de los descubrimientos más sobresalientes sobre las galaxias masivas de los últimos años es que éstas eran extremadamente compactas en el Universo primitivo. Desde hace unos años el grupo está investigando si hay contrapartidas locales con estas propiedades. Se ha recopilado una muestra de candidatos de estos objetos en el Universo cercano y se está investigando con mucho detalle tanto desde el punto de vista de la imagen (con Óptica Adaptativa con el telescopio GEMINI) como con espectros muy profundos con el telescopio WHT (A. Ferré, I. Trujillo).

Se finalizó el análisis estadístico de fusiones en una muestra grande de galaxias en una simulación cosmológica hidrodinámica autoconsistente. Este trabajo se ha hecho en colaboración con J. Oñorbe de la Universidad de Santa Cruz, Irvine (EEUU), IR. Domínguez-Tenreiro y A. Knebe de la Universidad Autónoma de Madrid (C. González-García).

Se preparó un conjunto de experimentos numéricos cuyo objetivo es entender el proceso de crecimiento de las galaxias compactas masivas desde desplazamientos al rojo 2.5 hasta hoy en día. Para ello se utilizó el árbol de fusiones resultante de simulaciones cosmológicas de objetos masivos. Se localizó en dichas simulaciones cosmológicas los objetos más masivos a $z=2.5$ y se ha seguido su evolución hasta el Universo actual. Se ha determinado cómo son las órbitas de galaxias que se acretan mediante fusiones. Ahora mismo se está utilizando esta información para hacer simulaciones con mayor resolución de estas fusiones menores (T. Tapia, C. González-García, Balcells & Trujillo).

Se ha desarrollado un modelo semianalítico para estudiar la evolución de las galaxias elípticas masivas en el intervalo $0 < z < 1$. Este modelo se basa en la hipótesis de que el principal mecanismo de evolución de estos objetos son las fusiones mayores. El modelo indica que es posible construir hasta el 50-60% de las actuales galaxias elípticas masivas a través de la acción coordinada de fusiones mayores, tanto secas, intermedias y ricas en gas. La mayor parte del ensamblaje de estas galaxias según este modelo tendría lugar en un periodo de 1Gyr que ocurre entre $0.8 < z < 1$. También el modelo sugiere que el principal mecanismo de migración de las galaxias desde la nube azul a la secuencia roja son las fusiones mayores (M. Prieto).

Se ha estudiado la cinemática estelar de la galaxia lente del sistema Einstein Cross. Para ello se ha usado GMOS en el telescopio Gemini. La cinemática estelar se extiende hasta un radio de $4''$ cubriendo $2/3$ del radio efectivo de esta galaxia espiral de

tipo temprano a $z=0.04$. El bulbo de esta galaxia está sirviendo de lente gravitatoria de un cuasar a $z=1.7$. El mapa de velocidades muestra una rotación regular hasta ~ 100 km/s sobre el eje menor del bulbo consistente con axisimetría. El mapa de dispersión de velocidades muestra un gradiente débil incrementándose hacia el centro ($R < 1''$) con un valor de 170 km/s. Utilizando estos datos cinemáticos y las imágenes del HST se ha estudiado la distribución de masa en las partes internas de la lente. Se ha encontrado que la distribución resultante de masa luminosa y gravitatoria es prácticamente idéntica alrededor del radio de Einstein con una pendiente que es muy cercana al modelo isoterma. No se puede excluir una contribución de la materia oscura al nivel del 20% pero parece que no juega un papel muy importante en el bulbo de esta galaxia espiral de tipo temprano (J. Falcón).

Se han obtenido imágenes muy profundas en la banda K con Óptica Adaptativa de una muestra de 8 objetos muy masivos ($M^* \sim 4 \times 10^{11} M_{\text{solar}}$) a $1 < z < 2$ utilizando the Gemini NIRI/Altair Laser Guide System. Estos sistemas fueron seleccionados del cartografiado Palomar Observatory Wide-Field Infrared Survey, y se encuentran dentro las galaxias más masivas que pueden explorarse en esa época. La profundidad y altísima calidad espacial de nuestras imágenes permite explorar por vez primera la distribución superficial de masa de estas galaxias desde 1 a 15 kpc. Se ha confirmado que se trata de objetos muy compactos con $re < 2$ kpc implicando un factor 7 más pequeño en radio efectivo que las galaxias masivas de hoy en día. Las galaxias compactas masivas del Universo temprano deben haber evolucionado de tal manera que haya decrecido su densidad de masa estelar interior a la vez que se crean las colas de las partes periféricas. Alrededor del $\sim 38 \pm 20$ por ciento de nuestras galaxias muestra una distribución estelar perturbada sinónimo de estar viviendo un proceso de acreción. Se ha estimado que las galaxias masivas desde $z < 2$ tienen que haber atravesado al menos 5 de estos eventos de fusiones para llegar a su estado actual (I. Trujillo).

Desarrollo de modelos de poblaciones estelares

Se han presentado distribuciones espectrales de energía sintéticas (SEDs) para poblaciones estelares simples con una edad y metalicidad (SSPs) cubriendo todo el rango espectral óptico a resolución moderadamente alta. Estos modelos están basados en la biblioteca empírica de espectros estelares MILES. El cubrimiento de parámetros estelares sin precedentes de la biblioteca MILES permite extender con garantías nuestras predicciones de las SSP SEDs desde regímenes de edades intermedias a muy viejas y variar el cubrimiento metálico desde super-solar hasta $[M/H]=-2.3$. Se calculó SSP SEDs para un conjunto de funciones iniciales de masa con diferentes formas y pendientes (A. Vazdekis).

Se propuso un nuevo sistema de índices de líneas para evitar las incertidumbres intrínsecas asociadas con el popular sistema Lick/IDS y proporcionar resoluciones espectrales más apropiadas y uniformes. Además de una resolución constante en función de la longitud de onda, este sistema está basado en espectros calibrados en flujo. Los datos pueden ser analizados en tres resoluciones diferentes: 5, 8.4 y 14 Å (FWHM), que son las apropiadas para estudiar cúmulos globulares, galaxias de masa baja e intermedia, y galaxias masivas respectivamente. Se han propuesto tablas con los índices de líneas en el nuevo sistema para varios cúmulos globulares de nuestra Galaxia y otras galaxias (A. Vazdekis).

directa los resultados numéricos con los datos observacionales de alta calidad tanto fotométricos como espectroscópicos de los cartografiados actuales. En concreto, se ha desarrollado una herramienta que produce espectros y magnitudes sintéticas a partir de una historia de formación estelar dada (disponible en <http://miles.iac.es>), o a partir de las historias de formación estelar que se derivan de las simulaciones cosmológicas (E. Ricciardelli).

Se están mejorando y expandiendo el cubrimiento espectral de los modelos de síntesis de poblaciones estelares de Vazdekis et al. (2010) hacia la parte roja del espectro (E. Ricciardelli).

Se están mejorando y expandiendo el cubrimiento espectral de los modelos de síntesis de poblaciones estelares de Vazdekis et al. (2010) hacia la parte azul del espectro. Se está chequeando la variabilidad de las estrellas de la muestra NGSL, calibrando en flujo, comprobando la S/N, etc. (M. Koleva).

Se ha estado trabajando duramente en la estandarización del Virtual Observatory en relación a los modelos de poblaciones estelares. Se está redactando un artículo con la participación de los siguientes colaboradores: Vazdekis (IAC); Prugniel (Lyon); Schoenell, Cid Fernandes y Coelho (Brasil); Fouesneau, Ocvirk y Lacon (Strasbourg); Cerviño (Granada).

Estudio detallado de galaxias cercanas

El análisis de una muestra de galaxias enanas dEs ha mostrado que esta población no es sólo inhomogénea desde el punto de vista morfológico sino también desde el punto de vista de la cinemática y las propiedades de sus poblaciones estelares. Se ha encontrado la presencia de subestructuras, diferentes grados de aplanamiento y de rotación y también diferentes gradientes de edad y metalicidad. Parece muy improbable que las Es actuales sean el resultado de la acreción de un número elevado de dEs ya que presentan muy diferentes cocientes de abundancias (Agnieszka Rys).

MEMORIA 2010 IAC Se diseñó una nueva página Web (<http://miles.iac.es>) a partir de la cual no sólo estos modelos y bibliotecas estelares pueden descargarse si no que también proporciona un conjunto de herramientas on-line para manejar y transformar estos espectros (J. Falcón).

82

Se han desarrollado herramientas con el objetivo de combinar las más modernas simulaciones cosmológicas con los últimos modelos de síntesis de poblaciones estelares para poder comparar de forma

Se está llevando a cabo un análisis sin precedente de las poblaciones estelares de las galaxias tipo disco en sus parte periféricas usando datos del cartografiado CALIFA. Este cartografiado con espectroscopia bidimensional de los discos permite estudiar la variación de las poblaciones estelares de las galaxias con el radio. Actualmente se están analizando 30 galaxias de la muestra piloto. Estos datos permitirán conocer si la truncación de los brillos superficiales esta asociado a un cambio en la metalicidad o en la edad de las poblaciones estelares (J. Bakos, I. Trujillo).

Se ha analizado una muestra homogénea de 40.000 galaxias de tipo temprano extraídas del cartografiado SDSS. Se han llevado estudios de tipo tanto fotométrico como espectroscópico. Para 5.000 de las galaxias anteriores el análisis cubre 8 bandas fotométricas ya que disponemos, además de las bandas del SDSS, de las 4 bandas en el infrarrojo cercano "YJHK" de UKIDSS. Los resultados de este análisis, ya publicados, incluyen: colores de las galaxias, parámetros estructurales, plano fundamental, otras relaciones de escala, gradientes radiales, densidad medioambiental, etc. En la actualidad se está completando un estudio detallado de las poblaciones estelares basado en el uso de aproximaciones alternativas (I. García de la Rosa).

Se completó el análisis de una muestra de fusiones sin disipación para estudiar el efecto del crecimiento de las componentes internas de las galaxias discos (discos interiores y anillos) debido a las fusiones menores. Un conjunto de galaxias discos iniciales diferentes con distintos B/T se bombardean con satélites (escalados adecuadamente). Se observa que las partes interiores de los satélites se depositan en la parte central del remanente de la fusión y forman componentes interiores con propiedades similares a las observadas en galaxias reales (C. González-García).

Se ha explorado la orientación de las galaxias en las estructuras a gran escala del Universo con el objetivo de entender que

mecanismos físicos son responsables de la adquisición del momento angular de estos objetos. Trabajos similares previos utilizando muestras de galaxias de tamaño modesto habían sido llevados a cabos obteniéndose resultados contradictorios. Para superar este inconveniente se ha hecho un análisis con datos obtenidos del cartografiado SDSS y se han desarrollado nuevas herramientas estadísticas para incrementar hasta un factor 3 el número de galaxias útiles para este tipo de estudios. Esto ha proporcionado una muestra que es 30 veces superior a las que se habían construido antes. Se ha encontrado que las galaxias alrededor de vacíos cósmicos con radios mayores que 16 Mpc presentan una tendencia a alinear su spin con el eje radial del void al >99.5 % de confianza (J. Varela).

Se han combinado los datos de SAURON con imágenes de IRAC/Spitzer para investigar la presencia de trazas de formación estelar en galaxias de tipo temprano. Con los datos de Spitzer se han seleccionado galaxias con bajas tasas de formación estelar utilizando como indicador la emisión de las moléculas PAHs. Se ha encontrado que la formación estelar en galaxias de tipo temprano ocurre exclusivamente in sistemas con alta rotación y ocurre de dos maneras distintas. En el primer modo, la formación estelar es un proceso difuso que se corresponde a poblaciones estelares jóvenes bien dispersas en el medio y con un alto contenido en gas molecular. La presencia en este tipo de galaxias tanto de componentes co- y contra-rotantes sugiere que el gas ha sido acretaado externamente (posiblemente a través de fusiones menores) y que ese es el origen de esta formación residual que medimos. En el segundo modo de formación estelar que observamos, la formación estelar está concentrada en un disco bien definido o con morfología anular, fuera de los cuales la galaxia anfitriona exhibe unas poblaciones estelares uniformes y evolucionadas. Esto implica que esta forma de producir nuevas estrellas representa episodios de rejuvenecimiento en sistemas que previamente eran pasivos. Hay evidencia de que estos episodios de rejuvenecimiento han pasado en todos

las galaxias elípticas que son rotadores rápidos con un ciclo de actividad de 1/10 y probablemente contribuyen a los discos estelares interiores que se encuentran en esta población (J. Falcón).

Se continuó la participación en el Proyecto COMA-ACS, un muestreo de Legado con la cámara ACS del telescopio espacial Hubble. El Proyecto, que involucra a más de 50 científicos de 12 países (IP Carter, Universidad Liverpool-John Moores, Reino Unido: ver <http://astronomy.swin.edu.au/coma>) tiene como objetivo la obtención de imágenes del centro y la extensión sur-oeste del cúmulo, su análisis y puesta a disposición de la comunidad astronómica. Entre los objetivos científicos perseguidos está la extensión de la función de luminosidad de galaxias hasta magnitudes absolutas de $M_V = -9$, el estudio de galaxias enanas ultracompactas, el estudio de la población de cúmulos globulares, la estructura interna de las galaxias enanas, incluyendo su estructura nuclear, y las poblaciones estelares en galaxias del cúmulo. El investigador M. Balcells del grupo lideró el equipo dedicado a la obtención de parámetros estructurales de las galaxias. Durante 2010 se publicó el catálogo fotométrico de todas las galaxias en las imágenes del muestreo: 73.000 fuentes, con fotometría en las bandas F814W y F475W. Se ha estimado que entre un 5-10% son miembros del cúmulo, siendo el resto galaxias de fondo. Se completó asimismo el primer análisis estructural consistente en el ajuste de modelos con perfil de Sérsic a las imágenes de 8814 galaxias, y la estimación de completitud y errores de los catálogos mediante simulaciones del proceso de detección. Un artículo con los resultados del análisis estructural está aceptado para su publicación. Un tercer artículo de la colaboración, sobre el descubrimiento de sub-poblaciones rojas y azules de galaxias enanas ultracompactas en Coma, ha sido publicado en *Astrophysical Journal Letters*. Asimismo, el equipo ha completado el release 2 de imágenes, catálogos fotométricos y de parámetros estructurales, disponibles en <http://www.astro-wise.org/projects/COMALS/> (M. Balcells).

Se estudiaron las propiedades de las poblaciones estelares en los bulbos de una muestra de galaxias discos con y sin barras. Se ha encontrado que las metalicidades son mayores en la muestra de galaxias con barras. El uso de modelos para interpretar los resultados permite cuantificar la evolución secular de las galaxias como función de otras propiedades (P. Sánchez-Blázquez).

Se han encontrado, por vez primera, diferencias en las poblaciones estelares en el núcleo cinematicamente desacoplado de una galaxia elíptica gigante, NGC1700 (P. Sánchez Blázquez, A. Vazdekis).

Se ha estudiado la característica espectral NH3360 en el UV en una muestra de galaxias elípticas. Se ha propuesto que la extraña ausencia de correlación entre esa característica y la masa de las galaxias se debe a la presencia de una población estelar vieja pobre en metales (P. Sánchez Blázquez).

LAS GALAXIAS BARRADAS: EVOLUCIÓN Y CONSECUENCIAS (3I2407)

J.H. Knapen.

**J.R. Sánchez Gallego, J. Falcón Barroso y
S. Erroz Ferrer.**

I. Martínez-Valpuesta (MPE, Alemania); L. Athanassoula, A. Bosma (Marsella, Francia); R. Buta (Univ. de Alabama, EEUU); E. Laurikainen, H. Salo (Univ. de Oulu, Finlandia); E. Brinks, M. Sarzi (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); L. Mazzuca (NASA GSFC, EEUU); P. James (Univ. John Moores, Liverpool Univ., Reino Unido); E. Schinnerer, G. van de Ven (MPIA, Alemania); M. Regan (STScI, EEUU); T. Baker (ESTEC, Países Bajos); R. Peletier, E. Valentijn (Groningen, Países Bajos); B. Elmegreen (IBM, EEUU); D. Elmegreen (Vassar, EEUU); K. Sheth (NRAO, EEUU); T. Eversberg (DLR, Alemania); A. Moffat (Montreal, Canadá); A. Miroshnichenko (Univ. de Carolina del Norte, EEUU); C. Wilson (McMaster, Canadá); R. Beswick (Univ. de Manchester, Reino Unido); S. Comerón (KASI, Corea); B. Madore, L. Ho (Carnegie).

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 variadas 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 en función del desplazamiento al rojo, analizando muestras de galaxias barradas y de galaxias no barradas, procedentes de las imágenes del HST. Se utilizaron imágenes en el infrarrojo cercano, obtenidas con Spitzer y telescopios en tierra, para estudiar las barras cercanas. En segundo lugar, se estudiarán algunas de las consecuencias de las barras, en particular como 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 dinámica de las barras comparando minuciosamente simulaciones numéricas, imágenes e información cinemática de grandes barras de galaxias cercanas.

Hitos

Se ha finalizado el estudio sobre la distribución de gas y formación estelar en M81 y publicado un artículo al respecto. Se han encontrado sólo unas pocas regiones de emisión de CO, localizadas en los brazos espirales. Los trazadores de formación estelar utilizados (H-alpha, IR, FUV) muestran que ésta es importante en M81 y ampliamente distribuida tanto en el núcleo como en los brazos espirales. Aún a pesar

de la poca emisión en CO se ha descubierto lo que creemos es una débil correlación entre el gas molecular y las regiones de formación estelar.

Se ha terminado de observar en H α y banda R la muestra de 156 galaxias pertenecientes al Nearby Galaxies Legacy Survey. Se está ultimando un artículo describiendo la muestra y la distribución de la formación estelar.

Se completó un estudio sobre la galaxia NGC4244. Dicha galaxia destacaba por ser una de las pocas galaxias de canto (“edge-on”) y cercanas en las que un disco grueso se había buscado pero no encontrado, cosa que es difícil de explicar a la luz de los modelos actuales de formación de galaxias. Usando imágenes de S4G y un sencillo modelado se demostró que esta galaxia posee un disco grueso no muy diferenciado del disco fino.

Se ha publicado el atlas más completo de anillos nucleares que existe (AINUR: Atlas of Images of Nuclear Rings). Dicho atlas contiene 113 anillos distribuidos en 107 galaxias. Se ha encontrado estadísticamente que los anillos nucleares son causados por resonancias con las no-axisimetrías de la galaxia y que, contrariamente a lo que se creía, no requieren una barra para ser creados.

El Proyecto Internacional ‘Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies’ (S⁴G) está en plena actividad y ya hay dos artículos publicados. En el primero, se publicó una descripción del Proyecto y de la muestra de 2.331 galaxias locales, además de una descripción detallada de los procedimientos que se utilizaron para reducir los datos.

Un estudio detallado de la región central de la galaxia barrada M83, basado en datos espectroscópicos obtenidos con el telescopio de 8 m Gemini-S, confirma la existencia de un gradiente de edades de las estrellas, con las estrellas más jóvenes ocurriendo donde el gas entra en la región central, empujado por la barra. El núcleo de la galaxia no está en la misma posición que el centro cinemático y fotométrico de la galaxia, pero no hay evidencia de un segundo núcleo.

Hay menos barras fuertes en las galaxias lenticulares (tipo S0) que entre las galaxias espirales. Este hallazgo pone aún más en evidencia que las espirales pueden evolucionar gradualmente a pasar a ser galaxias de tipo S0. Este resultado ha sido obtenido del Proyecto NIRSOS, Near-IR Survey of S0 Galaxies. Dentro de este Proyecto, se estudia también las relaciones de escala entre las galaxias S0 y las espirales, encontrando más pruebas para la llamada evolución secular.

Evolución del Proyecto

J.R. Sánchez-Gallego ha completado y publicado el estudio sobre la distribución de gas y formación estelar en M81 utilizando datos de CO del "JCMT Nearby Galaxies Survey". Se han detectado sólo unas pocas regiones de emisión en CO J=3-2, localizadas en diferentes posiciones del brazo espiral, confirmando que la emisión global de CO en esta galaxia es débil. Usando un nuevo mapa de H α obtenido con el telescopio INT y otras imágenes de archivo, discutimos la posible existencia de una correlación entre el hidrógeno molecular trazado por el CO y regiones de formación estelar. Utilizando modelos teóricos se ha podido acotar el rango de densidades en las regiones de gas molecular que se han detectado.

Se ha terminado de observar en H α la muestra de 156 galaxias del Nearby Galaxies Legacy Survey. Los datos han sido reducidos y un primer artículo acerca de la distribución de la formación estelar a lo largo de la muestra se está ultimando. Una vez que este artículo haya sido enviado a la publicación iniciaremos el más ambicioso proyecto de comparar los resultados en H α con los mapas en CO J=3-2 que fueron obtenidos utilizando el James Clerk Maxwell Telescope. A partir de estos resultados se espera responder a la cuestión de si existe, de forma global, una correlación entre el gas molecular en una galaxia y la formación estelar observada.

Se inició una colaboración con J. Heiner (Universidad Laval) para desarrollar un método para detectar las regiones de una galaxia que puedan ser debidas a fotodisociación por estrellas cercanas. Este método ha sido aplicado manualmente con éxito para calcular la densidad total del gas en nubes moleculares gigantes. Ahora se pretende automatizar el algoritmo de forma que pueda ser aplicado con facilidad a un gran número de galaxias. Fruto de esta colaboración se espera publicar al menos dos artículos, el primero de los cuales describiría de forma teórica el método y su implementación, y el segundo analizaría los resultados de estudiar, mediante esta herramienta, una muestra importante de galaxias. J.R. Sánchez-Gallego participará en ambas publicaciones y los resultados serán parte de su tesis.

Se ha completado un estudio sobre la galaxia NGC4244. Dicha Galaxia destacaba por ser una de las pocas galaxias de canto ("edge-on") y cercanas en las que un disco grueso se había buscado pero no encontrado, cosa que es difícil de explicar a la luz de los modernos modelos de formación de galaxias. NGC4244 no está del todo de canto, ya que tiene un ángulo de inclinación $i=84.5^\circ$, pero dicha inclinación debería ser suficiente para detectar un disco grueso en el caso de que estuviera presente. Usando imágenes del Survey en infrarrojo cercano S4G se han obtenido detallados perfiles de luminosidad que han permitido detectar trazas de un disco grueso no muy diferenciado del disco fino en el lado de la galaxia que apunta hacia el observador, pero no se han descubierto trazas del mismo en el lado opuesto. Usando un simple modelo, se ha demostrado que eso es probablemente debido al efecto del polvo en el disco fino cuando la galaxia no está completamente de canto. Con este descubrimiento se ha mostrado que la morfología de NGC4244 no constituye ningún desafío a los modelos de formación de galaxias. Este trabajo ya

ha sido aceptado para su publicación en *Astrophysical Journal* (S. Comerón y J.H. Knapen).

Se ha publicado el atlas más completo de anillos nucleares que existe (AINUR: Atlas of Images of Nuclear Rings). Dicho atlas contiene 113 anillos distribuidos en 107 galaxias. Se ha encontrado estadísticamente que los anillos nucleares son causados por resonancias con las no-axisimetrías de la galaxia y que, contrariamente a lo que se creía, no requieren una barra para ser creados.

El Proyecto Internacional “Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies” (S⁴G) está en plena actividad, y ya hay dos artículos publicados. En el primero, se publicó una descripción del Proyecto y de la muestra de 2.331 galaxias locales, además de una descripción detallada de los procedimientos que se utilizaron para reducir los datos.

Un estudio detallado de la región central de la galaxia barrada M83, basado en datos espectroscópicos obtenidos con el telescopio de 8 m Gemini-S, confirma la existencia de un gradiente de edades de las estrellas, con las estrellas más jóvenes ocurriendo donde el gas entra en la región central, empujado por la barra. El núcleo de la galaxia no está en la misma posición que el centro cinemático y fotométrico de la galaxia, pero no hay evidencia de un segundo núcleo.

Hay menos barras fuertes en las galaxias lenticulares (tipo S0) que entre las galaxias espirales. Este hallazgo es aún más evidencia de que las espirales pueden evolucionar gradualmente y pasar a ser galaxias de tipo S0. Este resultado ha sido obtenido del Proyecto NIRSOS, Near-IR Survey of S0 Galaxies. Dentro de este Proyecto, se estudian también las relaciones de escala entre las galaxias S0 y las espirales, encontrando más pruebas de la llamada evolución secular.

FISICA DE LAS ESTRELLAS, SISTEMAS PLANETARIOS Y MEDIO INTERESTELAR

NEBULOSAS BIPOLARES (311386)

A. Mampaso Recio.
R.L.M. Corradi.

K. Viironen (CEFCA, Teruel); D.R. Gonçalves (Obs. Valongo, Brasil); E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba); L. Sabin (UNAM, México); B. Balick (Univ. de Washington, EEUU); S. Navarro (Univ. de Guadalajara, México); M. Rodríguez, G. Delgado Inglada (INAOE, México), L. Cuesta (CAB, Madrid); V. Lorenzi (TNG, La Palma); L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Drew (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido), R. Greimel (Univ. de Graz, Austria), J.M. Vílchez (IAA, Granada), J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia); Colaboración IPHAS (www.iphas.org).

Introducción

Se persiguen tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias con geometría bipolar y de las nebulosas alrededor de estrellas simbióticas para entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y la cinemática observadas.

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 nebuloso.

Descubrir y estudiar nuevas nebulosas planetarias galácticas (mediante el cartografiado IPHAS) y extragalácticas (en el Grupo Local y más allá) analizando sus propiedades físico-químicas e investigando

los gradientes de composición química a lo largo de las galaxias.

Hitos

Se han descubierto diez nuevas estrellas simbióticas cercanas al Plano de la Galaxia. Se ha duplicado el número de simbióticas conocidas en esta región.

Se ha estudiado el sistema binario Nova Vul 2007 y resulta ser el de más corto periodo entre los sistemas binarios centrales de las nebulosas planetarias. Probablemente Nova Vul 2007 acabará explotando como supernova de Tipo Ia.

Evolución del Proyecto

Durante 2010, R. Corradi lideró varios trabajos de búsqueda y caracterización de estrellas simbióticas (ESs) en el Plano de la Vía Láctea. Gracias a los criterios de selección desarrollados en trabajos anteriores y a la obtención de un gran número de espectros de estrellas candidatas (alrededor de 100), se han descubierto 10 nuevas ESs en la zona del Plano Galáctico cartografiada por el Survey IPHAS (www.iphas.org). Estas nuevas estrellas, sumadas a los objetos descubiertos anteriormente, duplican el número de ESs conocidas en la banda estudiada (entre -5 y +5 grados de latitud galáctica). Algunas de las nuevas ESs son particularmente interesantes, como es el caso de IPHASJ190832.31+051226.6, detectada en su fase activa, es decir, durante una de las explosiones muy energéticas que caracterizan a las ESs. Además, los espectros obtenidos han permitido refinar los criterios de búsqueda de ESs, proporcionando una estadística significativa para abordar el objetivo principal del Proyecto: la determinación del número total de simbióticas en la Galaxia. Se pretende lograr ese objetivo en los

próximos años, cuando haya una estadística significativa también para el bulbo de la Galaxia. Como resultado colateral del estudio espectroscópico realizado, se han descubierto objetos pertenecientes a otras clases de estrellas, incluyendo estrellas masivas raras o particularmente interesantes.

M. Santander-García dirigió en 2010 un estudio piloto que demuestra la potencialidad de los instrumentos Fabry-Perot sintonizables, como GHAFAS (disponible en el telescopio WHT del ORM) para el estudio de la morfología y dinámica de las nebulosas planetarias. El trabajo publicado sobre la nebulosa cuadrupolar M 1-75 muestra la probable relación entre las geometrías nebulares altamente colimadas y la presencia de estrellas centrales binarias.

Como parte del estudio de novas llevado a cabo dentro del cartografiado IPHAS, en 2007 se identificó un objeto particularmente interesante, Nova Vul 2007. En un primer artículo de 2008 se colaboró en el descubrimiento de una nebulosa planetaria alrededor de esta nova. La detección de una nebulosa planetaria en una nova clásica es un evento muy raro, pero la falta de información sobre los parámetros básicos del sistema no permitió una discusión detallada de la naturaleza del sistema. P. Rodríguez-Gil, junto con otros miembros del grupo, presentó este año un estudio detallado de la curva de velocidad radial en las líneas de emisión de la nova, pudiendo determinarse con buena precisión el periodo orbital de sus estrellas componentes, que resultó ser de 89 minutos. Este valor, junto con el modelado de las propiedades del sistema binario y de su nebulosa planetaria, implica que la masa total del sistema excede del límite de Chandrasekhar, y por lo tanto, que Nova Vul 2007 es un buen candidato a acabar su evolución como supernova de Tipo Ia.

REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (311486)

C. Esteban López.

L. López Martín, M.F. Nuñez Díaz, A. Herrero Davó, V. Luridiana, J. García Rojas, C. Morisset y A. Mesa Delgado.

A.R. López Sánchez (AAO, Australia); A. Mesa Delgado, F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU); M. Cerviño, M. Villaverde (IAA); L. Carigi, M. Peimbert, M. Peña (IA-UNAM, México); M. Rodríguez (INAOE, México).

Introducción

El presente Proyecto se dedica principalmente al estudio de la estructura, dinámica, condiciones físicas y composición química de las nebulosas ionizadas a través del análisis detallado y modelización de sus espectros. Otro tema de interés es el estudio del ritmo y la historia de la formación estelar en galaxias enanas ricas en gas (galaxias HII).

Hitos

C. Esteban y J. García Rojas en colaboración de L. Carigi y otros investigadores han avanzado en la elaboración de un artículo sobre los datos espectroscópicos Echelle profundos de la región HII NGC2579, situada en las zonas externas de la Vía Láctea (a 12.8 kpc del centro). El interés de este objeto radica en que ha sido posible determinar su abundancia de carbono, permitiendo estudiar el comportamiento del gradiente de dicho elemento así como de C/O. Los datos indican que el gradiente abundancias presenta un aplanamiento en las zonas externas del disco, con importantes repercusiones en la evolución química de la Galaxia y en la nucleosíntesis del carbono, el principal elemento biogénico.

A. Mesa Delgado, L. López Martín y C. Esteban en colaboración con A.R. López Sánchez han analizado datos espectroscópicos bidimensionales de la zona de formación estelar más brillante de la galaxia irregular cercana IC10 (la única galaxia “starburst” del Grupo Local), encontrando evidencias de contaminación local de nitrógeno y helio en una zona donde se encuentra un pequeño número de estrellas Wolf-Rayet (WR). Este patrón de enriquecimiento es consistente con lo predicho por los modelos de nucleosíntesis y evolución estelar para dicho tipo de estrellas. Este es el segundo ejemplo de contaminación por estrellas WR en galaxias HII que se conoce (el primero, NGC5253, también fue confirmado por el grupo). Los resultados aparecerán en un artículo que será publicado en 2011.

Evolución del Proyecto

En julio de 2010, A. Mesa Delgado presentó su tesis doctoral titulada “Distribución de las condiciones físicas y abundancias químicas en regiones HII a pequeñas escalas angulares” en la Facultad de Física de la Universidad de La Laguna, cuyos resultados ya han sido publicados en varios artículos en revistas internacionales con árbitro y presentados en las memorias de años anteriores. En septiembre y octubre de 2010, A. Mesa realizó una visita al Instituto de Astronomía de la Universidad de Hawai (EEUU) para colaborar con F. Bresolin y en diciembre a ESO en Garching (Alemania) para trabajar con Y. Tsamis.

M. Núñez Díaz, está realizando su tesis doctoral sobre la obtención y análisis de un mapa espectroscópico profundo de la Nebulosa de Orión a partir de datos del espectrógrafo bidimensional PPAK del telescopio 3.5 m del Observatorio de Calar Alto. Después de varios periodos de observación concedidos para el Proyecto y debido al mal tiempo de invierno en el Observatorio, sólo ha sido posible obtener datos completos para 5 campos que cubren la zona central de la Nebulosa. Los datos ya han sido reducidos y se está llevando a cabo su análisis, que promete ser muy

interesante, por el gran número de líneas de emisión detectadas, que permitirá estudiar las condiciones físicas y abundancias químicas en cada elemento de resolución del mapa y su correlación con estructuras a escalas angulares pequeñas e intermedias. M. Núñez realizó una visita de trabajo de mayo a agosto al Instituto de Astrofísica de Potsdam (Alemania) bajo la supervisión de M. Roth, con el fin de aprender el manejo de paquetes de reducción y análisis de datos espectroscópicos bidimensionales con el grupo científico que construyó el espectrógrafo PPAK.

M. Núñez Díaz y A. Mesa Delgado, junto con L. López Martín y C. Esteban están finalizando el análisis de datos y la elaboración de dos artículos de espectroscopia bidimensional de cinco campos seleccionados de la Nebulosa de Orión obtenidos con el espectrógrafo PMAS del telescopio 3.5 m del Observatorio de Calar Alto. Entre las zonas escogidas se encuentran dos objetos Herbig-Haro: HH203 y HH204, dos frentes de ionización (barras del sur y del noroeste) y discos protoplanetarios (proplyds) situados en las cercanías de las estrellas del Trapecio. Los resultados de este estudio son muy interesantes pues, relacionados con los objetos HH y proplyds, se encuentran picos de temperatura y decrementos anómalos de las abundancias químicas muy localizados que podrían ser producto de la desexcitación colisional debido a la presencia de zonas de muy alta densidad. En estas zonas, los indicadores de densidad habituales no funcionarían correctamente, proporcionando valores inferiores a los reales y afectando las abundancias determinadas a partir de líneas de excitación colisional.

C. Esteban y A.R. López Sánchez han finalizado la publicación de todos los resultados de un estudio multibanda de una muestra de 20 galaxias Wolf-Rayet (WR). Uno de los trabajos publicado este año se dedica al análisis de las poblaciones de estrellas O y WR en estas galaxias, encontrando variaciones claras con la metalicidad y unos cocientes WC/WN diferentes a los observados en galaxias

starburst cercanas, lo que indica que estos objetos están experimentando brotes de formación estelar cortos y muy fuertes. El segundo artículo recopila resultados sobre colores, composición química y relaciones luminosidad-metalicidad encontradas en la muestra de objetos. Entre los resultados de este segundo trabajo destacan: la detección de cocientes N/O en los objetos con rasgos espectrales WR más intensos (posiblemente producidos por contaminación local); que las abundancias de elementos pesados están correlacionadas con colores más rojos y con la luminosidad óptica y en el infrarrojo cercano, y la relación metalicidad-luminosidad está mejor definida cuando se usa la luminosidad en el infrarrojo cercano.

J. García-Rojas y C. Esteban han finalizado la primera parte del estudio de la región HII Galáctica M43, en colaboración con S. Simón Díaz, G. Stasinska (Obs. de Paris-Meudon, Francia) y C. Morisset (IA-UNAM, México), que ha consistido en el análisis detallado de la estrella central, llevado a cabo por S. Simón Díaz y el análisis de observaciones espectroscópicas de rendija larga de la nebulosa. El principal resultado es la confirmación de que el espectro nebuloso de M43 está fuertemente afectado por luz dispersada por polvo proveniente de la zona central de la vecina Nebulosa de Orión (M42), que afecta significativamente a la determinación de la temperatura de la nebulosa y, por tanto al cálculo de abundancias. Una gran ventaja de este estudio es que se han podido determinar abundancias totales de O, N y S en la nebulosa sin necesidad de corregir por los iones no observados (los denominados icf). El artículo ya está prácticamente finalizado y se enviará a principios de 2011. Una segunda parte del estudio, implicando modelos de fotoionización detallados pseudo-3D, un análisis profundo de efectos de fluorescencia de hidrogeno en las zonas centrales de la nebulosa y la influencia de los distintos códigos de atmósfera en el espectro no ionizante de la estrella central está en desarrollo.

J. García-Rojas, en colaboración con M. Peña (IA-UNAM, México) y M.T. Ruiz (Univ. de Chile) ha observado una amplia muestra

de nebulosas planetarias con núcleo [WC] en distintas campañas que han finalizado en el mes de junio. Para este programa se ha usado el espectrógrafo Echelle MIKE, en el telescopio de 6.5 m Clay-Magallanes. Los datos han sido completamente reducidos y analizados. Las estrellas centrales de estos objetos son pobres en H y pueden ser candidatos a expulsar material pobre en H que produzca la discrepancia de abundancia encontrada entre líneas de excitación colisional (LEC) y líneas de recombinación (LR). Se ha podido determinar la discrepancia de abundancias DA(O++) para 12 objetos y también se ha determinado la DA(O+) para una fracción importante de ellos (7 en total) siendo esta la colección más amplia de objetos en los que se ha podido medir la DA para este ión. Para toda la muestra se ha determinado el cociente C/O a partir de líneas de recombinación; este cociente es muy difícil de determinar en estas nebulosas debido a que las LEC de C se encuentran en el UV y hay una significativa falta de datos para este tipo de objetos. Se está finalizando el análisis exhaustivo de la muestra para comenzar con la interpretación de resultados y la escritura de uno o dos artículos. Los primeros resultados de este trabajo fueron presentados por J. García Rojas en noviembre en la IAU Latin-American Regional Meeting, celebrado en Morelia (México).

J. García-Rojas llevó a cabo la reducción de los espectros Echelle profundos de regiones HII de la galaxias M31 (así como de las nebulosas anulares galácticas NGC6888 y NGC7635) obtenidos en septiembre de 2009 con el telescopio 8 m Subaru del Observatorio de Mauna Kea (Hawai, EEUU).

L. López-Martín en colaboración con K. Exter (Univ. de Leuven, Bélgica) tiene datos de espectroscopia bidimensional utilizando INTEGRAL (telescopio WHT) para identificar y caracterizar contrapartes ópticas de ULX. En este proyecto están participando conjuntamente dos estudiantes de tesis de K. Exter que han obtenido datos con el telescopio VLT. K. Exter realizará una estancia breve en el IAC para analizar los datos de parte de la muestra.

L. López-Martín en colaboración con E. Benítez, I. Cruz-González e I. Fuentes-Carrera (IA-UNAM) y J. Méndez-Abreu (IAC) está haciendo un estudio a través de imágenes profundas en la banda R de galaxias Seyfert de tipo intermedio con el objetivo de determinar las masas de los agujeros negros centrales. Este estudio pretende comparar esta determinación con otras obtenidas a través de estudios cinemáticos en galaxias Seyfert de tipos I y II para establecer la validez o no de esta correlación. Para este trabajo se está utilizando el programa de ajustes GASP2D, del que Méndez-Abreu es experto, con el que se puede descomponer cada galaxia en diferentes componentes (disco, bulbo) y así poder determinar la luminosidad del bulbo con la que poder determinar la masa del agujero negro central.

En septiembre de 2010 se obtuvieron espectros Echelle profundos de una muestra de regiones HII en la galaxia espiral NGC300, del grupo de Sculptor, obtenidos en tiempo de servicio con el telescopio VLT del Observatorio de Monte Paranal (Chile).

L. Carigi (IA-UNAM, México) realizó una visita de trabajo al IAC para trabajar junto con C. Esteban sobre modelos de evolución química aplicados al estudio de los gradientes de carbono y C/O en el disco externo de la Galaxia.

ESTUDIO FÍSICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (311586)

MEMORIA
2010 IAC

92 **A. Manchado Torres,
A. García Hernández, S. Iglesias Groth y
V. Luridiana.**

L. Stanghellini (NOAO, EEUU); E. Villaver (UAM, Madrid); P. García Lario, (ESAC, Madrid); G. García-Segura (UNAM, México); L. Bianchi (YHU, EEUU), M. Manteiga (Univ. de La Coruña).

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 dado lugar a pulsos térmicos en la Rama asintótica gigante (AGB), siendo uno de los principales contribuyentes al enriquecimiento del medio interestelar. Se investigó la fase de transición entre los últimos pulsos térmicos en la AGB y la formación de nebulosas planetarias (NPs). En particular, nos centramos en los cocientes isotópicos de C y O $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$, y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ para imponer ligaduras observacionales a los modelos teóricos actuales de nucleosíntesis en AGBs, así como para estudiar su relación con la presencia de Li y elementos ricos en neutrones en estrellas AGB.

Durante estos pulsos térmicos, la estrella AGB puede perder hasta $10^{-4} M_{\odot}$ por año y formar complejas moléculas orgánicas complejas. Uno de los objetivos es investigar si estas moléculas son los fullerenos. También se han estudiado los procesos hidrodinámicos que dan lugar a morfologías diferentes y también las estructuras complejas detectadas en el hidrógeno molecular en las PNe. Por último, se estudian las PNe en las Nubes de Magallanes, con el objetivo de obtener un [OIII] función de luminosidad que se podría utilizar como una "candela" estándar para calcular las distancias extragalácticas.

El estudio de las bandas difusas interestelares (DIB) tiene por objeto detectar moléculas orgánicas complejas en el medio interestelar (ISM). Se están estudiando estas moléculas (PAHs y fullerenos) en el laboratorio en condiciones similares a las del ISM y en el espacio en las PNe y el ISM.

Hitos

Se han detectado enormes cantidades de fullerenos (C_{60}) en tres nebulosas planetarias (NPs) de la Vía Láctea y una NP

de la pequeña Nube de Magallanes, lo que supone la primera detección extragaláctica de esta molécula (la más compleja detectada en el espacio). Los resultados indican que estas moléculas complejas (con muchas aplicaciones potenciales en materiales superconductores, dispositivos ópticos, medicinas, etc.) son mucho más comunes en el Universo de lo que se creía. Además, se descubrió que estas moléculas pueden formarse acompañadas de grandes cantidades de hidrógeno, lo que contradice las teorías actuales.

Además, se han detectado fullerenos en las dos estrellas R Coronae Borealis menos deficientes en hidrógeno, lo que confirma los resultados obtenidos en las nebulosas planetarias.

Se ha encontrado una posible detección del segundo PAHs más sencillo en el complejo molecular de Perseo (en la línea de visión de la estrella Cernis 52), el catión del antraceno.

Se han medido las transiciones de dos de los fullerenos más abundantes, las moléculas de C₆₀ y C₇₀ en un rango de temperaturas extremas (desde -180° C hasta + 250° C).

El grupo organizó el Workshop “Uncertainties in Atomic Data and how they propagate in Chemical Abundances”, que tuvo lugar en el IAC del 25 al 27 de octubre. En el que se reunieron los expertos mundiales en el campo de los parámetros atómicos y cálculo de abundancias químicas.

Evolución del Proyecto

Se ha trabajado en la interpretación de las abundancias isotópicas de C, N, y O en estrellas R Coronae Borealis (RCB). Se obtuvieron altas sobreabundancias del isótopo ¹⁸O en estas estrellas RCB, lo que ha confirmado que este tipo de estrellas están relacionadas con las estrellas de carbono deficientes en hidrogeno (HdC) y que estos objetos probablemente provienen de la fusión de dos enanas blancas.

Este trabajo ha permitido desarrollar las técnicas de síntesis espectral que se aplicaran a las observaciones en las bandas H y K con ESO-VLT/CRIFES para una muestra de ~10 estrellas AGB masivas de nuestra Galaxia, con la intención de obtener los cocientes isotópicos de C, N, y O en estas estrellas.

Se ha finalizado la reducción y análisis cualitativo de los espectros Spitzer de un gran número de estrellas post-AGB (88), nebulosas planetarias (159) y estrellas R Coronae Borealis (32) y se ha trabajado en la interpretación de los resultados.

Durante este año el grupo se ha centrado en la detección de fullerenos (C₆₀) en nebulosas planetarias (NP) y estrellas R Coronae Borealis. Como resultado de este trabajo, se han detectado enormes cantidades de fullerenos (C₆₀) en tres NP de la Vía Láctea y una NP de la pequeña Nube de Magallanes, lo que supone la primera detección extragaláctica de esta molécula (la más compleja detectada en el espacio). Los resultados indican que estas moléculas complejas (con muchas aplicaciones potenciales en materiales superconductores, dispositivos ópticos, medicinas, etc.) son mucho más comunes en el Universo de lo que se creía. Además, se ha descubierto que estas moléculas pueden formarse acompañadas de grandes cantidades de hidrógeno, lo que contradice las teorías actuales.

Además, se han detectado fullerenos en las dos estrellas R Coronae Borealis menos deficientes en hidrógeno, lo que confirma los resultados obtenidos en las nebulosas planetarias.

Se ha continuado con la caracterización química de un gran número (~150) de estrellas AGB con diferente emisión maser de moléculas oxigenadas (SiO, H₂O, OH) no previamente estudiadas. Se han reducido todos los espectros “Echelle” en el óptico y el análisis cualitativo preliminar de estos

espectros indica que sólo las estrellas con maseres de OH muestran intensas líneas espectrales de rubidio (muy probablemente debido a sobreabundancias de este elemento químico).

Se ha trabajado en la clasificación morfológica de todas las estrellas post-AGB observadas por el telescopio espacial Hubble.

Se han analizado los espectros Spitzer de las estrella post-AGB IRAS 17423-1755 y se ha detectado hielo de agua en su envoltura circumestelar. Este trabajo ha confirmado que IRAS 17423-1755 es una estrella post-AGB masiva y rica en oxígeno.

Se han presentado casos científicos sobre estrellas AGB para los futuros instrumentos HORUS (GTC) y APGOGEE (Sloan III).

Durante el año 2010 se ha continuado la búsqueda de hidrocarburos policíclicos aromáticos, tanto en el complejo Molecular de Perseo para ello se están analizando las observaciones del telescopio TNG-SARG de diciembre de 2008 y del telescopio WHT-ISIS de diciembre de 2008 y febrero de 2009 como en estrellas enrojecidas ($E(B-V) \sim 1$) de tipo O y B, observadas con los telescopios VLT (UVES, principio de verano 2009) y TNG (SARG, julio 2009). Los datos del telescopio VLT han permitido la posible identificación de una nueva estrella que muestra evidencia de cuatro bandas del catión del naftaleno.

Se ha encontrado una posible detección del segundo PAHs más sencillo en el complejo molecular de Perseo (en la línea de visión de la estrella Cernis 52), el catión del antraceno.

en condiciones similares a las del medio interestelar.

Se ha realizado un estudio espectroscópico de las transiciones del C2 en la nube que se encuentra en la línea de visión de la estrella Cernis 52, que ha permitido caracterizar las condiciones de temperatura y abundancia del C2.

La medida de la temperatura y densidad de la nube ha permitido la mejor modelización de los resultados del satélite Planck sobre emisión anómala en la zona de Perseo.

Se ha comenzado la migración del código de abundancia nebular a un entorno basado en python.

Se han actualización los datos atómicos para algunos iones de uso común (S II, SIII, SIV, O I, OIV, NII, NIII, CIII, C III), que se añaden a las realizadas en 2009 (O II, O III, S II, Ne III).

ESTRELLAS BINARIAS (310788)

C. Lázaro Hernando.

M.J. Arévalo Morales, I. González Martínez-País, P. Rodríguez Gil, T. Shahbaz, J. Casares Velázquez, J.A. Acosta Pulido y R.L.M. Corradi.

R. Iglesias Marzoa (Univ. de La Laguna); M. López Morales (Carnegie Institution of Washington, EEUU); V.S. Dillon (Univ. de Sheffield, Reino Unido); P. Abraham (Konkoly, Hungría); M.A. Nuñez Peralta, H. Hernández Peralta (Univ. Autónoma Iztapalapa, México); M. Pérez Torres, D. Steeghs (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); B.T Gansicke, T.R. Marsch, M. Dillon (Univ de Warwick, Reino Unido); L. Schmidtobreick, K. O'Á'Brien (ESO, Chile); W. Skidmore, V. Rana (Caltech, EEUU); P. Hakala, A. Somero (Univ. de Helsinki, Finlandia); C. Tappert (Univ. de Chile); K. Long (Space Telescope Science inst., EEUU); A. Rabassa Mansergas (Univ. de Valparaíso, Chile); D. Jones (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hernanz (Inst. Estudios Espaciales de Cataluña); A. Schwobe, A. Nebot (AIP, Alemania).

MEMORIA 2010 IAC

94

La colaboración con F. Cataldo (Actinium Chemical Research Lab.) ha sido productiva e intensa, tanto en el número de publicaciones, como en los resultados obtenidos sobre espectroscopía en el óptico e infrarrojo de fullerenos. Destaca la medida de transiciones a bajas temperaturas (hasta -180° C) y la reproducción con fullerenos hidrogenados del rasgo de extinción de 2175 Å.

También se han realizado con F. Cataldo estudios para caracterizar los aminoácidos

Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Se cree que la mayoría de las estrellas de la Galaxia se han 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 observables 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 Stromgren y observaciones 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 ha sido encontrada observacionalmente. Para probar o descartar esta afirmación, se están midiendo los periodos orbitales de toda la muestra de nuevas variables cataclísmicas del Sloan Digital Survey (200 sistemas), 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 horas, 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 ritmos mayores de transferencia de masa justo en la frontera superior de 3 horas. 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 el Gemini.

Durante el último año, 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-binariedad a partir del estudio de las estrellas centrales de nebulosas planetarias bipolares. Se estudiará también una muestra de control de nebulosas planetarias esféricas.

Hitos

Estrellas centrales de nebulosas planetarias

En 2010 fue publicado el descubrimiento del sistema binario de periodo orbital más corto conocido dentro de una nebulosa planetaria (Rodríguez-Gil et al. 2010, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, 407, L21), denominado V458 Vulpeculae. La explosión nova que aconteció en 2007, y el posterior descubrimiento de que la nova ocurrió dentro de una nebulosa planetaria (a partir de imágenes pre-nova de la colaboración IPHAS), indicaron que la estrella central de la nebulosa planetaria debía ser binaria compacta con acreción activa. El estudio, liderado por P. Rodríguez-Gil, presenta espectroscopia con resolución temporal obtenida en los telescopios INT y WHT, en el periodo junio de 2008 y agosto de 2009, que proporcionó un periodo orbital de 98.09647 minutos. Lo más probable es que el sistema esté compuesto por una enana blanca masiva de aproximadamente 1 masa solar que recibe masa de una compañera post-AGB de unas 0,6 masas solares. Por tanto, el sistema habría pasado por dos fases de envoltura común y su masa total excedería la de Chandrasekhar, convirtiéndose así en un candidato a supernova de tipo Ia.

Evolución del Proyecto

P. Rodríguez-Gil ha comenzado la búsqueda de sistemas binarios en nebulosas planetarias, empezando con una muestra de 20 candidatas, elegidas a partir de características morfológicas como jets, anillos, o lóbulos. Fotometría intensiva con resolución temporal llevada a cabo principalmente en el telescopio Mercator ha desvelado que más del 50% de las estrellas centrales muestra variabilidad con tiempos característicos que van de pocos minutos a varias horas. Hasta el momento se ha podido completar la curva de luz de 3 de los 20 sistemas, obteniendo periodos orbitales precisos.

M.J. Arévalo y J.A. Acosta Pulido han colaborado con el grupo del Observatorio de Konkoly (Budapest, Hungría), liderado por P. Abraham en la obtención de datos visibles (telescopio IAC-80) e infrarrojos (telescopio TCS) de una muestra de estrellas jóvenes tipo TT-Tau. El objetivo de este estudio es obtener curvas de luz simultáneas en varios rangos espectrales (visible+infrarrojo) para determinar el mecanismo que origina esta variabilidad. En algunos casos se han encontrado variaciones del orden de una magnitud en el visible mientras que en infrarrojo estas estrellas sólo han variado unas décimas de magnitud. Esto se atribuye a cambios en la envoltura de polvo presente en objetos jóvenes. En particular se hizo un seguimiento exhaustivo de dos estrellas que experimentaron un notable aumento de brillo tanto en visible como en infrarrojo a partir del mes de agosto de 2010. Estas estrellas se han clasificado provisionalmente como tipo Fu-Orionis (FUORs). A finales de año se envió un artículo a la revista *Astronomy & Astrophysics*, que fue aceptado.

Se ha concluido un estudio con imágenes infrarrojas de banda estrecha de la nube oscura Lynds 723. Esta región es conocida por albergar formación de estrellas de baja masa, y además porque en ella se localiza uno de los pocos flujos cuadrupolares observados en la emisión de CO, conocidos hasta la fecha. Según trabajos recientes se

cree que está asociado a la presencia de un sistema múltiple de objetos estelares jóvenes. En el estudio se obtuvieron imágenes en las líneas de H₂ (2.122 micras) y FeII (1.644 micras) con la ayuda de la cámara LIRIS en el telescopio WHT. Se encontró emisión en la línea de H₂ distribuida en una región de 5.5 arcmin con forma de S, situada a ambos lados del flujo cuadrupolar. Esta morfología sugiere que la emisión de gas molecular está trazando un flujo a larga escala asociado con el flujo cuadrupolar observado en CO. Sin embargo la emisión en la línea FeII aparece concentrada en las proximidades del objeto Herbig-Haro HH223. Los resultados han sido publicados en la revista *Astronomy & Astrophysics* liderado por R. López (“HH 223: a parsec-scale H₂ outflow in the star-forming region L723”).

Por otra parte J.A. Acosta Pulido ha colaborado con el grupo de estrellas masivas en la obtención y reducción de datos espectroscópicos infrarrojos de estrellas candidatas a ser las estrellas más masivas en regiones de formación estelar joven. Estos datos fueron obtenidos con el modo de espectroscopia multiobjeto de LIRIS en el telescopio WHT. Se publicó un artículo en la revista *Astronomy & Astrophysics* liderado por E. Puga (Near Infrared spectroscopy in NGC7538).

C. Lázaro y M.J. Arévalo han colaborado con J.M. Almenara en la observación y análisis de las curvas de luz de un sistema eclipsante, de tipo PCEB (“post-common envelope binaries”), descubierto en el campo del satélite Kepler. Sólo se conocen 14 sistemas de este tipo, formados por una enana blanca caliente y una enana M fría, lo que hace particularmente interesante su estudio, aunque difícil por su elevada magnitud (V= 20.9 en el eclipse primario). Un artículo liderado por J.M. Almenara (C. Lázaro y M.J. Arévalo co-autores) ha sido enviado a *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*

En el marco del programa de observación de binarias poco masivas, se han observado con el telescopio TCS las binarias NSVS10441882

y NSVS06848235 en el infrarrojo (IR). En ambos casos se han completado las curvas de luz en las bandas J y K, a las cuales les faltaba por observar el eclipse secundario de campañas anteriores. En el telescopio IAC-80, se han observado, en las bandas VRI las binarias KIC006431670, T-Cyg1-12664, T-Cas0-10452 y NSVS06848235. En el caso de KIC006431670 se han observado con éxito dos de los tres eclipses visibles este año. En el caso de la binaria T-Cyg1-12664, se ha completado la curva de luz, confirmando que el periodo es la mitad del publicado originalmente. Se ha comenzado la observación sistemática de T-Cas0-10452, usando noches completas y un programa rutinario, confirmando que las coordenadas originales publicadas de este objeto son erróneas. Además, se ha obtenido la curva de luz parcial de NSVS06848235 en el óptico. Esta curva de luz se completará durante 2011 usando noches de servicio.

Durante la campaña de observación del mes de agosto, y en respuesta a una alerta de J. Gorosabel, se pudo observar con éxito la contrapartida óptica de GRB 100805A, publicándose dos circulares en la red de alerta de la NASA: Gorosabel, J. et al. (R. Iglesias Marzoa co-autor): “GRB 100805A: IAC80 BVR-band observations”. 2010, *GCN Circular* 11060 y Gorosabel, J. et al. (R. Iglesias Marzoa co-autor): “GRB 100805A: IAC-80 and 1.5 m OSN Optical Observations”. 2010, *GCN Circular* 11066.

En campañas anteriores con el telescopio TCS, y la cámara CAIN, se observaron varias binarias en el IR, que se han reducido durante el año.

Durante el proceso de reducción se han mejorado algunos aspectos de las macros, haciéndolas más robustas y fiables. Los análisis preliminares de algunas de estas curvas de luz, usando el programa PHOEBE se han publicado en un póster presentado en la IX Reunión Científica de la SEA en Madrid: Iglesias Marzoa, R. et al.: “Curvas de luz en el IR de cuatro nuevas binarias eclipsantes poco masivas”.

ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES (310695)

R. Rebolo López.

V.J. Sánchez Béjar, B. Femenía Castella, K.Y. Peña Ramírez, L. Labadie y J. González Hernández.

Colaboradores del IAC: N. Lodieu, C. Allende Prieto y M. Esposito.

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).

Introducción

Se pretende investigar los procesos que conducen a la formación de estrellas de baja masa, enanas marrones y los planetas gigantes y caracterizar las propiedades físicas de estos astros en varias etapas evolutivas. Esta clase de objetos es probablemente la más numerosa de nuestra Galaxia, pero no por numerosa está mejor conocida. 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 estos objetos en la vecindad del Sol y en regiones de formación estelar cercanas con el fin de proporcionar información sobre los mecanismos que los originan. 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.

Hitos

Utilizando FastCam y técnicas de imagen rápida en el rango óptico (850 nm) se consiguió resolver la binaria GJ 569 B en sus dos componentes, tanto en observaciones con el telescopio NOT como con el telescopio WHT. La separación de esta binaria es de unos 90 milisegundos de arco. Se ha determinado su separación con una precisión de 1 milisegundo de arco lo que ha contribuido a un mejor conocimiento de su órbita y a la determinación de las masas de las dos componentes. Se ha confirmado que al menos una de las componentes es una enana marrón, la otra estaría muy cerca del límite subestelar, por lo que sería conveniente proseguir con el estudio dinámico del sistema. Resultados de similar precisión en este sistema binario solo se habían logrado con el telescopio de 8-10 m utilizando Óptica Adaptativa en el infrarrojo cercano.

Se llevó a cabo un estudio del potencial de la técnica de "lucky imaging" para obtener imágenes de alto contraste en el rango óptico. Utilizando FastCam en el telescopio NOT y utilizando técnicas de postprocesado basadas en la convolución con funciones tipo "sombrero mejicano" se demostró que es posible obtener imágenes de un contraste de 10 magnitudes a una separación de 1 segundo de arco de estrellas muy brillantes ($I=4-5$). Las pruebas realizadas han permitido obtener fotometría en banda I para la pareja de enanas marrones que orbita alrededor de la estrella HD 30948.

En el marco de una colaboración con la Universidad de Cambridge y con la Universidad Politécnica de Cartagena se ha desarrollado el diseño conceptual del instrumento AOLI para el telescopio WHT. El instrumento que fue presentado al Board del ING consistiría de 4 detectores L3CCD que acoplados con un sistema de Óptica Adaptativa permitiría obtener imágenes de

resolución cercana a 50 milisegundos de arco en el rango óptico. El sistema podría funcionar utilizando estrellas de referencia naturales de magnitud $I=17$ en un campo de visión de alrededor de 1 minuto de arco.

Se colaboró en el caso científico del instrumento HARMONI para el telescopio de 42 m E-ELT con varias propuestas para el estudio de objetos subestelares. Este es uno de los dos instrumentos pre-seleccionados para la Primera Luz del que será el mayor telescopio óptico/infrarrojo del mundo.

Se han publicado los resultados del primer estudio espectroscópico de las enanas marrones menos masivas que se conocen en el cúmulo de las Pléyades. Utilizando los espectrógrafos infrarrojos de los telescopios TNG y WHT. Estos objetos, de tipo espectral L, tienen una edad bien conocida (aprox. 120 Myr) y una metalicidad similar al Sol. Constituyen un referente espectroscópico para la caracterización de enanas marrones del campo cuyas edades son muy difíciles de establecer y por tanto su estado evolutivo es mucho más incierto.

Se ha publicado un estudio infrarrojo de las propiedades peculiares de G196-3B uno de los primeros objetos subestelares descubierto en órbita alrededor de una estrella. La información obtenida con Spitzer y con instrumentación óptica e infrarroja en telescopios terrestres (incluyendo el telescopio GTC) indica que esta enana marrón puede tener una edad inferior a la de las Pléyades y una masa entre las 10 y 20 veces la masa de Júpiter. Sus colores infrarrojos son peculiares, lo que podría indicar la presencia de un disco de material protoplanetario alrededor.

Como resultado de nuestras búsquedas, combinando datos ópticos e infrarrojos de DENIS y 2MASS en la región de formación de Upper Scorpio, se ha encontrado una numerosa población de miles de estrellas de baja masa y enanas marrones. Hasta la fecha se trata de la búsqueda más extensa que se ha hecho en esta región y que ha encontrado el mayor número de objetos

subestelares. Esto ha permitido llevar a cabo un estudio de la función de masas en el rango subestelar con una gran muestra estadística. Además estos datos servirán en el futuro para llevar a cabo búsquedas de compañeros de gran separación con los datos de búsquedas públicas como UKIDSS, para la que es necesario un gran número de fuentes.

Se continúa trabajando en la búsqueda de enanas marrones y de los super-Júpiters que pueblan el cúmulo de Sigma Orionis.

En el cúmulo de Sigma Orionis se llevó a cabo un estudio completo en todo el área del mismo de la población de enanas marrones. Para ello se ha utilizado datos fotométricos ópticos e infrarrojos (IZJ) tomados por el grupo, así como los datos públicos más recientes de UKIDSS y Spitzer. Se ha identificado un centenar de candidatos a enana marrón del cúmulo y se comprobó que su distribución espacial es similar a la de las estrellas de baja masa. Además se ha encontrado que la fracción de enanas marrones con disco en el cúmulo es del 34% y que el espectro de masas es creciente en todo el rango de masas desde la estrellas de baja masa hasta el límite de quema del deuterio ($13 M_{\text{Jup}}$), corroborado nuestros resultados anteriores en un área menor.

La contribución del Proyecto a esta iniciativa ha sido el capítulo del estudio temático dedicado a “Egipto Antiguo” (Belmonte, J.A.; páginas 117-36). En este capítulo no se aborda la historia de la Astronomía matemática o teórica como una ciencia natural, lo que es difícil de llevar a cabo en el antiguo Egipto, sino con los aspectos culturales de la disciplina. Estos son el principal foco de la Arqueoastronomía, una línea de trabajo interdisciplinario en la que las poderosas herramientas de la astronomía esférica y de posición se ponen al servicio de la Antropología para solventar cuestiones históricas que podrían ser difícil de solventar en otros contextos: preguntas tales como: ¿de qué forma mide la gente el tiempo?; ¿cómo crearon calendarios, sagrados o profanos?; ¿cómo se orientaban las estructuras sagradas adecuadamente conforme a los

requisitos religiosos?; y ¿cómo mirar al cielo para una orientación adecuada, ya sea por razones escatológica o para necesidades más prosaicas? Todas estas cuestiones están intrínsecamente relacionadas con varios aspectos importantes de cualquier cultura, ya sea antigua o moderna. El Egipto Antiguo no es una excepción y este hecho se refleja en su patrimonio. Dejando de lado algunos comentarios obsoletos sobre el desarrollo de la Astronomía matemática egipcia antigua, ha quedado claro en la última década y media que la observación del cielo y los sacerdotes astrónomos desempeñaron un papel muy importante en diversos aspectos de la civilización faraónica desde el periodo protodinástico, cuando nos encontramos con la primera evidencia de un calendario lunar que probablemente se gobernaba por el régimen del Nilo, a los períodos helenístico y romano, cuando se creó una de las últimas obras maestras de la astronomía egipcia, el Zodíaco de Dandara. Por lo tanto, durante un período de más de 3.000 años, los observadores del cielo egipcios examinaron el firmamento en un intento serio de encontrar respuestas precisas a las preguntas propuestas. La contribución al estudio temático claramente se acomoda a todos estos puntos en un intento de establecer toda una serie de clases de elementos patrimoniales astronómicos y de los sitios donde estos se encuentran, incluyendo una serie de estudios especiales que podrían tomarse como ejemplos dada su excepcionalidad.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2010 se ha continuado la labor desarrollada en la mayoría de las líneas de investigación abiertas en los años anteriores, recuperando algunas que habían sufrido un parón en los últimos años. Particularizando, se pueden destacar las siguientes líneas de trabajo llevadas a cabo a lo largo de este año.

Ha seguido en marcha la línea de trabajo para el estudio de las tradiciones astronómicas de la civilización faraónica en Egipto y más allá. Este año, el trabajo de campo

arqueoastronómico que se suele llevar a cabo en colaboración con los astrónomos egipcios Mosalam Shaltout y Yasser Abd el Hadi del Observatorio de Helwan y su compatriota el epigrafista Magdi Fakri de la Universidad Minufiya, bajo el auspicio del Consejo Supremo de Antigüedades de la República Árabe de Egipto, ha sufrido un impás en que se ha aprovechado para culminar proyectos ya iniciados o sacar adelante otros nuevos. Este año se ha llevado a cabo la publicación de los resultados obtenidos en los templos de Sudán. El análisis ha mostrado como los edificios sagrados del antiguo reino de Napata y Meroe seguían patrones de orientación similares a los mostrados por su civilización hermana en el Egipto faraónico de forma que tanto la topografía, centrada en el Nilo y ciertas montañas sagradas, como el cielo habrían actuado como referente. En particular, en el área sagrada de Napata y sus campos de pirámides se ha mostrado la conexión entre topografía y paisaje celeste centrada en la montaña sagrada de Djebel Barkal, mientras que en el templo de Amón en Kawa se ha encontrado un patrón muy sugerente que parecen repetir, a una escala menor, otros encontrados más al norte en el gran templo de esta misma divinidad en Karnak. En esta misma línea de trabajo, se ha terminado la contribución del equipo a la iniciativa "Astronomía y Patrimonio mundial" (ver Hitos). Finalmente, se ha asistido al IV Congreso Ibérico de Egiptología, celebrado en Lisboa el pasado mes de septiembre, donde se presentó un trabajo novedoso sobre el papel jugado por el calendario egipcio en diversos marcos explicativos de esta antigua civilización y en donde se aprovechó para establecer contactos con egiptólogos españoles para futuras colaboraciones que han de dar sus frutos en años venideros.

El trabajo sobre el fenómeno megalítico ha seguido constituyendo un pilar singular del Proyecto. El estudio del fenómeno megalítico durante las últimas décadas ha mostrado que las orientaciones de los monumentos no es aleatoria sino que aparecen patrones regulares de orientación entre los monumentos construidos por un

mismo foco. A fin de establecer de forma lo más objetiva posible, las relaciones entre las orientaciones de grupos independientes de monumentos, se ha aplicado una serie de algoritmos de análisis grupales a las muestras de megalitos medidas en la Península Ibérica y áreas adyacentes. Los resultados de este estudio fueron publicados este año en la revista *Journal for the History of Astronomy*. En este artículo se muestra cómo los grupos más cercanos entre sí son los que muestran orientaciones más parecidas. Es importante destacar que el estudio es independiente de la variable geográfica. Además, partiendo de un foco original, posiblemente en el área del Alentejo portugués, se han podido definir una serie de 'rutas de orientaciones' por medio de las cuales se observan las similitudes en las diferentes áreas de la Península, como la facha atlántica o los valles de los grandes ríos (Guadiana/Guadalquivir o Tajo/Duero). El trabajo sigue en marcha y en el verano de 2010 se midió la orientación de una docena de dólmenes en el Pirineo Aragonés, datos que vienen a llenar una laguna en la muestra que, con la adición de nuevos datos propios y de la bibliografía, están permitiendo llevar a cabo un análisis mucho más extenso y detallado, incluyendo otras regiones del entorno europeo. El trabajo de campo, de hecho, aún no ha finalizado y se esperan nuevas muestras del entorno ibérico y de la cuenca mediterránea. También se finalizó un estudio sobre la orientación de un conjunto de dólmenes extremeños del área de San Vicente de Alcántara que ha dado lugar a un Trabajo de Introducción a la Investigación en el Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

En el marco de la línea abierta sobre el estudio de los monumentos megalíticos de Bulgaria, en colaboración con Dimiter Kolev del Instituto de Astronomía de la Academia Búlgara de Ciencias, este año se ha finalizado la redacción de un artículo muy extenso que se encuentra en vías de publicación en los próximos meses en la revista *Archaeoastronomy*.

Los estudios sobre la prehistoria europea se han completado con un análisis

comparativo de diversos elementos de las culturas de la Península Ibérica en al Edad del Hierro donde se han analizado algunos yacimientos de época celta y los grabados rupestres del entorno gallego. El trabajo, llevado a cabo en colaboración con el Marco García Quintela de la Universidad de Santiago de Compostela ha dado como resultado un artículo multidisciplinar que fue enviado para su evaluación a una revista especializada en temas antropológicos. En relación con este mismo tema de estudio, en décadas recientes se ha puesto de manifiesto la existencia de direcciones privilegiadas en las orientaciones de asentamientos, tumbas y santuarios celtas tanto en el continente europeo como en las Islas Británicas. Sin embargo, no existe un tratamiento sistemático de estos sitios ni un acercamiento general desde la óptica de la Arqueoastronomía y su metodología. Por ello, tras una reciente reunión en Bruselas, un grupo de investigadores de diversos países europeos, están impulsando la creación de una red internacional para estudiar estos temas. El objetivo es realizar una serie de reuniones a fin de determinar los objetivos así como plantear las campañas de toma de datos que sean necesarias, al menos en un primer acercamiento al tema.

Dentro de la cosmovisión Inca, el emperador como hijo del Sol debía realizar una serie de rituales en los momentos adecuados del año. Los informes de la conquista y posteriores nos hablan del papel principal del Sol en estos rituales, en que la correcta orientación de los espacios era clave para los incas. El Imperio Inca en su máxima extensión llegó al área central de Chile. En esta zona se localizan 4 sitios arqueológicos que fueron visitados en el mes de mayo donde se pudo constatar que presentan posibles asociaciones arqueoastronómicas. Los resultados se están preparando para ser enviados a su publicación en revistas de arqueología americanas.

Se ha avanzado en la redacción de un artículo sobre los resultados de los trabajos de campo realizados durante 2006 en yacimientos de la cultura tartésica, encontrando resultados muy interesantes, como la presencia de

una “familia de 55 grados” en el patrón de orientación de los edificios de culto tartésicos que podría estar relacionado con Venus. En febrero de 2010 se llevó a cabo una campaña de trabajo de campo en distintos yacimientos adscritos a la cultura ibérica en las provincias de Teruel, Alicante y Jaén, con algunos resultados interesantes, como el hallazgo de una posible hierofanía solar equinoccial en el Santuario de Castellar de Santisteban.

Este año se volvió a la Isla de Pascua (Chile) a trabajar con el antropólogo E. Edwards en el proyecto iniciado años atrás. En esta ocasión, durante esta breve estancia, centramos nuestras pesquisas en las torres de observación denominadas “tupas” a las que las fuentes etnográficas catalogan como observatorios. Se completó la toma de medidas en aproximadamente un 40% de la muestra conocida (las más singulares y mejor conservadas) y los datos se encuentran en la actualidad en proceso de reducción y análisis preliminar. Durante el trabajo de campo se llevó a cabo la adquisición de imágenes para la elaboración de un documental de divulgación sobre los conocimientos astronómicos de los antiguos pascuenses que, dado su complejidad, se encuentra en la actualidad en proceso de edición lo que quizás exija una nueva visita a la isla; visita que, además, pudiera servir para completar el muestreo del resto de las tupas identificadas en la carta arqueológica.

Sin duda, unos de los proyectos más interesantes llevados a cabo este año ha sido el estudio arqueoastronómico de las civilizaciones anatólicas, una de las líneas de trabajo contempladas en el Proyecto OAS II, en particular del mundo hitita y de sus vecinos, frigios, licios, sabeos o los habitantes del antiguo reino de Commagene. Tras la exitosa campaña de prospección arqueoastronómica llevada a cabo en Turquía, en que se visitaron más de una treintena de yacimientos arqueológicos de estas culturas, y se obtuvieron los datos de más de un centenar de alineaciones, el objetivo este año 2010 ha sido reducir y analizar la gran cantidad de datos recogidos y de situarlos

en el correspondiente marco cultural para lo que, en paralelo, se ha llevado a cabo a lo largo del año un estudio bibliográfico amplio y muy detallado. El análisis definitivo de los datos de Commagene ha permitido publicar un artículo, que posiblemente represente un cambio de paradigma, en el *Journal for the History of Astronomy* (ver Hitos). Por otra parte, el trabajo concienzudo sobre los datos y las fuentes epigráficas e históricas del Imperio Hitita nos ha llevado a la preparación, de un artículo sobre el mundo hitita y sus sucesores los frigios. Los resultados indican que la muestra frigia deberá completarse a medio plazo con nuevos datos que posiblemente exigirán una nueva campaña en Anatolia central a medio plazo. Por otra parte, el análisis de los datos de Licia y otros lugares aún sigue en marcha. Sin temor a equivocarnos, podemos afirmar que los datos originales, y sus correspondientes resultados, son muy buenos y muy variados, y están siendo muy útiles para comprender a la forma de ver y entender el cosmos de las antiguas culturas anatólicas en su contexto mediterráneo.

En este marco y gracias a los datos acumulados durante las últimas décadas, se dispone de una gran cantidad de medidas de orientaciones de templos y estructuras funerarias a lo largo del Mediterráneo para épocas históricas en las culturas de las Edades del Bronce y Hierro. Esto permite realizar un estudio estadístico comparativo a fin de establecer posibles similitudes entre los patrones de orientación de estos monumentos. El resultado de este estudio puede complementar la información histórica a la hora de analizar las influencias y contactos entre las diversas culturas que se asomaban a Mediterráneo en la antigüedad. Este trabajo está en curso.

Adicionalmente, este año se ha retomado una de las líneas marco del Proyecto OAS II: el estudio arqueoastronómico del Prerrománico Ibérico. Para ello, se llevó a cabo a finales de verano una campaña de prospección en las iglesias de la comarca oscense de El Serrablo y en otras iglesias visigóticas y mozárabes del centro-norte

peninsular. En total, se midió la orientación de la práctica totalidad de las iglesias serrablesas (doce de ellas) con lo que la muestra total de iglesias prerrománicas medidas en el solar peninsular se eleva ya a un 60% de las documentadas. Se están trabajando los datos con el objetivo de tener finalizado el análisis en los próximos meses.

Por supuesto, a lo largo de 2010 los miembros del equipo han asistido, y presentado varias comunicaciones a congresos internacionales relacionados con la materia. Uno de ellos ha sido el XVIII Congreso Anual de la SEAC en Gilching (Alemania) con el título "Astronomy and Power" (el IP del Proyecto es Presidente de la SEAC y miembro del SOC), donde se presentaron resultados preliminares del trabajo en Anatolia (especialmente en los yacimientos de Gobekli Tepe, Karakush y Sogmatar Harabesi) y en las iglesias prerrománicas asturianas. También se ha asistido al IV Congreso Ibérico de Egiptología que tuvo lugar en Lisboa (Portugal) la tercera semana de septiembre, que ya se ha mencionado, y a la Reunión Científica de la SEA en Madrid donde se presentó una comunicación invitada de revisión de nuestro trabajo. También se ha colaborado (el IP del Proyecto es miembro del SOC) en la organización de la "IX Oxford Conference on Cultural Astronomy" que tendrá lugar en Lima (Perú) en la primera semana de enero de 2011.

Finalmente, en el VI Congreso de Patrimonio Histórico sobre "Arte Rupestre y Poblamiento" celebrado en octubre en Arrecife de Lanzarote se presentó como ponencia marco el análisis de grupos de las escrituras líbico-beréberes de Canarias y el norte de África llevado a cabo por el grupo en colaboración con la Jefa del Servicio de Patrimonio del Cabildo de Lanzarote, M. Antonia Perera, con el tema del poblamiento como fondo, temática ésta íntimamente relacionada con nuestro Proyecto de Arqueoastronomía en el Archipiélago Canario y el norte de África. En este sugerente trabajo se demostró que las poblaciones que portaron la escritura al archipiélago probablemente procedían del entorno del África Proconsular en una época

cercana al cambio de la era. Esta información es de utilidad para la correcta interpretación de los datos arqueoastronómicos. En esta misma línea, se aprovechó el congreso para realizar los contactos pertinentes para la realización de trabajo de campo arqueoastronómico en la isla de La Palma en colaboración con arqueólogos locales. La puesta en marcha del Proyecto se planea para el año 2011 en función de las agendas de los diversos equipos involucrados.

NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (311097)

J. Casares Velázquez.

A. Herrero Davó, T. Shahbaz, R. Cornelisse, J. González Hernández, I. González Martínez-País, P. Rodríguez Gil, G. Israelian, J.M. Corral Santana y C. Zurita Espinosa.

T. Muñoz Darias, S. Campana, P. D'Avanzo (Obs de Brera, Italia); M. Pérez Torres, P. Jonker (Univ. de Utrech, Países Bajos); P.A. Charles (SAAO, Sudáfrica); T. Marsh, D. Steeghs, B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); V. Dhillon (Univ. de Sheffield, Reino Unido); K. O'Brien (Univ. de California, EEUU); R.I. Hynes (Univ. de Louisiana, EEUU); J.M. Paredes, M. Ribó (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); J. Combi (Univ. de La Plata, Argentina); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); P. Bonifacio (Obs. de París, Francia); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); I. Negueruela, F. Vilardell (Univ. de Alicante).

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 10^3 - 10^6 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:

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.

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 imponer restricciones a la ecuación de estado de la materia nuclear, por un lado, y a la edad y evolución de estos sistemas, por otro (e.g. 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). Asimismo, pueden proporcionar información para desvelar la naturaleza del objeto compacto mediante el estudio del perfil de líneas de emisión (ej. 6.4 keV). En el óptico se estudiará la variación orbital de los perfiles de emisión utilizando técnicas de tomografía Doppler.

Esto 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 estudio de las oscilaciones quasi-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}).

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

Confirmación de la presencia de una estrella

de neutrones masiva en Cyg X-2: este estudio favorece nuestros parámetros orbitales anteriores frente a los propuestos por Elebert et al. 2009 (Casares et al. 2010 *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.* 401 2517).

Evolución del Proyecto

Continúa el desarrollo de los programas de búsqueda de agujeros negros en estos sistemas, determinación de masas, tomografía Doppler, abundancia química de las estrellas compañeras y detección de Li. Este año se han publicado nuevos tomogramas Doppler del agujero negro A0620-00 que muestran emisión de la estrella compañera en quietud. Las propiedades de esta emisión sugieren que está producida por emisión cromosférica debido a la rotación rápida de la estrella compañera. Asimismo, se ha completado el análisis de la fotometría NOT y espectroscopía GTC del agujero negro XTE J1859+226 y se ha enviado un artículo a *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.* El sistema resultó estar en un estado activo, 1 mag. sobre la quietud, con gran variabilidad fotométrica (2010 ATel #2845). A pesar de ello los datos favorecen un periodo de 6.6 hr y una función de masa de 4.5 Msun, inferior al valor publicado por Filippenko & Chornock 2001. Se ha vuelto a obtener tiempo con el telescopio GTC+OSIRIS para confirmar este resultado. Se continúa con la observación rutinaria del candidato a BH SWIFT J1753.5-0127, cuyo período orbital es el más corto, y que se encuentra aún en estado activo desde su descubrimiento en 2005. También se ha obtenido fotometría R/ H α con VLT+FORS2 del agujero negro histórico KY TrA para confirmar su identificación. El candidato muestra un elevado exceso en H α respecto a las estrellas del campo, como era de esperar. Nuestras anteriores campañas fotométricas, sin embargo, no muestran ninguna variabilidad significativa, lo cual sugiere que la inclinación es muy baja o el periodo bastante largo. Se está preparando un artículo con estos resultados. Asimismo, se ha realizado fotometría WHT del nuevo candidato a agujero negro XTE J1752-223 que muestra un aumento de brillo previo a su caída definitiva al estado de quietud

(2010 ATel #2804, #2805, #2818). El sistema está en una región demasiado poblada y es demasiado débil para intentar estudios dinámicos en quietud con la instrumentación actual.

Actualmente, el censo de BH con evidencia dinámica es de 20; hace falta un mínimo de unos 30 sistemas para abordar estudios estadísticos de sus propiedades fundamentales. Se prevé que en unos pocos años se pueda alcanzar esa cifra, gracias al descubrimiento de nuevos candidatos con los actuales satélites de rayos X, más los candidatos clásicos, accesibles a telescopios de 8-10 m. Se continúa con la búsqueda de nuevos agujeros negros en quietud usando los diagramas (Hel5875-r) vs (r-i) y (r-Ha) vs (r-i) de IPHAS/UVEX, en combinación con colores infrarrojos de 2MASS. Se ha realizado una campaña con el telescopio WHT+WYFOS para confirmar espectroscópicamente los candidatos fotométricos y se ha obtenido más tiempo para los próximos 24 y 25 junio.

Además, la ventana abierta por el estudio de la mezcla de Bowen en Sco X-1 permite obtener información dinámica de binarias de rayos X persistentes y las primeras estimaciones de las masas de sus estrellas de neutrones. Se ha completado el estudio de la fuente 4U 1916-053 y se está preparando un artículo.

Las observaciones con el telescopio VLT+FORS de los sistemas 4U 1556-605 y Ser X-1 no pudieron realizarse por mal tiempo pero se obtuvo tiempo con el telescopio GTC+OSIRIS para volver a intentar Ser X-1 el próximo verano. Por su parte, de las 20 h concedidas con el telescopio VLT+SINFONI para obtener la curva de velocidad radial en Aql X-1 sólo se pudieron completar 4 h debido al mal tiempo y a que el sistema entró en erupción. La ESO prorroga el programa para el semestre 11A. Con este trabajo se espera confirmar la presencia de una estrella de neutrones masiva en este sistema, tal como sugiere el estudio de las líneas de Bowen. El resultado que se obtenga puede tener importantes

implicaciones para el conocimiento de las ecuaciones de estado de la materia nuclear. Se acaba de activar la propuesta ToO en el telescopio VLT para el estudio de las líneas de Bowen en el nuevo sistema transitorio MAXI J0556-332 recién descubierto (2011 ATel # 3102). El grupo tiene también 1 propuesta ToO con el telescopio GTC+OSIRIS para el estudio de nuevos sistemas en erupción visibles desde el norte. La mayor parte de estos sistemas serán demasiado débiles ($R > 23$) en quietud para realizar estudios espectroscópicos con la instrumentación actual. Tan sólo la detección de líneas Bowen durante la fase de erupción permitiría realizar estudios dinámicos y restringir las masas de las estrellas. Por su parte, continúa pendiente completar el análisis de los datos del millisecond pulsar XTE J1814-338, obtenidos durante la erupción de 2002. Finalmente, se abandona la gestión de adquirir una VPH con $R=5000$ centrada en 4640 Angs por falta de recursos humanos en el Área de Instrumentación del IAC.

Por otro lado, continúa el estudio de curvas de luz simultáneas de Bowen (con ULTRACAM y ULTRASPEC) y rayos X, (con RXTE) de varios sistemas (Técnica de Eco-tomografía). La variación orbital de los retrasos entre las curvas de luz ópticas y en rayos X depende fuertemente de los parámetros de la binaria (separación, inclinación cociente de masas) y puede utilizarse para restringir estos. Continúa el análisis de datos VLT+ULTRACAM/XTE del sistema V801 Ara, NTT+ULTRASPECT/XTE de X0748-676 y NTT/XTE de V801 Ara y X1822-371. Este objetivo se encuentra un poco retrasado por la marcha de T. Muñoz como postdoc al Observatorio de Brera (Italia), pero intentará retomarse durante varias visitas de trabajo.

Con relación al estudio de variabilidad rápida en binarias de rayos X se han publicado 2 artículos con resultados de los sistemas Cen X-4, N.Mus 91 y GX339-4 donde se detectan QPOs de baja frecuencia. En este último sistema, se observa evidencia de reprocesamiento a ~ 150 ms y 10s, posiblemente asociados a un jet.

Paralelamente, se ha realizado un análisis homogéneo comparativo de funciones de correlación en 4 binarias de rayos X con agujeros negros (SWIFT J1753.5-0127, GX 339-4) y estrellas de neutrones (Sco X-1 y Cyg X-2), a partir de observaciones simultáneas de RXTE y ULTRACAM. Se incluye, por primera vez, un análisis dinámico de las funciones de correlación que muestra como, en varios casos, la correlación positiva viene precedida por una anticorrelación que no puede explicarse en un escenario clásico de reprocesamiento. Además, la forma de las funciones de correlación varía significativamente en intensidad y forma. Este comportamiento sugiere que hay un mecanismo distinto al reprocesamiento que domina la emisión óptica en escalas temporales cortas.

En el apartado de abundancias químicas de las estrellas compañeras se ha completado, en una primera fase, el estudio de los parámetros orbitales de la binaria y se ha refinado la determinación del ensanchamiento rotacional, lo que confirma la presencia de una estrella de neutrones masiva. Este resultado se ha publicado en un artículo y ahora falta caracterizar los parámetros estelares de la estrella compañera para realizar el estudio de su abundancia y metalicidad. También ha finalizado la reducción de los espectros Keck de V404 Cyg y se está completando el análisis espectral de los datos UVES de LS 5039.

En cuanto al estudio de elementos orbitales y masas de objetos compactos en HMXBs, se ha completado el análisis de la oscilación de 1d. en las velocidades radiales de LS 5039. Esta perturbación se observa al menos durante 7 años de datos y parece estar relacionada con oscilaciones no radiales de la estrella O6.5V. Se está completando un artículo donde se presenta este resultado. Continúa la observación de las fuentes LSI +61 303 y MWC 148. Asimismo, se ha obtenido más tiempo de observación Liverpool para estudiar estos sistemas y la nueva candidata a binaria de rayos gamma MWC 656. Por último, se han obtenido las

primeras observaciones de fuentes ULXs extragalácticas con el telescopio GTC y se espera obtener más datos durante el próximo semestre. Desgraciadamente, el postdoc interdisciplinar de Consolider dedicado a estos datos ha obtenido otro contrato y ha dejado el Proyecto.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (310898)

A. Herrero Davó.

**B. Vicente Martínez, M. García García,
C. De Martino, N. Castro Rodríguez,
S.A. Ramírez Alegría, S. Simon Díaz, G.
Gómez Velarde, A. Rosenberg González y
C. Sabin San Julian.**

**Colaborador del IAC: S.L. Hidalgo
Rodríguez.**

J. Puls (Univ. de Munich, Alemania); C. Evans (ROE, RU); A. de Koter (Astronomical Institute, Univ. de Utrecht, Países Bajos); J.S. Vink (Obs. de Armagh, Reino Unido); N. Markova (NAO, Bulgaria); D.J. Lennon, N.R. Walborn (STScI, EEUU); R.P. Kudritzki, M.A. Urbaneja (IoA, Univ. de Hawai, EEUU); R. Barbá (La Plata, Argentina); F. Najarro (CAB, Madrid); I. Negueruela (Univ. de Alicante); A. Marín (CEFC, Teruel); M. Ribo (IEEC-UB); J. Maíz Apellániz (IAA, Granada).

Introducción

Las estrellas masivas son auténticos motores de la evolución de las galaxias y el Universo. Nacen con al menos ocho masas solares, lo que las condena irremisiblemente a estallar como supernovas al cabo de unos pocos millones de años, tras sintetizar en su interior gran cantidad de elementos pesados que expulsarán al exterior en su mayor parte, alterándolo y modificando su composición química. El estudio se realizará preferentemente entre las que tienen más de veinte masas solares, cuyos fuertes vientos y campos de radiación inyectan a lo largo de su evolución enormes cantidades de energía mecánica y radiativa en el medio que les rodea, ionizándolo, calentándolo y acelerándolo. Su vida es tan breve que

su mera presencia nos indica que han nacido recientemente. Son así excelentes trazadores de las propiedades del medio circundante y de la formación estelar, desde los brazos espirales de galaxias como la Vía Láctea hasta los estallidos de formación estelar intensa conocidos como starbursts.

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. Por su alta luminosidad, se pueden estudiar sus espectros individuales en galaxias cercanas más allá del Grupo Local, muy especialmente con los nuevos telescopios de la clase 8-10 m, y por ello han sido sugeridas repetidamente como posibles patrones de distancias. Además constituyen una de las pocas fuentes de las que obtener información directa de las zonas de alta extinción como el centro de nuestra Galaxia. Recientemente han despertado el interés por la población III y se las ha propuesto como fuentes de la reionización del Universo en épocas tempranas. Su final está relacionado con algunos de los más exóticos objetos y eventos conocidos, como las estrellas de neutrones y los agujeros negros, las binarias masivas de rayos X, los rayos cósmicos o los estallidos de rayos gamma.

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 en 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 de diferentes rangos espectrales, el UV es necesario para determinar velocidades terminales del viento, el visible para temperaturas efectivas, gravedades y pérdidas de masa; en ocasiones, el IR permite esas mismas determinaciones, y además proporciona información sobre gradientes de velocidad en la base del viento. La detección en radio permite determinar pérdidas de masa e identificar procesos no térmicos. La comparación de la pérdida de masa obtenida a diferentes longitudes de onda puede indicar la presencia de condensaciones o grumos en el viento.

Las estrellas masivas nacen en regiones galácticas a menudo inaccesibles a nuestra vista, ocultas por el polvo presente en el plano de la galaxia. En los últimos tiempos, gracias a observaciones IR (y otras longitudes de onda), se están descubriendo cúmulos de estrellas masivas que hasta hace poco nos eran completamente desconocidos.

La búsqueda y estudio de estos cúmulos nos revelará importantes detalles de la formación estelar en nuestra Galaxia, en particular la forma de la Función Inicial de Masas y su posible dependencia del entorno y la metalicidad, y la existencia de una masa de corte, a partir de la cual la naturaleza no formaría estrellas. Actualmente, esta masa parece situarse alrededor de las 150 masas solares, pero este dato está sin confirmar. Igualmente, los estudios IR nos pueden permitir acceder a las primeras fases de la vida de las estrellas masivas, cuando la evolución estelar tiene lugar todavía oculta por nube original. Particularmente interesante aquí es detectar el posible inicio del viento estelar y la naturaleza de las estrellas O Vz, un subtipo espectral con anchas líneas de H α 4861.

Los objetivos del presente Proyecto son los siguientes:

- Estudiar estrellas en asociaciones OB, regiones HII y sistemas binarios.
- Estudiar los vientos de las estrellas, en particular la existencia de condensaciones y la relación entre el Momento del Viento y la Luminosidad (WLR).
- Mejorar los modelos de atmósfera utilizados.
- Estudiar las estrellas en otras galaxias cercanas.
- Estudiar la formación de estrellas masivas en regiones oscuras de la galaxia.

Hitos

El resultado más relevante de este año ha sido encontrar una relación entre el ensanchamiento anómalo de las líneas espectrales de las estrellas masivas azules (la mal llamada macrotubulencia) y las variaciones de los perfiles de dichas líneas. Esta relación es consistente con la predicción de los modelos de atmósfera que simulan la pulsación estelar. El resultado abre la puerta a la posible explicación de este ensanchamiento anómalo como una consecuencia de las pulsaciones estelares. De confirmarse esta posibilidad, sería posible utilizar la teoría de pulsaciones estelares

para estudiar las estrellas masivas, lo que abriría nuevas posibilidades.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2010 la galaxia enana del Grupo Local IC1613 ha continuado siendo uno de nuestros objetivos primordiales. Consecuencia del trabajo anterior ha sido la publicación de un segundo estudio sobre sus asociaciones OB y del análisis de la peculiar estrella V39 (quizá la estrella LBV - Luminous Blue Variable - u objeto comparable de menor metalicidad conocida). Actualmente, el grupo está centrado en el estudio de los espectros de esta galaxia obtenidos con VIMOS. Un comienzo prometedor ha sido el análisis de dos estrellas Of, que presentan una alta abundancia de nitrógeno, lo que apunta a una evolución avanzada. Sus vientos además parecen más fuertes de lo esperado, pero este punto requiere cuidadosa confirmación. El análisis de la mayoría de las estrellas lo realizaremos mediante los métodos automáticos desarrollados en la tesis de N. Castro. Además, se continúa con el estudio de sus asociaciones con la observación de algunas estrellas particulares utilizando OSIRIS@GTC (aunque todavía a baja resolución) y se obtuvo obtenido tiempo con VLT-VIMOS (esta vez en modo IFU) para el análisis de una región particular.

En el marco de nuestros estudios de estrellas extragalácticas cabe destacar la presentación de la tesis de N. Castro (octubre de 2010). Además del análisis de espectros individuales en la galaxia NGC55 (a 2 Mpc de distancia) esta tesis destaca por el desarrollo de métodos automáticos para el análisis espectroscópico de estrellas OB. Estos métodos serán aplicados a estrellas de IC1613 y de M33. Para éstas últimas se cuenta con observaciones de los telescopios WHT y GTC. N. Castro se encuentra actualmente en la Universidad de Atenas, realizando una estancia postdoctoral, y se continúa colaborando estrechamente.

Un tercer aspecto destacado del trabajo en este campo es la participación en la colaboración The FLAMES-Tarantula

Survey, una colaboración internacional alrededor de un Large Programme de la ESO dedicado a obtener espectroscopía multiépoca de estrellas OB en 30 Doradus. Se está participando en tareas relacionadas con el análisis de espectros de estrellas OB utilizando los métodos automáticos antes señalados.

En estrellas de la Vía Láctea, sin duda el resultado más relevante ha sido la constatación de una relación entre la velocidad de macroturbulencia y la amplitud de las variaciones en los perfiles de las líneas espectrales que responde a lo predicho por los modelos de pulsaciones. Ya que macroturbulencia es un término para designar un ensanchamiento espectral anómalo en estas estrellas, y que la velocidad correspondiente es supersónica (invalidando por tanto cualquier relación con una turbulencia clásica) esta relación abre la puerta para la interpretación de tales ensanchamientos anómalos.

Estos análisis se han realizado sobre un conjunto de estrellas observadas a alta resolución espectral y temporal con FIES@NOT. Este conjunto constituye la IAC OB Stars Database (IACOB) y ya es referencia en el campo.

Finalmente, se sigue colaborando con otros grupos, en el análisis de estrellas galácticas y así se ha realizado una nueva determinación de los parámetros de las compañeras visibles en las binarias de rayos gamma LS 2883 y LS 5039 (nótese que sólo hay tres sistemas de este tipo conocidos en la Vía Láctea). Se espera publicar los resultados en los primeros meses de 2011.

En los estudios infrarrojos, se ha continuado con la publicación de cúmulos masivos o intermedios interesantes. Este año se publicó el estudio infrarrojo de NGC7538 y se envió para su publicación el de Sh2-152 (pendiente del informe de árbitro). En este segundo caso, se ha desarrollado una técnica para el estudio de la función de luminosidad del cúmulo que puede ser útil en el futuro.

En este apartado infrarrojo se ha realizado una búsqueda de nuevos cúmulos de interés, y se hallaron algunos nuevos candidatos. Dos de ellos han sido observados y se encuentran actualmente en análisis. En el futuro inmediato se espera realizar estas búsquedas combinando nuestra técnica con la utilizada en la búsqueda de las asociaciones OB en IC 1613, lo que constituiría una mejora en su automatización. Este trabajo se ha visto ralentizado seriamente por la marcha de C. De Martino, quien hubo de dejar el Proyecto por fuerza mayor.

Finalmente, hay que destacar que esperáramos concluir la tesis de S. Ramírez Alegría en este campo.

Este año se concedió el Proyecto AYA2010-21697-C05-04, cuyo IP en el IAC es I. Pérez Fournon y el coordinador del proyecto es M. Pintado, del CAB. También ha sido concedido un proyecto del Gobierno Autónomo de Canarias para los próximos dos años, y una prórroga del Proyecto AYA2008-06166-C03-01. También se ha continuado con la colaboración dentro del Proyecto Consolider CDS2006-00070.

PRUEBAS OBSERVACIONALES DE LOS PROCESOS DE NUCLEOSÍNTESIS EN EL UNIVERSO (3I2304)

G. Israelian.

E. Delgado Mena, J. Casares Velázquez, R.J. García López, R. Rebolo López y J. González Hernández.

Colaboradores del IAC: A. Herrero Davó y J. Trujillo Bueno.

de Londres, Reino Unido), S. Dermott (Univ. de Florida, EEUU); J. Jenkins, 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

M. Mayor, S. Udry, F. Pepe, G. Meynet, A. Maeder (Obs. de Ginebra, Suiza); N. Santos, S. Sousa (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. Musaeu (SAO, Rusia); A. Livshits (Univ. de Moscú, Rusia); B. May, M. Rowan Robinson (Imperial College, Univ.

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 (Bodaghee et al 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 404, 715; Ecuivillon, 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, Ecuivillon, 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 mil 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 demostró que la diferencia en abundancia de Li entre las estrellas con y sin planetas no se debe a una diferencia de edad ni de masa, lo que confirma las suposiciones sobre este efecto publicadas en Israelian et al. (2009).

Se publicó una nueva calibración en temperaturas efectiva usando cocientes de anchuras equivalentes de varias líneas espectrales.

Se ha encontrado una gran variedad de sistemas planetarios con diferentes ratios C/O y Mg/Si y los resultados obtenidos pueden servir para conocer cómo se han formado estos sistemas, dónde podrían estar las órbitas planetarias y qué tipo de planetas terrestres podrían albergar.

Se encontró que el comportamiento de los elementos volátiles y refractarios es el mismo en las estrellas con y sin planetas, lo que apoya la hipótesis primordial para la explicación de la supermetalidad de las estrellas con planetas.

Como la síntesis espectral en la zona del Be de las estrellas frías es muy complicada se desarrolló un nuevo método de comparación directa de espectros. Se han encontrado un par de estrellas frías de baja masa con planetas cuyo contenido de Be es sensiblemente inferior al de varias estrellas de comparación con parámetros atmosféricos muy parecidos.

Se finalizó la mayor parte del análisis de abundancias en los sistemas de binarias de rayos X, V404Cyg y CygX2. Se publicó un artículo sobre la determinación de la masa de CygX2 en este año.

Se encontró que el efecto NLTE cambia las abundancias de Fe en 0.1-0.15 dex con respecto a LTE en ambas muestras de estrellas con y sin planetas. Esta diferencia debido al efecto NLTE es algo mayor en las estrellas subgigantes. Actualmente, se está investigando las estrellas gigantes para comprobar si el hecho de que estas estrellas con planetas tengan una mayor metalicidad se debe al efecto NLTE o a otra razón que aún no conocemos.

Evolución del Proyecto

A principios de año se publicó un trabajo detallado sobre la determinación de edades

en las estrellas con y sin planetas de la muestra de Harps que utilizamos para encontrar el efecto del Li. Se demostró que la diferencia en abundancia de Li entre las estrellas con y sin planetas no se debe a una diferencia de edad ni de masa, lo que confirma nuestras suposiciones sobre este efecto publicadas en Israelian et al. (2009).

También se ha publicado un trabajo donde se hace una calibración en temperatura efectiva usando 433 cocientes de anchuras equivalentes a partir de 171 líneas espectrales.

Durante este año se finalizó el trabajo sobre abundancias de C, O, Mg y Si en la muestra de estrellas con y sin planetas de Harps. Este trabajo se ha hecho en colaboración con J. Bond, experta en simulaciones dinámicas y químicas de formación de sistemas planetarios del Planetary Science Institute de Arizona (EEUU). Este trabajo ha sido publicado en la revista *Astrophysical Journal*. Se ha encontrado una gran variedad de sistemas planetarios con diferentes ratios C/O y Mg/Si y los resultados obtenidos pueden servir para conocer cómo se han formado estos sistemas, dónde podrían estar las órbitas planetarias y qué tipo de planetas terrestres podrían albergar.

Se hizo un análisis de abundancias detalladas en solar twins y solar analogs utilizando espectros de muy alta resolución de Harps y VLT/UVES para ver las diferencias entre los elementos refractarios y volátiles. Se ha encontrado que el comportamiento de estos elementos es el mismo en las estrellas con y sin planetas, lo que apoya la hipótesis primordial para la explicación de la supermetalidad de las estrellas con planetas.

Al mismo tiempo se ha continuado con el análisis de abundancias de Be en una nueva muestra de estrellas frías con planetas. Este trabajo ha sido aceptado para su publicación en *Astrophysical Journal*. Como la síntesis espectral en la zona del Be de las estrellas frías es muy complicada se desarrolló un nuevo método de comparación directa de

espectros. Se han encontrado un par de estrellas frías de baja masa con planetas cuyo contenido de Be es sensiblemente inferior al de varias estrellas de comparación con parámetros atmosféricos muy parecidos. Se han obtenido nuevos espectros de la zona del Be que van a ser utilizados para continuar con este Proyecto.

La mayor parte del análisis de abundancias en los sistemas de binarias de rayos X, V404Cyg y CygX2, está terminado. Se ha publicado un artículo sobre la determinación de la masa de CygX2 en este año. Una vez determinados los parámetros físicos de este sistema podremos calcular con mucha mayor precisión sus abundancias.

Se comenzó un nuevo trabajo sobre abundancias de Li en la muestra de las estrellas de baja metalicidad de Harps que aumentará nuestra actual muestra de estrella y ayudará a conocer mejor el comportamiento de este elemento para estrellas de diferentes temperaturas. Los parámetros atmosféricos de dichas estrellas ya han sido publicados.

También se está finalizando el trabajo sobre abundancias de Fe en NLTE en estrellas gigantes. Se ha encontrado que el efecto NLTE cambia las abundancias de Fe en 0.1-0.15 dex con respecto a LTE en ambas muestras de estrellas con y sin planetas. Esta diferencia debido al efecto NLTE es algo mayor en las estrellas subgigantes. Actualmente, se están investigando las estrellas gigantes para comprobar si el hecho de que estas estrellas con planetas tengan una mayor metalicidad se debe al efecto NLTE o a otra razón que aún se desconoce.

En noviembre también se obtuvo tiempo de observación en el ORM para buscar candidatos a planetas usando el test del Li pero las condiciones atmosféricas fueron malas y no se pudieron utilizar las 3 noches concedidas.

PROCESOS DE TRANSPORTE EN ASTROFÍSICA (3I2205)

L. Crivellari.

E. Simonneau (CNRS-IAP, Francia); O. Cardona (INAOE, México).

Introducción

El presente Proyecto nació hace ya muchos años y sigue desarrollándose con el objetivo de proporcionar nuevos métodos numéricos para la solución de la ecuación de transporte radiativo (TR) y el cálculo fiable y eficiente de modelos de atmósferas estelares. La modelización de las atmósferas estelares es, desde el punto de vista matemático, un problema no-local y fuertemente no-lineal, así que resultan viables solamente soluciones numéricas iterativas. Una vez asumida la necesidad de iterar, es menester hacerlo bien. Es decir, se deben hallar procedimientos iterativos ágiles y fiables que aseguren una rápida convergencia a la solución correcta del problema.

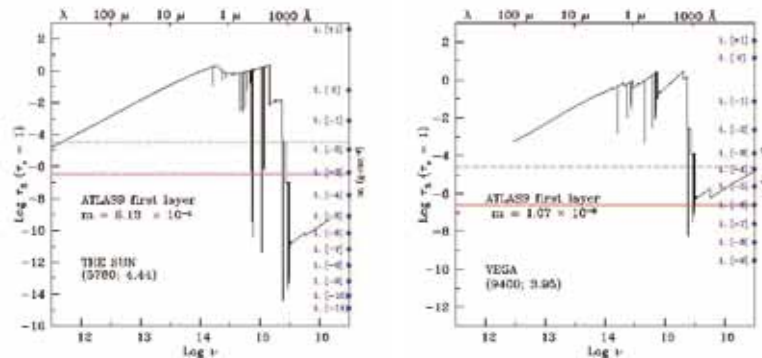
Debido a la enorme diferencia entre las opacidades para las diferentes frecuencias del espectro de una atmósfera estelar, la condición que fija los límites para el régimen cinético del transporte radiativo monocromático (régimen de transporte efectivo), se cumple a profundidades muy diferentes para las diferentes frecuencias. Los rasgos espectrales correspondientes a las transiciones más opacas (es decir, el continuo y las líneas de Lyman) se forman en las regiones más superficiales, donde la profundidad óptica media es extremadamente pequeña como consecuencia de la caída exponencial de la densidad del material estelar. En estas capas el balance energético está totalmente dominado por dichas transiciones, independientemente de la temperatura efectiva de la estrella. Como se aprecia en la Figura, para poder calcular correctamente el espectro emergente en el UV lejano, es preciso calcular modelos en los cuales la profundidad óptica media abarque

un intervalo muy grande, alcanzando un valor del orden de 10^{-10} para las estrellas calientes y de temperaturas intermedias, del orden de 10^{-14} para las estrellas de tipo solar y más frías. Los modelos corrientemente en uso no pueden tratar correctamente la física de la atmósfera en estas regiones extremas. Por otro lado en la fotosfera, como consecuencia del enorme valor de la opacidad para las transiciones más opacas, a las frecuencias correspondiente se cumplen rigurosamente las condiciones para la aproximación de difusión para el transporte radiativo. Por lo tanto la cantidad de energía sustraída al campo de radiación a estas frecuencias será compensada exactamente por la correspondiente emisión térmica, y serán los demás rangos espectrales los que determinan la estructura térmica a grandes profundidades. Esta situación hace necesario un tratamiento extraordinariamente exacto de las ecuaciones TR, pero esto resulta de lo más difícil precisamente a la frecuencia del continuo y de las líneas de Lyman. Solamente el empleo de un algoritmo adecuado para la solución de la ecuación TR permite superar estas dificultades. El Método Integral Implícito (MII) de Simonneau & Crivellari (véase An Implicit Integral Method to Solve Radiative Transfer Problems in Stellar Atmospheres, L. Crivellari, 2004, tesis doctoral), por su específica estructura algorítmica que no requiere el almacenamiento e inversión de matrices de grande tamaño, es una herramienta única para lograr una solución con la precisión requerida, tanto en las capas con profundidad óptica media extremadamente pequeña como a las frecuencias de Lyman.

La estructura térmica de una atmósfera estelar queda determinada por su balance energético. Así que la determinación de la distribución de la temperatura con la profundidad implica la solución de las ecuaciones TR conjuntamente con la ligadura de la conservación de la energía, teniendo en cuenta en el mismo tiempo la ecuación de estado del material estelar y las ecuaciones de la conservación de la masa y del momento. En el ámbito del presente Proyecto – y de otros anteriores – se ha diseñado un novedoso procedimiento iterativo secuencial para lograr la solución del problema de las atmósferas estelares a través de una corrección iterativa de la temperatura. La peculiaridad de un tal algoritmo consiste en la organización de las ecuaciones del problema dentro de una secuencia de bloques que pueden ser tratados por separado. La información numérica se transmite de un bloque a otro de una manera particularmente eficaz gracias al empleo del Método de los Factores de Iteración, introducidos por Simonneau & Crivellari (1988, *Astrophysical Journal*, 330, 415).

A pesar de lo mucho que se ha hecho hasta aquí y de los resultados logrados, queda todavía pendiente el problema de hallar una solución totalmente satisfactoria para la determinación de la estructura térmica cuando se incluyan las transiciones más opacas en la ecuación del equilibrio radiativo.

La opacidad media de Rosseland para la cual la profundidad monocromática es igual a 1, es decir la profundidad media de formación del espectro a cada frecuencia. Se presentan los resultados de dos modelos, para el Sol y Vega, calculados con el método iterativo secuencial de Simonneau & Crivellari.



Hitos

El MII consiste esencialmente en la solución integral de la ecuación TR dentro de cada una de las capas discretas en las cuales se ha dividido la atmósfera. Como en todos los métodos integrales para la solución numérica de la ecuación TR, es necesario hacer hipótesis sobre la forma de la función fuente. En el caso de las atmósferas estelares esta incluye la función de Planck $B_{\text{nu}}(T)$, que describe la emisión térmica. En todas las aplicaciones anteriores del MII la función fuente en cada una de las capas discretas ha sido siempre aproximada por un arco de parábola cúbica, con la ulterior condición que la función y su derivada primera fuesen continuas en los puntos de la red de ordenadas discretas elegida.

Como ya se ha dicho en la Introducción, un buen modelo debe abarcar un gran número de capas, con una variación de hasta 16 órdenes de magnitud para el valor de la profundidad óptica media de referencia entre el fondo de la fotosfera y las regiones más externas de la cromosfera. El problema es que los valores de los relativos parámetros físicos son muy diferentes en las distintas capas. En particular, para una estrella de tipo solar, $B_{\text{nu}}(T)$ varía de un factor del orden de 10^3 a las frecuencias del visible, de un factor del orden de 10^{14} a las frecuencias de Lyman alfa. Considerar solamente 8 – 10 valores discretos de la profundidad óptica media para cada década, como en las anteriores aplicaciones del MII, no es evidentemente suficiente para el tratamiento numérico correcto a todas y cada frecuencia, cuando se incluyan las líneas de Lyman. Frente a la imposibilidad práctica de subdividir cada década en el enorme número de punto necesario para una representación matemática adecuada a todas las frecuencias, la única solución es buscar un modelo alternativo para representar el comportamiento matemático de la función fuente.

Un resultado importante en el 2010 ha sido hallar un tal modelo: cada función fuente específica viene ahora aproximada por medio de una función *spline* cúbica. De tal manera

se impone automáticamente la continuidad de la derivada segunda de la función fuente, eliminando así las inestabilidades citadas anteriormente. (O. Cardona & E. Simonneau: 2010, The IIM Stabilized with a Cubic Spline Model for the Source Function, Rev. Mex. Astrono. Astrofis.; O. Cardona & E. Simonneau: 2010, The IIM stabilized with a cubic spline model for the source function, XII Latin American Regional IAU Meeting, Abstract book, p. 103, 8 - 12 noviembre, Morelia, Michoacán, México.)

Evolución del Proyecto

Dentro de un proceso iterativo para el cálculo de un modelo de atmósfera estelar se puede emplear la ecuación del equilibrio radiativo (ER) como corrector de la temperatura T. La ecuación del ER implica la igualdad de los términos absorción total J_a y emisión térmica total $B_a(T)$. El método de los factores de iteración permite calcular J_a a partir de la solución de una ecuación TR, integrada sobre todas las frecuencias, que incluye la ligadura del ER. Una vez calculado el valor de J_a , se puede determinar el valor de T consistente con la condición ER resolviendo la ecuación trascendente $B_a(T) = J_a$. Frente a la necesidad de incluir en el balance energético las líneas espectrales, se desarrolló en 2008 una variante del método original de los factores de iteración que descompone J_a en la suma de las contribuciones de las líneas y de los continuos. Sin embargo, para transiciones muy opacas, como es el caso de las líneas de Lyman, la convergencia resulta ser muy lenta y, sobre todo, a partir de condiciones iniciales diferentes el proceso iterativo puede converger a resultados que no coinciden dentro la precisión del cálculo. El análisis del problema ha revelado que las imprecisiones numéricas en el tratamiento del transporte radiativo con el MII a las frecuencias de las líneas de Lyman afectan el cálculo de los relativos factores de iteración y estropean el proceso iterativo. Como se explica detalladamente en el apartado Hitos, un resultado importante en el 2010 ha sido encontrar la manera de reducir dichas inestabilidades, aproximando la función fuente con una función *spline* cúbica.

PLANETAS07 (3I0308)

E. Pallé Bago.

F. Murgas Alcaino, R. Rebolo López, N. Lodieu, B. Laken, B. González Merino, H. Parviainen, C.A. Alvarez Iglesias, H.J. Deeg, M. Espinoza Contreras, K.Y. Peña Ramírez, J. Licandro, M. Perger, F. Rodler, A. García Muñoz, R.J. García López, B. Femenía Castella, G. Israelian, B.W. Tingley, P. Montañés Rodríguez, J.A. Belmonte Avilés, E. Sanromá Ramos, V.J. Sánchez Béjar, M. Esposito y M.L. Valdivielso.

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 de batalla más activos dentro de la Astrofísica moderna. Este campo se ayuda de y, a su vez motiva, el desarrollo de instrumentación cada vez más sensible y estable para telescopios de tierra y misiones espaciales.

En el año 2008 comenzó el presente Proyecto estratégico con el objetivo principal de situar al IAC en una posición líder en la investigación sobre la astrobiología. Los objetivos concretos son: detección directa de planetas gigantes, detección indirecta de planetas rocosos), y la caracterización de los objetos del Sistema Solar con cierto interés astrobiológico. Todo el esfuerzo se invertirá en preparar al IAC para su participación en futuras misiones espaciales diseñadas con el objetivo de buscar vida extraterrestre, como Darwin y el "Terrestrial Planet Finder" (TPF), y su participación en la instrumentación de los grandes telescopios (ej. el E-ELT).

Este Proyecto pretende que los investigadores del IAC adopten una situación aventajada con la explotación de OSIRIS y CanariCam, instrumentos de Primera Luz del telescopio GTC, y la construcción, comisionado y operación de nuevos instrumentos, como

UES en el telescopio GTC, espectrógrafo óptico de alta resolución, y NAHUAL, espectrógrafo Echelle de alta resolución en el infrarrojo cercano para este telescopio. Asimismo, el IAC se ha convertido en uno de los miembros principales del consorcio ESPRESSO, espectrógrafo muy estable para los telescopios VLT y precursor de CODEX, instrumento del telescopio E-ELT, y participa también en propuestas para proyectos y misiones espaciales tales como CoRoT, Echo, PLATO y TESS.

En el marco del Proyecto estratégico, el IAC también colaborará con el consorcio responsable de instalar un espectrógrafo análogo de HARPS en el telescopio WHT, cuyo objetivo principal es el seguimiento de los candidatos a exoplanetas detectados por la misión KEPLER, y con el equipo responsable de un "Exoplanet Tracker" rojo para el telescopio GTC. Además, el Proyecto estratégico proveerá la financiación necesaria para explorar otras técnicas interesantes que podrían convertirse en herramientas imprescindibles para la detección de planetas, como la interferometría de cancelación con el telescopio GTC.

Finalmente, en el OT, se ha desarrollado un nuevo instrumento para el telescopio TCS, Wide-FastCam, para la búsqueda de compañeros rocosos de estrellas frías.

Hitos

Búsquedas de estrellas de baja masa y exoplanetas

Confirmación de candidatos a exoplanetas gigantes y enanas marrones descubiertos en el marco de la Colaboración MARVELS (Sloan Digital Sky Survey III) con SARG@TNG, llegando a precisiones de unos 10-20 m/s.

Desarrollo de un código que simula un sistema de Óptica Adaptiva extrema (XAO, eXtreme Adaptive Optics) acoplado a sistema de cornografía.

Identificación de más de 100 enanas T en el Large Area Survey de UKIDSS de ~1200 grado.

Caracterización de planetas por tránsitos

Caracterización de un sistema eclipsante con una enana blanca en el campo de la misión Kepler.

Proposición de un novedoso método fotométrico para la detección de planetas alrededor de binarias eclipsantes.

Publicación de uno de los primeros artículos con datos científicos del telescopio GTC de las observaciones de dos tránsitos del planeta altamente excéntrico HD80606b.

Atmósferas planetarias

Desarrollo de un modelo de transferencia de radiación en atmósferas planetarias, que incluye refracción y difusión.

Desarrollo de un pipeline de reducción de datos para la reducción y asimilación de los datos del albedo terrestre tomados por toda la red de telescopios Earthshine (California, Tenerife y Crimea) en una sola base de datos.

Publicación de cálculo de las posibilidades de detección de biomarcadores en planetas habitables alrededor de estrellas de baja masa con el telescopio E-ELT.

Caracterización de estrellas con planetas

Determinación de las abundancias de elementos refractarios y volátiles en solar twins con y sin planetas que apoya la hipótesis primordial como explicación a la sobremetalicidad en las estrellas con planetas gigantes.

Análisis de los ratios C/O y Mg/Si en estrellas con planetas que servirá para conocer cómo se han formado estos sistemas, dónde podrían estar las órbitas planetarias y qué tipo de planetas terrestres podrían albergar.

Desarrollo instrumental

Wide-FastCam: Desarrollo y "Commissioning" del instrumento.

NAHUAL/NIRINTS: Presentación de una propuesta en respuesta a la llamada del telescopio GTC.

ESPRESSO: Participación en el diseño conceptual del sistema optomecánico y del sistema de alimentación con fibras ópticas.

CARMENES: Aprobación formal por el Observatorio de Calar Alto, entrando el instrumento en la fase B.

HARPS: Campañas para probar el sistema de "peine" laser con HARPS en el telescopio de 3,5 m (Obs. de la Silla, Chile).

Evolución del Proyecto

El Proyecto estratégico Planetas07 persigue colocar al IAC como un centro de referencia en el campo de los exoplanetas. Por ello las actividades del Proyecto estratégico engloban a un heterogéneo grupo de investigadores que abordan el estudio de los exoplanetas desde varios ángulos distintos pero complementarios: desde la búsqueda y caracterización de objetos de cada vez menor masa a la exploración detallada de las atmósferas y cuerpos del Sistema Solar, pasando por el desarrollo de proyectos e instrumentación. Las principales líneas de investigación dentro de Planetas07, y su desarrollo en 2010, se detallan a continuación.

Búsquedas de estrellas de baja masa y exoplanetas

Exoplanetas: En el campo de la búsqueda de exoplanetas, se ha realizado una campaña de observación con SARG en el telescopio TNG para confirmar candidatos a exoplanetas gigantes y enanas marrones descubiertos en el marco de la Colaboración MARVELS (Sloan Digital Sky Survey III). Los resultados obtenidos en 6 noches de

observación son prometedores y sugieren que se podrán tener precisiones de unos 10-20 m/s en la mayor parte de estos objetos. Se está realizando el seguimiento de unos 10 candidatos, esperando incrementar la muestra el próximo año.

También se han llevado a cabo actividades relacionadas con las posibilidades de realizar imagen directa de exoplanetas con el telescopio E-ELT. En particular, se desarrolló el código que simula un sistema de Óptica Adaptiva extrema (XAO, eXtreme Adaptive Optics) acoplado a sistema de cornografía y se simuló la técnica de deconvolución espectral para estudiar los niveles de contraste esperables con el telescopio E-ELT y cómo se sitúan dichos niveles frente a los requisitos para la imagen directa de exoplanetas.

Estrellas de baja masa: El grupo está involucrado activamente en un consorcio de científicos de todo el mundo cuyo interés principal son los objetos subestelares, conocido como CDSWG (Cool Dwarf Science Working Group). Se han aunado esfuerzos para encontrar las enanas marrones más cercanas y más frías. CDSWG consiguió un gran número de horas y noches en varios telescopios del mundo en los últimos años para confirmar y estudiar con más detalles (fotométricamente y espectroscópicamente) los candidatos a enanas marrones identificados en UKIDSS. CDSWG identificó más de 100 enanas T en el Large Area Survey de UKIDSS e ~1200 grados cuadrados cubiertos en YJHK y por Sloan. Estos descubrimientos incluyen las enanas marrones más frías hasta ahora, como enanas T en el campo o como compañeros de una estrella más masiva.

118 Mi propia búsqueda de enanas marrones en UKIDSS resultó en el descubrimiento de enanas T tardes en el Galactic Clusters Survey y en Deep Extragalactic Survey, dos componentes de UKIDSS. Se ha obtenido también follow-up espectroscópico para una muestra de enanas L/T identificadas fotométricamente en la región de Upper Scorpius. Los datos de VLT/XSHOOTER ya están en mano y se están analizando.

Un artículo se está preparando con los resultados y se enviará en breve. Además, la décima "release" de los datos del GCS de UKIDSS se publicará al final del año 2011. La segunda época de observaciones en banda K estará disponible en varios cúmulos. El objetivo es publicar dos artículos sobre la función de masa subestelar en los Pléyades y en Alpha Per.

M. Espinoza Contreras, estudiante de doctorado, ha empezado su tesis doctoral trabajando sobre las subenanas ultrafrías. El objetivo del proyecto es la búsqueda de subenanas ultrafrías de tipo M y L en base de datos públicas como 2MASS, SDSS, UKIDSS, VISTA, etc. para extender la clasificación de enanas pobres en metales a temperatura más baja. La selección fotométrica ya está terminada para 2MASS, UKIDSS y SDSS. Se están reduciendo los espectros ópticos obtenidos con VLT/FORS2 para clasificar estos candidatos. M. Espinoza está encargada de la reducción y del análisis de los espectros.

En colaboración con P. Dobbie (Anglo Australian Observatory) N. Lodieu ha revisado la edad del cúmulo joven IC2602 utilizando la técnica del test del Li. Asimismo, se ha empezado un programa de observaciones de alta resolución con la técnica de lucky imaging para estudiar la multiplicidad de las estrellas A y B peculiares (ApBp). En colaboración con S. Leggett y A. Nitta (Gemini), P. Bergeron y P.-E. Tremblay (Montreal) se está trabajando para buscar enanas blancas muy frías ($T_{\text{eff}} \leq 4000$ K) en las bases de datos de UKIDSS y Sloan. Nuestras búsquedas han sido muy exitosas con el descubrimiento de enanas blancas de 4100-4400 K utilizando modelos para determinar sus propiedades.

Finalmente, un estudiante de la Universidad de St. Andrews (Reino Unido), P. Lee, realizó un proyecto de verano en el IAC durante los meses de agosto y septiembre. El objetivo del mismo era la búsqueda de enanas marrones de tipo L y T en la componente de UKIDSS llamada Deep Extragalactic Survey y en las bases de datos del Canada France

Hawaii. Una docena de candidatos han sido identificados y están listos para un análisis con más detalles y posiblemente un estudio espectroscópico.

Caracterización de planetas por tránsitos

Se llevo a cabo la caracterización de un sistema eclipsante con una enana blanca en el campo de la misión Kepler, descubierto hace años en un rastreo con el telescopio INT. Para este sistema, se obtuvieron datos fiables de velocidades radiales con el telescopio WHT y llegaron los primeros datos obtenidos como 'Guest Observers' de la misión Kepler. Una primera publicación está en el proceso de revisión y el acceso continuo a los datos de este binario fue solicitada a través del Kepler Guest Observer Program.

Un novedoso método fotométrico para la detección de planetas alrededor de binarias eclipsantes fue presentado en un congreso en el mes de agosto, desarrollado por H. Deeg juntos con L. Doyle del SETI Institute (EEUU). Se basa en la detección de las eclipses binarias en la luz reflectada de un planeta circumbinario. Aunque estas señales de luz reflectada deberían ser muy débiles, se estima que las curvas de luz de unos cientos de binarias eclipsantes en la muestra de la misión Kepler tienen la precisión suficiente para detectar con este método todos sus planetas con periodos cortos.

También en 2010, se publicó uno de los primeros artículos con datos científicos del telescopio GTC (Shporer et al. 2010, *Astrophysical Journal* 722, 880S) presentando las observaciones de dos tránsitos del planeta altamente excéntrico HD80606b, basado en una campaña "multi-site". Las observaciones pertenecientes al telescopio GTC, hechas en colaboración con la Universidad de Florida (EEUU), fueron obtenidas con OSIRIS y el filtro variable. Estos además datos indican (Colon et al., 2010) diferentes radios efectivos del planeta en diferentes longitudes de onda, probablemente generado por absorción en su atmósfera.

H. Parviainen realizó varios trabajos relacionados con el tema principal de su tesis doctoral, la caracterización de sistemas planetarios. Primero estudió la curva de luz del planeta Corot 11b, analizando una posible relación dentro su asimetría y la velocidad u orientación de la rotación de la estrella central. Hannu lideró unas observaciones para caracterizar la actividad de la estrella Corot-2 con el telescopio LT. Tuvieron problemas técnicos, pero se espera que puedan completarse en 2011. Se inició un análisis detallado del "binning" y de la evolución temporal de la curva de luz del primer exoplaneta terrestre, el Corot-7b, y se espera que esta tarea se convierta durante el 2011 en la parte central de su tesis doctoral. Además, ganó amplia experiencia observacional participando en numerosas observaciones con los telescopios IAC-80, TCS e INT, en el marco de los proyectos CoRoT y de la caracterización del FastCam.

Finalmente, B. Tingley continúa con el desarrollo de métodos para detectar planetas con tránsitos en los datos de la futura misión Gaia, con una publicación liderada por él en el proceso de revisión. Otro proyecto para caracterizar los efectos de la actividad estelar en la interpretación de curvas de luz de tránsitos se inició con observaciones multi-colores del sistema Corot-2 en el telescopio LT durante varias semanas. Desafortunadamente, debido a problemas técnicos, sólo se pudo capturar un tránsito pero una repetición de estas observaciones ha sido concedida para el verano del 2011.

Atmósferas planetarias

Durante el año 2010, se ha desarrollado un modelo de transferencia de radiación en atmósferas planetarias. El modelo realiza el cálculo de las propiedades ópticas de los constituyentes de la atmósfera, que incluyen gases, nubes y aerosoles. El modelo incluye refracción y difusión. La herramienta se ha validado y se está utilizando para analizar datos obtenidos en años anteriores por el grupo y en la predicción de observaciones realizadas durante el año 2010. El modelo se ha transferido parcialmente a una estudiante

de doctorado para que avance en su investigación. Además, se ha obtenido tiempo en los telescopios VLT, IRTF y SUBARU para la observación de más eclipses totales de Luna, aunque la meteorología adversa ha reducido las observaciones solamente a datos de CRIRES@VLT, en fase de análisis.

Se ha trabajado también en el diseño conceptual de un instrumento portable capaz de tomar medidas espectroscópicas del tránsito de Venus, desde Australia, en el mes de junio, la última oportunidad en los próximos 100 años. La construcción de este prototipo y su comisionado será uno de los objetivos principales para 2011.

Con la incorporación al Proyecto de un nuevo postdoc, B. Laken, se ha puesto al día el pipeline de reducción de datos para el telescopio Earthshine instalado en el OT. El nuevo software permite la reducción y asimilación de los datos del albedo terrestre tomados por toda la red de telescopios Earthshine (California, Tenerife y Crimea) en una sola base de datos. Esta puesta al día permitirá elaborar una serie temporal de la evolución del albedo terrestre desde 1999. El telescopio Earthshine en el OT ha tomado datos regularmente, controlado de forma remota, durante todo el año. En un tema relacionado, se han completado dos artículos sobre la posible interacción entre el flujo de rayos cósmicos, modulado por la actividad solar, y la nubosidad terrestre. Además se ha iniciado una colaboración internacional, llamada Sunshine Project, con el objetivo de recabar, homogeneizar y analizar series de insolación desde principios del siglo XX a escala mundial.

MEMORIA
2010 IAC

120

Asimismo, se ha llevado a cabo varias campañas de observación, con el telescopio TCS y con Astralux (Calar Alto, Almería) para la detección de relámpagos en la atmósfera de Venus. Los datos de las observaciones realizadas están en fase de análisis y se ha obtenido tiempo para la detección de estos relámpagos con el telescopio GTC. Además el IAC ha formado parte de una campaña internacional coordinada de observación de la atmósfera de Venus.

Finalmente, a partir de los espectros empíricos de varios tipos de estrellas frías y del espectro de transmisión terrestre, se ha publicado un artículo en *Astrophysical Journal* con las estimaciones de las posibilidades de detección de biomarcadores en las atmósferas de posibles planetas orbitando esas estrellas. Los cálculos tienen en cuenta las posibilidades reales de las instalaciones telescópicas, en tierra y en el espacio, con especial énfasis en el telescopio E-ELT.

Caracterización de estrellas con planetas

Este año se publicó un trabajo detallado para demostrar que la diferencia en abundancia de Li entre las estrellas de tipo solar con y sin planetas no se debe a una diferencia de edad ni de masa. Además se ha finalizado un trabajo sobre abundancias de elementos refractarios y volátiles en solar twins con y sin planetas que apoya la hipótesis primordial como explicación a la sobremetalicidad en las estrellas con planetas gigantes. También se realizó un análisis de los ratios C/O y Mg/Si en estrellas con planetas que servirá para conocer cómo se han formado estos sistemas, dónde podrían estar las órbitas planetarias y qué tipo de planetas terrestres podrían albergar. Al mismo tiempo se continuó con el análisis de abundancias de Be en una nueva muestra de estrellas frías con planetas. Este trabajo ha sido aceptado para su publicación en *Astrophysical Journal*. Como la síntesis espectral en la zona del Be de las estrellas frías es muy complicada se desarrolló un nuevo método de comparación directa de espectros. Se ha encontrado un par de estrellas frías de baja masa con planetas cuyo contenido de Be es sensiblemente inferior al de varias estrellas de comparación con parámetros atmosféricos muy parecidos.

Desarrollo instrumental

Wide-FastCam: Se trata de un nuevo desarrollo instrumental para el telescopio TCS, utilizando el detector 1Kx1K EMCCD de bajo ruido y de lectura rápida del instrumento FastCam, con un nuevo diseño óptico que proporciona un gran campo (10'x10'). Su finalidad es obtener fotometría

diferencial con gran precisión (~1mmag), con el objetivo de llevar a cabo búsquedas y caracterización de tránsitos planetarios alrededor de estrellas de baja masa. Durante este año se han llevado a cabo las pruebas de “commissioning” y caracterización del instrumento, de la definición de la muestra de estrellas para el programa principal de búsqueda de tránsitos y de la petición de tiempo y análisis de los datos de las primeras campañas.

NAHUAL/NIRINTS: En respuesta a la llamada del telescopio GTC, se presentó el instrumento NIRINTS (Near-IR INtermediate resolution Spectrometer), que es un espectrógrafo multi-objeto de resolución intermedia en el infrarrojo, que además incluye el módulo de alta resolución. Para este instrumento se participó en la elaboración del caso científico y en la elaboración de la documentación de diseño conceptual. Finalmente la propuesta de NIRINTS no fue seleccionada por parte del telescopio GTC. También se realizó un análisis y publicación de resultados del estudio de mezclas gaseosas para calibración de espectrógrafos infrarrojos utilizando celdas de gas.

ESPRESSO: El Proyecto ESPRESSO que persigue la construcción de un espectrógrafo ultra-estable de muy alta resolución para los telescopios VLT ha sido aprobado para su construcción por el Council de ESO. El principal objetivo científico de este espectrógrafo es estudiar la existencia de planetas rocosos en la zona de habitabilidad. La participación del IAC en ESPRESSO se ha centrado en el diseño conceptual del sistema optomecánico y del sistema de alimentación con fibras ópticas. En el próximo año se procederá al diseño detallado de estos componentes y otros sistemas ópticos y se dará comienzo al desarrollo de rutinas para los paquetes de reducción y análisis de datos, así como a la preparación detallada del programa científico del Consorcio.

CARMENES: “Calar Alto High-Resolution Search for M Dwarfs with Exoearths with Near-infrared and Optical Echelle Spectrographs” es un espectrógrafo de alta resolución óptico e infrarrojo para el

telescopio de 3.5 m de Calar Alto, que tiene por objetivo la búsqueda de planetas rocosos en zona de habitabilidad en torno a estrellas M. Se ha participado en la elaboración de la documentación de diseño conceptual, cuya revisión ha sido llevada a cabo recibiendo una evaluación positiva, en varios aspectos del diseño optomecánico, en desarrollos para el paquete de análisis de datos y en la preparación del programa científico. Este mismo año ha sido aprobado formalmente por Observatorio de Calar Alto y ha entrado en la fase B.

HARPS: En colaboración con ESO y con el Instituto Max-Planck de Óptica Cuántica se han llevado a cabo varias campañas para probar el sistema de “peine” laser con HARPS en el telescopio de 3.5 m (Observatorio de la Silla, Chile). Las pruebas realizadas indican que el sistema de calibración puede alcanzar precisiones mejores que 10 cm/s, las más altas conseguidas en un espectrógrafo estelar.

Finalmente, se está redactando el Memorandum para la instalación en el OT de las instalaciones telescópicas de Las Cumbre Global Telescope Network y del telescopio MASTER-Net.

Objetos primitivos del Sistema Solar. J. Licandro ha continuado su trabajo en este campo. Entre los resultados más importantes por su relevancia cosmogónica y astrobiológica se encuentra la publicación de dos trabajos donde se muestra la detección de agua y orgánicos complejos en la superficie de 2 asteroides primitivos, 24 Themis (Campins et al. 2010, *Nature* 464, 1320) y 65 Cybele (Licandro et al. 2011, *Astronomy & Astrophysics* 525, 34L). Esta es la primera detección de hielo y orgánicos en asteroides. Se hizo utilizando el telescopio IRTF y obteniendo espectros en la banda de 3 micras. Se observa la banda del agua centrada a 3.1 y débiles bandas entre 3.2 y 3.4 micras típicas de los orgánicos complejos.

Este año J. Licandro ha comenzado a dirigir a un estudiante de doctorado, V. Alí Lagoa que trabajará en este campo.

ABUNDANCIAS QUÍMICAS EN ESTRELLAS (3I0810)

**C. Allende Prieto.
S. Meszaros, E. Fernández Alvar.**

Colaboradores del IAC: D. Fabbian, R.J. García López, A. García Hernández, R. Rebolo López, J. Sánchez Almeida, A. Asensio Ramos, A. Aparicio Juan, C. Gallart Gallart, R. Carrera Jiménez y G. Israelian.

I. Hubeny (Univ. de Arizona, EEUU); D.L. Lambert, L. Koesterke, M. Shetrone, C. Sneden (Univ. de Texas, EEUU); M. Asplund (MPIA, Alemania); I. Ramirez (Obs. Carnegie Institution of Washington, EEUU); A. Frebel, W. Brown, M. Kilic (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); A.E. García Pérez, S. Majewski (Univ. de Virginia, EEUU); R. Schiavon (Gemini Obs., EEUU); J. Holtzman (Univ. de Nuevo Mexico, EEUU); H.-G. Ludwig (Univ. de Heidelberg, Alemania); C. del Burgo (UNINOVA, Portugal); T. Beers, Y. Sun Lee (Univ. de Michigan, EEUU); M. Cropper (Univ. College London, 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 como 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 reducción de datos 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

Se han descubierto varios sistemas binarios formados por enanas blancas de masas extremadamente bajas. Con periodos orbitales de tan solo unas horas, estos objetos son el fruto de la violenta interacción

gravitatoria entre las estrellas del sistema original, que les lleva a deshacerse de la mayor parte de su masa. Estos sistemas podrían ser los progenitores de un tipo peculiar de supernova recientemente identificado, las supernovas de tipo “la” de baja luminosidad. (Nota de prensa del 22 de diciembre de 2010).

La colaboración SDSS-III, que involucra a los miembros de este Proyecto, ha hecho pública la imagen digital más profunda con gran cobertura del cielo nocturno.

Evolución del Proyecto

Este año se han realizado observaciones de muy alta resolución y señal a ruido de la estrella HD 122563, la gigante roja de muy baja metalicidad más brillante del cielo, que han sido contrastadas con simulaciones numéricas tridimensionales de convección superficial. Se ha encontrado que las simulaciones son capaces de reproducir en detalle la forma de las líneas espectrales, lo que da confianza en su poder predictivo, como ya vimos anteriormente para otras estrellas de metalicidad solar. Los resultados de esta investigación respaldan las serias correcciones a las abundancias derivadas para estrellas pobres en metales en conexión con efectos 3D. Las mayores correcciones se aplican al análisis de líneas moleculares.

Se han incorporado nuevos procedimientos para la determinación de la abundancia promedio de elementos alfa en estrellas con observaciones del Proyecto SEGUE, y los nuevos códigos se han integrado en la cadena de procesado de datos de SDSS-III. También se ha explorado la aplicación de técnicas de detección comprimida al análisis de espectros de este mismo Proyecto, y desarrollado un algoritmo para reducir las diferencias sistemáticas entre observaciones y modelos. Asimismo, el grupo ha aportado nuevas observaciones con el instrumento UVOT, a bordo del satélite Swift, que combinadas con fotometría de la misión GALEX y el Proyecto SDSS, han servido para identificar un conjunto de estrellas de referencia para la calibración

de observaciones en el rango ultravioleta. Por otro lado, se ha estudiado la posibilidad de utilizar estrellas A brillantes para la calibración en el óptico y su aplicación a instrumentos espaciales.

Se participó en la búsqueda y análisis de enanas blancas de muy baja masa, confirmando que son el resultado de la evolución de sistemas binarios cuyas componentes han sufrido una intensa pérdida de masa debido a la violenta interacción gravitatoria. Como resultado de los trabajos, se han multiplicado el número de objetos conocidos y se ha visto que pueden ser los progenitores de los sistemas conocidos como Canum Venaticorum, así como de supernovas de tipo “la” de baja luminosidad.

El grupo ha participado en un análisis exhaustivo de la cinemática de 170 000 estrellas de la Vía Láctea con espectros de baja resolución del Proyecto SDSS. Esta es la mayor muestra de estrellas jamás estudiada espectroscópicamente de una manera homogénea. El equipo en el IAC ha continuado su participación en el desarrollo del dataducto para APOGEE, un proyecto que forma parte de SDSS-III y que persigue determinar la composición química detallada de 100.000 estrellas en el bulbo, el disco y el halo de la Galaxia, utilizando espectroscopía de alta resolución en el infrarrojo (1.5-1.7 micras). El papel del equipo del IAC consiste en desarrollar e implementar algoritmos para la determinación de parámetros estelares y abundancias químicas.

EL SOL Y EL SISTEMA SOLAR

ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (310299)

M. Collados Vera.

**C. Beck, T. Felipe García, E. Khomenko,
C. Kuckein, M.J. Martínez González, V.
Martínez Pillet, K.G. Puschmann, B. Ruiz
Cobo y C.C. Quintero Noda.**

L.R. Bellot Rubio, J.C. del Toro Iniesta (IAA);
R. Centeno Elliott (HAO, EEUU); R. Kostic, N.
Shchukina (Obs. de Ucrania); V. Olshevsky,
A. Sainz (Univ. de Stanford, EEUU); W.
Rammacher, R. Rezaei, R. Schlichenmaier
(Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik,
Alemania); T. Shimizu (JAXA, Japón); S.K.
Solanki (MPI für Sonnensystemforschung,
Alemania).

Introducción

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Éstas incluyen estructuras tan diversas como las manchas 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:

- Aparición, evolución y desaparición del campo magnético en fáculas y red fotosférica.
- Variaciones temporales del campo magnético, a escalas de tiempo desde varios segundos hasta varios minutos, en elementos magnéticos de pequeña escala espacial y manchas solares.
- Influencia del campo magnético en las propiedades de los fenómenos convectivos granulares y en la estratificación de los diversos parámetros atmosféricos.
- Señales magnéticas débiles (campos débiles fuera de la red fotosférica, polarización producida por fenómenos de dispersión, depolarización por efecto Hanle).

- Estructura del campo magnético de las manchas solares.
- Estructura del campo magnético en las capas atmosféricas altas (cromosfera y corona).
- Propagación de ondas magnetohidrodinámicas en el seno de estructuras magnéticas.

La finalidad última de estos estudios es avanzar en el conocimiento de los siguientes aspectos:

- Estabilidad de las estructuras magnéticas.
- Mecanismos de transmisión de energía en estructuras magnéticas y su relación con el calentamiento de las capas medio-altas fotosféricas y de la cromosfera.
- Interacción entre los movimientos convectivos solares y el campo magnético.
- Propiedades de las señales de polarización débiles.

Hitos

Primeros resultados obtenidos a partir de datos de Sunrise/IMaX

Tras el vuelo de Sunrise en junio de 2009, se ha procedido a analizar los primeros datos obtenidos de esta misión. Los primeros resultados han sido publicados en 2010 y se han centrado principalmente en el estudio de datos obtenido con el instrumento español IMaX. Éste es un magnetógrafo que observó la línea fotosférica de Fe I en 525.02 nm con la mayor resolución espacial alcanzable en la actualidad con un telescopio solar. El análisis de los datos ha revelado resultados novedosos en las propiedades de los movimientos convectivos, en las propiedades de las ondas acústicas fotosféricas y en la topología y propiedades del campo magnético del “Sol en calma”.

Quizás dos de los aspectos que han llamado más la atención son los siguientes:

Identificación de las regiones en las que las velocidades granulares pasan de

movimiento ascendente a descendente. Se ha encontrado que, en estas regiones, la anchura equivalente de la línea espectral observada por IMaX se vuelve extremadamente pequeña. Para la correcta interpretación de estas observaciones, se han usado simulaciones de magnetoconvección. Igualmente se ha demostrado que la alta resolución alcanzada por IMaX es fundamental para poder observar este interesante fenómeno.

Con datos de IMaX se han detectado señales con perfiles de polarización extremadamente desplazados en longitud de onda dentro de gránulos. Estos grandes desplazamientos se han interpretado mediante velocidades supersónicas de ascenso de material en estructuras magnéticas. Además, están relacionados con la aparición de polaridades opuestas y campos magnéticos muy inclinados. Estos datos sugieren que esas velocidades pueden ser producidas por reconexión de arcos magnéticos que ascienden por los gránulos.

Magnetismo del “Sol en calma”

Propagación de ondas en estructuras magnéticas

Se ha desarrollado un código numérico no lineal 3D especialmente diseñado para calcular la respuesta de estructuras magnéticas en equilibrio a una perturbación arbitraria. El código resuelve las ecuaciones MHD para perturbaciones no lineales en tres dimensiones. La validez y robustez del código se han demostrado mediante una serie de pruebas numéricas, en las que se han introducido a niveles subfotosféricos pulsos de diferentes periodos, desde decenas de segundos, por motivos académicos, hasta cinco minutos, característicos de la atmósfera solar. Asimismo el código ha permitido estudiar la transformación de modos en 3D en configuraciones magnéticas complicadas.

Bajo un punto de vista observacional, se han analizado series temporales de líneas fotosféricas y cromosféricas (Ca II H y las líneas fotosféricas de sus alas, He 10830 y Si 10827) en manchas solares. A partir de los desplazamientos Doppler medidos, se ha podido deducir las variaciones de la velocidad a diferentes alturas, para lo cual se han usado la diferencia entre las fases de las velocidades medidas en las diferentes líneas espectrales. Los resultados muestran que el núcleo de la línea de Ca II H se forma por debajo de la línea de He, con un retraso de unos 20 segundos entre las señales de ambas líneas.

Observación de un patrón de velocidades peculiar en la fotosfera y en la cromosfera de una mancha solar

Se ha observado un intenso patrón de oscilaciones fotosféricas y cromosféricas en las cercanías y dentro de una mancha. El fenómeno aparenta ser una onda de unos 3 Mm de longitud de onda que se propaga hacia la mancha. Esta onda parece que desencadena oscilaciones dentro de la umbra. Mientras que las oscilaciones fotosféricas son débiles en la mancha, la amplitud de la onda aumenta en un orden de magnitud en capas cromosféricas. Tras atravesar la mancha, la onda se propaga alejándose de ésta con frentes de onda circulares, dando lugar a un patrón circular peculiar alrededor de la mancha, que es visible tanto en los mapas de velocidad como de intensidad.

Evolución del Proyecto

A continuación, se presentan los principales resultados científicos obtenidos en 2010.

Propiedades de los movimientos convectivos fotosféricos

Utilizando datos de IMaX, miembros del Proyecto han participado en un estudio

sin precedentes de las propiedades de los movimientos granulares gracias a la alta resolución alcanzada. Entre los resultados más importantes se puede citar los siguientes:

- Identificación de las regiones en las que las velocidades granulares pasan de movimiento ascendente a descendente. Se ha encontrado que, en estas regiones, la anchura equivalente de la línea espectral observada por IMAx (Fe I 525.02 nm) se vuelve extremadamente pequeña. Para la correcta interpretación de estas observaciones, se han usado simulaciones de magnetoconvección. Igualmente se ha demostrado que la alta resolución alcanzada por IMAx es fundamental para poder observar este interesante fenómeno.

- Estructura fina granular. Se ha encontrado que los gránulos muestran frecuentemente una estructura en forma de líneas, brillantes por un extremo y oscuras por el otro, que se mueven solidariamente desde el borde granular hasta el centro. La comparación con simulaciones numéricas ha permitido concluir que estas líneas pueden ser debidas a vórtices horizontales.

- Estudio de vórtices. La aparición de estos fenómenos es unas dos veces más frecuente de lo esperado, según las referencias de trabajos anteriores. Algunos de los vórtices observados aparecen de manera recurrente en la misma posición. En general, los vórtices muestran un movimiento antihorario, que podría tener relación con la rotación diferencial solar.

MEMORIA
2010 IAC

126

- Análisis de imágenes en el rango espectral ultravioleta entre 214 nm y 397 nm. Los contrastes medidos se encuentran entre los valores más altos jamás obtenidos en el "Sol de calma", hasta 32,8% en 214 nm. Para 388 nm y 312 nm los resultados de las observaciones concuerdan con las simulaciones numéricas, mientras que en 214 nm existen discrepancias.

- Se ha estudiado el flujo de energía transportado por ondas acústicas excitadas por los movimientos convectivos

subfotosféricos. El análisis de los datos de IMAx revela un flujo de energía en el rango de 5 a 10 mHz que es al menos dos veces mayor que el estimado en trabajos anteriores, y que podría tener una contribución importante para el balance energético de la cromosfera. El flujo acústico está localizado principalmente en los intergránulos, aunque también se genera potencia acústica significativa en gránulos que evolucionan rápidamente y en sus bordes brillantes.

Magnetismo del "Sol en calma"

Los resultados principales alcanzados por el grupo en este campo de trabajo han sido los siguientes:

- Se ha investigado la evolución temporal de flujo magnético emergente dentro de un gránulo en una zona del "Sol en calma". Para ello se han combinado datos espectropolarimétricos infrarrojos de alta resolución espacial con imágenes obtenidas en la banda G tras haber sido reconstruidas con técnicas *speckle*. El fenómeno observado se puede explicar como un arco emergente de pequeña escala. Su rápida desaparición al final de la serie temporal puede ser debida a reconexión magnética.

- Usando datos espectropolarimétricos de Hinode, se ha estudiado la topología y la dinámica de las regiones muy poco magnetizadas de la fotosfera solar. Los datos muestran una inyección continua de flujo magnético en forma de arcos desde debajo de la superficie hasta las capas altas. Se ha definido la evolución promedio de estos arcos a medida que ascienden en la atmósfera. Estas observaciones revelan la importancia del magnetismo de pequeña escala para acoplar las diferentes capas de la atmósfera solar y que podría ser un ingrediente importante para el calentamiento cromosférico.

- Con datos de IMAx se han detectado señales con perfiles de polarización extremadamente desplazados en longitud de onda dentro de gránulos. Estos grandes desplazamientos se han interpretado mediante velocidades supersónicas de ascenso de material

en estructuras magnéticas. Además, están relacionados con la aparición de polaridades opuestas y campos magnéticos muy inclinados. Estos datos sugieren que esas velocidades pueden ser producidas por reconexión de arcos magnéticos que ascienden por los gránulos.

- Se han extrapolado las medidas de campo magnético obtenidas con IMAx hasta las capas más altas de la atmósfera solar, mediante técnicas de extrapolación potenciales y libres de fuerza. Se ha encontrado que la mayor parte de los arcos que alcanzan la cromosfera (o más arriba) tiene uno de sus pies anclado en estructuras magnéticas relativamente intensas, por encima del campo de equipartición con la convección. El otro pie, sin embargo, está anclado en regiones de campo menos intenso.

- Con datos de IMAx, se han estudiado las propiedades estadísticas de la componente horizontal del campo magnético en el "Sol en calma". Las estructuras con esta componente horizontal son mucho más frecuentes de lo esperado, en comparación con trabajos anteriores realizados con datos de instrumentos con menor resolución. Estas estructuras no parecen tener un tamaño o un tiempo de vida característicos y aparecen preferentemente en los bordes de los gránulos.

- Con datos de IMAx, ha sido posible, por vez primera, reproducir algunas señales de polarización del "Sol en calma" con una sola atmósfera totalmente magnetizada y con un campo mayor que 1 kG. La temperatura de la estructura analizada es mayor que la de la atmósfera no magnetizada, tal y como se espera de los modelos semiempíricos. De estos resultados se concluye que las medidas de IMAx resuelven este tubo de flujo observado en el "Sol en calma".

- Usando datos del "Sol en calma", obtenidos con diferente resolución espacial, provenientes de telescopios que operan en tierra y en el espacio, se ha encontrado que la mayor parte de las señales de polarización observadas no cambian con la resolución espacial. El análisis realizado

revela una cascada de escalas espaciales características del campo magnético dentro del elemento de resolución, que son detectables mediante el efecto Zeeman. Con ello se demuestra que los efectos Zeeman y Hanle muestran aspectos complementarios del mismo magnetismo.

Regiones activas

En lo que se refiere a regiones activas, los principales resultados obtenidos son los siguientes:

- Se han estudiado los flujos de materia horizontales alrededor de varios poros, usando datos de telescopios de tierra y del espacio. Los resultados son coherentes en todos los casos y muestran la presencia de fenómenos explosivos en la granulación circundante a los poros. No se detecta ningún flujo de materia hacia fuera de ellos, lo que puede reafirmar la necesidad de una relación entre la existencia de ese flujo y la presencia de filamentos penumbrales.

- Usando datos de Hinode, se han obtenido modelos de atmósfera en manchas solares y se ha calculado la altura geométrica de la penumbra tras minimizar la divergencia del campo magnético y las desviaciones del equilibrio estático impuesto por la ecuación del movimiento, en la que se han incluido los efectos de los gradientes de presión, de la gravedad y de la fuerza de Lorentz. Los resultados concuerdan con los escenarios de penumbra despeinada, es decir, una penumbra compuesta por tubos de flujo que canalizan el flujo de materia, cuyo campo magnético es más débil y horizontal que el del campo magnético de fondo. No se encuentra ninguna evidencia de la existencia de convección en la penumbra analizada.

- Se ha determinado la densidad de corriente en la penumbra interna de una mancha solar mediante la inversión de datos espectropolarimétricos de Hinode. Los resultados muestran que hay intensas corrientes que, sin embargo, no disipan suficiente energía óhmica para poder tener importancia en el balance energético de la penumbra.

Propagación de ondas en estructuras magnéticas

Los principales resultados relativos a la propagación de ondas en estructuras magnéticas son:

- Se ha desarrollado un código numérico no lineal 3D especialmente diseñado para calcular la respuesta de estructuras magnéticas en equilibrio a una perturbación arbitraria. El código resuelve las ecuaciones MHD para perturbaciones no lineales en 3D. La validez y robustez del código se han demostrado mediante una serie de pruebas numéricas, en las que se han introducido a niveles subfotosféricos pulsos de diferentes periodos, desde decenas de segundos, por motivos académicos, hasta cinco minutos, característicos de la atmósfera solar. Asimismo el código ha permitido estudiar la transformación de modos en 3D en configuraciones magnéticas complicadas.

- Bajo un punto de vista observacional, se han analizado series temporales de líneas fotosféricas y cromosféricas (Ca II H y las líneas fotosféricas de sus alas, He 10830 y Si 10827) en manchas solares. A partir de los desplazamientos Doppler medidos, se ha podido deducir las variaciones de la velocidad a diferentes alturas, para cuya calibración se ha usado la diferencia entre las fases de las velocidades medidas en las diferentes líneas espectrales. Los resultados muestran, entre otros aspectos, que el núcleo de la línea de Ca II H se forma por debajo de la línea de He, con un retraso de unos 20 segundos entre las señales de ambas líneas.

- Se ha observado un intenso patrón de oscilaciones fotosféricas y cromosféricas en las cercanías y dentro de una mancha. El fenómeno aparenta ser una onda de unos 3 Mm de longitud de onda que se propaga hacia la mancha. Esta onda parece que desencadena oscilaciones dentro de la umbra. Mientras que las oscilaciones fotosféricas son débiles en la mancha, la amplitud de la onda aumenta en un orden de magnitud en capas cromosféricas. Tras

atravesar la mancha, la onda se propaga alejándose de ésta con frentes de onda circulares, dando lugar a un parrón circular peculiar alrededor de la mancha, que es visible tanto en los mapas de velocidad como de intensidad.

- Se ha investigado la correlación entre las intensidades medidas a lo largo de líneas espectrales fotosféricas y cromosféricas como técnica para deducir las propiedades de ondas que se propagan verticalmente en la atmósfera solar. Las matrices de correlación muestran un patrón de coherencia entre las diferentes longitudes de onda que llevan información sobre los procesos físicos. La comparación entre las matrices medidas y las calculadas mediante simulaciones ha permitido detectar la presencia de ondas que se propagan hacia arriba, lo que hace este método interesante para futuros estudios.

Magnetismo estelar

Respecto al magnetismo estelar, se ha estudiado la viabilidad de inferir el campo magnético a partir de espectros estelares polarizados de muchas líneas espectrales usando dos métodos: uno que usa una pseudo-línea y el otro que usa un análisis PCA-ZDI. El uso de muchas líneas permite mejorar la relación señal a ruido de las señales polarimétricas. Se ha demostrado que, con técnicas de inversión adecuadas aplicadas a cualquiera de los dos procedimientos, se puede derivar con precisión el vector campo magnético.

FÍSICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (310400)

J. Licandro.

M. Serra Ricart, A. Oscoz Abad, O. Vaduvescu y V.M. Alí Lagoa.

H. Campins, Y. Fernández (UCF, EEUU); Pinilla Alonso (NASA-AMES, EEUU); J. de León Cruz, J.L. Ortíz, R. Duffard (IAA, Granada); A. Morbidelli, M. Delbó (Obs. de la Côte d'Azur, Francia); A. Alvarez Candal (ESO, Chile); J. Fernández, G.

Tancredi (UDELAR, Uruguay); G.P. Tozzi, G. Strazzulla (INAF/O, Catania, Italia); M. Melita (IAFE, Argentina); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina).

Introducción

Este Proyecto estudia las propiedades físicas de una serie de poblaciones de cuerpos menores del Sistema Solar (objetos trans-neptunianos, Centauros, cometas y asteroides cercanos a la Tierra), de los asteroides primitivos en particular de los del cinturón externo relacionados (ej. los Troyanos), de los objetos transicionales asteroide-cometa, y de sus interrelaciones. La información que se obtenga de estos objetos es crucial para comprender el origen y evolución de nuestro sistema planetario.

Los objetos trans-neptunianos (TNOs en inglés), Centauros y los cometas son tres poblaciones diferentes pero estrechamente relacionadas de planetesimales remanentes de las primeras épocas del Sistema Solar, formados en la región del disco protoplanetario donde se encuentran los planetas gigantes y hasta unas 50 UA del Sol. Los TNOs se han formado en una región plana más allá de Neptuno conocida como cinturón transneptuniano o de Edgeworth-Kuiper y a partir del descubrimiento del primero de ellos en 1992 se han transformado en uno de los objetos de mayor interés entre los estudiosos del Sistema Solar, ya que son una fuente de información invaluable sobre la composición y condiciones reinantes en esa región de la nebulosa pre-solar. Debido a perturbaciones gravitacionales y a colisiones mutuas, algunos TNOs se difunden hacia órbitas que están en la región de los planetas gigantes transformándose en Centauros. Finalmente algunos Centauros, debido a perturbaciones planetarias (principalmente causadas por Júpiter) pasan a órbitas de período corto, con afelios próximos a la órbita de Júpiter, y se transforman en cometas de la familia de Júpiter (FJ). Por otra parte, los cometas de largo período (LP) y los tipo Halley provienen de una región esférica en la periferia del Sistema Solar conocida como Nube de Oort. Los objetos en la nube sufren perturbaciones

gravitacionales debido al campo gravitatorio de la galaxia, al pasaje del Sol por nubes moleculares o por el pasaje cercano de estrellas. Estas perturbaciones hacen que algunos objetos sean enviados nuevamente hacia la región interna del Sistema Solar, pasando en algunos casos por las cercanías del Sol en orbitas muy excéntricas (cometas LP). Todos estos objetos, TNOs, Centauros y cometas, tienen un origen común en la zona externa del disco protoplanetario, y su estudio nos revela importante información sobre el estado de la materia en esta región y sobre los procesos que han tenido lugar desde los orígenes del Sistema Solar. Asimismo, recientes modelos dinámicos sugieren que los asteroides tipo D, que pueblan el cinturón externo en particular la población de asteroides Troyanos, Hildas y Cybeles, podrían ser TNOs dispersados en las primeras épocas del Sistema Solar.

Otros cuerpos de interés son los objetos cercanos a la Tierra (conocidos como NEOs en inglés), que constituyen una población de cuerpos menores (asteroides y cometas) cuyas órbitas les permiten aproximarse periódicamente e incluso interceptar la órbita de nuestro planeta. Se trata de una población de objetos que no se han formado en las órbitas que ocupan actualmente, sino que provienen mayormente del Cinturón Principal de asteroides, y en menor medida, de la población de cometas FJ. El estudio de los NEOs tiene una relevancia significativa desde el punto de vista astrofísico en la medida de que nos permiten comprender los mecanismos de transferencia de objetos a esta población y de cómo está compuesta. También porque son, junto con los cometas, los precursores de la enorme mayoría de los meteoritos y meteoros. Dada la cercanía con nuestro planeta, diversas misiones espaciales se han dirigido y se dirigirán en el futuro cercano (ej. NEAR o Deep Space 1), hacia el estudio detallado de NEOs y cometas. Pero éstas solo pueden acceder a un número muy limitado de objetos, por lo que para tener una comprensión global de los NEOs es imprescindible el estudio de un número significativo de miembros de la población desde Tierra. También hay que

destacar que los NEOs no sólo presentan un interés meramente astrofísico, sino que, dado que pueden colisionar con la Tierra (de hecho muchos de ellos lo han hecho en la historia reciente de nuestro planeta), presentan un interés desde el punto de vista de la seguridad y el desarrollo de nuestra civilización. El reciente desarrollo de diversos programas de búsqueda y seguimiento de NEOs potencialmente peligrosos, y el reconocimiento de la importancia de su estudio por el Consejo Europeo en su resolución de enero de 1996 a favor del desarrollo de programas internacionales para la búsqueda y caracterización física de los NEOs, son muestras inequívocas de la importancia que le da la comunidad internacional al estudio de estos objetos.

El grupo está integrado en un grupo internacional de estudio de los NEOs llamado EURONEAR (European Near Earth Asteroid Research). Nacido en 2006 este programa es un intento de unir a todos los grupos europeos que trabajan en el área para formar una red coordinada para su estudio. Actualmente la integran 16 instituciones de 9 países.

Además de los cometas desactivados que se pueden encontrar en la población de NEOs, existe una población de objetos cuyas características no permite establecer claramente su naturaleza asteroidal o cometaria, son los objetos transicionales asteroide-cometa. Entre los objetos transicionales se encuentran los asteroides en órbitas cometarias (ACOs) y los asteroides activados (entre los que destacan los llamados Main Belt Comets).

varios asteroides Trojanos e Hildas. Pero este desarrollo además se utilizará en la cámara infrarroja de la misión de JAXA JEM-EUSO que volará en 2016 a la ISS.

Programas específicos:

Propiedades físicas de los núcleos cometarios

Este trabajo consiste principalmente en la determinación del tamaño de un número significativo de núcleos de cometas de la FJ para estudiar su distribución, y de la determinación de las propiedades rotacionales de algunos núcleos cometarios, principalmente de cometas de la FJ, y el estudio de posibles variaciones de éstas (en particular del período de rotación). La determinación del tamaño de los núcleos se realiza haciendo fotometría CCD con telescopios de medio y gran tamaño (incluido el telescopio VLT) de los cometas a grandes distancias heliocéntricas donde se los presume sin actividad cometaria, asumiendo un valor para el albedo se estima el radio efectivo. Hay que destacar que se está participando en un programa de gran alcance con el telescopio espacial SPITZER para determinar con precisión el tamaño y albedo de una centena de cometas.

El estudio de las propiedades rotacionales, que se realiza obteniendo series fotométricas con CCDs, proporciona valiosa información sobre la estructura interna del núcleo (distribución de momentos de inercia, densidad y calidad del material).

Propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios

El estudio de las propiedades superficiales (composición mineralógica) es de gran importancia para determinar la composición original y posibles diferencias en las distintas regiones donde se han originado, y para estudiar los diversos procesos que afectan y modifican la superficie de los objetos helados del Sistema Solar y relacionarlos con las condiciones de irradiación y densidad de objetos en el cinturón transneptuniano. El mismo se realiza básicamente por

Por otra parte, el grupo está trabajando en un proyecto tecnológico relacionado con el espacio: el desarrollo de la electrónica para un detector en el térmico, un array de 640x480 microbolómetros. Este detector puede ser utilizado en diferentes misiones a pequeños cuerpos del Sistema Solar en las que el grupo está involucrado: Marco Polo-R y Trojan Oddysey, presentadas en 2010 al llamado de ESA Cosmic Vision y OSIRIS-Rex de NASA. MP y OR son misiones a un NEA primitivo y TO es una misión que sobrevolará

medio de la fotometría multibanda o la espectroscopía visible e infrarrojo. En los últimos años el grupo está llevando a cabo un programa espectroscópico con grandes resultados en el infrarrojo cercano utilizando principalmente el telescopio TNG, al que se le ha complementado con espectroscopía en el visible tanto en el telescopio TNG como en los telescopios WHT y NOT. La espectroscopía en el infrarrojo es particularmente importante ya que permite detectar hielos superficiales como el hielo de agua y el metano, que producen profundas bandas de absorción en las bandas H y K. Este programa hace uso de las propiedades únicas del espectrógrafo infrarrojo del telescopio TNG, NICS, que dada su baja resolución y alta eficiencia permite obtener espectros de objetos débiles con S/N similares a los obtenidos con el telescopio Keck en tiempos de exposición comparables. En este tiempo se han obtenido los primeros espectros infrarrojos de un núcleo cometario (28P/ Neujmin 1 y 124P/ Mrkos), espectros de varios TNOs y Centauros, e incluso para el caso de dos Centauros se ha estudiado en detalle posibles variaciones espaciales de sus propiedades superficiales. Hay que destacar el reciente descubrimiento de que la superficie de uno de los mayores TNOs conocidos, 2005 FY9, es muy similar a la de Plutón, con una abundante presencia de hielo de metano. Este estudio debe continuar para obtener resultados sobre un número significativo de objetos que permita trabajar con modelos de formación de mantos de radiación y efectos colisionales como el de Gil-Hutton. Este programa se amplió en 2008 para estudiar asteroides primitivos tipo D con posible origen transneptuniano. También se ha ampliado el rango de longitudes de onda al infrarrojo medio y térmico.

Propiedades superficiales y rotacionales de los NEOs y objetos transicionales asteroide-cometa

El estudio de las propiedades rotacionales de los NEOs y de los objetos transicionales se inició en 2002 y se basa en determinar por medio de series de imágenes CCD, la curva de luz rotacional y los colores de estos objetos, y así establecer el período

de rotación de un número significativo de estos que permita estudiar las propiedades rotacionales de estas poblaciones.

El estudio de las propiedades superficiales se realiza en base a observaciones espectroscópicas en el visible e infrarrojo utilizando principalmente los telescopios NOT, WHT y TNG con el objetivo de hacer una determinación más precisa del tipo y propiedades mineralógicas de un grupo significativo de objetos, de manera similar a lo que se hace con los TNOs. Los estudios mineralógicos se llevarán a cabo usando los modelos de scattering superficial, y los métodos específicamente utilizados para el análisis de la composición de los asteroides de Gaffey (Gaffey et al. 1993) y el Método de Gaussianas Modificadas (MGM, Sunshine et al 1990).

Propiedades del polvo y el gas en las comas cometarias

En éste programa se pretende obtener las propiedades del gas y el polvo en las comas cometarias por medio de imágenes CCD con filtros de banda ancha y filtros estrechos especialmente diseñados para éste trabajo, por medio de imágenes en el infrarrojo cercano y por medio de la espectroscopía CCD e infrarroja de la coma. Se estudia el continuo que procede de la dispersión de la luz solar por el polvo, y las bandas de emisión de las moléculas cometarias (CN, C2, C3). Se estudian abundancias, y mecanismos de formación y desaparición de estas moléculas, y tasas de producción de polvo y sus características como color y tamaño. Todo esto proporciona importante información sobre la composición de los cometas y los procesos físico-químicos que tienen lugar en la coma cometaria. Se está utilizando la extensa base de datos observacionales obtenidos principalmente con los telescopios IAC-80 y TCS entre 1996 y 2000 durante la tesis de J. Licandro, observaciones realizadas en el infrarrojo con el telescopio TNG y observaciones que se han realizado con los filtros interferenciales en el telescopio JKT en 2002-2003, así como observaciones realizadas en La Silla (imagen y espectros visible e infrarrojo).

Finalmente, se cuenta con una extensa base de datos obtenidos durante el experimento Deep-Impact en 2005. Se aplican modelos de polvo (ver Moreno et al. 2003) y de producción y vida de especies moleculares como el de Haser o el de Festou, en colaboración principalmente con L. Lara, F. Moreno y G. P. Tozzi.

Hitos

El grupo publicó dos trabajos donde se muestra la detección de agua y orgánicos complejos en la superficie de 2 asteroides primitivos, 24 Themis (Campins et al. 2010, *Nature* 464, 1320) y 65 Cybele (Licandro et al. 2011, *Astronomy & Astrophysics* 525, 34L). Esta es la primera detección de hielo y orgánicos en asteroides. Se hizo utilizando el telescopio IRTF y obteniendo espectros en la banda de 3 micras. Se observa la banda del agua centrada a 3.1 y débiles bandas entre 3.2 y 3.4 micras típicas de los orgánicos complejos.

Evolución del Proyecto

Se han publicado 15 artículos en revistas con árbitro, 2 artículos en revistas sin árbitro, 1 IAUC y 1 CBET.

J. Licandro ha hecho una presentación oral invitada de revisión en un congreso internacional y otra en un workshop nacional.

EWI grupo ha sido coautor en otras 9 presentaciones orales y 3 pósters presentados en 7 congresos.

Se recibió la visita de varios colaboradores: A. Alvarez Candal (ESO, Santiago), H. Campins (UCF, USA), N. Pinilla (NASA-AMES, USA) y J. de León Cruz (IAA, España). J. Licandro por otra parte estuvo trabajando 2 semanas en la UDELAR (Uruguay) colaborando con J. Fernández y G. Tancredi, y durante una semana en el Observatorio de la Côte d'Azur (Francia), con A. Morbidelli y Marco Delbó en diversas colaboraciones científicas, y con P. Michel, CoPI de la misión Marco Polo-R en diversos aspectos de la preparación de la propuesta presentada luego a la ESA.

Igualmente durante la estadía en Niza, J. Licandro estuvo trabajando en la preparación de la propuesta de observación de Troyanos con Herschel, que ha obtenido tiempo de observación con este telescopio espacial.

Producción científica

El trabajo del grupo se ha concentrado principalmente en 3 áreas: los asteroides primitivos, los asteroides activados y los NEAs, aunque se continúa trabajando en TNOs, Centauros y cometas.

El grupo trabajó en los datos del IRTF con espectroscopía a 3 micras logrando publicar 2 artículos donde se detectan por primera vez hielo de agua y orgánicos complejos en la superficie de 2 asteroides (ver Hitos). Igualmente hay un artículo en preparación con los datos restantes de las campañas realizadas en 2009.

En cuanto a los asteroides primitivos también se publicó un artículo con la taxonomía de los Cybeles, y otro de espectroscopia visible e infrarroja de una amplia muestra de asteroides tipo B. Finalmente se publicó otro con resultados fotométricos de asteroides Troyanos.

Se publicó un artículo con los trabajos relativos a los resultados espectroscópicos de NEAs que fueron la parte central de la tesis doctoral de J. de León (de León et al. 2010). Se completó el análisis de la muestra de asteroides del cinturón principal y hay un artículo en preparación. También en el área de los NEAs se publicaron 2 artículos con datos de EURONEAR.

En lo relativo a objetos transicionales asteroide-cometa se organizaron exitosas campañas para observar los MBCs ya conocidos y 3 nuevos que se detectaron en 2010, P/2010 A2 (LINEAR), P/2010 R2 (La Sagra) y (596) Scheila. Del primero se publicó un artículo y hay datos que están pendientes de análisis. Del segundo los datos están en fase de análisis y del tercero aún se están tomando datos. También se publicó un artículo sobre el espectro de

Elst-Pizarro y otro que muestra que (3200) Phaethon es probablemente un trozo de (2) Pallas.

También se continuó trabajando en cometas, se publicaron 3 artículos y se participó muy especialmente en la campaña de observación de Wild 2, el cometa visitado por la misión EPOXI.

Finalmente se publicó un trabajo relativo a un NEA que es un posible target de OSIRIS-Rex, y se hicieron observaciones del target principal de Marco Polo-R, se está terminando un trabajo para enviarlo a publicar.

Integración en el core group de los proponentes de Marco Polo-R, y es proponente también de Trojan's Oddysey.

Montaje del experimento con el ULIS con la electrónica comprada a INO en LISA. Se avanzó en el diseño de nuestra propia electrónica.

Integración en el consorcio de la cámara de JEM-EUSO liderado por M. D. Rodríguez Frías (Universidad de Alcalá de Henares), se presentó una propuesta al Plan Nacional del Espacio donde el IAC se encargará de la construcción de un breadboard model de la unidad de electrónica del detector y del diseño preliminar de la electrónica de vuelo que deberá presentarse a JAXA a final del año 2012. Este se basará en el diseño en el que se ha venido trabajando para THERMAP.

Visitas: A. Alvarez Candal (ESO, Santiago), H. Campins (UCF, EEUU), N. Pinilla (NASA-AMES, EEUU) y J. de León Cruz (IAA).

SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (310800)

P.L. Pallé Manzano.

C. Régulo Rodríguez, J.A. Belmonte Avilés, H.J. Deeg, A. Jiménez Mancebo, F. Pérez Hernández, T. Roca Cortés, B.W. Tingley, J.M. González Pérez, M. Díaz Alfaro, D. Salabert, O. Creevey y J.M. Almenara Villa.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich y J. Patrón Recio.

R. García, S. Turck-Chieze, S. Mathis (IRFU/DSM/CEA Saclay, Francia); D. Salabert, (Obs. de la Cote d'Azur, Francia); J. Christensen-Dalsgaard, F. Grundahl, H. Kjeldsen (Univ. de Aarhus, Dinamarca); M. Cunha (CAUP, Portugal); W.C. Chaplin (Univ. de Birmingham, Reino Unido); T. Metcalfe, S. Mathur (HAO, EEUU); T. Bedding (Univ. de Sydney, Australia); D. Chou, J. Fernández (Univ. Tsing Hua, Taiwán); I. Fernández, F. Hill, (GONG- NSO, EEUU); J.C. Suárez, R. Garrido (IAA); A. Moya (CAB); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); R. Oreiro (Inst. voor Sterrenkunde, Bélgica); M. Deleuil, C. Moutou, A. Bonomo, J.M. Almenara (LAM Marseille, Francia); D. Gandolfi, M. Fridlund (ESA/ESTEC); L. Doyle (SETI, EEUU); K. Colon, E. Ford (Univ. de Florida, EEUU); H. Rauer, J. Cabrera, (DLR, Alemania); V. Kozhevnikov (Ural State Univ., Rusia); D. Pollacco (Queens Univ. Belfast, Reino Unido); T. Guillot (Univ. de Niza, Francia); E. Günther, A. Hatzes (Obs. Tautenburg, Alemania); M. Rabus (Univ. Católica, Chile); P. Kabath (ESO, Chile); T. Brown, A. Shporer (Las Cumbres Obs. Global Telescopes, EEUU); A. Ofir, T. Mazeh (Univ. de Tel Aviv, Israel); D. Queloz, R. Alonso (Obs. Geneve, Suiza).

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, y la búsqueda de planetas extrasolares por métodos fotométricos, principalmente mediante tránsitos por delante de sus estrellas principales.

Para el primer objetivo se utiliza la única técnica que actualmente permite su estudio: la Heliosismología Global (para sondear hasta el mismo núcleo del Sol) y la Local (sondeo más detallado pero limitado al 10% más externo). 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 implicaciones en nuevos proyectos, tanto de instrumentación espacial como en tierra.

- Observacional, en el que se realizan observaciones interrumpidas 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, lo que ha contribuido de forma eficaz a la resolución del ya viejo problema de los neutrinos solares.

Por otro lado, no es de extrañar que se pretenda obtener un conocimiento similar de otras estrellas que se englobaría en la disciplina conocida como Astrosismología o Sismología Estelar. No obstante, la obtención del espectro de modos propios de oscilación en estrellas distintas al Sol es muy difícil y depende del tipo de estrellas que se estudien. Obtener información sobre la estructura interna, evolución y dinámica de estrellas en la Secuencia Principal (SP) y - como es el caso en el presente Proyecto - de algún otro tipo de estrellas más evolucionadas (sub-enanas calientes), requiere de técnicas instrumentales y estrategias de observación que en la actualidad están al alcance gracias a las nuevas misiones espaciales operativas.

El Proyecto constituye un duro aprendizaje en todos los aspectos, tanto el teórico (modelización estelar) como el instrumental y/o observacional (redes robóticas de observación, telescopios espaciales, etc.).

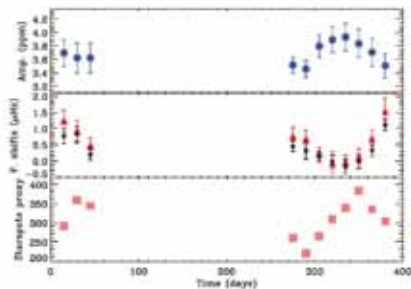
La estrategia de utilización de tránsitos planetarios para descubrir la existencia de planetas alrededor de otras estrellas, consiste en la detección fotométrica de disminuciones de brillo (y también cambios de color) de una estrella cuando uno de sus planetas está pasando por delante de la misma, es decir, entre ella y el observador. Actualmente esta metodología es la única al alcance de la tecnología para permitir la detección de planetas con tamaños similares al de la Tierra, 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 con lo que se puede entender como una extensión lógica de lo aprendido en la experiencia con los anteriores objetivos. Por otro lado, es importante desarrollar algoritmos para la detección inequívoca de planetas y distinguirlos de lo que son falsas alarmas.

El satélite CoRoT, operativo desde el 2007, entraba en el 2010 en la segunda mitad de su fase de operación, y los trabajos del grupo relacionado con planetas extrasolares y astrosismología, se han centrado en su explotación. Todo ello se ha visto reforzado durante el 2010 con la llegada masiva de datos de la misión espacial Kepler, que si bien es una misión NASA para descubrir exoplanetas tipo Tierra, el consorcio europeo KASC (Kepler Asteroseismic Science Consortium) es el encargado exclusivo de la explotación científica de la vertiente de Astrosismología de las miles de estrellas que van a observarse a lo largo de más de cuatro años, y cuyos datos ya indican el inicio de una revolución en este campo.

Hitos

Evidencias del primer ciclo de actividad magnético en una estrella medido con técnicas de la Astrosismología. El análisis

llevado a cabo con observaciones de CoROT de la estrella de tipo solar HD49933 ha permitido determinar sus modos propios de oscilación y las principales características de los mismos (frecuencias y amplitudes). La variación temporal de dichos parámetros presenta un comportamiento análogo al caso solar (las amplitudes disminuyen al aumentar la actividad y las frecuencias aumentan) si bien en este caso el período de este ciclo es de unos 120 días comparado con los 11 años en el caso del Sol. Estas observaciones evidencian la existencia de un ciclo de actividad magnético en la estrella y proporcionan restricciones a los modelos de dinamo estelar en condiciones distintas a las que se dan en el caso solar.



Variación temporal de los modos propios de oscilación de la estrella HD49933 observada por CoROT desde el 6 de febrero de 2007. Tanto la amplitud promedio de los modos (panel superior) como las frecuencias propias de oscilación (panel central) muestran variaciones perfectamente correlacionadas con un indicador (panel inferior) de la actividad magnética de la estrella.

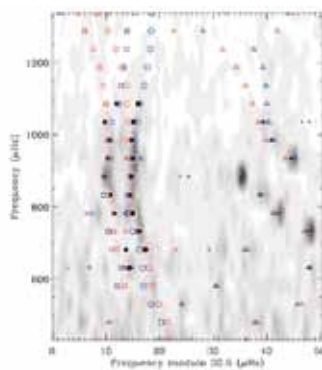


Diagrama "Echelle" (frecuencia frente modulo en frecuencia del espaciado en frecuencia) en el que se muestran los datos sísmicos (espectro de potencia) como fondo en blanco y negro, y las frecuencias obtenidas para los dos modelos (azul y rojo) de estructura estelar que mejor ajustan los datos observacionales. El excelente acuerdo entre los modelos y los datos es lo que permite la determinación precisa del Radio (2%) y la Edad (15%).

Se ha presentado el primer modelado detallado de una estrella solar evolucionada a partir de los datos fotométricos obtenidos con Kepler. La comparación detallada llevada a cabo con diversos modelos estelares ha permitido obtener propiedades estelares, tal como el Radio y Edad, con una precisión de 2% y 15% respectivamente para la estrella del campo de Kepler catalogada como KIC 11026764.

Descubrimiento de "Corot-9b": el primer planeta gigante con temperaturas templadas que tiene tránsitos. A diferencia de lo que ocurre con los otros planetas con tránsitos, este planeta, con un periodo orbital de 95 días, no está afectado por su cercanía a la estrella central y es de esperar que se convierta en un objeto de referencia para comprobar modelos de planetas gigantes similares a nuestro Júpiter. El análisis global, el seguimiento fotométrico y la publicación de su descubrimiento en la revista *Nature* fue liderado por el grupo. Su publicación en marzo 2010 generó un enorme interés en medios de todo el mundo ya que Corot-9b se convertiría en el primer gemelo indudable de los planetas en nuestro Sistema Solar.



Composición artística del planeta Corot-9b y su estrella madre.

Evolución del Proyecto

La principal actividad del grupo se ha centrado a lo largo del año en la explotación científica de las misiones espaciales CoROT y Kepler. En concreto, en el mes de febrero tuvo lugar la presentación oficial de los primeros resultados de Kepler tanto en el ámbito de exoplanetas como de Astrosismología que se plasmó en la edición de un volumen monográfico de *Astrophysical Journal* que recogió los primeros resultados científicos de la misión. La presencia de miembros del grupo en las publicaciones de Astrosismología (la única a la que el consorcio europeo KASC tiene acceso) fue destacada y fruto del trabajo y la involucración real de

los mismos. Por parte de CoROT, la doble vertiente en cuanto a la temática científica, exoplanetas y astrosismología, ha sido explotada de modo destacado y efectivo por los miembros del grupo.

Astrosismología

Análisis de las primeras series temporales de observaciones de estrellas tipo solar de la misión Kepler: calibración y corrección de los datos, computación de los espectros de frecuencia y modelado del espectro propio de pulsaciones. Asimismo, se han desarrollado y aplicado las herramientas de diagnóstico que permiten deducir la masa y el radio de la estrella a partir de los parámetros que caracterizan su espectro propio de pulsaciones.

Se ha profundizado en el análisis de las estrellas tipo solar observadas por CoROT. Se ha detectado y caracterizado el espectro propio de pulsaciones en varias estrellas y a partir de estas características calcular su Masa y Radio. Asimismo, a partir de las observaciones de CoROT de la estrella HD49933 en dos periodos de tiempo distintos, se ha observado un comportamiento en sus modos propios de oscilación similar al caso solar: aumento de las frecuencias propias con el grado de actividad y disminución de la amplitud media de los modos. Se concluye la existencia de un ciclo de actividad análogo al solar pero con un periodo de unos 120 días (ver Hitos).

Participación en la elaboración de un paquete reducción y análisis sismológico automático de las curvas de luz de estrellas brillantes (hasta magnitud 11) que permite analizar las series temporales y modelar su espectro de pulsaciones a fin de extraer los parámetros representativos del mismo (frecuencias propias, amplitudes, tiempos de vida y desdoblamiento por rotación).

Se analizaron las herramientas de diagnóstico más comúnmente utilizadas y construidas a partir de las frecuencias propias de pulsación obtenidas a partir de modelos estelares para masas entre 1 y 1.6 masas solares a fin de analizar que tipo de

información proporcionan sobre el núcleo estelar. Se concluye que a partir de estas herramientas de diagnóstico, es posible inferir de modo directo el estado evolutivo de la estrella.

A partir de observaciones espectroscópicas del sistema binario eclipsante V577 Oph obtenidas en el telescopio NOT y dado que uno de sus componentes presentaba un frecuencia propia de pulsación, se demuestra que es posible, bajo tales circunstancias, inferir su masa y acotar la edad de la estrella y su metalicidad.

En el área de estudio de estrellas pulsantes en el centro de nebulosas planetarias, se ha participado en dos campañas de observación con el telescopio IAC-80 en las que se ha obtenido el espectro de pulsaciones en el centro de NGC2242. El análisis previo del espectro temporal muestra la posible existencia de picos con frecuencias distintas a las vistas en campañas anteriores, y con menor amplitud. Se han desarrollado las nuevas técnicas de análisis de las variaciones temporales en el espectro de estos objetos (basadas en wavelets), de modo que queden a punto para ser utilizadas en futuras campañas de observación.

Se ha concluido la primera fase de la involucración del IAC en la nueva Red SONG (Stellar Observations Network Group) y la adscripción de nuestra institución como socio de pleno derecho del Consorcio SONG. Para ello, se realizaron en el periodo septiembre-noviembre las obras de infraestructura en el OT para albergar el telescopio y el laboratorio SONG que serán instalados en la primavera-verano. La Primera Luz y las primeras observaciones de ciencia tendrán lugar en otoño.

Heliosismología

A partir del análisis de las medidas Doppler de la velocidad fotosférica solar obtenidas con los instrumentos de la red BiSON (1992-2010) y del instrumento GOLF a bordo de SoHO (1996-2010) se detecta una variación periódica en la frecuencia de los modos acústicos solares distinta a la ya conocida

(periodo de unos 11 años y fuertemente correlacionada con el ciclo de actividad solar) y cuyo periodo estaría entorno a unos 2 años. Se concluye el carácter genuino y diferencial de esta variación y se apunta la posibilidad de ser un indicador sísmico de la existencia de una posible segunda dínamo solar.

Análisis de la variación de la amplitud en velocidad e intensidad de los modos propios acústicos del Sol a lo largo del ciclo de actividad solar y en función de la frecuencia utilizando datos de GOLF y VIRGO en SoHO. Se constata el acuerdo entre las variaciones observadas y el modelo que subyace para dar cuenta de la conversión de las ondas acústicas a campo magnético no vertical. Para el caso de las observaciones fotométricas (VIRGO) existen problemas de interpretación y que podrían estar relacionadas con la altura en la atmosfera a la cual dichas observaciones son más sensibles.

Se realizó una campaña de observación (agosto) con el instrumento GOLF-NG en el Laboratorio Solar del OT. Se introdujeron cambios sustanciales en el diseño existente y que consistieron, esencialmente, en la sustitución el sistema de fotodetección (batería de fotodiodos) por un sistema que permitía medir simultáneamente con fotodiodos y con cámara CCD. La idea era comparar las ventajas y niveles de ruido de ambos sistemas realizando medidas simultáneas de la velocidad fotosférica del Sol a fin de probar el mejor concepto para una futura versión espacial del instrumento. La gran cantidad de datos - imágenes CCD - almacenados (7 Gb por día de observación a lo largo de más de un mes) están aún en proceso de reducción y análisis.

Se han calculado las imágenes sísmicas de actividad magnética para la cara no visible del Sol (farside) utilizando técnicas de holografía sísmica. El procedimiento de cálculo seguido difiere notablemente a los utilizados hasta la fecha de modo general ya que las funciones de Green se han calculado a partir de una expansión esférica polar de la ecuación de ondas adiabática in la aproximación de Cowling en lugar de utilizar

la aproximación "ray path". La comparación entre las imágenes holográficas del "farside" y las obtenidas siguiendo el método estándar, muestra la mejora sustancial en las mismas al utilizar la expansión polar.

Centralización de bases de datos heliosismológicas de MDI y GONG. Utilizando el supercomputador del Smithsonian Institution en Virginia (EEUU), se ha generado, en colaboración con el S. Korzenik, una inmensa base de datos heliosísmicos que de 1995 a 2010. Se está realizando un "feedback" entre datos e inversiones para ver la calidad de los datos. Se espera terminar esta labor a mediados de 2011 y empezar a producir resultados en términos de presentaciones a congresos y artículos.

Las metodologías desarrolladas en heliosismología se están aplicando con éxito al campo de la geofísica, en particular en el análisis de Fourier y las inversiones numéricas. Se han obtenido una gran variedad de resultados que van desde la caracterización litológica, evaluación de riesgo geológico y emisiones gaseosas volcánicas.

Exoplanetas

En la vertiente de los estudios de Exoplanetas, el grupo contribuyó al descubrimiento de unos 7 planetas detectados por la misión CoRoT y cuyos resultados han sido, todos ellos, publicados este año. La principal contribución en esta tarea fue el seguimiento fotométrico con observaciones desde Tierra de la mayoría de sus tránsitos y el análisis de la contaminación lumínica en los datos originales del CoRoT. Aparte del descubrimiento del Corot-9b (Ver sección "Hitos"), el liderazgo del análisis del planeta Corot-14b, un "Júpiter caliente" con una densidad inusualmente alta (unos 7 g/cm^3), fue otorgado a B. Tingley (primer autor de la publicación asociada). Estos descubrimientos fueron también fruto del rastreo de varias decenas de candidatos con fotometría terrestre, un gran parte de ello hecho con el telescopio IAC-80. La coordinación de estas observaciones del seguimiento fotométrico con una media

docena de equipos europeos, ha sido una de las principales tareas que han ocupado al grupo, así como la actualización continua del “transit predictor” (<http://www.iac.es/proyecto/corot/followup>): un servicio online con información sobre todos los candidatos de la misión CoRoT.

Se ha desarrollado un método para seleccionar los mejores candidatos a planetas de la misión CoRoT basado en el cálculo de densidades estelares basados en medidas fotométricas. Se espera que este trabajo, ya publicado, mejore de manera muy significativa el proceso de evaluación de candidatos de CoRoT, reduciendo la necesidad de observaciones terrestres.

Una búsqueda de planetas alrededor de sistemas estelares binarias eclipsantes en la muestra del CoRoT constituyó el tema principal de la tesis doctoral de J.M. Almenara. Su rastreo de señales de tránsitos y de señales en los tiempos de los eclipses en una muestra selecta de binarias descubiertos por CoRoT, no produjo ninguna detección de nuevos planetas. Por otra parte, el trabajo de J.M. Almenara y en los de otros equipos de CoRoT, encontraron algunas binarias con cambios en sus periodos tan grandes que son difícil de explicar y modelizar. También se encontró el extraño caso de un probable sistema “triple eclipsante” en el cual todos sus componentes pueden generar ocultaciones entre si mismos (ver Figura). Un análisis preliminar con el simulador de tránsitos UTM apunta hacia un sistema binario con un periodo de unos 2.8 días y con masas de 0.5 y 0.85 Msol, generando eclipses rasantes con un tercer cuerpo de 1 Msol con un periodo de unos 80 días.

Actividades EPO (Education and Public Outreach)

En el área de la divulgación científica, se ha seguido desarrollando la labor de años anteriores, animados por la excelente acogida en Centros de Enseñanza que se ponen en contacto cada año para pedir nuevo material divulgativo. Participamos, además, en la Universidad Internacional de Maspalomas (Las Palmas de Gran Canaria) y en la International Geohazards Research Society donde se presentó nuestra forma de divulgar Ciencia, con enorme éxito.

Otros

En el presente año el grupo se ha responsabilizado de la organización (científica y logístico) de dos eventos de gran relevancia: el Congreso Internacional HELAS-IV (el último de la serie asociada a la Red de Coordinación Europea HELAS - European Helio - and Asteroseismology Network dentro de las acciones financiadas en el Framework Program-7) titulado “Seismological challenges for Stellar Structure”. En el congreso, celebrado del 1-5 de febrero en Lanzarote, asistieron 145 científicos y las más de 180 ponencias fueron publicadas en dos volúmenes de la revista *Astronomische Nachrichten* (Astronomical Notes). Los responsables científicos, de la organización así como los editores de la publicación, fueron todos miembros del grupo.

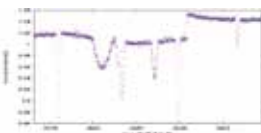
El segundo evento fue la responsabilidad de organizar la XXII Canary Islands Winter School of Astrophysics: “Asteroseismology”, celebrada en el casco histórico de La Laguna del 14-25 de noviembre y a la que asistieron un total de 36 jóvenes investigadores de más de 15 nacionalidades.

Por otra parte, a lo largo del año se ha participado en dos consorcios para presentación de propuestas al Programa FP-7 de la Unión Europea:

- Proyecto ASK (“Sounding Stars with Kepler”) iniciativa ASK ya aprobada. Marie

MEMORIA
2010 IAC

138



Curva de luz de los eclipses que se generaron al paso de un sistema binario con un periodo de unos 2.8 días (con sus eclipses en rojo) delante de una tercera estrella con un periodo de aproximadamente 80 días. El salto en la curva de luz (para HJD en torno a 3522.2 días) es un artefacto instrumental y puede ignorarse.

Curie Action: FP7-IRSES-2010 IRSES (International Research Staff Exchange Scheme). Coordinador: J. Molenda-Zakowicz (Univ. de Wroclaw, Polonia).

- Proyecto: THEA (Training in Helioseismology and Asteroseismology). Marie Curie Action: FP7-PEOPLE-2011-ITN (Initial Training Network). Coordinador: M. Cunha (Univ. de Oporto, Portugal) en la que IAC solicita 2 ESR (early-stage researches) y la organización de una Escuela de Verano en el Observatorio del Teide.

RELACIÓN SOL-TIERRA (3I1003)

M. Vázquez Abeledo.
P. Montañés Rodríguez.

J.M. Vaquero, M.C. Gallegos (Univ. de Extremadura); R. Casas (Inst. de Ciencias del Espacio - IEEC-CSIC, Barcelona); R. Trigo (Univ. de Lisboa, Portugal).

Introducción

Iniciar una línea de investigación sobre Relaciones Sol-Tierra y el clima terrestre.

Redacción de libros y artículos revista a nivel académico y semipopular sobre diferentes temas que implican la consideración de la Tierra como un objeto astronómico, estudiando su relación con su vecindad más próxima, por ejemplo el Sol, y su posible consideración como una nueva piedra de Rosetta para la caracterización de los futuros exoplanetas de tipo terrestre.

Hitos

Publicación del libro *"The Earth as a distant planet"*.

Conclusión del trabajo sobre las auroras boreales observadas en las Islas Canarias

Evolución del Proyecto

M. Vázquez y J.M. Vaquero han concluido su investigación sobre once auroras boreales observadas en las Islas Canarias desde

1700 hasta la actualidad. La mayor parte coinciden con períodos de alta actividad solar, con un papel secundario de la latitud geomagnético de cada época. Se confirma la ausencia de estos fenómenos durante el Mínimo de Dalton (principios del siglo XIX) y durante la primera mitad del siglo XX.

M. Vázquez y J.M. Vaquero han iniciado la elaboración de un catálogo de auroras boreales observadas en la Península Ibérica desde 1700 hasta la actualidad. Para ello utilizan diferentes fuentes documentales tales como periódicos, informes meteorológicos y publicaciones especializadas.

M. Vázquez y J.M. Vaquero se proponen analizar la dependencia de la aparición de las auroras boreales con la latitud geográfica y magnética para el período 1700-1999. Para ello se encuentran incluyendo en diferentes catálogos existentes (ej. Fritz, Angot, Rubenson, Silverman) las coordenadas de cada lugar de observación. El objetivo final es tratar de discriminar la variación temporal de las diferentes fuentes de viento solar rápido en el Sol, a saber estructuras magnéticas cerradas (emisiones coronales de masa) y abiertas (agujeros coronales).

ALTA RESOLUCIÓN EN FÍSICA SOLAR (3I1403)

J.A. Bonet Navarro.

Colaboradores del IAC: I. Márquez Rodríguez.

Introducción

La interpretación y cuantificación de los fenómenos magnetohidrodinámicos en el Sol demanda cada vez con más intensidad datos con alta resolución. Así lo demuestran los resultados que se han obtenido en la pasada campaña 2010, utilizando dos instrumentos excepcionales: el SST del ORM (La Palma) y el telescopio solar SUNRISE a bordo de un globo estratosférico no tripulado y con sus instrumentos post-foco, el magnetógrafo vectorial IMAx (operando en la línea Fe I 525.0 nm) y la cámara SuFI

**MEMORIA
IAC 2010**

139

para tomar imágenes en UV. Con el SST se han detectado estructuras finas en imágenes en el continuo, con resoluciones de hasta 0.1" (unos 80 km sobre la superficie solar). Con SUNRISE/IMaX/SuFFI se han logrado medir señales magnéticas longitudinales y transversales con una relación señal a ruido sin precedentes (próxima a 1000) y una resolución espacial de 100 km aproximadamente, así como registrar imágenes de alta resolución en el ultravioleta cercano. A continuación se exponen los resultados más interesantes conseguidos con este material observacional.

Hitos

Basándonos en secuencias de imágenes G-band en regiones de "Sol en calma" obtenidas en el telescopio SST (ORM), se ha llegado a la conclusión de que las concentraciones magnéticas finas, supuestamente del orden de KG, los llamados puntos brillantes, cubren entre el 1% y más del 2% de la superficie solar lo que supone un valor 3 veces mayor que el obtenido en medidas previas. Así pues, la expresión "Sol en calma" no refleja fielmente la naturaleza de estas regiones del Sol en las que supuestamente la actividad magnética debería ser mucho más débil.

Aprovechando la alta resolución y sensibilidad magnética del material de SUNRISE/IMaX se ha podido identificar en los magnetogramas-V, los movimientos en vórtice que descubrimos en 2008 utilizando imágenes G-band. Estos movimientos, predichos por los modelos teóricos en las dos últimas décadas, no habían sido observados hasta entonces. Con el nuevo material de IMaX no sólo se manifiestan en el continuo o en la señal de V sino también en mapas de varios parámetros de la línea espectral 525.0 nm como, por ejemplo, intensidad del mínimo, anchura equivalente y velocidad Doppler.

Evolución del Proyecto

A lo largo del pasado año 2010, se ha reducido y reconstruido, descontaminado

de aberraciones instrumentales residuales, el 50% aproximadamente del material de IMaX y sólo una pequeña fracción del mismo ya ha producido importantes resultados. El contraste rms de la granulación en el "Sol en calma", medido en imágenes del continuo de IMaX, es de aproximadamente del 13,5% lo que refleja la extraordinaria calidad de este material.

Entre los múltiples resultados obtenidos merece la pena mencionar los siguientes:

Se ha detectado un elevado flujo de energía acústica en los canales intergranulares, superior en un factor 2 al de las medidas precedentes. Esto apoya la interpretación de que las ondas acústicas son un mecanismo eficiente de transporte de energía a la cromosfera para compensar las pérdidas radiactivas.

Se confirma la presencia de movimientos vorticales en la superficie solar inducidos por la convección. El flujo descendente se concentra en remolinos del tamaño de los huracanes terrestres. El sentido de giro de estos movimientos parece ser contrapuesto en ambos hemisferios solares, lo que se interpreta como un efecto de la rotación diferencial en el Sol.

Se han detectado flujos supersónicos y magnéticos ascendentes que atribuimos a reconexión de "loops magnéticos" que emergen empujados por flujos conectivos ascendentes.

El campo magnético (Stokes V) en el interior de la red fotosférica marca claramente contornos en forma de celdas de tamaño "mesogranular". El campo magnético transversal, sin embargo, define un patrón de contornos aparentemente mayores y las regiones con mayor señal de polarización lineal están asociadas a regiones con señal Stokes V más débil.

También se detectó un fenómeno que nunca había sido observado anteriormente: la anchura espectral de la línea Fe I 525.0 nm se hace muy pequeña en bandas estrechas

que separan el gránulo del intergránulo. Con la ayuda de simulaciones magneto-convectivas se interpreta que estas regiones corresponden a los lugares donde los flujos granulares se convierten de ascendentes a descendentes.

Se han detectado tubos de flujo completamente resueltos con intensidad de campo por encima de 1 kG.

Comparando las observaciones de IMAx con simulaciones de convección en la superficie solar, se han encontrado vórtices orientados horizontalmente en los bordes de los gránulos.

Concentraciones magnéticas a escalas muy pequeñas (puntos brillantes, BPs) en el “Sol en calma”, observadas con SuFI en 214.0 nm, muestran picos de intensidad de hasta 5 veces el brillo fotosférico medio, el mayor contraste nunca medido en BPs. Igualmente el contraste rms medido en el “Sol en calma” observado en 214 nm es del 32.8 %, estando comprendido entre los mayores valores de contraste estimados hasta el presente en este rango espectral.

Todos estos resultados y algunos más están ampliamente recogidos y publicados en *Astrophysical Journal*.

MAGNETISMO Y POLARIZACIÓN EN ASTROFÍSICA (3I2507)

H. Socas Navarro.

J. Trujillo Bueno, F. Moreno Inertis, A. Asensio Ramos, R. Manso Sainz, S. Malali, J. Stepan, E.S. Carlín Ramírez y L. Belluzzi.

M. Bianda, R. Ramelli (Inst. Solari Ricerche, Suiza); R. Casini, R. Centeno, B.W. Lites (NCAR, EEUU); J. Cernicharo (CAB, Madrid); J. de la Cruz (Univ. de Estocolmo, Suecia); E. Landi Degl’Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); A. López Ariste (THEMIS; Francia); N. Shchukina (Obs. de Kiev; Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU); N. Vitas (Univ. de Utrecht, Países Bajos).

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 los maseres astronómicos, en las envolturas circunestelares y en descifrar el complejo magnetismo de la atmósfera solar.
- 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.
- Espectroscopia 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

Se ha completado el primer diseño óptico completo del European Solar Telescope (EST).

La emergencia de pequeños bucles magnéticos a través de la fotosfera del “Sol en calma” ha sido observada y cuantificada, así como su evolución al ascender a través de la atmósfera solar para finalmente depositar su energía en las capas altas. Estos bucles cerrados aparecen de forma continua a través de toda la superficie del Sol y contribuyen al balance de masa y energía en la alta cromosfera.

Evolución del Proyecto

Magnetismo de la fotosfera solar

Se ha finalizado una investigación teórica sobre la polarización de la línea del Sr I a 4607 Å y de las del Fe I alrededor de 6302 Å en modelos 3D de la fotosfera solar resultantes de simulaciones MHD donde el

campo magnético lo produce una dínamo superficial. Esta investigación ha requerido la formulación teórica y la solución numérica del problema de los efectos Hanle y Zeeman en modelos 3D de la fotosfera solar. Uno de los objetivos del trabajo ha consistido en lograr una determinación muy precisa de la intensidad de la magnetización de la fotosfera del “Sol en calma” y entender mejor el origen físico de su campo magnético. (J. Trujillo Bueno, en colaboración con N. Shchukina).

En colaboración con investigadores del National Center for Atmospheric Research y de la Universidad de Stanford (EEUU) se ha desarrollado un código de inversión rápido para el análisis en tiempo real de los datos del instrumento Helioseismic and Magnetic Imager, a bordo del satélite Solar Dynamics Observatory (Borrero et al).

Análisis bayesiano de observaciones de “Sol en calma”. Se ha extendido el código de inferencia bayesiano aplicado a atmósferas de tipo Milne-Eddington a atmósferas con estratificaciones bajo la suposición de equilibrio termodinámico local. Haciendo público este desarrollo, ponemos a disposición de la comunidad espectropolarimétrica en nuestra página Web <http://www.iac.es/project/magnetism> de un conjunto de herramientas para analizar de forma fiable las observaciones. (A. Asensio Ramos, M. J. Martínez González y H. Socas-Navarro).

Se han calculado espectros sintéticos para el continuo y varias líneas de Fe a partir de datos obtenidos en experimentos numéricos tridimensionales de magnetoconvección realizados por medio del código Stagger (F. Moreno-Insertis, en colaboración con D. Fabbian, L. Khomenko y A. Nordlund). Los espectros se han calculado usando el código LILIA, desarrollado y puesto como software libre por H. Socas Navarro. La síntesis espectral realizada se ha aplicado a la determinación del efecto de la convección, en particular del campo magnético, sobre la formación de las líneas del Fe, tanto por lo que se refiere al efecto Zeeman como a la modificación de la estratificación promedio.

Magnetismo de la cromosfera solar

Se ha finalizado una investigación teórica sobre la sensibilidad magnética de la polarización lineal del triplete IR del Ca II, la cual se origina en la cromosfera solar. Se ha escrito y publicado en *Astrophysical Journal* el artículo correspondiente (R. Manso Sainz y J. Trujillo Bueno).

Implementación de un código que resuelve consistentemente las ecuaciones del transporte radiativo y del equilibrio estadístico para calcular los perfiles de Stokes I y Q producidos por procesos de bombeo óptico anisótropo en sistemas atómicos con 2 niveles. Este primer paso ha permitido obtener cierta experiencia sobre la física del problema y los métodos de solución numérica. Asimismo, se ha utilizado y ampliado las prestaciones de un código de transporte radiativo mucho más general (Manso Sainz y Trujillo Bueno 2003; *ASP Conf. Series* Vol. 307), que permite la modelización de tales perfiles de Stokes teniendo en cuenta modelos atómicos realistas con muchos niveles y transiciones, así como los perfiles de Stokes U producidos por el efecto Hanle. De esta forma, se ha podido investigar el impacto de gradientes de velocidad en la anisotropía del campo de radiación y en la polarización atómica inducida en los niveles del triplete IR del Ca II. (Trabajo de tesis doctoral de E. Carlín Ramírez).

Estudio fundamental del efecto Hanle en líneas de hidrógeno. Aunque las líneas espectrales contienen información valiosa de las propiedades físicas de una variedad de plasmas en Astrofísica, incluida la alta atmósfera solar, se sabe relativamente poco sobre sus señales de polarización por scattering cuya modificación vía el efecto Hanle puede ser explotada para el diagnóstico de campo magnético. Una investigación teórica fundamental de la polarización lineal producida por procesos de scattering y efecto Hanle en Lyman- α , Lyman- β y H α ha sido llevada a cabo tomando en consideración efectos de transporte radiativo multinivel en un modelo

de atmósfera estelar isoterma, la estructura fina de los niveles de hidrógeno y el impacto de colisiones con electrones y protones. El objetivo principal de esta investigación ha sido resolver los mecanismos físicos clave que controlan la polarización lineal emergente en las tres líneas, así como la sensibilidad a la densidad de perturbadores y a la fuerza y estructura de campos magnéticos microestructurados o deterministas. Con este fin, un código eficiente para el transporte radiativo ha sido utilizado en simulaciones numéricas del efecto Hanle en sistemas multinivel con transiciones que se solapan. Para plasmas de baja densidad como la alta cromosfera solar, la depolarización es causada principalmente por transiciones colisionales entre los niveles de estructura fina de $n=3$ así que es virtualmente insignificante para Lyman- α pero es importante para Lyman- β y H α . El impacto del efecto Hanle en las tres líneas ha sido cuidadosamente investigado tomando en cuenta el acoplamiento radiativo entre las tres líneas. Por ejemplo, se ha encontrado que el perfil de polarización lineal de H α es sensible a la presencia de gradientes de campo magnético en la región de formación de la línea y que en cromosferas de tipo solar, componentes de absorción selectiva de polarización no juegan ningún papel significativo en la polarización de scattering emergente. Un artículo con los resultados de esta investigación ha sido enviado a *Astrophysical Journal* (J. Stepan y J. Trujillo Bueno).

La alta atmósfera solar es una región muy dinámica, con choques y movimientos ondulatorios. Por tanto, es fundamental investigar la polarización por scattering de líneas de hidrógeno como H α tomando en consideración efectos de transporte radiativo en modelos realistas de la atmósfera solar. Con este objetivo se ha llevado a cabo una investigación numérica detallada en los modelos hidrodinámicos de Carlsson y Stein (1997), teniendo en cuenta procesos de bombeo óptico y el efecto Hanle. Se ha encontrado que la asimetría observada en los perfiles de Q/I no pueden explicarse por gradientes en los modelos, lo cual

refuerza las conclusiones de J. Stepan y J. Trujillo Bueno (2010) (J. Stepan y J. Trujillo Bueno).

Se ha llevado a cabo una investigación sobre la posibilidad de explotar el efecto Hanle en las primeras tres líneas de la serie de Lyman para diagnosticar el campo magnético coronal. Un modelo MHD de axisimétrico y autoconsistente de la corona durante el mínimo de actividad, con valores relativamente bajos del campo magnético (unos pocos Gauss) ha sido empleado a tal efecto. Se ha puesto especial atención en las propiedades de polarización de la radiación emergente debido a otros fenómenos de ruptura de la simetría, como la presencia de regiones activas y de un viento solar no radial. Se observa que estos fenómenos replican, y en algunos casos enmascaran, los efectos de un campo magnético en la línea Lyman- α . Estos inconvenientes desaparecen cuando se cambia a Lyman- β y Lyman- γ debido a su mayor sensibilidad al campo magnético. El problema de los requerimientos instrumentales para realizar observaciones polarimétricas capaces de diagnosticar la corona en el mínimo también ha sido explorado (L. Belluzzi, A. Khan y E. Landi Degl'Innocenti).

Se ha comenzado una investigación teórica básica, basada en la teoría cuántica de la polarización de la luz, cuyo objetivo es evaluar el posible impacto, en la polarización lineal de líneas espectrales, debido a la presencia de interferencias cuánticas entre los sub-niveles pertenecientes a distintos niveles atómicos. Esto es importante con vistas a lograr una modelización correcta de la polarización producida por procesos de "scattering" en líneas cromosféricas y coronales tales como Lyman- α , Mg II h y k, etc. Los primeros resultados obtenidos para un multiplete del Cr I son particularmente interesantes (L. Belluzzi y J. Trujillo Bueno).

Se ha comenzado el desarrollo de un código de transporte radiativo con vistas a

descifrar el origen físico de los perfiles del segundo espectro solar que tienen forma de W. El segundo espectro solar se debe a complejos procesos de "scattering" en líneas espectrales, incluyendo la interacción con la polarización de la radiación del continuo. El código antes mencionado está basado en los eficientes métodos iterativos desarrollados en el grupo para la rápida solución de problemas de transporte radiativo (Luca Belluzzi y Javier Trujillo Bueno).

Desarrollo de técnicas de diagnóstico de la región de transición

Se ha continuado una investigación cuyo objetivo final es medir la polarización lineal producida por procesos de "scattering" en la región de transición entre la cromosfera y corona del Sol con vistas a explorar su magnetismo. Esta investigación tiene dos partes, una teórica y otra instrumental.

El efecto Hanle como técnica de diagnóstico de la región de transición. Se han realizado cálculos de transporte radiativo en modelos semi-empíricos e hidrodinámicos de la atmósfera solar con vistas a profundizar en la posibilidad de lograr información sobre el campo magnético en la región de transición de la atmósfera solar a partir de la medida de la polarización lineal producida por procesos de "scattering" en varias líneas espectrales de la región de transición, tales como Lyman- α y Mg II k. Los cálculos demuestran que las señales Q/I y U/I son medibles, con amplitudes que varían entre 0.1% y 1%, y que son sensibles a campos magnéticos entre 1 y 100 Gauss, aproximadamente (J. Stepan y J. Trujillo Bueno).

The Chromospheric Lyman-alpha Spectropolarimeter (CLASP). En colaboración con colegas del NAOJ (Japón) y de la NASA (EEUU) se ha iniciado el diseño de un polarímetro UV para observar la polarización lineal de la línea Lyman- α desde un cohete. El objetivo es medir la polarización lineal producida por procesos de "scattering"

en la región de transición y su modificación por el efecto Hanle. Este proyecto ha sido motivado por las investigaciones teóricas mencionadas anteriormente. En el 2011 se preparará la propuesta a la NASA. (J. Trujillo Bueno, J. Stepan, R. Manso Sainz, L. Belluzzi y A. Asensio Ramos, en colaboración con S. Tsuneta et al.-NAOJ, Japón y K. Kobayashi et al.-NASA, EEUU).

Instrumentación y técnicas

The European Solar Telescope. Se ha avanzado en el diseño del telescopio solar europeo (EST) completándose este año la fase 3, correspondiente al diseño del telescopio incluyendo los sistemas de análisis de polarización y de Óptica Adaptativa. El proyecto está listo para ser sometido al análisis crítico de un panel de expertos internacionales (The EST team).

Calibración polarimétrica de telescopios. Los estudios de polarización por scattering y de señales magnéticas más débiles a menudo sufren la limitación impuesta por la precisión en la calibración polarimétrica de los telescopios y la instrumentación empleada. Se han desarrollado nuevas técnicas de calibración y análisis que permitirán una mejor interpretación de los datos y extender el nivel de sensibilidad a umbrales más bajos de señal (H. Socas-Navarro, A. Asensio Ramos y D. Elmore).

Reconstrucción de imagen con PSF analíticas. Se desarrolló un formalismo matemático que permite describir analíticamente la "point spread function" (PSF) de un sistema óptico con aberraciones a partir del frente de onda en la pupila. Este formalismo ha permitido desarrollar un código muy rápido de reconstrucción de imágenes mediante diversidad de fase que se está empezando a aplicar a imágenes del satélite SDO (A. Asensio Ramos y A. López Ariste).

Espectroscopía a partir de fotometría: el caso de SDSS. Se exploró la posibilidad

de recuperar espectros estelares de resolución intermedia a partir de datos fotométricos. Para ello, se tuvo en cuenta la alta compresibilidad de los espectros observados con el Sloan Digital Sky Survey. Como consecuencia, el espectro se puede escribir como una combinación lineal de muy pocos elementos de una base de componentes principales. Los coeficientes asociados se pueden obtener a partir de la fotometría resolviendo un problema de mínimos cuadrados con una ligadura de compresibilidad. Se ha demostrado que la reconstrucción es posible resultando en diferencias medianas menores del 5%. A. Peláez, durante su beca de verano, analizó en profundidad cuál es el efecto de la reconstrucción en los parámetros físicos inferidos a partir del espectro (A. Asensio Ramos y C. Allende Prieto).

INSTRUMENTACIÓN Y ESPACIO

INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

DESARROLLO DE SISTEMAS PARA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (313586)

J. Jiménez Fuensalida.

B. García Lorenzo, A. Rodríguez Hernández, J.A. Castro Almazán, C.M. Barreto Cabrera, L.F. Rodríguez Ramos, A. Alonso Sánchez y F. Gracia Temich.

Colaboradores del IAC: C. Muñoz Tuñón, A.M. Varela Pérez y J.L. Rasilla Piñeiro.

Introducción

Los sistemas de Óptica Adaptativa (AO) justifican en gran medida los próximos proyectos de telescopios grandes y extremadamente grandes (ELT). Al incrementar el tamaño de los telescopios dos factores fundamentales para la observación son mejorados: uno es el incremento de la capacidad colectora (mejora la magnitud límite), el otro es el aumento de la resolución espacial, es decir la mayor capacidad para detectar detalles espaciales de las fuentes. Para alcanzar estas prestaciones, el sistema óptico global debe estar en lo posible libre de aberraciones, aun así, con técnicas habituales de observación, la información espacial de las medidas queda afectada y limitada por la turbulencia atmosférica. Salvo otras técnicas basadas en post-procesado, las técnicas que pretenden soslayar esta limitación en tiempo real, proporcionando un haz óptico corregido de fluctuaciones, se denominan de óptica adaptativa. La primera generación de estos sistemas logran corregir, con suficiente calidad, un campo (ángulo isoplanático) muy pequeño. Como la capacidad resolutoria de los telescopios aumenta inversamente con el diámetro, los grandes y extremadamente grandes, además de una corrección

suficientemente buena de las fluctuaciones por la turbulencia, requieren un área de calidad mayor que la proporcionada por los sistemas simples de óptica adaptativa. Esta mejora se puede lograr con la Óptica Adaptativa Multiconjugada (MCAO).

Estos sistemas se basan en la evidencia experimental de que la turbulencia vertical está estructurada en capas, muchas veces pocas y suficientemente estrechas. Se reproducen entonces ciertos planos conjugados correspondientes a alturas determinadas donde se detecta el frente de onda (hay varias estrategias de dónde y cómo se corrigen las fluctuaciones). Aunque para distribuciones de turbulencia determinadas, establecer algunos pocos planos fijos pudiera proporcionar un grado de corrección aceptable, en condiciones de compromiso, sin embargo la eficiencia óptima se logra cuando se cuenta con información de la intensidad y altura de las capas, lo que permite entonces gestionar la posición de los planos conjugados de observación o cambiar las prioridades en el telescopio.

Por otra parte, otros parámetros relacionados con la estructura vertical tienen una importancia relevante en las especificaciones y gestión operativa de los sistemas de MCAO, tales como el ángulo isoplanático, el perfil vertical promedio y el perfil vertical de vientos. El primero se obtiene a partir de los perfiles verticales de turbulencia y coteja la proporción de intensidad de turbulencia concentrada en las capas altas respecto a las bajas. Si el balance es a favor de las bajas, este parámetro aumenta, relajando entonces los requerimientos. Aunque es muy habitual su uso, no da idea detallada de la estructura de la turbulencia y hace muy difícil armonizar los estadísticos de

esta variable con la estadística elaborada a través de los perfiles de turbulencia. También la componente horizontal de la velocidad del viento en cada capa de turbulencia es una información esencial para la operación óptima de los sistemas de MCAO. Los movimientos de las capas establecen los ritmos de lectura de los sensores de frente de onda y, por ende, el ancho de banda del servo-control global del sistema. La técnica más habitual, en la actualidad, para obtener los perfiles verticales de C_n^2 , se denomina SCIDAR (SCIntillation Detection And Ranging) (Rocca, Roddier y Vernin, 1974; Fuchs, Tallon, y Vernin, 1998), aunque utilizando globos sonda pueden lograrse perfiles con más resolución en altura, no facilita el seguimiento durante la noche, es una vía cara, y práctica para usarla puntualmente. La técnica SCIDAR se basa en la correlación del centelleo producido por las componentes de estrellas binarias separadas, que permite obtener, además del perfil de turbulencia, la velocidad horizontal de las capas.

Otro aspecto determinante, relacionado con los grandes telescopios, es la necesidad de disponer de estrellas de referencia por láser (LGS, Laser Guide Star) para incrementar la cobertura del cielo útil para los sistemas de Óptica Adaptativa. Los sistemas de LGS no permiten corregir los modos de tilt global de modo que deberían ser corregidos con estrellas naturales, a falta de otra alternativa, como podrían ser las LGS policromáticas o alguna otra estrategia (Ragazzoni, 1996; Esposito, Riccardi y Ragazzoni, 1998) cuya viabilidad ha de ser demostrada. Es decir, los errores de anisoplanatismo de tilt entre la dirección del objeto astronómico y la estrella natural de referencia pueden obligar a un aumento del ancho de banda del servo global. Si los cambios bruscos

se ignoran, la eficacia de los sistemas de óptica adaptativa cae dramáticamente. Los sistemas de LGS nacen por la necesidad, para los sistemas de óptica adaptativa, de disponer de una fuente de referencia dentro del ángulo isoplanático del objeto astronómico de interés. Consisten en generar una fuente artificial en la atmósfera, lanzando un haz láser desde la superficie de la Tierra (Foy & Labeyrie, 1985). Pueden ser de Rayleigh, cuando se genera la “estrella” en cotas bajas, típicamente 5 km, y de sodio cuando se produce en la mesopausa, 90 km, aprovechando la abundancia de este elemento en esta capa de la atmósfera. La altura donde se producen es fundamental, especialmente para telescopios grandes, ya que, al crearse a una altura finita respecto a la distancia del objeto astronómico, se origina un error (denominado efecto cono o anisoplanatismo focal) que es la diferencia entre la propagación en forma de cono de la LGS y la forma cilíndrica del objeto. Se hace evidente, entonces, que este error será menor con alturas de LGS mayores, pero su efecto será más importante para telescopios de diámetro mayor (Tallon & Foy, 1990). Por otra parte, la capa de sodio en la mesopausa no es constante, mostrando variaciones de abundancia, altura y la existencia de capas esporádicas.

Al igual que en el caso de los sistemas MCAO, todos los proyectos de telescopios de clase 8 y 10 m actuales, y, por supuesto, los que se empiezan a tratar para la próxima generación, prevén la disponibilidad de sistemas LGS. Prueba de la trascendencia de estos temas es que la Unión Europea ha estado subvencionando varios proyectos TMR en los últimos años. A uno de ellos, Laser Guide Star for 8 m-class telescopes, finalizado en el 2001, ha formado parte el equipo que presenta esta solicitud.

Actualmente, disponemos de una infraestructura, procedimientos y técnicas de medida capaces de caracterizar la capa de sodio en la mesopausa, es decir, abundancia, distribución y altura. Sin embargo, por no disponer del láser de bombeo idóneo, no se ha llegado a generar un haz de láser sintonizado en sodio con suficiente intensidad. En breve, estará a disposición un nuevo láser, proporcionado por la ESA, con el que, no sólo se podrá continuar con las campañas de caracterización del sodio de la mesopausa, sino que estaremos en condiciones de generar una LGS detectable con un sensor de frente de onda. Esto será una fase importante ya que se podrán acometer los objetivos de sensado de frente de onda con LGS en eje óptico y fuera de eje. Téngase en cuenta que las LGS's en el caso de ELT's serán detectadas con una elongación, problemas todavía sin resolver en el sensado de frente de onda.

Las tareas de sensado y corrección de frente de onda estarán englobadas en un sistema de AO que suministrará un haz corregido a un espectrógrafo de campo integral ecualizado (EIFS). Ambas partes serán diseñadas como un instrumento completo, si bien con las características de prototipo. Es decir, proponemos acometer un sistema que proporcione resultados astrofísicos pero que sirva de plataforma de ensayo para futuros instrumentos competitivos en grandes telescopios. El sistema de AO será adecuado en cada momento a las características detectadas de turbulencia y capa de sodio. El instrumento se usará en el telescopio TCS y en OGS, disponiendo de una matriz de elementos de 8x8. Parte del grupo, está probando el desarrollo de un sistema basado en el uso de FPGA's (Rodríguez-Ramos et al 2005). La implementación y versatilidad de estos dispositivos los hacen muy adecuada para sistemas de AO. Permiten una adaptación rápida y fácil del lazo de control del sistema de AO. Actualmente, podemos corregir el frente de onda antes de que el sensor complete la lectura de la imagen, proporcionando un ancho de banda del lazo de control mayor que 1 kHz, prestaciones

no logradas, por el momento, por ningún sistema.

Hace algunos años, desarrollamos una nueva técnica de espectroscopía 2-D para objetos de gran rango dinámico (Arribas, Mediavilla, Fuensalida 1998). La alternativa sería el uso de un coronógrafo en serie con un espectrógrafo de campo integral corriente. Aunque la aplicación, en su momento fue exitosa, su potencial mayor es el caso de estar limitado por difracción, es decir, combinado con un sistema AO. El campo que cubrirá el mazo de fibras no será mayor que 2 seg. de arco y con un rango espectral 0.7 - 1 micras.

Hitos

El logro más relevante para el Proyecto este año han sido las primeras pruebas realizadas en telescopio (OGS) destinadas a analizar el comportamiento de la unidad de modos de bajo orden (LOMU) del sistema de Óptica Adaptativa de EDiFiSE. Además de medidas para estimar las limitaciones del sistema y fijar algunos requerimientos, se logró cerrar el lazo de esta unidad, aunque con una cámara de prueba como sensor. Estos resultados nos han permitido progresar en el sistema definitivo para alcanzar máximas prestaciones, no sólo en el LOMU sino también para la unidad para la corrección de los modos de alto orden.

Evolución del Proyecto

Los objetivos del Proyecto relacionados con el estudio de la distribución vertical de la turbulencia atmosférica han estado muy imbricados con las actividades de caracterización de sitio para el proyecto europeo "European Extremely Large Telescope (E-ELT)". En este contexto, un estudio estadístico a lo largo de varios años de los perfiles verticales de turbulencia ha mostrado características importantes para la aplicación eficiente de sistemas de Óptica Adaptativa. Una dinámica estacional de la turbulencia vertical ha quedado mostrada, cuya característica más relevante es una

capa en 5 km de altura durante la primavera y verano, que va unida a una disminución de turbulencia en las capas altas lo que conlleva un aumento del ángulo isoplanático. Esto establece importantes estrategias para diversos tipos de técnicas de Óptica Adaptativa y para fijar los planos conjugados de interés para MCAO (Multi-Conjugated Adaptive Optics).

Ajustes ópticos y procedimientos específicos se han desarrollado para el sistema EDiFiSE que ha proporcionado mejoras notables para las dos unidades (LOMU, "Low Order Modes Unit" y HOMU "High Order Modes Unit") del sistema de Óptica Adaptativa. Por otra parte, avances notables se han logrado en el LOMU, consecuencia de lo cual ha permitido el cierre del bucle con estrellas naturales en el telescopio OGS usando una de las cámaras potenciales como sensor definitivo para la corrección con el espejo tip-tilt. Estudios paralelos del comportamiento de varias cámaras en diversas condiciones de señal-ruido frente a valores del parámetro de Fried r_0 se han realizado también en el mismo telescopio.

En relación con la unidad de fibras ópticas, se han realizado avances específicos y caracterización de diversos mazos de fibras. Si bien se han tenido problemas con algunos materiales suministrados relacionados con los atenuadores para las fibras, se han caracterizado y seleccionado los más adecuados, aunque todavía se han encontrado problemas sin resolver. Paralelamente, una vez recibido el espectrógrafo del contrato con CIO, se han iniciado las pruebas de caracterización empezando los primeros ensamblajes con la unidad de fibras-atenuadores.

Con el fin de preparar el caso científico, una vez se esté en condiciones de llevar EDiFiSE al telescopio WHT, se ha solicitado, obtenido y observado con INTEGRAL (instalado en el telescopio WHT) diversas fuentes de posible interés para este equipo.

OSIRIS (OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY) (411700)

J. Cepa Nogué.

V. G. Escalera, R. Barreto, P. Fernández, A.B. Fragoso, E. Hernández, E. Joven, J.C. López, H. Moreno, J.L. Rasilla, J. Rosich y T. Vaz. Gabinete de Delineación Técnica, Taller de Electrónica, Taller de Mecánica y Administración de Servicios Generales.

Introducción

OSIRIS es el instrumento de rango visible de Día Uno para el Telescopio de 10,4 m., Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) en la Isla de La Palma.

Se diseñó para funcionar en múltiples modos de observación, de los cuales podemos destacar: el modo imagen, modos espectroscópicos en baja e intermedia resolución y multiobjeto, así como modos rápidos de fotometría y espectroscopía. Su característica sin duda más destacable es el uso de filtros "sintonizables" o etalones, un tipo de filtros interferenciales que permiten seleccionar la longitud de onda modificando la anchura de la cavidad interferencial. OSIRIS es uno de los primeros instrumentos con esta capacidad instalado en un telescopio de clase 8 -10 m.

Con objeto de cumplir los diversos programas científicos planteados, OSIRIS adquiere imágenes en cualquier longitud de onda entre 365 y 1000 nm dentro de un campo de 8.5'x 8.5'. Con sus prestaciones tendrá una potente capacidad para estudiar en detalle las zonas de formación estelar desde galaxias cercanas hasta las más lejanas observables. Los campos de investigación serán tan variados como para englobar la formación estelar en galaxias cercanas, activas, distantes y cuásares. Añadiendo a esto los modos rápidos y la espectroscopía en diferentes resoluciones.

OSIRIS se instaló en el telescopio GTC durante la primera semana de diciembre de 2008 con aquella funcionalidad considerada fundamental: imagen con filtros de banda ancha y filtros sintonizables de banda estrecha en el azul, espectroscopía con un conjunto de 12 rendijas de diferentes anchos y elementos dispersivos de baja resolución. Desde marzo de 2009 OSIRIS se ha utilizado ininterrumpidamente en el telescopio GTC para explotar científicamente el mismo, y como único instrumento. Durante este año 2010 se ha estado trabajando en la incorporación de funcionalidades complementarias, mejoras en las características de algunos elementos del sistema y en el desarrollo de aquellas prestaciones consideradas menos prioritarias en las fechas previas a la instalación en el telescopio.

Hitos

Instalación en el telescopio GTC de un criostato modificado para mejorar el tiempo entre rellenados y corregir la alta corriente de oscuridad.

Adquisición de filtros cortaórdenes para el filtro sintonizable azul en la banda 450nm – 670 nm. Diseño y fabricación de sus monturas.

Instalación y pruebas de 5 nuevos elementos dispersores tipo VPH, de resolución 2.000 y 2.500.

Multiobjeto. Primeras pruebas en telescopio de máscaras multiobjeto. Primera versión funcional de la aplicación software para el diseño de máscaras por parte del observador.

150 Viabilidad y definición final de requisitos de la Máquina Cortadora de Máscaras.

Desarrollo y pruebas de ingeniería de modos especiales de adquisición de datos.

Mejoras y adaptaciones del software de OSIRIS.

Apoyo a GRANTECAN S.A. en la resolución

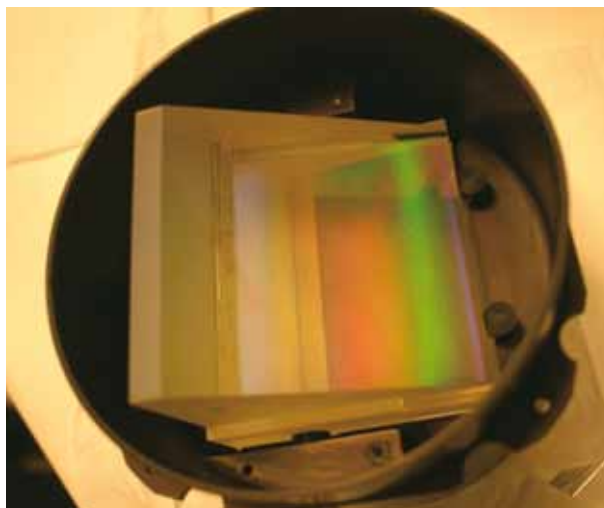
de problemas puntuales en la operación del instrumento, o en la mejora o caracterización del comportamiento del instrumento.

Inicio de preparación de la documentación para el mantenimiento del instrumento.

Evolución del Proyecto

Durante los primeros meses del año se resolvió un fallo muy esporádico en el control de las ruedas de filtros, que resultó tener su origen en un hilillo conductor suelto cortocircuitando unos pines. También se instaló un criostato con mayor capacidad de almacenamiento de nitrógeno líquido, y un “link térmico” de mayores dimensiones para reducir la temperatura de trabajo del detector. Este criostato pasó de forma perfectamente correcta las pruebas en fábrica y en el IAC, tanto en cuanto a la temperatura de trabajo como del tiempo entre rellenados de nitrógeno, instalándose en el telescopio GTC a principios de año. Sin embargo, por causas no totalmente clarificadas el “hold time” en el telescopio se ha deteriorado rápidamente, lo que ha obligado a reponer el anterior criostato con un tiempo menor entre rellenados. Dado que las intervenciones para mejorar el “hold time” de este elemento interfieren con la operación del telescopio, el IAC y GRANTECAN S.A. han acordado que es más conveniente que GRANTECAN S.A. se encargue de resolver este aspecto. En cualquier caso, y salvo esta incidencia, el instrumento ha funcionado sin casi intervenciones importantes durante el resto del año.

En este segundo año de funcionamiento del instrumento se ha añadido funcionalidad al instrumento incorporando 5 VPH para ampliar la resolución espectral. A lo largo del año 2010 se trabajó intensamente en la integración en el telescopio de varios VPH, uno de resolución 2000 y cuatro de 2500 I, R, U, V, adaptando el bafleado óptico para reducir fantasmas que alcanzaban la imagen, quedando instalados, ajustados y caracterizados en el telescopio a finales del año 2010.



Vph en su montura (sin instalar los baffles).

Se ha seguido desarrollando la ampliación a un segundo filtro sintonizable en el azul, continuando con su caracterización y con la definición y adquisición de los 37 filtros necesarios para la banda 450nm – 670 nm, y con el diseño y fabricación de sus monturas. También se ha estado trabajando en la preparación de mejoras en el control y operatividad con el objeto de reducir las calibraciones necesarias durante la noche.

Los avances en el modo de operación multiobjeto han venido por la finalización de una primera versión beta del software Diseñador de Máscaras a utilizar por el astrónomo observador, que será evaluada por un grupo de usuarios expertos. Se han realizado varias pruebas de máscaras multiobjeto en el telescopio con el objeto de validar el diseño de las Máscaras y su operación, estando a la espera de que GRANTECAN S.A. tenga disponibilidad para desarrollar el proceso-control que permita un apuntado del telescopio llevando a la máscara con precisión sobre el cielo. También ha finalizado la definición y búsqueda de un posible fabricante de la Máquina Cortadora de Máscaras Multiobjeto, cuya característica destacable es su alto nivel de automatización y control de fallos. Se está en el proceso de contratación administrativa. Se han desarrollado unas rutinas que permitirán verificar la calidad de fabricación de las máscaras en el telescopio

utilizando imágenes obtenidas desde el propio instrumento en tiempo diurno. Se está a la espera de que dichas rutinas sean incorporadas por GRANTECAN S.A. en el control del telescopio.

Se han finalizado todos los desarrollos software necesarios para los Modos de Operación que se agrupan en los denominados “Modos rápidos”. En concreto se han desarrollado y realizado pruebas de ingeniería de modos especiales de adquisición de datos (Charge Shuffling, Frame Transfer, Shutterless). Se está a la espera de la disponibilidad del telescopio para pasar pruebas de comisionado de estos modos.

También se han realizado mejoras del software de OSIRIS con respecto al formato de los ficheros de imágenes, modificaciones por compatibilidad con nuevas versiones del software del telescopio, etc.

Se ha dado soporte a GRANTECAN S.A. en el mantenimiento de OSIRIS ya que el instrumento no será entregado de forma definitiva hasta completar la incorporación de toda la funcionalidad prevista. Bajo estas condiciones, el equipo de OSIRIS ha tenido que destinar parte de su tiempo al apoyo a GRANTECAN S.A., tanto a resolver problemas puntuales como en la mejora o caracterización del comportamiento

del instrumento. Siempre que ha sido necesario, los recursos del Proyecto se han destinado con alta prioridad a las tareas de mantenimiento, para asegurar el funcionamiento del conjunto telescopio-instrumento. Las incidencias aparecidas durante este año de operación se han ido resolviendo durante tiempo diurno, lo que ha permitido que OSIRIS no haya causado paradas del telescopio durante este año de operación. Por último, se ha comenzado con la preparación de la documentación de mantenimiento con el objetivo de entregar definitivamente el instrumento a GRANTECAN S.A.

Este resumen anual del Proyecto se finalizará con una reflexión. OSIRIS destaca por un número muy considerable de funcionalidades y modos de operación. En el 2006 se decidió priorizar algunas para asegurar la instalación en el telescopio de un instrumento operativo. Esta decisión produjo resultados positivos ya que en el 2008 fue instalado y desde entonces se ha podido hacer Ciencia. Pero también es importante destacar que, como era de esperar, incorporar nuevas funcionalidades en un instrumento que se encuentra en producción resulta muy poco eficiente y complejo, y ello por varios motivos entre los que destacan:

- Las intervenciones o pruebas deben prepararse con mucho cuidado para evitar fallos que supongan parada del telescopio.
- Dificultad a la hora de ajustar intervenciones dentro de los tiempos disponibles en el telescopio.
- Gran dificultad para poner en producción nuevo software debido a las grandes dependencias entre el software de OSIRIS y el del telescopio GTC debido a la arquitectura estandarizada para el mismo.
- Pruebas parciales requieren una logística elevada, etc.

EDIFISE - ESPECTRÓGRAFO DE CAMPO INTEGRAL ECUALIZADO LIMITADO POR DIFRACCIÓN

J.J. Fuensalida.

A. Alonso, M. Barreto, B. García-Lorenzo, H. Chulani, T. Dorta, A. Fernández, F. Gracia, Y. Martín, M.A.C. Rodríguez-Hernández, J.L. Rasilla, L.F. Rodríguez, L. Suárez y T. Viera.

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 deben diseñarse como un conjunto.

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 el Proyecto AYA2009-12903, 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.

Hitos

Rama de Óptica Adaptativa

Unidad de bajo Orden (LOMU):

Marzo-julio: M. Puga realiza su proyecto de fin de carrera dentro de EDiFiSE, que consiste en la implementación del servo de control del espejo de Tip-tilt.

Julio-septiembre: Pruebas de la unidad tip-tilt en la sala apantallada y sala limpia de AIV.

Octubre: Campaña en telescopio de OGS para probar el servo de control del espejo de Tip-tilt.

Unidad de Alto Orden (HOMU):

Marzo: Se incorpora al equipo T. Dorta para trabajar en el control del espejo deformable con la FPGA. En Mayo, se completa el documento de especificaciones que servirá de base para el trabajo.

Noviembre: Comienzan las pruebas de verificación del espejo deformable, que se han de interrumpir por problemas con los fusibles de las tarjetas de control de los actuadores. Se contacta con CILAS y proponen una actualización del SW de control y envío de fusibles de recambio.

Rama de instrumentación astronómica

IFU

Diciembre: Las fibras están cortadas y los elementos mecánicos fabricados. El sistema está listo para integración.

Espectrógrafo

Junio: Análisis de las pruebas de aceptación del espectrógrafo en el Centro de Investigación en Óptica (CIO).

Septiembre: Recepción de del espectrógrafo.

Noviembre: Comienzo de las pruebas de caracterización del espectrógrafo en la sala limpia del IAC, con el detector de 4k. A mediados de diciembre se detecta un problema con el sistema de refrigeración del detector. Es necesario sustituir el gas refrigerante.

Evolución del Proyecto

Se continúa el diseño de los elementos opto-mecánicos de EDiFiSE y se van cerrando las compras necesarias. Algunas de las monturas e interfaces mecánicos no comerciales se han fabricado en el taller del IAC.

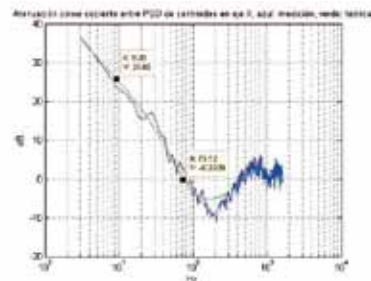
Sistema de Óptica Adaptativa

Durante octubre de 2010 se realizó la primera campaña de pruebas en el telescopio de la OGS. Estas pruebas han servido para comprobar el funcionamiento del sistema de control del espejo de tip-tilt, y confirmar la necesidad de utilizar la cámara Andor, para poder cumplir con el requisito de magnitud estelar alcanzable.

En noviembre comenzaron las pruebas de verificación del espejo de CILAS, se produjeron fallos en las tarjetas de control de los actuadores, en la misma línea de la experiencia del telescopio GTC con su espejo CILAS. El fabricante ha proporcionado un nuevo SW para los drivers y se está a la espera de comprar fusibles que permitan reparar el sistema.

Sistema IFU

Los componentes necesarios para los haces EB#1 y EB#2 están listos para integración. Se estima la tarea en tres meses a partir de junio de 2011.



Atenuación medida en el telescopio con el sistema de corrección del Tip-Tilt (azul) frente al valor teórico esperado (verde).

Espectrógrafo

En el mes de septiembre se recibió el espectrógrafo **CIO** (Centro de Investigación en Óptica – México). En noviembre comienzan en el bunker las pruebas de caracterización, como parte del Proyecto de Master de L. Suárez. Tras varios fallos del sistema de refrigeración se detecta una fuga de gas del circuito de refrigeración. Este fallo ha obligado a detener estas pruebas. Se está a la espera de recibir el gas del circuito de refrigeración para proceder a la recarga.

Pre-ópticas

Las pre-ópticas están listas para su integración. Se ultiman compras de monturas y elementos comerciales necesarios para el sistema óptico.

ESPRESSO (ECHELLE SPECTROGRAPH FOR ROCKY EXOPLANETS AND STABLE SPECTROSCOPIC OBSERVATIONS) (4E5108 - 4E3710)

**R. Rebolo,
M. Amate, Tenequi, S. Santana, J. Rasilla
y J. González.**

Consortio: Centro de Astrofísica de la Univ. de Oporto (Portugal), Univ. de Lisboa (Portugal), SIM/IDL & LOLS (Portugal), INAF, Obs. de Trieste (Italia), INAF, Obs. de Brera (Italia), Obs. de Ginebra (Suiza), Inst. de Physics, Univ. de Bern (Suiza), IAC, ESO.

Introducción

El objetivo del Proyecto es llevar a cabo el estudio y realización de un Espectrógrafo Ultra Estable de Alta Resolución, llamado ESPRESSO por las siglas en inglés de: Echelle SPectrograph for Rocky Exoplanets and Stable Spectroscopic Observations. Este instrumento se entiende como un instrumento adicional de segunda generación para el telescopio VLT, tal y como se recomendó por la ESO STC durante su 67ª reunión y el concilio de la ESO en su 11ª reunión en 2007.

Hitos

En septiembre de 2010 se asigna a M. Amate al Proyecto ESPRESSO.

Asistencia al Kick Off de la FASE B del Proyecto.

Redefinición de uno de los paquetes de trabajo del IAC en el Proyecto: se pasa de ser un miembro suplente del equipo de Ingeniería de Sistemas a ser el Responsable del Aseguramiento de Producto y Aseguramiento de Calidad del Proyecto (PAQA).

Aumento de la presencia del IAC en el Proyecto: J. González colaborará en el desarrollo de software.

Evolución del Proyecto

Se considera no aceptable el diseño óptico propuesto en la FASE A del Proyecto, se contempla extenderla como FASE A' (rediseño óptico).

Se ha iniciado formalmente la FASE B del Proyecto: (Diseño Preliminar).

Se inician contactos para obtener toda la información necesaria sobre los requisitos PAQA de la ESO.

Se realiza la planificación para el desarrollo del sistema PAQA.



Envolvente y banco óptico.

MONITOR DE SEEING AUTOMÁTICO “DIMMA”

C. Muñoz-Tuñón.

A. María Varela, J.M. Delgado Hernández
y L.F. Rodríguez Ramos.

Introducción

Con el objetivo general de lograr una evaluación permanente de las condiciones astro-meteorológicas de los observatorios de Canarias (ORM y OT), y basándose en el monitor de seeing desarrollado en el IAC que funciona regularmente desde 1995, se han instalado sendos sistemas DIMMA (Monitor de seeing automático) en dichos Observatorios, incorporando una serie de prestaciones que suponen un salto cualitativo importante en su utilidad científica.

Durante el año 2010 se priorizó la operación del DIMMA ubicado temporalmente en las proximidades del telescopio MAGIC sobre una torreta de 10 m de altura, al objeto de completar el repertorio de datos existentes sobre la calidad del Observatorio y del sitio específico. A tal efecto se realizaron múltiples acciones de mantenimiento y reparación del sistema, el cual resultó seriamente dañado a consecuencia de las tormentas eléctricas sufridas en el Observatorio.

Evolución del Proyecto

Los primeros meses del año 2010 se abordó el cambio de ubicación de los armarios donde se ubican los elementos electrónicos desde la parte superior de la torreta hasta el rellano de la escalera metálica de acceso, al objeto de minimizar su papel de cara a la



Detalle de la barandilla de seguridad instalada en el DIMMA del Observatorio del Teide, al objeto de mejorar la seguridad de las personas durante el acceso a la cúpula, pero desmontable durante las observaciones rutinarias.

generación de turbulencias. Se instalaron micrófonos y cámaras Web para supervisar a distancia el funcionamiento de las instalaciones, los cuales fueron señalizados con arreglo a la legislación vigente.

El sistema DIMMA ubicado en el OT fue verificado y puesto en funcionamiento con una copia del software desarrollado para el DIMMA del ORM, quedando utilizable desde el mes de julio. Para mejorar la seguridad en el acceso a dicha instalación, se elevó la barandilla de acceso a la cúpula.

Durante 2010 se diseñó un sistema de “Alta disponibilidad” para el control de cúpula, que garantice con muy alta probabilidad el cierre de la misma en caso de emergencia, tanto meteorológica como técnica por mal funcionamiento de las comunicaciones o del sistema principal de control. La fabricación de este sistema fue adjudicada en diciembre y se espera proceder a su instalación en los primeros meses de 2011.



Torreta de 9.2 metros de altura instalada en las proximidades del telescopio MAGIC en el Observatorio del Roque de Los Muchachos, con el instrumento ubicado dentro de la cúpula en la parte superior de la misma.

Por último, en noviembre de 2010, una vez concluida la campaña de adquisición de datos en el emplazamiento cercano al telescopio MAGIC, se inició el desmontaje de la misma, procediendo a reutilizar cúpula y montura para el MASS-DIMM de Las Moradas. Está planificado para 2011 el traslado hasta el OT de la torreta de 10 m para su utilización en medidas de caracterización de sitio para observaciones solares, con el instrumento SHABBAR.

HORUS (HIGH OPTICAL RESOLUTION ULTRA-STABLE SPECTROGRAPH)

R.J. García López.

C. Allende Prieto, R. Rebolo López, A. García Hernández, E. Pallé, C. Esteban, M.J. Martínez González, C. Gallart, P. Luis Pallé, J. Calvo Tovar, J.L. Rasilla Piñeiro, R. López López, F. Gracia Témich y J. Rosich Minguell.

Este año ha sido presentado el proyecto de construcción de un espectrógrafo de alta resolución para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

El nuevo instrumento, que ha sido bautizado como HORUS por sus siglas en inglés (High Optical Resolution Ultra-stable Spectrograph), está basado en componentes que antes pertenecieron al espectrógrafo UES (Utrecht Echelle Spectrograph), que operó en el telescopio WHT en el ORM entre 1992 y 2001. HORUS operaría como instrumento visitante y, además de alta resolución y una gran cobertura espectral, que habilitarían al telescopio GTC para determinar en detalle la composición química de estrellas, nebulosas, cometas, y un sin fin de objetos astronómicos, proporcionaría medidas de velocidad radial de gran precisión, que permitirían al telescopio GTC detectar y caracterizar exoplanetas.

El Proyecto HORUS, liderado por R.J. García López, fue presentado al Comité de Investigación en abril de este año. En el Comité Científico del instrumento participan

además, C. Allende Prieto, R. Rebolo López, A. García Hernández, E. Pallé, C. Esteban, M.J. Martínez González, C. Gallart, P.L. Pallé, y el Proyecto ha involucrado a los ingenieros J. Calvo Tovar, J.L. Rasilla Piñeiro, R. López López, F. Gracia y J. Rosich Minguell. A lo largo del año se ha refinado el diseño óptico del espectrógrafo, y se ha iniciado, con la colaboración de J. Wilson, F. Hearty (Univ. de Virginia, EEUU), C. Henderson y B. Blank (Pulse Ray, EEUU), el diseño conceptual de la envolvente.

HARMONI

E. Mediavilla.

A.B. Fragoso, F. Gracia y D. Sosa.

Introducción

De acuerdo con las conclusiones del Comité Científico y Técnico de la ESO, HARMONI será uno de los dos instrumentos de Primera Luz del mayor telescopio del mundo, el "European Extremely Large Telescope (E-ELT)". En la actualidad el telescopio E-ELT está en Fase B de diseño y se espera que entre en funcionamiento a principios de 2020, momento en el que HARMONI debe estar listo para su comisionado. De acuerdo con las previsiones actuales, el diseño definitivo de HARMONI y su construcción empezarían en el año 2012.

HARMONI es un espectrógrafo 3D (espectrógrafo integral de campo) que observará en el infrarrojo cercano y en el visible. Un espectrógrafo 3D es un instrumento polivalente diseñado para obtener espectros regularmente distribuidos en 2D sobre una imagen extensa. Esta técnica tiene aplicaciones científicas muy amplias (desde galaxias a alto redshift, AGN y agujeros negros supermasivos, hasta estrellas y formación planetaria en nuestra galaxia) y aprovecha al máximo las grandes ventajas del telescopio E-ELT (la mayor área colectora y la mejor resolución espacial concebidas) y se adapta muy bien a su principal limitación; el modesto

campo de visión. Por estos motivos, ESO publicó un anuncio de oportunidad solicitando propuestas para un estudio Fase A de un espectrógrafo 3D para el telescopio E-ELT. HARMONI fue el Proyecto elegido. HARMONI es una colaboración en la que participan 5 instituciones europeas (Universidad de Oxford, Universidad de Lyon, IAC, CSIC y UK-ATC) de 3 países diferentes (Reino Unido, Francia y España) que reúnen una gran parte de la experiencia europea en el campo de la espectroscopía 3D y que han estado implicadas en el desarrollo de prácticamente toda la instrumentación 3D en los grandes telescopios del mundo (TIGER, INTEGRAL, OASIS, KMOS, SINFONI, SAURON...). La idea básica de los espectrógrafos 3D es trocear la imagen observada (en el plano focal) en elementos finitos de resolución ("spaxels") y reformatearla (usualmente alineando los "spaxels" formando una pseudo-rendija) a la entrada del espectrógrafo. En el diseño conceptual de HARMONI este proceso se lleva a cabo con un "image slicer" formado por micro-espejos. Esta técnica parece la más adecuada para cubrir el rango del cercano infrarrojo (H, J y K). La participación del IAC en HARMONI es resultado de la amplia experiencia de nuestra institución en el desarrollo y construcción de instrumentos 3D como HEXAFLEX, 2D-FIS, INTEGRAL y EDIFISE para el WHT, HEXAFLEX-II para el telescopio NOT o SIDE y mini SIDE para el telescopio GTC. En HARMONI el IAC es responsable de la pre-óptica (diseño óptico y mecánico) y de la interfaz eléctrica/electrónica.

Hitos

Enero: HARMONI supera la revisión de la Fase A del Proyecto en la sede de la ESO en Garching (Alemania). La fase A del Proyecto está subdividida en dos fases: la fase 1, superada en febrero de 2009 y la fase 2).

Junio: El "Science and Technical Committee" (STC) de ESO propone formalmente a HARMONI como uno de los dos instrumentos de Primera Luz del telescopio E-ELT.

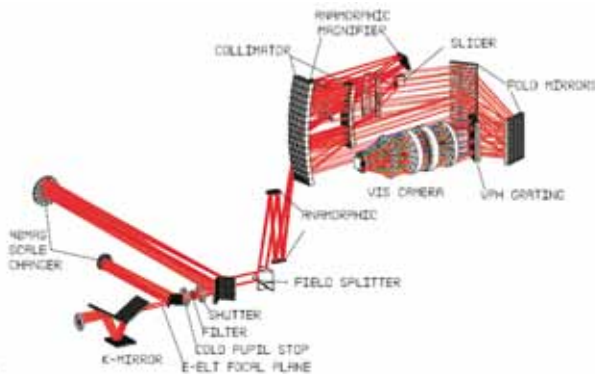
Evolución del Proyecto

A lo largo del año 2009 se desarrolló y completó el diseño fase A de HARMONI, culminado con la elaboración de la documentación que fue presentada en diciembre de 2009 para la revisión de la fase A programada para el inicio de 2010.

Durante el mes de enero de 2010 se presentan, discuten y envían las respuestas a los informes (RIDs y RIX) de los revisores del Proyecto. En particular, los ingenieros del IAC elaboran las respuestas a varias cuestiones sobre la óptica y la mecánica de la interfase óptica y del intercambiador de escala.

Durante los días 28 y 29 de enero de 2010 tiene lugar la revisión de HARMONI (fase A) en la sede de ESO en Garching (Alemania) en la que se discuten las cuestiones que no habían podido ser resueltas previamente y se hace una primera evaluación del Proyecto. El informe completo del panel revisor (ESO) llega en marzo de 2010. En este informe se concluye que HARMONI supera exitosamente la fase A del Proyecto y que aún siendo un instrumento complejo que supone un gran reto, no presenta grandes riesgos tecnológicos o de gestión. Además, se destaca la prometedora utilidad científica del mismo.

En junio el Comité Científico y Técnico de ESO ratifica la elección de HARMONI como uno de los dos instrumentos de Primera Luz del telescopio E-ELT.



Esquema óptico de uno de los brazos ópticos de HARMONI.

FASTCAM

A. Oscoz.

R. López, A. Díaz, L.F. Rodríguez y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

Introducción

FastCam (<http://www.iac.es/proyecto/fastcam/>) es un instrumento desarrollado por el Instituto de Astrofísica de Canarias y la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) con el objetivo de obtener imágenes de muy alta resolución espacial o temporal en el rango visible en telescopios terrestres. FastCam se basa en la técnica conocida como lucky imaging, que consiste en obtener series de miles de imágenes de un objeto empleando tiempos muy cortos de exposición (entre 30 y 50 milisegundos). Algunas de estas imágenes no están significativamente alteradas por la turbulencia atmosférica y, esencialmente, se encuentran limitadas por difracción. En cada serie de observación de un objeto, típicamente varios miles de imágenes, se identifican y seleccionan esas imágenes de características excelentes, y las resultantes de varias series se combinan hasta alcanzar la sensibilidad deseada.

Instrumento de uso común en el telescopio TCS desde septiembre de 2008, cada vez es más requerido por los astrónomos. El uso de FastCam en el telescopio TCS sigue aumentando, y este año se han visto los primeros artículos en revistas internacionales con árbitro, aparte de contribuciones al SPIE celebrado en San Diego, California (EEUU).

Evolución del Proyecto

FastCam, en su versión del telescopio TCS, ha tenido dos desarrollos destacables durante 2010. El primero es la llegada, integración, pruebas e instalación definitiva de la nueva optomecánica (Ver Figura). Esta optomecánica ha aportado robustez y precisión al instrumento, que tiene ya su configuración cuasi-definitiva. El segundo desarrollo importante ha sido la nueva versión de la interfaz de usuario, totalmente renovada, mucho más útil, versátil e intuitiva.

Su instalación junto con el nuevo PC de 8 Gb de memoria para visualizar y reducir los datos sobre la marcha han simplificado enormemente las observaciones. La llegada en 2011 del nuevo PC de 24 Gb de memoria aumentará aún más estas prestaciones. A estas modificaciones hay que añadir la incorporación de una refrigeración adicional con ciclo cerrado para disminuir aún más la temperatura y estabilizarla. Finalmente, las últimas mejoras han venido con la instalación en el telescopio TCS de un nuevo dicróico y su mejor alineado para mejorar la sensibilidad del instrumento, la adquisición de nuevos filtros y la duplicación de los componentes.

El Proyecto FastCam ha trabajado también



FastCam con su nueva optomecánica instalado en el telescopio TCS.

en otros instrumentos. El que más tiempo ha llevado ha sido FastCam de gran campo, basado en el FastCam normal pero con una cámara de 1k x 1k y una óptica diferente que permite obtener un campo de casi 12 minutos de arco de lado, a costa de aumentar el tamaño de píxel a 0,6"/px. Durante 2010 se finalizó el diseño, consiguiendo, dentro de tolerancias razonables, tener el 84% de la energía en 66 micras para todas las longitudes de onda entre 512 y 950 nm simultáneamente y hasta el 86% en 69 micras. Una vez completado el diseño se adquirieron los componentes y se hizo un primer montaje en laboratorio para probarlo. Tras comprobar que funcionaba correctamente se llevó a telescopio, donde se han hecho pruebas y se ha instalado en numerosas ocasiones. Aunque está

ofreciendo resultados científicos, todavía queda trabajo pendiente, como un mejor alineado de las componentes. Además de estos dos instrumentos, se ha trabajado en el FastCam del telescopio WHT, que se usa junto a la Óptica Adaptativa del telescopio, y el FastCam del telescopio NOT. Ahora mismo el Proyecto está en condiciones de observar en los telescopios TCS, NOT y WHT simultáneamente.

ADQUISICIÓN Y GUIADO TELESCOPIO IAC-80

A. Oscoz.

R. López, A. Díaz, J. Peñate y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

Evolución del Proyecto

Se ha sustituido la antigua cámara de guiado del telescopio IAC-80 por una nueva similar a la del telescopio TCS y, por tanto, mucho más sensible.

Durante 2010 se siguió trabajando en el sistema de control de la nueva Caja de Adquisición y Guiado del telescopio IAC-80. A mediados de año, junio, se llevaron a cabo las primeras pruebas en telescopio (Ver Figura), comprobándose que existían ciertos detalles que solucionar, pero por lo demás funcionando perfectamente. El software estaba funcionando bien, pero en la parte mecánica se averiguó lo siguiente:

- El patrón de taladros donde se fija la instrumentación no era el correcto.
- La existencia de algunas interferencias que, aunque en operación normal no deberían afectar, si era conveniente corregir.
- La cámara habría que adelantarla, ya que el carro de enfoque quedaba sin recorrido.

Asimismo, se definió el procedimiento de montaje en el telescopio.

Una vez corregidas las principales deficiencias encontradas de forma definitiva o provisional se realizó una segunda prueba que puso en evidencia algunos problemas con el brazo que sostiene el espejo:

- Su longitud que era incorrecta. Había que acortarlo.
- Es muy ancho y viñetea el campo de la CCD cuando se quieren usar objetos que están en la parte de atrás del chip.
- La parte de atrás del soporte del espejo sobresale del mismo, disminuyendo el campo útil.

En función de estos resultados se decidió rediseñar el soporte del espejo corrigiendo su longitud, espesor y diseño del apoyo del espejo.



La nueva caja de A&G del telescopio IAC-80 durante el periodo de pruebas.

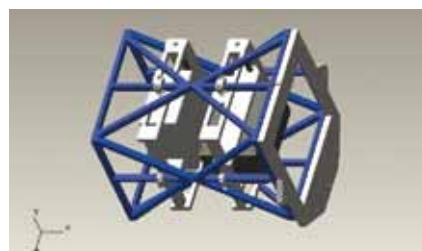
MERLIN

A. Oscoz.

R. López, A. Díaz, J. Peñate y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

Evolución del Proyecto

El espectrógrafo MERLIN ya está en su última fase. Durante 2010 se fabricó toda la estructura y se realizaron pruebas con las distintas componentes.



Esquema de MERLIN.

**MEMORIA
IAC 2010**

159

INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DEL ESPECTRÓGRAFO IR LIRIS (311202)

A. Manchado.

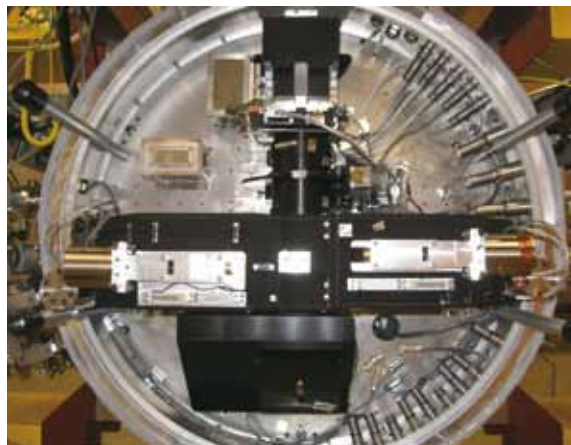
J. Acosta Pulido, M. Barreto, E. Cadavid,
A. Fragoso, F. García, E. Hernández, H.
Moreno, J. Olives, P. Ayala, J. Morrison, J.
García y J. González.

Introducción

LIRIS es una cámara y espectrógrafo para el rango infrarrojo cercano, construido en el IAC y que está operando en el foco Cassegrain del telescopio WHT, en ORM. Desde el mes de agosto de 2004 LIRIS funciona de manera rutinaria como instrumento de uso común en dicho telescopio.

LIRIS trabaja en el rango de 0,9 a 2,4 micras cubriendo las bandas fotométricas J, H y K. Se usa un detector Rockwell-Hawaii-I de 1024x1024 píxeles, proporcionando un campo de 4.2'x4.2' (0.25 "/pixel). Además de los modos de operación comunes con otros espectrógrafos infrarrojos de última generación, tiene modos únicos como espectroscopía multiobjeto, coronografía y polarimetría. Con este instrumento se están abordando proyectos de investigación punteros, como por ejemplo el estudio químico de objetos transneptunianos y cometas, la búsqueda de exoplanetas, evolución química de supernovas hasta el estudio de galaxias con alto desplazamiento al rojo.

- Capacidad de polarimetría en modo imagen
- Coronografía con máscaras de apodización



Vista del interior de LIRIS
con todos los elementos montados.

Hitos

Febrero, mayo y octubre: Tres cambios de máscaras, en febrero, mayo y octubre.

Abril: Apertura para mantenimiento preventivo.

Todo el año: LIRIS ha seguido operando en el telescopio WHT con buenos resultados.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2010 LIRIS ha seguido desarrollando sus operaciones científicas con gran éxito en el telescopio WHT. El instrumento sigue funcionando correctamente después de 6 años de su puesta a disposición de la comunidad científica.

Explotación científica por parte del equipo del instrumento

La reducción de los datos obtenidos dentro del Tiempo Discrecional del Director en mayo de 2009 y junio de 2008 se ha consolidado y se han conseguido imágenes finales de

MEMORIA
2010 IAC

Principales características de LIRIS:

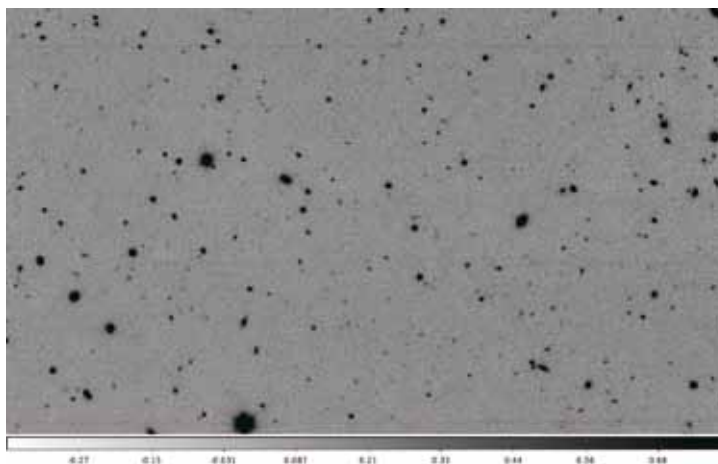
160

- Imagen en las bandas J, H y Ks, así como filtros banda estrecha
- Rendijas de distintas dimensiones: 0.65", 0.75", 1" y 5" x 4.2'
- Resolución espectral de 800 en el rango 0.95 hasta 2.4 micras y 2500 alrededor de 2 micras
- Capacidad de espectroscopía multiobjeto en un campo de 2 x 4.2 arcmin

muy buena calidad. Estas observaciones se tomaron con la intención de obtener una exposición muy profunda en el filtro Ks (magnitud límite 21). Se ha incorporado un contratado postdoctoral al análisis de datos. Se espera publicar en 2011 un artículo describiendo las observaciones.

2010, *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.* 406, 1885) donde se identifican 47 nuevas estrellas enanas de tipo T, doblando el número de objetos reconocidos de este tipo. Estas estrellas tienen muy baja masa, de hecho se reconocen como objetos

Imagen del campo profundo adquirido con LIRIS en banda Ks. Se trata de una campo de 4x4 minutos de arco, con un tiempo de exposición de alrededor de 13 horas en la región de la tira extendida de Groth o "Extended Groth Strip".



Uso del instrumento por la comunidad astronómica

Durante el año 2010 se concedieron 60 noches de observación con el instrumento LIRIS, lo que significa alrededor del 16% del total de noches. De estas, 12 dedicadas a espectroscopía multiobjeto y 7 a polarimetría.

Se han publicado durante el año diez artículos usando observaciones obtenidas con LIRIS. Entre estos hay que destacar una publicación en la revista *Astronomy & Astrophysics* (Acosta-Pulido et. Al, 2010, *Astronomy & Astrophysics* 519, 5A) donde se describen observaciones espectroscópicas que permiten, por primera vez, determinar la distancia al radio-cuásar NRAO 150. Este objeto se encuentra en una línea de visión muy próxima al plano de la Galaxia, lo que hace que en luz visible aparezca muy extinguido.

También hay que destacar una publicación en la revista *Monthly Notices of the Royal Astronomy Society* (Burninghan et al.,

subestelares, y son importantes en el estudio de la formación de estrellas y planetas. Esto ha sido posible gracias a las observaciones conjuntas realizadas desde el ORM con LIRIS y desde Hawaii usando la cámara Fast-Track con el telescopio UKIRT.

EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL TELESCOPIO GTC (310501)

F. Garzón.

A.B. Fragoso, Á. Mato, C. González, D. Sosa, D. Abreu, F. Tenegi, F. Gago, J. Patrón, J. Sánchez, J. Peñate, J.J. Díaz, J.L. Rasilla, L. López, M. Insausti, M. Amate, M. Balcells, M. Barreto, M. Prieto, N. Vega, P. López, S. Santana y V. Sánchez.

MEMORIA
IAC 2010

161

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual, J. Gorgas, J. Zamorano (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder, S. Brau-Nogué, T. Contini (LAOMP, Francia); C. Gry, B. Milliard, R. Grange (LAM, Francia).

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 multiobjeto 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 μm 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 μm . 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 μm
- Resolución espectral: 5000, 4250, 4000 (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 corrimiento al rojo $2 < z < 3$, para la exploración de épocas tempranas en la historia del Universo, donde la formación 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.

Hasta la fecha, EAST está preparando 18 programas de observación, presentados por grupos que incluyen a más de 40 científicos, que están actualmente en discusión y optimización vía un proceso iterativo. Se cuenta con disponer de algún tipo de asesoría o evaluación científica externa sobre las propuestas previa a su inclusión en el Programa Central de EMIR. El conjunto de propuestas cubre la práctica totalidad de los temas de la moderna astrofísica observaciones, y puede resumirse en la siguiente lista:

- Seguimiento espectroscópico en el infrarrojo cercano de fuentes extragalácticas en el infrarrojo lejano y submilimétricas
- Núcleos galácticos activos
- Galaxias Starburst
- Poblaciones estelares en galaxias de tipos tempranos

- Estrellas masivas
- Objetos de la Galaxia interna
- Estrellas AGB y Post-AGB
- Espectroscopía en el infrarrojo cercano de sistemas planetarios aislados y enanas marrones

El diseño y construcción de EMIR corre 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), en Francia.

EMIR será 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. De 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. De otro, la capacidad de realizar espectroscopía con resolución espectral intermedia en el IR cercano y de un gran número de objetos simultáneamente.

Hitos

Se ha completado la aceptación final de la DTU.

Se ha pasado el hito Go/NoGo para la continuación de los trabajos en la CSU. Posteriormente, ha tenido lugar la revisión de Diseño, habiéndose superado el hito e iniciado la fase de fabricación definitiva de la unidad.

Se ha avanzado en el desarrollo del contrato de fabricación del criostato de EMIR con la empresa TRINOS-Vacuum Projects, habiéndose completado la Revisión de Fabricación. Los cuerpos principales de la cámara de vacío han sido fabricados y se han realizado pruebas parciales de vacío.

Se ha validado el concepto de celda de los espejos del periscopio y el concepto de la estructura principal. El sistema está listo para la fabricación final.

Se ha validado el sistema de montura de los elementos ópticos (prismas y pseudoprismas) de los elementos dispersivos de EMIR en LAM (Francia). Se ha iniciado la integración de los mismos en sus monturas finales.

Se han recibido los barriles CB#2 y CA de EMIR fabricados por la empresa SESO (Francia) y realizado las pruebas de aceptación finales. Se han iniciado las medidas de caracterización de la óptica completa (excepto la lente de entrada), en caliente y en frío.

Se ha completado la fabricación e integración del mecanismo de la ventana de entrada del criostato. Se han realizado las pruebas de verificación.

Se ha completado la fabricación e integración del mecanismo de soporte del NPA (adaptador a la plataforma Nasmyth de EMIR). Se han realizado las pruebas de verificación.

Se ha iniciado el proceso de contratación de la Unidad de Rendija Larga de EMIR (LSU).

Se ha cerrado el diseño detallado de prácticamente todos los subsistemas mecánicos pendientes.

Se ha avanzado en la integración de componentes hardware (módulos de los armarios de la electrónica) del instrumento.

Participación en las pruebas y puesta a punto del software de bajo y alto nivel del mecanismo de tapas de la ventana de entrada.

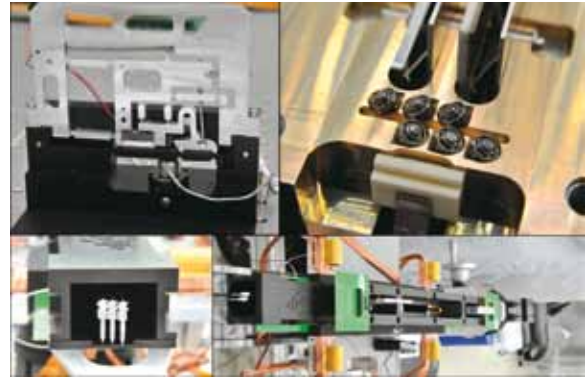
Evolución del Proyecto

En 2010 se ha producido un leve incremento de la dedicación de personal, especialmente en ingeniería mecánica, que se ha traducido en el avance de algunos de los subsistemas

pendientes, como el sistema de preenfriado, las monturas antivibratorias, las ruedas de filtros y grismas, y el mecanismo de la ventana de entrada. En especial se ha conseguido un notable avance en las tareas de seguimiento de la fabricación de la cámara de vacío a cargo de la empresa TRINOS Vacuum Projects (Valencia).

Finalmente, a partir del último cuatrimestre el año, se ha incorporado al Proyecto M. Barreto, para participar en la gestión técnica del mismo. Su llegada ha supuesto un replanteamiento en aspectos básicos del seguimiento y ejecución del trabajo, aportando su experiencia en proyectos anteriores, como el instrumento LIRIS.

Dentro del contrato de la cámara de vacío con la empresa TRINOS-Vacuum Projects, se han fabricado los componentes principales de la propia cámara y se han validado las soldaduras principales realizadas ante vacío. Se han cerrado los puntos pendientes para la provisión de materiales, quedando pendiente aún la aceptación de los planos de fabricación de las pantallas adiabáticas.



Algunos componentes y vistas del prototipo de 6 barras de la CSU.

Se completaron las pruebas finales del prototipo de 6 barras de la Unidad Reconfigurable de Rendijas (CSU). Tras la revisión de los resultados, se dieron por finalizadas dichas pruebas y, posteriormente, se llevó a cabo la Revisión de Diseño de la unidad final, superándose el mismo aunque con algunas condiciones/modificaciones acordadas con el fabricante. En dicho diseño se incluyen mejoras de muchos de los aspectos más problemáticos que presenta el prototipo actual. Queda pendiente para 2011 la validación del tiempo de vida útil del



Componentes principales de la cámara de vacío.

**MEMORIA
2010 IAC**

164

En cuanto a la óptica de EMIR, se han recibido y repetido las pruebas de aceptación de los barriles de la óptica, CO2 y CA, de 3 y 6 lentes respectivamente. Tras las pruebas de ciclado criogénico se verifica que las propiedades ópticas básicas (focales y frente de ondas) y el tratamiento superficial de los barriles no se ven afectados por el proceso de ciclado. El sistema óptico queda definitivamente aceptado y listo para las fases siguientes de verificación e integración finales.

tratamiento superficial de dorado propuesto para las barras, realizado y finalizado por la empresa a finales de 2010.

Se fabricó y realizaron las pruebas de verificación del mecanismo del segundo apoyo de EMIR, (mecanismo NPA) con resultados satisfactorios. La unidad está lista pendiente de los acabados superficiales finales.



Mecanismo NPA.

Se llevó a cabo la integración y pruebas de verificación del mecanismo de la ventana de entrada con resultados satisfactorios. Salvo modificaciones menores, el sistema está listo para su integración en el sistema final.

Ha continuado el proceso de integración de los componentes mecánicos de las monturas de los elementos dispersivos en el LAM. Se ha avanzado sobre todo en la metodología de integración con el uso de *dummies* para asegurar el posicionado correcto de los elementos ópticos. Las unidades se encuentran listas para el proceso de integración final.

Se ha cerrado el diseño de los soportes radiales del banco óptico mediante el pegado entre composite y acero, y se ha fabricado un componente completo para realizar pruebas de resistencia.

Se ha trabajado en las tareas de elaboración de requisitos, planificación, contacto con proveedores, e inicio de contratación de la Unidad de Rendija Larga de EMIR (LSU),

bajo la gestión de M. Amate. Este mecanismo se ha concebido como alternativa a utilizar cuando la CSU está en mantenimiento, lo que permite minimizar el tiempo no útil del instrumento.

En lo que se refiere a las tareas del grupo de control, al que competen los desarrollos de software y hardware electrónicos del instrumento, se ha proseguido con las tareas software iniciadas en fases previas con especial énfasis en: actualización de ECO's, desarrollo de device drivers y simuladores de mecanismos, DAS (modos Abort, ventanas y modos "exóticos"), DRP, EOPMS y Framework Python.

En cuanto al hardware, se ha trabajado en el diseño detallado de interconexiones y se va extendiendo el detalle a los diferentes módulos, habiéndose iniciado la fabricación de algunos como son los TMM, FGWM, CTM y MAD. Se está pendiente de algunas definiciones para poder seguir progresando en el diseño detallado de módulos y su posterior fabricación.



Pruebas de verificación del mecanismo de la ventana de entrada.

FRIDA Y DESPUÉS: CIENCIA CON ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA DE LOS TELESCOPIOS GIGANTES (3I2105)

A. Prieto.

J. Acosta, C. Martínez, C. Álvarez, J. Patrón, J.J. Díaz y P. López.

A. López (Univ. de México), S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU), N. Cardiel (UCM), R. Pelló (LAOMP, Francia).

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+GTCAO.

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 μm .

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 pretende 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 esta involucrado tecnológicamente en los siguientes paquetes de trabajo:

1.- 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. Así mismo, el IAC es responsable de la definición de la pipeline y de las herramientas de observación con FRIDA así como del desarrollo del software para la coordinación de operaciones de FRIDA. El IAC coordina todas estas actividades con las instituciones implicadas en estas tareas: LAOMP en Francia, UCM en Madrid y UNAM en México. Estas tareas comprenden desde diseño, fabricación y adquisición de componentes.

2.- Ingeniería del Sistema (System Engineering), que incluye: El IAC fue

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

responsable de este paquete hasta finales de 2009. En la actualidad, no realiza ninguna gestión en el mismo.

Hitos

En 2010 se ha mantenido interacción UF - CORNING para afinar los planos de fabricación de la IFU.

México termina la fabricación de todos los prototipos. Se validan sus prestaciones en criogenia con éxito en todos los casos, con la excepción de la rueda de rejillas.

EL IAC sigue avanzando en el desarrollo de componentes de software, tanto operativos como simuladores, junto con el software relativo al Sequencer e Inspector de GTC.

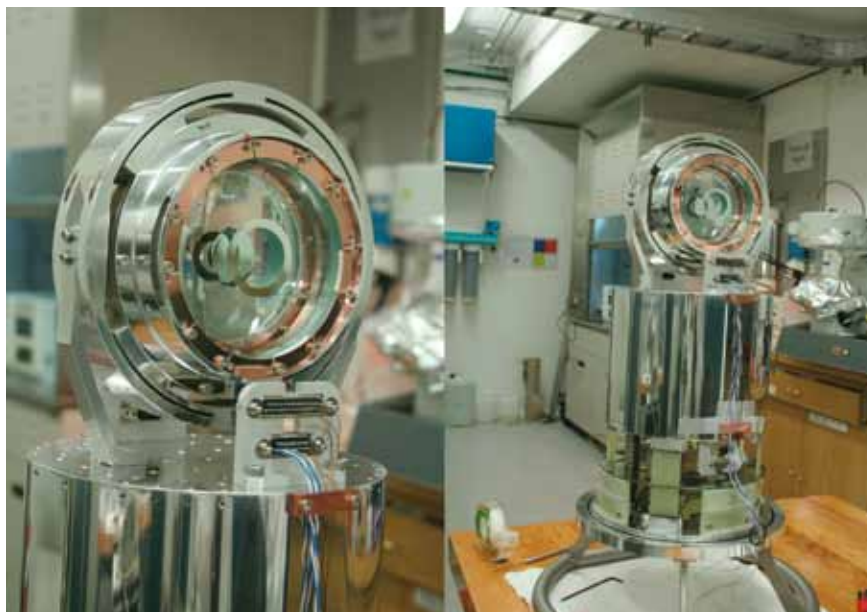
El IAC termina la elaboración de dos documentos de ciencia: "FRIDA commissioning plan" y "FRIDA calibration plan".

Elaboración y entrega de la documentación para la Revisión de Diseño Detallado (CDR), la cual se prevé en abril de 2011.

Evolución del Proyecto

Estado del proyecto FRIDA

Pruebas del prototipo del colimador de FRIDA en el criostato de pruebas COLIBRI.



Se continúa con la construcción y testado de los prototipos soporte "atérmico" de lentes del colimador, rueda de redes y mecanismo de movimiento sin posición cero de la rueda de redes, la rueda del plano focal y el criostato de FRIDA. Este proceso empezó en 2008. En 2010 se terminó su construcción. Todos han sido evaluados en criogenia con resultado positivo, exceptuando la rueda de rejillas. En este momento el problema fundamental es llevar este prototipo a la temperatura del Nitrógeno líquido en forma homogénea y tiempo razonable.

La Universidad de Florida (EEUU) continúa iterando con CORNING la construcción de la IFU. En octubre de 2009 se enviaron los planos de fabricación de la IFU a CORNING. Se han abierto tres contratos con esta entidad: construcción del "image slicer", "relay optics" y los espejos de inserción a la entrada de la IFU. Florida está trabajando en el diseño del soporte de aluminio del "slicer" de FRIDA.

La UNAM (México) ha firmado con Universidad de Florida un contrato por el que esta última se responsabiliza de la construcción del mecanismo de enfoque del detector.

Todos los equipos están preparando la documentación para la CDR prevista en el mes de abril de 2011.

Gestión

No ha habido avances en el cierre del acuerdo de colaboración para la participación de LAOMP (Marsella, Francia) en FRIDA. Esta entidad continua sin recursos humanos para desarrollar su paquete de trabajo en FRIDA, por ello el acuerdo IAC – LAOMP sigue siendo verbal. Por tanto, se estima que el IAC debe asumir en su totalidad el desarrollo de este paquete: definición de las herramientas de observación y desarrollo del software de coordinación de operaciones de FRIDA.

Ciencia IAC

Se continua con periodicidad mensual, video conferencias 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 ha terminado la elaboración de dos documentos de ciencia: “FRIDA commissioning plan” y “FRIDA callibration plan”.

Se continúa sin asignación de recursos por parte de LAOPM o del IAC para desarrollar dos herramientas prioritarias: Exposure Time Calculator y Simulador de AO+FRIDA.

Se continúa la interacción con los grupos de instrumentación en ESO en relación al desarrollo de instrumentos de Óptica Adaptativa para los telescopios VLT y ELT.

Sistema de Control

Durante 2010 se han sucedido una serie de dificultades que han impedido la realización de las pruebas de caracterización del detector. Aunque el hardware necesario ha estado disponible, se han sucedido fallos en

los sistemas de apoyo del IAC (circuitos de agua refrigerada, suministro eléctrico, etc.), que pueden poner en riesgo el sistema de pruebas de los detectores (tanto de FRIDA como de EMIR). Por este motivo no se han realizado las pruebas a la espera de asegurar la fiabilidad del sistema.

El resto de tareas de SW que se están desarrollando avanzan bajo las líneas de desarrollo de EMIR tal y como estaba previsto, para su adaptación al final a las particularidades de FRIDA. Ningún desarrollo específico para FRIDA está teniendo lugar por el momento.

Con financiación del PN se contrató en 2008 a J.M. Pérez para trabajar en el sistema de control. J.M. Pérez ha estado trabajando en EMIR con el fin de adquirir experiencia, y pasarla a posteriori a FRIDA. Esto no ha ocurrido dado que dejó su contrato de ingeniería en enero 2010 para trabajar en administración IAC. El dinero del PN restante de su contrato también se ha perdido.

Ingeniería de sistemas

Debido a la marcha del ingeniero de sistemas, J. Fuentes, a otra institución, se ha discontinuado con esta actividad en el IAC.

ESPECTRÓGRAFO PARA GREGOR

M. Collados.

J.J. Díaz, E. Hernández, R. López y E. Páez.

Introducción

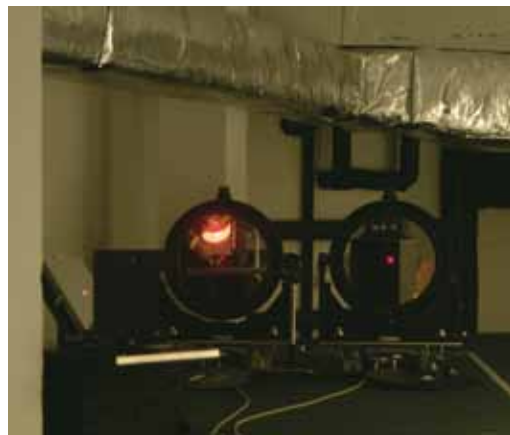
El IAC está construyendo un espectrógrafo de uso común para el telescopio alemán GREGOR, ubicado en el OT. Este instrumento está diseñado especialmente para la obtención de datos espectropolarimétricos de alta resolución espacial, espectral y temporal en el infrarrojo cercano. Para ello, se usa una cámara rápida basada en un sensor TCM-8600 de 1024 x 1024 pixeles,

capaz de adquirir hasta 30 imágenes por segundo. El polarímetro está integrado en el espectrógrafo y usa cristales líquidos ferroeléctricos, que se caracterizan por su alta velocidad de transición entre estados. Este conjunto formado por el detector y el polarímetro constituye el denominado Tenerife Infrared Polarimeter-II (TIP-II), actualmente en operación en el telescopio VTT del OT, y que será trasladado a Gregor una vez este telescopio entre en operación, permitiendo mejorar en un factor 2 la resolución espacial alcanzada actualmente. El espectrógrafo ha sido diseñado expresamente para optimizar las prestaciones de TIP-II. Su instalación en el Observatorio se ha retrasado por motivos técnicos, todavía no resueltos, relacionados con la fabricación del espejo primario del telescopio, aún no se sabe cuándo estará operativo el telescopio. A día de hoy, todavía no se sabe cuándo estará operativo el telescopio. En primavera de 2011, se espera instalar el espejo definitivo (de 1,5 m de diámetro). La Primera Luz podría ocurrir a mediados/finales de 2011, una vez estén todos los sistemas alineados y comprobados. Mientras tanto, durante 2010 se ha instalado un espejo primario provisional, de 1 m de diámetro, que, si bien no estaba alineado adecuadamente ni tenía calidad óptica suficiente, si ha servido para hacer pruebas del espectrógrafo con luz solar. Con ello, se ha confirmado que el espectrógrafo está internamente bien alineado, aunque tendrá que ser confirmado y finalizado una vez se instale el espejo primario definitivo. Falta incorporar la cubierta del espectrógrafo, rediseñar los soporte del criostato (al que se le han detectado algunos problemas de diseño) y de la red (no es suficientemente estable), fijar definitivamente algún elemento mecánico que todavía está suelto, instalar el cableado adecuado para conectar los diferentes sistemas que están ubicados en diferentes plantas del edificio y el diseño y fabricación de la unidad de calibración polarimétrica, así como la comprobación final de que todo el instrumento funciona adecuadamente.

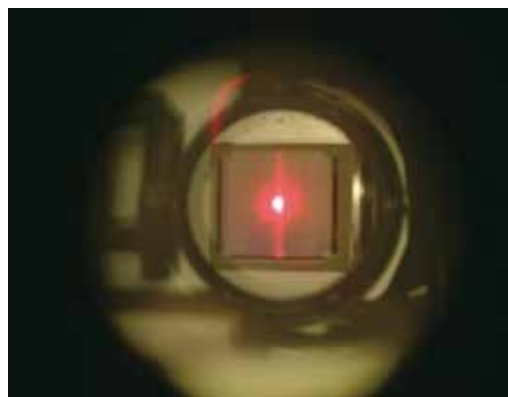
Evolución del Proyecto

Alineamiento de la óptica en el telescopio

A lo largo de 2010 se alineó internamente el espectrógrafo (desde la rendija de entrada hasta el detector, incluyendo el sistema de reimaginación) y se comprobó que su eje óptico coincide con el del otro instrumento (GFPI, Göttingen Fabry-Perot Interferometer). El alineado con el telescopio ha sido imposible por la ausencia de todo el sistema de Óptica Adaptativa y por la instalación temporal de un espejo primario de 1 m de diámetro que no estaba alineado adecuadamente.



Arriba: Imagen de los espejos colimador y de cámara instalados en GREGOR. Para su alineado se utilizó un láser. Abajo: Imagen de la red difracción, vista desde la posición del detector, a través de toda la óptica intermedia.



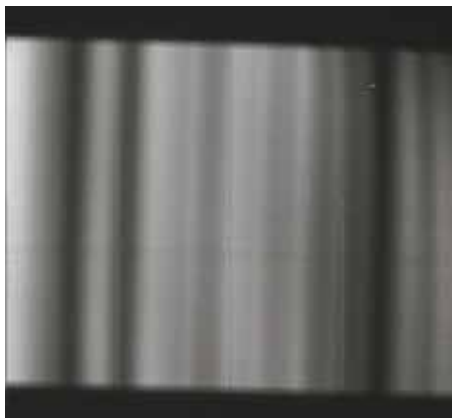
Confirmación del software de control y comunicaciones

Se ha comprobado el buen funcionamiento de los siguientes elementos de control:

- Control del espectrógrafo
- Comunicación con el software de control general de GREGOR
- Comunicación entre el software de control de TIP-II y el de control de espectrógrafo

Primera luz con luz solar

Con el espejo primario provisional de 1 m de diámetro, se pudo iluminar el espectrógrafo con luz solar y se obtuvieron algunos espectros en el infrarrojo. La siguiente Figura muestra la Primera Luz con dicho espejo.



Espectro solar de Primera Luz obtenido en el infrarrojo con el espectrógrafo de GREGOR, usando el espejo primario provisional de 1 m de diámetro.

NAHUAL – ESPECTRÓGRAFO INFRARROJO ECHELLE DE ALTA RESOLUCIÓN

E. Martín Guerrero.

M. Amate, J. Fuentes E. Sánchez y P. Esparza.

**MEMORIA
2010 IAC**

170

Consortio Thüringer Landessternwarte Tautenburg (Alemania), INAF-Obs. de Arcetri (Italia), SIM-Univ. de Lisboa (Portugal), Univ. Nacional de Irlanda, Dublin Inst. for Advanced Studies (Irlanda), LAEF – INTA, Univ. Complutense de Madrid, IAA.

Introducción

El objetivo científico principal del instrumento es permitir la obtención de medidas de velocidad radial con muy alta precisión (1

m/s) en el infrarrojo cercano. Esto posibilitará la detección de exoplanetas de baja masa alrededor de estrellas frías y enanas marrones.

Hitos

Suministro de recursos: Ingeniero mecánico D. Sosa.

Transferencia de la información relevante al IP y Consorcio.

Inicio del estudio de viabilidad para el diseño de un criostato ultra-estable (marco Proyecto EUREKA).

Finalización de la participación del IAC en el Proyecto.

Evolución del Proyecto

El IP del Proyecto cambia de institución: CAB.

La participación del IAC en el Proyecto se ve comprometida.

Se decide que el nuevo centro responsable del Proyecto sea el CAB.

El IAC mantiene un ingeniero en el Proyecto y continúa dando soporte al archivo de documentos del mismo.

Finalmente el IAC cesa en su participación en el Proyecto NAHUAL.

Se abandona la iniciativa del estudio para el criostato ultra-estable por falta de recursos (ingenieros).

Vista de conjunto.



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TELESCOPIOS

TELESCOPIO EUROPEO EXTREMADAMENTE GRANDE – E-ELT (EUROPEAN EXTREMELY LARGE TELESCOPE)

M. Reyes, M. Núñez, T. Viera, I. Montilla, H. Vázquez, J.M. Delgado, Y. Martín, C. Muñoz-Tuñón, J.J. Fuensalida, T. Varela, B. García, J.A. Castro, J. Calvo, V. Sánchez y D. Sosa.

ESO (Garching, Alemania), CESA (Madrid), LUAN (Univ. de Niza, Francia).

Introducción

Encabezados y coordinados por ESO, un total de 27 centros de astrofísica y empresas del sector tecnológico de Europa, incluyendo el IAC, han firmado un contrato con la Comisión Europea dentro del sexto programa marco europeo (FP6), para realizar entre 2005 y 2009 estudios de diseño y desarrollos tecnológicos orientados al futuro Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), con el propósito de analizar la viabilidad de conceptos y validar las tecnologías a aplicar. El objetivo del FP6 es coordinar los esfuerzos en investigación y desarrollo europeos y ser la herramienta financiera que permita crear un mercado europeo de ciencia y tecnología. Los estudios a desarrollar abarcan diversos campos relacionados con la astrofísica: control del frente de onda, óptica, mecánica, cúpula y viento, Óptica Adaptativa, operaciones, instrumentación, y caracterización de sitios.

A su vez, también liderados por la ESO, se ha firmado otro contrato con la Comisión Europea dentro del séptimo programa marco europeo (FP7) en el que participa el IAC, para preparar entre 2008 y 2010 la construcción del telescopio E-ELT. La participación del IAC en este caso se centra en el estudio de herramientas para la predicción de condiciones de observación,

técnicas criogénicas avanzadas, y criostatos de alta estabilidad térmica.

Por último y en paralelo a estos contratos con la Comisión Europea, la ESO dirige el diseño del telescopio E-ELT, a través de contratos con empresas tecnológicas en Europa. El IAC participó en uno de los contratos de Fase A, el de diseño del soporte de los segmentos del espejo primario. Y la actividad del IAC en el telescopio E-ELT en 2010 se ha centrado en el contrato de Fase B para el desarrollo de los prototipos de actuadores de posición (PACT) del espejo primario.

Hitos

Marzo:

Entrega en Madrid de la electrónica de control de los PACT del telescopio E-ELT. Reunión de Progreso del telescopio E-ELT FP7.

Abril:

Puesta en operación del instrumento WEB en el OT. Comienzo de las campañas de tomas de datos.

El Council de la ESO elige el Cerro Armazones, Chile como sitio para el telescopio E-ELT.

Junio: Cierre del contrato del FP7 del telescopio E-ELT con la Comisión Europea.

Julio: Presentación en el Congreso SPIE bianual de Astronomía de las simulaciones del uso de la cámara plenóptica y el reconstructor de Fourier aplicados a Óptica Adaptativa Multiconjugada y de los primeros resultados del experimento WEB.

Octubre:

Congreso de presentación de resultados del site testing de los diferentes telescopios ELT's.

Pruebas de aceptación de los PACT del telescopio E-ELT en Madrid, con la ESO.

Noviembre: Entrega de los 3 prototipos de PACT del E-ELT en la ESO, Alemania. Puesta en marcha y verificación.

Evolución del Proyecto

Aunque el contrato con la Comisión Europea para el Estudio de Diseño del telescopio E-ELT está cerrado, dos paquetes de trabajo han continuado con actividad: Wind Evaluation Breadboard (WEB – WP04800) y Site Characterization (WP12000).

El WEB consiste en un simulador de telescopio y de espejo primario, con un anillo e segmentos hexagonales representativos del diseño de los segmentos del telescopio E-ELT. El propósito del WEB es fundamentalmente la prueba de tecnologías (sensores de borde, actuadores y control en tiempo real) para el control del alineado de los segmentos del espejo primario, sometidas a condiciones de viento real en el OT)

A lo largo de 2010 se ha puesto en funcionamiento el experimento en el OT, se ha caracterizado el sistema, se han ajustado los lazos de control y se han tomado medidas en lazo abierto y lazo cerrado exponiendo el simulador de espejo primario al viento con diferentes (ángulos de incidencia, elevaciones y acimuts).

Se han sacado conclusiones importantes referentes a:

- El diseño mecánico del soporte de los segmentos.
- El uso de tecnologías de actuadores denominados “soft”, el uso de dos etapas en los actuadores y la tecnología óptima a utilizar en cada etapa.
- Cómo acoplar el control global de posición de todos los segmentos del espejo, de bajo ancho de banda y que utiliza como entrada las medidas de los sensores de borde de los segmentos, con el control local de posición de cada actuador, de más ancho de banda y que utiliza como entrada la medida de un acelerómetro colocado en su eje de actuación.



El WEB en el OT, durante las campañas de medida.

En el marco de la caracterización de sitios del telescopio E-ELT se continuaron las campañas de medidas con el MASS-DIMM, tanto en el ORM como en Marruecos, Chile y Argentina. De los resultados comparativos se veían claras ventajas del ORM en algunos de los parámetros críticos, como la distribución en altura de la turbulencia, más concentrada en las capas bajas en el ORM. A su vez continuaron las observaciones con el SCIDAR en el ORM, y dentro del contrato del FP7 se llevó a cabo el desarrollo del modelo de predicción de condiciones de calidad del cielo basados en medidas estadísticas.

En marzo de 2010 el gobierno español hizo una oferta a la ESO para proporcionar financiación adicional al Proyecto del telescopio E-ELT y asegurar su viabilidad, si la candidatura de sitio del ORM era seleccionada. A pesar de esta oferta y de los resultados de las campañas de caracterización, en abril de 2010 la ESO hizo público que Cerro Armazones, en Chile era el sitio seleccionado para el telescopio E-ELT. Armazones no era ninguno de los sitios analizados en las campañas del FP6, sino el sitio en Chile analizado y descartado por el TMT (ELT estadounidense).

A pesar de no conseguir el sitio del telescopio E-ELT, el otro gran objetivo de la participación española en el FP6 del telescopio E-ELT fue logrado con éxito. Fueron muchas las empresas tecnológicas españolas que se posicionaron de manera óptima para

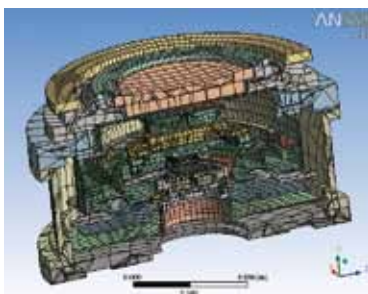
conseguir los contratos publicados por la ESO para el diseño definitivo del telescopio E-ELT, algunas como IDOM, NTE, CESA y ALTRAN, así como otras subcontratadas. GRANTECAN S.A. y el IAC han continuado participando mediante subcontratación.

Dentro de las actividades del telescopio E-ELT en el FP7, el IAC participa en varios paquetes de trabajo (WP). Dentro del WP05000, el grupo de Alta Resolución del IAC, junto con LUAN, completó el modelo de predicción de condiciones de observación, cuyo objetivo es permitir realizar las observaciones del telescopio E-ELT en cola, decidiendo en cada momento en función de las condiciones de observación, optimizando así el retorno científico.

En el WP6000, se completó el trabajo en la red de expertos nº 1, de técnicas avanzadas de criogenia, con el cierre del informe denominado "Best practice in cryogenic instrument design".

También se completó el trabajo en el WP 06000, en la red de expertos nº 3, "Ultra-accurate Wavelength Calibration Techniques of Cosmic Sources Spectra".

La participación en el WP09000 de vías de mejora para el telescopio E-ELT se centró en la tarea 9200 de desarrollo de un criostato de alta estabilidad térmica para grandes detectores. En 2010 se desarrolló un modelo térmico que reproducía cuantitativamente las medidas de caracterización realizadas con sensores de temperatura en el criostato del detector de HARPS, instrumento en operación en el Observatorio de La Silla, Chile (referencia para este estudio). El modelo servirá para los instrumentos del telescopio E-ELT.



Arriba: Montaje de pruebas de la electrónica de control del Actuador de Posición (PACT) del telescopio E-ELT en el Laboratorio de Óptica del IAC. El PACT tiene una carga de 90 Kg que simula el segmento del telescopio E-ELT.

Izquierda: Mallado del modelo de elementos finitos del criostato de alta estabilidad térmica.

Derecha: Montaje del PACT en vertical con carga, durante las pruebas de aceptación con la ESO en las instalaciones de CESA en Madrid.

En la Fase B de diseño definitivo del telescopio E-ELT, el IAC participa en el diseño de los actuadores (PACT) del espejo primario, subcontratado por CESA para el diseño de la electrónica y software de control. Esta ha sido la mayor actividad en el telescopio E-ELT a lo largo de 2010. En el primer trimestre se completó la fabricación de la electrónica de control, la primera versión del software, y se realizaron las pruebas preliminares en el laboratorio de óptica. En marzo se entregó el sistema en Madrid, y entre abril y septiembre se completaron el software de control, el banco de pruebas con el montaje en vertical, la caracterización y ajuste de los servos, y las pruebas de prestaciones. En octubre se realizaron las pruebas de aceptación con la ESO y en noviembre se entregaron los 3 PACT en Alemania, funcionando en lazo cerrado con errores rms de posicionado por debajo de los 10 nm.



**EST: TELESCOPIO SOLAR EUROPEO
(THE LARGE APERTURE EUROPEAN
SOLAR TELESCOPE)
(4E0208)**

M. Collados.

H. Socas.

**A. Pérez de Taoro, A. Calcines, J.J. Díaz,
C. Grivel, E. Hernández, R. López, Y.
Martín, I. Montilla, E. Páez, J. Peñate, A.
Pérez, L.F. Rodríguez, J.M. de la Rosa y J.
Sánchez-Capuchino.**

Introducción

El objetivo del Proyecto es la elaboración de un estudio de diseño que demuestre la viabilidad científica, técnica y presupuestaria, así como el interés socioeconómico, de un Telescopio Solar Europeo EST de gran apertura, que será instalado en los Observatorios de Canarias. Este Proyecto mantendrá a Europa en la vanguardia de la investigación en Física Solar y los Observatorios de Canarias serán su plataforma de lanzamiento.

El resultado del estudio consistirá en un diseño conceptual de un telescopio solar de clase 4 m y su instrumentación, optimizados para el estudio del acoplamiento magnético entre la Fotosfera y la Cromosfera solar. Una de las características más atractivas del telescopio es su instrumentación, el elevado número de canales en visible e infrarrojo deberán posibilitar la observación simultánea, maximizando la eficiencia en el flujo de fotones y con capacidad de diagnóstico relativas a otros telescopios solares, existentes o futuros, terrestres y espaciales. Los instrumentos del EST tendrán que estar dotados de una alta resolución espacial y temporal, de manera que puedan generar espectros bidimensionales. La instrumentación deberá por tanto tener capacidad de imagen en varias longitudes de onda, espectroscopia y espectropolarimetría.

El proyecto involucra a 29 socios y a 7 colaboradores, entre instituciones científicas y empresas de campos tecnológicos afines, de 14 países europeos, con el IAC como institución coordinadora y gestora. Entre todos ellos se cubre la experiencia necesaria en los campos técnicos y científicos requeridos para realizar este estudio.

Hitos

22 – 26 de febrero: Reunión de revisión anual del Proyecto en Madrid “*End of Phase-II Meeting*”, donde se presentaron los resultados del *trade-off* hecho entre las diferentes alternativas de diseño seleccionadas el año anterior.

27 de abril: Instalación del instrumento SHABAR (SHadow BAnd Ranger) en el OT, un medidor de centelleo solar que permite deducir la altura de las principales capas de turbulencia atmosférica.

27 – 28 de mayo: Participación del Proyecto EST en la primera edición del “Forum de la Ultraperiferia” en Bruselas, Bélgica, con la presentación de un video divulgativo sobre el Proyecto en el contexto de los Observatorios de Canarias (<http://www.iac.es/proyecto/EST/>).

Junio. Presentación en el congreso “*SPIE Astronomical instrumentation*” en San Diego (California, EEUU).

3 de noviembre: Instalación del segundo instrumento SHABAR en el ORM.

6 de septiembre – 26 de noviembre: Reuniones de revisión de los principales subsistemas del telescopio: Diseño óptico, Óptica Adaptativa y multiconjugada, diseño mecánico, espejo primario, espejo secundario, trampa de calor, pilar, cerramiento, óptica de transferencia edificio y control térmico.

21 de diciembre: Envío a la Comisión Europea del 2º informe periódico sobre el estado técnico y financiero del Proyecto.

Evolución del Proyecto

El primer año de Proyecto (2008) consistió en la identificación de alternativas viables para cada uno de los sistemas del telescopio. Entre todas las alternativas propuestas, sólo un pequeño grupo fueron seleccionadas como interesantes para el Proyecto al término de la primera fase, en enero de 2009.


Durante la segunda fase del Proyecto se realizó un análisis comparativo (*trade-off*) de los diseños seleccionados para cada

subsistema del telescopio. Como resultado de este análisis comparativo se definió un diseño base, al término de la reunión de fin de fase-II celebrada en el mes de febrero de 2010.

El desarrollo de este diseño base ha sido la principal tarea realizada durante el año 2010, durante la fase III del Proyecto que se extenderá hasta fin de julio de 2011.

Las principales características de la línea base definida para el EST son:

Sistema	Características	Diseño
Diseño óptico	<ul style="list-style-type: none"> - 14 Espejos, campo 2' x 2' - Telecéntrico, F/40 - Polariméricamente compensado 	
Óptica adaptativa/multiconjugada	<ul style="list-style-type: none"> - Integrada en el diseño óptico - MCAO con 4 espejos integrada en la óptica de transferencia - Campo corregido 1' x 1' 	
Diseño mecánico	<ul style="list-style-type: none"> - Eje de elevación por debajo de M1 - Diseño azimutal con plataforma Nasmyth. 2 opciones en estudio: - Configuración mecánica 	
Espejo Primario (M1)	<ul style="list-style-type: none"> - Paraboloide 4,2m de cerámica aligerada - Sistema de refrigeración por soplado y succión de aire sobre la superficie y circuito de agua en la parte posterior 	
Espejo Secundario (M2)	<ul style="list-style-type: none"> - Elipsoidal 800mm SIC - Capacidad de tip-bit 	
Mecanismo de parada de calor	<ul style="list-style-type: none"> - Eyectador de calor de diseño plano - Sistema de refrigeración combinado, circuito de refrigerante líquido y circuito de succión de aire 	
Cúpula y pilar	<ul style="list-style-type: none"> - Cúpula retractable, con escudo de viento - Pilar cónico con doble capa de hormigón para mayor densidad térmica. 30 - 35 m de altura 	
Óptica de Transferencia y edificio	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanismo dentador para corregir la rotación de campo - Controlada térmicamente por flujo vertical de aire 	

Instrumentación	<p>La posibilidad de observar simultáneamente con todos los instrumentos y canales es la principal característica. La imagen llega derrotada a la sala cousté de instrumentación que contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cámara de banda ancha (3 canales) - Espectropolarímetro de banda estrecha con TFs (5 canales: 3 V y 2 IR) - Espectropolarímetros de red. Un módulo común de 4 canales: 2 V y 2 IR, con 4 conceptos opcionales: <ul style="list-style-type: none"> - Standard de sendija larga - Multi-sendija y multi-longitud de onda (mediante IFU) - TUNIS (Tunable Universal Narrowband Imaging Spec.) - MSCP (Multi Channel Subtractive Double Pass) 	
-----------------	---	--

El IAC es la institución que coordina y gestiona el Proyecto a nivel internacional, es por tanto una tarea crucial de la gestión el Proyecto, el seguimiento continuo de las tareas de los diferentes paquetes de trabajo, tanto los que son responsabilidad del IAC como los que lideran otros socios. La organización de la reunión anual y las diferentes reuniones de progreso de los paquetes y sub-paquetes de trabajo principales también entra en los principales cometidos de la gestión. A continuación se listan las más relevantes:



*Todos los socios.
Reunión de fin de fase II, febrero de 2010. Madrid.*

Meeting	Fecha	Lugar
Regular Technical Core Team meetings	Bimensual	IAC audioconf., Tenerife
End of Phase-II Meeting (Annual meeting)	22 febrero	Madrid
WP 5100 Mechanical Design progr. meeting	17 junio	MTM, Mainz (Alemania)
WP 4000 Optical Design progr. meeting	23 septiembre	IAC, Tenerife
WP 5100 Mechanical Design progr. meeting	28 septiembre	MTM, Mainz (Alemania)
WP 6000 MCAO progre. meeting	29 septiembre	KIS, Freiburg (Alemania)
WP 5200 M1 progr. meeting	26 octubre	SRS, Rome (Italia)
WP 5300 HR progre. meeting	27 octubre	SRS, Rome (Italia)
WP 10000 Control progress meeting	28 octubre	INAF, Rome (Italia)
WP 5400 M2 progress meeting	18 noviembre	NTE, Barcelona
WP 9400 (CDF analysis) progr. meeting	19 noviembre	CIMNE, Barcelona
WP 5100 Mechanical Design progr. meeting	24 noviembre	ROTHERDE, Lippstadt (Alemania)
WP 5000 Transfer Optics progr. meeting	26 noviembre	IDOM, Bilbao (España)

MEMORIA
2010 IAC

176

Otra actividad a destacar en la gestión y la ingeniería de sistemas del Proyecto fue el mantenimiento del archivo documental, la distribución de documentación y la actualización continua de la página Web del mismo, así como la terminación y puesta a pruebas del sistema de control de requerimientos desarrollado específicamente para el Proyecto.



Diseño conceptual del EST.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

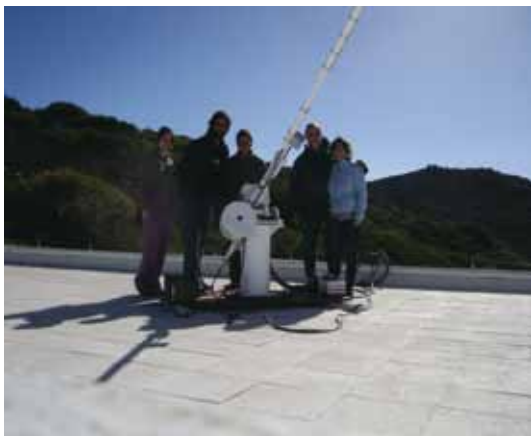
La puesta en marcha de dos SHABAR (medidores de centelleo solar) está englobada en uno de los paquetes de trabajo responsabilidad del IAC. Este instrumento permite medir la correlación del centelleo de la luz solar, producido por la turbulencia atmosférica, a diferentes alturas sobre el suelo y así determinar la posición de dichas capas en la atmósfera, un parámetro crucial para el diseño de la Óptica Adaptativa.

Es necesario destacar que el desarrollo de todas las tareas descritas y no descritas en esta memoria, no hubiera sido posible sin la colaboración todas las Áreas del IAC, en especial, Instrumentación y Administración.



SHABAR:

Arriba: Instalación del primer instrumento en el OT.
Abajo: Instalación del segundo instrumento en el ORM.



OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE)

A. Alonso.

P.A. Ayala, J.E. García, J.J. González, D. López, M.I. Montilla, J.A. Morrison y M. Reyes.

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 circumterrestres, así como el incremento en la demanda 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. Es 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 2010, se supervisará la instalación del sistema de Óptica Adaptativa en la caja de recepción del banco coudé sur. En lo que concierne a la astronomía, el telescopio de la OGS sigue siendo un banco de pruebas de instrumentos desarrollados tanto por la ESA como por el IAC.

Hitos

Enero: Soporte a los enlaces homodinos con N-Fire y Terrasar-X. Instalación de una terminal propia de TESAT en el pilar sur del telescopio (cúpula). Reunión de progreso con representantes de ProjectSoft para el cambio del sistema de control de la cúpula.

MEMORIA
2010 IAC

178

Enero-diciembre:

Mantenimiento, calibración y supervisión de los sistemas de la estación, y análisis detallado de los resultados de las campañas de enlace óptico.

Participación en el análisis de los resultados pendientes obtenidos durante los enlaces con ARTEMIS y OICETS.

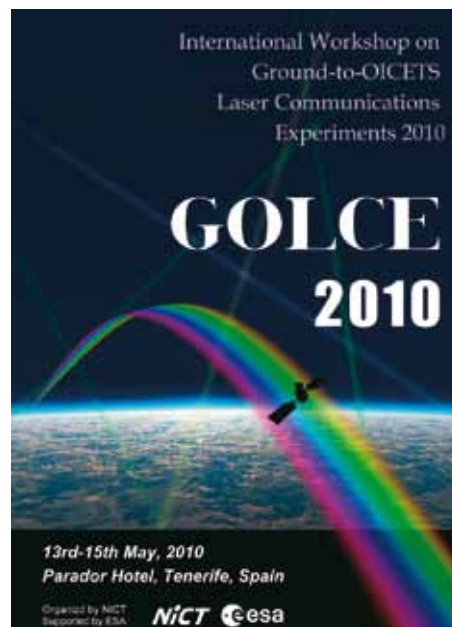
Febrero-diciembre:

Campaña anual de entrenamiento del Equipo de Operaciones de OGS.
Apoyo al Proyecto AOFPGA/EDIFIΣE.
Publicación de resultados si procede.

Febrero-julio: Apoyo a Synopta GMBH en la implementación del sistema de OA en el RFE del banco Coudé Sur para permitir enlaces homodinos con Terrasar-X (CCN-1). El sistema no llega a funcionar correctamente, se ha de dotar un nuevo contrato para modificaciones adicionales, y se hace necesario modificar el retro-reflector instalado en el edificio del teleférico.

Mayo:

Celebración en Tenerife del Workshop: "Ground to OICETS Laser Communications Experiments (GOLCE). Con participación de ESA, NASA, DLR, NASDA e IAC. Se realizó una presentación titulada: "Preliminary Analysis of OICETS→OGS Downlink". Revisión del láser de Ión de Argón. Se aprecia un envejecimiento del tubo por falta de horas de uso.



Junio-julio: Soporte al la modificación del accionamiento de los motores de la cúpula para proporcionar un seguimiento más rápido y suave (MHM Ingenierubüro).

Julio: Entrenamiento en el manejo del nuevo sistema de control del telescopio.

Septiembre-diciembre: Negociaciones para la renovación del contrato de operaciones ESA-IAC.

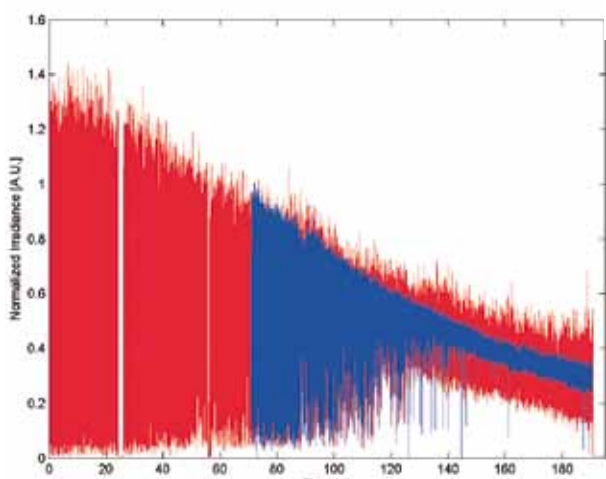
Evolución del Proyecto

Se asistió al personal de la ESA en los trabajos de ajuste y calibración en los sistemas ópticos de la OGS durante sus visitas, y se procedió al mantenimiento, reparación y renovación de diferentes subsistemas de la estación, y al entrenamiento del equipo de operaciones.

En julio se realizó la aceptación del nuevo sistema de control del telescopio, y el equipo de operaciones de OGS recibió sesiones de entrenamiento.

Desde septiembre se negociaron los términos de la renovación del contrato de operaciones ESA-IAC, que supone una nueva forma de financiación por parte de la Agencia. Para facilitar el proceso se decidió prorrogar el actual contrato hasta junio de 2011.

Durante 2010 se ha continuado la colaboración con el proyecto EDIFISE. En particular se ha participado en la caracterización del sistema de Tip-Tilt en telescopio.



Fluctuaciones registradas en el enlace descendente con el satélite OICETS de la Agencia Espacial Japonesa (NASDA) durante el enlace de 15 de julio de 2009. En azul, la señal registrada a 1 kHz en el sensor de Trucking de la OGS con el telescopio de 1 m de apertura. En rojo, la señal registrada a 20 kHz con el telescopio buscador de 20 cm de apertura.

CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E. Cadavid, J. Morrison, J.J. González, J.E. García y P. Ayala.

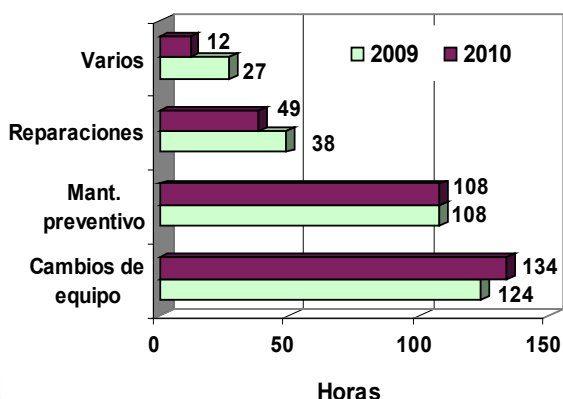
Introducción

En el año 2010 se realizaron las tareas rutinarias de mantenimiento previstas en el contrato con la ESA.

Evolución del Proyecto

A las tareas relacionadas con el Contrato de Mantenimiento de OGS dedicamos un total de 291 horas distribuidas conforme se ve en el Gráfico.

Distribución de trabajos en OGS 2009-2010



Como se puede ver no hay grandes variaciones siendo que la única cosa reseñable fue la reparación de la reductora del foco.

En cuanto a los cambios de equipo, hubo un aumento de las horas empleadas generada por la planificación del uso del telescopio.

MEMORIA IAC 2010

179

OTROS

ARQUEOASTRONOMÍA (310793)

J.A. Belmonte Avilés.
C. Esteban López y C. González García.

Colaboradores del IAC: A. Aparicio Juan.

M. García Quintela (Univ. de Santiago); Y. Abd el Hadi, M. Shaltout (Helwan Obs., Egipto); L. Costa Ferrer (Independiente, Tenerife); J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); M. Fekri (Univ. Minufiya, Egipto); O. González (Museo de la Ciencia y el Cosmos, Tenerife); M. Hoskin (Univ. de Cambridge, Reino Unido); D. Kolev (Inst. de Astronomía, Bulgaria); M.A. Molinero, A. Tejera (Univ. de La Laguna); S. Moret, M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); R. Schlueter (UNED); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, Italia).

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 Mesoamérica.

Hitos

MEMORIA
2010 IAC

180

Uno de los principales hitos del trabajo del grupo este año ha sido un análisis novedoso del monumento funerario de Nemrud Dag, en Turquía (Ver Figura), recientemente publicado en el volumen 41 del *Journal for the History of Astronomy* (Belmonte & González García, JHA 41, 469-81). El *hierothesion* de Antíoco I, rey de Commagene en Monte Nemrud, que es patrimonio de la humanidad, constituye sin duda uno de los más fascinantes enigmas históricos de la cultura

humana en todo el mundo. El monumento incluye el famoso "Horóscopo" del león, que a menudo ha sido utilizado en intentos diversos para interpretar y fechar las ruinas con resultados controvertidos. Sin embargo, después de una visita al monumento, con la observación local del amanecer en el solsticio de verano de 2009, el grupo ha propuesto una explicación alternativa y mucho más justificada que involucra no sólo el friso del león sino también y más importante, la orientación de las terrazas oriental y occidental del *hierothesion* así como la tradición religiosa del país. Los principales resultados obtenidos pueden resumirse como sigue: por un lado, las cinco estatuas ciclópeas de la terraza oriental habrían estado dirigiendo su mirada al Sol naciente seguido por el orto (oscurecido por el brillo solar) de sus manifestaciones celestiales (los planetas) en la constelación de Leo el 23 de julio del año 49 a.C., en conmemoración del ascenso al trono de Antíoco I, como se menciona explícitamente en las inscripciones del sitio llamadas *nomos*; por otro lado, unos meses más tarde, sus equivalentes de la terraza occidental habrían estado enfrentados a la puesta del Sol el 23 de diciembre de ese mismo año, 49 a.C. en conmemoración del aniversario del Rey. En consecuencia, de acuerdo con nuestra propuesta, los principales elementos de las terrazas oriental y occidental del *hierothesion* habrían sido deliberadamente alineados con el amanecer del 11 de Loios y el atardecer del 16 de Audnayios, respectivamente, en el año 49 a.C., fechas mencionadas en el *nomos*. En consecuencia, el horóscopo del león debiera ser adjudicado ahora la 12 de julio de 49 a.C. Así pues, nuestra conclusión es que el monumento de Antíoco I refleja la situación de los cielos en momentos exclusivos del año 49 a.C., lo que vendría avalado por la inscripción monumental del lugar. Este hecho representa un cambio completo de paradigma con respecto a lo asumido hasta la fecha.



Imagen del hierothesion de Antíoco I, rey de Comagene, en Nemrud Dag (Turquía).

Otro hito a resaltar ha sido la publicación este año del estudio temático “Patrimonio de la Astronomía y la Arqueoastronomía en el contexto de la Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO” (Heritage sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention), editado por C. Ruggles y M Cotte, Icomos, París (2010). Este estudio temático de ICOMOS y la IAU fue concebido en 2008 tras un período de intensa actividad en relación a la Astronomía y al Patrimonio de la Humanidad, impulsado principalmente por el World Heritage Centre (WHC) de la UNESCO y por la Unión Astronómica Internacional (IAU). El objetivo central de este estudio es ampliar los esfuerzos para presentar un estudio mundial del patrimonio astronómico con el objetivo en mente de la identificación y evaluación de sitios patrimoniales relacionados con la Astronomía y la Arqueoastronomía que pudieran tener el potencial de demostrar tener un valor universal excepcional, OUV en la jerga de la UNESCO, el término de reconocimiento necesario de un valor patrimonial para ser inscritos en la lista del Patrimonio Mundial. En octubre de 2008, la UNESCO y la Unión Astronómica Internacional firmaron un memorando de entendimiento (MoU) formal con el objetivo de trabajar juntos

para implementar y avanzar en la iniciativa “Astronomía y Patrimonio Mundial”, lo que garantizó un marco estable y seguro para seguir avanzando. Poco después, la Unión Astronómica Internacional creó un grupo de trabajo sobre Astronomía y Patrimonio de la Humanidad (AWG), donde nuestro equipo de investigación ha participado, con el fin de cumplir con sus responsabilidades con respecto al memorando. La decisión de la UNESCO y la Unión Astronómica Internacional de proclamar 2009 como Año Internacional de Astronomía sirvió para incrementar el perfil público de la iniciativa. Este estudio temático expone un amplio análisis del patrimonio astronómico, pesquisas relativas a la Astronomía y a los usos sociales de ésta. El estudio sugiere herramientas para la definición, identificación y evaluación de la importancia de este tipo específico de patrimonio y su potencialidad para ser declarado OUV. También proporciona ejemplos para la identificación, la protección, la conservación, la gestión y la promoción de este patrimonio. Al presentar el patrimonio astronómico, como representante del patrimonio científico, en su contexto cultural, el estudio temático pretende de esta forma implementar y desarrollar uno de los principales objetivos de la Iniciativa Astronomía y Patrimonio Mundial.

La contribución del Proyecto a esta iniciativa ha sido el capítulo del estudio temático dedicado a “Egipto antiguo” (Belmonte, J.A.; páginas 117-36). En este capítulo no se ha abordado la historia de la astronomía matemática o teórica como una ciencia natural, lo que es difícil de llevar a cabo en el antiguo Egipto, sino con los aspectos culturales de la disciplina. Estos son el principal foco de la Arqueoastronomía, una línea de trabajo interdisciplinario en la que las poderosas herramientas de la astronomía esférica y de posición se ponen al servicio de la antropología para solventar cuestiones históricas que podrían ser difícil de solventar en otros contextos: preguntas tales como: ¿de qué forma la

gente mide el tiempo?; ¿cómo crearon calendarios, sagrados o profanos?; ¿cómo se orientaban las estructuras sagradas adecuadamente conforme a los requisitos religiosos?; y ¿cómo mirar al cielo para una orientación adecuada, ya sea por razones escatológica o para necesidades más prosaicas? Todas estas cuestiones están intrínsecamente relacionadas con varios aspectos importantes de cualquier cultura, ya sea antigua o moderna. El Egipto antiguo no es una excepción y este hecho se refleja en su patrimonio. Dejando de lado algunos comentarios obsoletos sobre el desarrollo de la astronomía matemática egipcia antigua, ha quedado claro en la última década y media que la observación del cielo y los sacerdotes astrónomos desempeñaron un papel muy importante en diversos aspectos de la civilización faraónica desde el periodo protodinástico, cuando nos encontramos con la primera evidencia de un calendario lunar que probablemente se gobernaba por el régimen del Nilo, a los períodos helenístico y romano, cuando se creó una de las últimas obras maestras de la astronomía egipcia, el Zodíaco de Dandara. Por lo tanto, durante un período de más de 3.000 años, los observadores del cielo egipcios examinaron el firmamento en un intento serio de encontrar respuestas precisas a las preguntas propuestas. Nuestra contribución al estudio temático claramente se acomoda a todos estos puntos en un intento de establecer toda una serie de clases de elementos patrimoniales astronómicos y de los sitios donde estos se encuentran, incluyendo una serie de estudios especiales que podrían tomarse como ejemplos dada su excepcionalidad.

Ha seguido en marcha la línea de trabajo para el estudio de las tradiciones astronómicas de la civilización faraónica en Egipto y más allá. Este año, el trabajo de campo arqueoastronómico que se suele llevar a cabo en colaboración con los astrónomos egipcios M. Shaltout y Y. Abd el Hadi, del Observatorio de Helwan, y su compatriota el epigrafista M. Fakri, de la Universidad Minufiya, bajo el auspicio del Consejo Supremo de Antigüedades de la República Árabe de Egipto, ha sufrido un impás en que se ha aprovechado para culminar proyectos ya iniciados o sacar adelante otros nuevos. Este año se ha llevado a cabo la publicación de los resultados obtenidos en los templos de Sudán. El análisis ha mostrado como los edificios sagrados del antiguo Reino de Napata y Meroe seguían patrones de orientación similares a los mostrados por su civilización hermana en el Egipto faraónico de forma que tanto la topografía, centrada en el Nilo y ciertas montañas sagradas, como el cielo habrían actuado como referente. En particular, en el área sagrada de Napata y sus campos de pirámides se ha mostrado la conexión entre topografía y paisaje celeste centrada en la montaña sagrada de Djebel Barkal, mientras que en el templo de Amón en Kawa se ha encontrado un patrón muy sugerente que parecen repetir, a una escala menor, otros encontrados más al norte en el gran templo de esta misma divinidad en Karnak. En esta misma línea de trabajo, se ha terminado la contribución de nuestro equipo a la iniciativa "Astronomía y Patrimonio mundial" (ver Hitos). Finalmente, se ha asistido al IV Congreso Ibérico de Egiptología, celebrado en Lisboa (Portugal) en el mes de septiembre, donde se presentó un trabajo novedoso sobre el papel jugado por el calendario egipcio en diversos marcos explicativos de esta antigua civilización y en donde se aprovechó para establecer contactos con egiptólogos españoles para futuras colaboraciones que han de dar sus frutos en años venideros.

El trabajo sobre el fenómeno megalítico ha seguido constituyendo un pilar singular del Proyecto. El estudio del fenómeno

Evolución del Proyecto

Durante el año 2010 se ha continuado la labor desarrollada en la mayoría de las líneas de investigación abiertas en los años anteriores, recuperando algunas que habían sufrido un parón en los últimos años. Particularizando, se pueden destacar las siguientes líneas de trabajo llevadas a cabo a lo largo de este último año.

megalítico durante las últimas décadas ha mostrado que las orientaciones de los monumentos no es aleatoria sino que aparecen patrones regulares de orientación entre los monumentos construidos por un mismo foco. A fin de establecer de forma lo más objetiva posible, las relaciones entre las orientaciones de grupos independientes de monumentos, se ha aplicado una serie de algoritmos de análisis grupales a las muestras de megalitos medidas en la Península Ibérica y áreas adyacentes. Los resultados de este estudio fueron publicados este año en la revista *Journal for the History of Astronomy*. En este artículo se muestra cómo los grupos más cercanos entre sí son los que muestran orientaciones más parecidas. Es importante destacar que el estudio es independiente de la variable geográfica. Además, partiendo de un foco original, posiblemente en el área del Alentejo portugués, se han podido definir una serie de “rutas de orientaciones” por medio de las cuales se observan las similitudes en las diferentes áreas de la Península, como la facha atlántica o los valles de los grandes ríos (Guadiana/Guadalquivir o Tajo/Duero). El trabajo sigue en marcha y en el verano de 2010 se midió la orientación de una docena de dólmenes en el Pirineo Aragonés, datos que vienen a llenar una laguna en la muestra que, con la adición de nuevos datos propios y de la bibliografía, están permitiendo llevar a cabo un análisis mucho más extenso y detallado, incluyendo otras regiones del entorno europeo. El trabajo de campo, de hecho, aún no ha finalizado y se esperan nuevas muestras del entorno ibérico y de la cuenca mediterránea. También se finalizó un estudio sobre la orientación de un conjunto de dólmenes extremeños del área de San Vicente de Alcántara que ha dado lugar a un Trabajo de Introducción a la Investigación en el Master de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

En el marco de la línea abierta sobre el estudio de los monumentos megalíticos de Bulgaria, en colaboración con D. Kolev, del Instituto de Astronomía de la Academia Búlgara de Ciencias, este año se ha finalizado la redacción de un artículo muy extenso en vías de publicación en los próximos meses en la revista *Archaeoastronomy*.

Los estudios sobre la prehistoria europea se han completado con un análisis comparativo de diversos elementos de las culturas de la Península Ibérica en al Edad del Hierro donde se han analizado algunos yacimientos de época celta y los grabados rupestres del entorno gallego. El trabajo, llevado a cabo en colaboración con M. García Quintela, de la Universidad de Santiago de Compostela, ha dado como resultado un artículo multidisciplinar que ha sido enviado para su evaluación a una revista especializada en temas antropológicos. En relación con este mismo tema de estudio, en décadas recientes se ha puesto de manifiesto la existencia de direcciones privilegiadas en las orientaciones de asentamientos, tumbas y santuarios celtas tanto en el continente europeo como en las Islas Británicas. Sin embargo, no existe un tratamiento sistemático de estos sitios ni un acercamiento general desde la óptica de la Arqueoastronomía y su metodología. Por ello, tras una reciente reunión en Bruselas (Bélgica), un grupo de investigadores de diversos países europeos, están impulsando la creación de una red internacional para estudiar estos temas. El objetivo es realizar una serie de reuniones a fin de determinar los objetivos así como plantear las campañas de toma de datos que sean necesarias, al menos en un primer acercamiento al tema.

Dentro de la cosmovisión Inca, el emperador como hijo del Sol debía realizar una serie de rituales en los momentos adecuados del año. Los informes de la conquista y posteriores nos hablan del papel principal del Sol en estos rituales, en que la correcta orientación de los espacios era clave para los Incas. El Imperio Inca en su máxima extensión llegó al área central de Chile. En esta zona se localizan 4 sitios arqueológicos que fueron visitados en el mes de mayo donde se pudo constatar que presentan posibles asociaciones arqueoastronómicas. Los resultados se están preparando para ser enviados a su publicación en revistas de Arqueología americanas.

Se ha avanzado en la escritura de un artículo sobre los resultados de los trabajos de campo

realizados durante 2006 en yacimientos de la cultura tartésica, encontrando resultados muy interesantes, como la presencia de una “familia de 55 grados” en el patrón de orientación de los edificios de culto tartésicos que podría estar relacionado con Venus. En febrero de 2010 se llevó a cabo una campaña de trabajo de campo en distintos yacimientos adscritos a la cultura ibérica en las provincias de Teruel, Alicante y Jaén, con algunos resultados interesantes, como el hallazgo de una posible hierofanía solar equinoccial en el Santuario de Castellar de Santisteban.

Este año se ha vuelto a la Isla de Pascua (Chile) a trabajar con el antropólogo E. Edwards en el proyecto iniciado hace años. En esta ocasión, durante una breve estancia, nuestras pesquisas se centraron en las torres de observación denominadas “tupas” a las que las fuentes etnográficas catalogan como observatorios. Se completó la toma de medidas en aproximadamente un 40% de la muestra conocida (las más singulares y mejor conservadas) y los datos se encuentran en la actualidad en proceso de reducción y análisis preliminar. Durante el trabajo de campo se llevó a cabo la adquisición de imágenes para la elaboración de un documental de divulgación sobre los conocimientos astronómicos de los antiguos pascuenses que, dado su complejidad, se encuentra en la actualidad en proceso de edición lo que quizás exija una nueva visita a la Isla; visita que, además, pudiera servir para completar el muestreo del resto de las tupas identificadas en la carta arqueológica.

Sin duda, unos de los proyectos más interesantes llevados a cabo este año ha sido el estudio arqueoastronómico de las civilizaciones anatólicas, una de las líneas de trabajo contempladas en el Proyecto OAS II, en particular del mundo hitita y de sus vecinos, frigios, licios, sabeos o los habitantes del antiguo Reino de Commagene. Tras la exitosa campaña de prospección arqueoastronómica llevada a cabo en Turquía, en que se visitaron más de una treintena de yacimientos arqueológicos de estas culturas, y se obtuvieron los datos

de más de un centenar de alineaciones, el objetivo este año ha sido reducir y analizar la gran cantidad de datos recogidos y de situarlos en el correspondiente marco cultural para lo que, en paralelo, se ha llevado a cabo a lo largo del año un estudio bibliográfico amplio y muy detallado. El análisis definitivo de los datos de Commagene ha permitido publicar un artículo, que posiblemente represente un cambio de paradigma, en el *Journal for the History of Astronomy* (ver Hitos). Por otra parte, el trabajo concienzudo sobre los datos y las fuentes epigráficas e históricas del Imperio Hitita nos ha llevado a la preparación, aún en marcha, de un artículo sobre el mundo hitita y sus sucesores los frigios. Los resultados indican que la muestra frigia deberá completarse a medio plazo con nuevos datos que posiblemente exigirán una nueva campaña en Anatolia central a medio plazo. Por otra parte, el análisis de los datos de Licia y otros lugares todavía sigue en marcha. Sin temor a equivocarnos, podemos afirmar que los datos originales, y sus correspondientes resultados, son muy buenos y muy variados, y están siendo muy útiles para comprender a la forma de ver y entender el cosmos de las antiguas culturas anatólicas en su contexto mediterráneo.

En este marco y gracias a los datos acumulados durante las últimas décadas, disponemos de una gran cantidad de medidas de orientaciones de templos y estructuras funerarias a lo largo del Mediterráneo para épocas históricas en las culturas de las Edades del Bronce y Hierro. Esto permite realizar un estudio estadístico comparativo a fin de establecer posibles similitudes entre los patrones de orientación de estos monumentos. El resultado de este estudio puede complementar la información histórica a la hora de analizar las influencias y contactos entre las diversas culturas que se asomaban a Mediterráneo en la antigüedad. Este trabajo está en curso.

Adicionalmente, este año se retomó una de las líneas marco del Proyecto OAS II: el estudio arqueoastronómico del Prerrománico Ibérico. Para ello, se ha llevado a cabo a finales de verano una campaña de prospección en

las iglesias de la comarca oscense de El Serrablo y en otras iglesias visigóticas y mozárabes del centro-norte peninsular. En total, se ha medido la orientación de la práctica totalidad de las iglesias serrablesas (doce de ellas) con lo que la muestra total de iglesias prerrománicas medidas en el solar peninsular se eleva ya a un 60% de las documentadas. Actualmente, se está trabajando los datos con el objetivo de tener finalizado el análisis en los próximos meses.

A lo largo de 2010 los miembros del equipo han asistido, y presentado varias comunicaciones a congresos internacionales relacionados con la materia. Uno de ellos ha sido el XVIII congreso anual de la SEAC en Gilching (Alemania) con el título "Astronomy and Power" (el IP del proyecto es Presidente de la SEAC y miembro del SOC), donde se presentaron resultados preliminares de nuestro trabajo en Anatolia (especialmente en los yacimientos de Gobekli Tepe, Karakush y Sogmatar Harabesi) y en las iglesias prerrománicas asturianas. También se ha asistido al IV Congreso Ibérico de Egiptología que tuvo lugar en Lisboa (Portugal) la tercera semana de septiembre, mencionada anteriormente, y a la Reunión Científica de la SEA en Madrid donde se presentó una comunicación invitada de revisión de nuestro trabajo. También se ha colaborado (el IP del proyecto es miembro del SOC) en la organización de la "IX Oxford Conference on Cultural Astronomy" que va a tener lugar en Lima (Perú) en la primera semana de enero de 2011.

Finalmente, en el VI Congreso de Patrimonio Histórico sobre "Arte Rupestre y Poblamiento", celebrado en octubre en Arrecife de Lanzarote, se presentó como ponencia marco el análisis de grupos de las escrituras líbico-beréberes de Canarias y el norte de África llevado a cabo por el grupo en colaboración con la Jefa del Servicio de Patrimonio del Cabildo de Lanzarote, M.A. Perera, con el tema del poblamiento como fondo, temática ésta íntimamente relacionada con nuestro Proyecto de Arqueoastronomía en el Archipiélago Canario y el norte de África. En este sugerente trabajo se demostró que

las poblaciones que portaron la escritura al Archipiélago probablemente procedían del entorno del África Proconsular en una época cercana al cambio de la era. Esta información es de utilidad para la correcta interpretación de nuestros datos arqueoastronómicos. En esta misma línea, se aprovechó el congreso para realizar los contactos pertinentes para la realización de trabajo de campo arqueoastronómico en la isla de La Palma en colaboración con arqueólogos locales. La puesta en marcha del proyecto se planea para el año 2011 en función de las agendas de los diversos equipos involucrados.

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (3I2803)

R.J. García López.

A. Herrero Davó, J.M. Rodríguez Espinosa, J.G. Pochon, A. Diago Ortega, J. Becerra González, K. Berger, R. Clavero Jiménez, M. Garczarczyk y E. Colombo.

C. Delgado Méndez (CIEMAT, Madrid); M. Gaug (Barcelona).

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 Čerenkov 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. Está previsto que se instale en la estación entre abril y julio de 2011, y se espera que opere durante toda la vida útil de la misma. Su misión será 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.

El diseño y construcción de AMS es responsabilidad de una colaboración

internacional, liderada por el Premio Nobel de Física S. C.C. Ting (Massachusetts Inst. of Technology, EEUU), en la que intervienen institutos de investigación de Alemania, China, Corea del Sur, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Italia, México, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Rumania, Rusia, Suiza y Taiwán.

Dentro del experimento AMS, se colabora con el CIEMAT (Madrid) en la caracterización del Detector de Radiación Čerenkov (RICH) en lo concerniente a sus capacidades para la identificación química e isotópica de elementos ligeros en los rayos cósmicos, y se llevó a cabo también la fabricación de armarios de electrónica para el mismo.

Por otra parte, el IAC participa en la producción de datos Monte Carlo para la colaboración AMS, así como en el desarrollo de las herramientas necesarias de calibración y monitorización del detector. De igual modo se ha trabajado en el análisis de datos Monte Carlo destinados a establecer el análisis estándar para la identificación de elementos ligeros.



El experimento AMS a su llegada al Centro Espacial Kennedy en Florida (EEUU).

El Proyecto forma parte también de la Colaboración MAGIC. Se trata de una colaboración 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 Observatorio del Roque de los Muchachos, diseñados para medir la radiación Čerenkov asociada a cascadas atmosféricas producidas por rayos gamma de muy alta energía y localizados en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

Además de esto, y en el marco de la observación de rayos gamma de muy alta

energía, el IAC participa de la Colaboración Internacional CTA (“Cherenkov Telescope Array”), que propone construir dos grandes complejos de observación en los hemisferios Norte y Sur, siendo el Observatorio del Teide en Tenerife uno de los candidatos a albergar uno de los mismos.

Hitos

Entre los resultados obtenidos a lo largo de este año, cabe destacar la completa integración del experimento AMS en el CERN, con el cambio del imán superconductor por uno permanente. Esta fue una decisión tomada tras los problemas habidos con el imán superconductor en las pruebas de vacío térmico, y fue ejecutada en un período de tiempo récord, permitiendo que el instrumento fuese trasladado en septiembre al KSC para poder ser llevado a la Estación Espacial Internacional durante 2011. Algunos de los miembros del Proyecto en el IAC han participado en estas actividades, así como en la puesta a punto de las pruebas con haces de partículas que se llevaron a cabo sobre el experimento.

Desde el punto de vista científico, la entrada en funcionamiento de los telescopios MAGIC en modo estéreo durante 2009 ha permitido hacer una serie de descubrimientos en 2010 entre los que destaca un agujero negro supermasivo encontrado en el cuásar 4C +21.35, situado a una distancia de unos 4,5 mil millones de años luz (una tercera parte del radio del Universo), lo que la convierte en la tercera fuente de rayos gamma de muy alta energía más distante encontrada hasta el momento. Por otra parte, ha sido encontrada radiación gamma de muy alta energía en la fuente 1FGL J2001+435, cuya distancia y naturaleza son aún desconocidas, que podría tratarse de una galaxia con núcleo activo.

Evolución del Proyecto

2010 ha sido un año en el que se han consolidado las actividades del grupo en el seno de la Colaboración MAGIC. Además de nuestra participación habitual en las labores

de análisis de datos observacionales, se ha producido el relevo del investigador postdoctoral vinculado a la Colaboración: tras la marcha de M. Gaug se incorporó al grupo K. Berger. Asimismo, se han unido a nosotros e. Colombo y M. Garczarczyk como investigadores afiliados al IAC.



Entre los resultados científicos cabe destacar los hitos que se mencionan en el apartado anterior, conseguidos gracias la operación de MAGIC en modo estéreo, y que recayeron fundamentalmente en los investigadores del IAC J. Becerra y K. Berger.

En AMS se ha continuado con la puesta a punto del software de identificación de elementos químicos y también se ha participado en todas las pruebas que se han hecho con el detector, tanto antes como después de la sustitución del imán superconductor por otro permanente. El instrumento se encuentra completamente integrado y funcionando en el Kennedy Space Center (EEUU), y se espera su lanzamiento entre los meses de abril y julio de 2011.

R. Clavero se ha incorporado en 2010 como nueva becaria FPI al grupo, para trabajar con los datos procedentes de AMS.

I. Puerto se ha incorporado en 2010 como investigadora postdoctoral encargada del estudio de sitio para la iniciativa CTA (Cherenkov Telescope Array) en los observatorios del IAC.

Se ha participado en todas las reuniones regulares de las colaboraciones AMS, MAGIC y CTA durante el año.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC (3I1101)

A. Oscoz Abad.

L. Chinarro Fuentes, S. López González-Coviella, A. Pimienta de la Rosa, M. Cebrian Renau, M.C. Díaz Martín, M. Martí Valls, I. Ribot Hernández, S. Rodríguez Llano, M. Visús Llobet, R. Barrena Delgado, J. García Rojas, P. Montañés Rodríguez, C. Zurita Espinosa, P. Bonet Marquez y J. Rojas Peña.

Colaboradores del IAC: G. Gómez Velarde, P. Rodríguez Gil y J.M. González Pérez.

Introducción

Los investigadores, tanto los del Instituto de Astrofísica de Canarias como los de la comunidad astrofísica internacional, tienen acceso privilegiado a multitud de instalaciones científicas en los dos Observatorios de las Islas Canarias. La calidad y cercanía de dichas instalaciones, así como la bondad del cielo, les permite realizar contribuciones de primer nivel a la investigación científica.

El objetivo fundamental de este Proyecto es la correcta gestión de aquellas instalaciones pertenecientes al IAC, así como de la instrumentación propia del centro y de la parte del tiempo de observación CAT que disfruta en otros telescopios. Existen tres tipos de instalaciones: instrumentos, telescopios y experimentos (ITE). En relación con los primeros, se consideran aquellos desarrollados por el IAC que estén en operación en la actualidad, tales como INTEGRAL 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 IAC-80, MONS, el tiempo reservado para España en la OGS y las noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras (telescopios INT y NOT). Con respecto a los experimentos, hay tres grupos: el complejo CMB, el laboratorio solar y los pequeños telescopios

y experimentos (EAST, EARTHSHINE, DIMMA, MASS-DIMM, etc.).

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

Recibidas 120 propuestas de observación para noches de servicio CAT en el ORM (WFC@INT, ALFOSC@NOT, NOTCAM@NOT) de las que se realizan 52. Más de 700 horas de tiempo rutinario, servicio y ToO en los telescopios IAC-80 y TCS, con 38 propuestas recibidas.

15 nuevos manuales de diferentes instalaciones.

TELESCOPIO	INSTRUMENTO	INSTALADO	OPERATIVO DESDE	NÚMERO DE AÑOS
OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)				
TCS		1972	1972 -	39
	CAIN-3	1999	1999 -	12
	FastCam	2007	2007 -	4
IAC-80		1989	1993 -	18
	CAMELOT	2005	2005 -	6
	TCP	2006	2006 -	5
OGS		1995	1995 -	16
	SD CCD	1999	1999 -	12
MONS		1972	1972 -	39
VTT		1986	1988 -	23
	TIP	1999	1999 -	12
	TIP-II	2005	2005 -	6
GREGOR		2010		
STELLA		2009		
CMB				
	QUIJOTE	2010		
Laboratorio Solar				
	MARK-I	1977	1977 -	33
	GONG-T	1995	1996 -	14
	EAST	2005	2007 -	4
Earthshine		2009	2009 -	1
DIMMA		2009	2010 -	
TELESCOPIO	INSTRUMENTO	INSTALADO	OPERATIVO DESDE	NÚMERO DE AÑOS
OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)				
WHT				
	INTEGRAL	1998	1998 -	13
	LIRIS	2004	2004 -	6
Calidad del cielo				
	MASS-DIMM	1994	1994 -	17

Listado de todos los ITE e intervalo de tiempo en el que ha estado funcionando cada uno de ellos.

Pipeline de reducción automática de los datos de CAMELOT en el telescopio IAC-80 y desarrollo de un programa para obtener la astrometría de los mismos. Ambos se usan todos los días. Con ello se consigue la entrada de CAMELOT en el Observatorio Virtual.

Mejoras en la interfaz de usuario de CAMELOT.

Simulador de tiempos de exposición de CAMELOT.

Mejora en el paquete de reducción de los datos de CAIN-3.

Los datos de las observaciones de servicio INT/WFC se ofrecen reducidos por los AS antes de enviarlos a los astrónomos.

El Proyecto comienza a encargarse de LIRIS.

Las copias de seguridad de los datos de los telescopios TCS e IAC-80 se almacenan automáticamente en el sistema de almacenamiento masivo del IAC.

Nueva optomecánica de FastCam, interfaz totalmente renovada y nuevas rutinas de reducción de datos.

Astrofotografía: imágenes en el banco del telescopio ING, en la página de la SEA y en numerosas publicaciones, además de un APOD.

Creación de una Wiki interna con solución a problemas, trucos, comentarios, etc., que ha servido para evitar numerosas pérdidas de tiempo de observación.

Continuación del programa de medición de la calidad del cielo en ambos observatorios: DIMMA@OT, DIMMA@ORM, MASS-DIMM, SHABAR y fondo del cielo.

Evolución del Proyecto

El año 2010 ha sido, como viene siendo habitual, muy intenso en todos los aspectos relacionados con las ITE y con el personal encargado de su operación. Los principales puntos en los que se ha estado trabajado aparecen descritos en los siguientes apartados.

Astrónomos de Soporte (AS), Operadores de Telescopios (Oper), Técnicos de Operaciones Telescópicas (TOT) y Técnicos de Calidad del Cielo (TCC)

El cambio fundamental en la estructura del grupo ha sido el paso de uno de los observadores veteranos al Gabinete de Dirección y que los dos restantes han podido acogerse a un horario de trabajo diurno, después de más de 20 años de trabajos por turnos nocturnos y diurnos.

Los Astrónomos de Soporte, que dedican más del 70% de su tiempo a tareas de soporte, tienen a su cargo la instrumentación española de ambos Observatorios y las noches de servicio CAT en telescopios del ORM, así como otros programas como la medición del fondo del cielo. Siempre que resulte posible habrá un AS la primera noche de observación de los nuevos astrónomos de los telescopios TCS e IAC-80, así como el tiempo que sea necesario hasta comprobar que INTEGRAL en el telescopio WHT funciona correctamente y los usuarios dominan su uso y durante las instalaciones de TIP y TIP-II. Adicionalmente, ofrecen una ayuda y un asesoramiento a los astrónomos en la reducción de las imágenes: CAMELOT, CAIN-3, FastCam, INTEGRAL, etc.

Jornadas que los AS han permanecido en los observatorios durante 2010. Aunque no se refleja en la tabla, en ocasiones hubo más de un AS en dichas observaciones, fundamentalmente en telescopios del ORM.

MEMORIA
IAC 2010

189

Soporte IAC-80	Soporte TCS	Servicio IAC-80	Servicio TCS	TIP/TIP II	Integral	Servicio NOT	Servicio INT
33-CAMELOT	12-CAIN-3	18-CAMELOT	12-CAIN-3	3	5	13-ALFOSC	19-WFC
2-TCP	11-FastCam	3-TCP	8-FastCam			6-NOTCAM	

Por tanto, los AS han llevado a cabo 41 noches de servicio en el OT con CAMELOT, TCP, CAIN-3 y FastCam y 38 en el ORM con ALFOSC (en modo imagen y espectro), NOTCAM y WFC. En total se recibieron 120 propuestas de observación para las noches de servicio CAT en el ORM, de las que se pudieron realizar total o parcialmente 52. El factor de sobrepetición ha sido siempre muy alto. Y, en el OT, los AS y TOT han dedicado 700 horas a la ejecución de observaciones rutinarias, de servicio y ToO correspondientes a 38 programas diferentes, tanto aprobados por CAT como enviados posteriormente.

En lo que se refiere a la generación de documentación, ésta ha sido amplia y diversa. Fundamentalmente ha venido a cargo de los AS, aunque los TOT y TCC también han contribuido. Entre las principales novedades, destacan: INTEGRAL para astrónomos y para AS y operadores; manual del telescopio IAC-80 en español e inglés; varias versiones de manuales de CAMELOT y FastCam; FAQs de los telescopios TCS e IAC-80; guías rápidas de FOVIA-IAC80, FOVIA-TCS y CAIN-3; manual del TCP; nuevas secciones en la Web de CAIN-3; manual de enfoque del DIMM; resumen del Stow Turret de GONG y glosario de términos español-inglés. Por último, se ha creado una WiKi interna para AS, Oper, TOT y Mantenimiento Instrumental donde se incluyen soluciones a problemas, trucos, curiosidades, etc. Esta WiKi está siendo de enorme utilidad en la operación diaria. La intención es que la experiencia del grupo de operaciones telescópicas y mantenimiento instrumental quede recogida en un lugar. Esta Wiki es para que pueda ser editada por todos los implicados (soportes, operadores y MI) desde cualquier sitio.

Además de todo ello, como aparece en secciones posteriores, todo el personal ha colaborado en la realización de paquetes de reducción, instalación y gestión de instrumentos, creación de aplicaciones informáticas, etc.

FastCam

FastCam, en su versión del telescopio TCS, ha tenido dos desarrollos destacables durante 2010. El primero es la llegada, integración, pruebas e instalación definitiva de la nueva optomecánica, que puede verse en la imagen adjunta. Esta optomecánica ha aportado robustez y precisión al instrumento, que tiene ya su configuración cuasi-definitiva. El segundo desarrollo importante ha sido la nueva versión de la interfaz de usuario, totalmente renovada, mucho más útil, versátil e intuitiva. Su instalación junto con el nuevo PC de 8 Gb de memoria para visualizar y reducir los datos sobre la marcha han simplificado enormemente las observaciones. La llegada en 2011 del nuevo PC de 24 Gb de memoria aumentará aún más estas prestaciones. A estas modificaciones hay que añadir la incorporación de una refrigeración adicional con ciclo cerrado para disminuir aún más la temperatura y estabilizarla. Finalmente, las últimas mejoras han venido con la instalación en el telescopio TCS de un nuevo dicroico y su mejor alineado para mejorar la sensibilidad del instrumento, la adquisición de nuevos filtros y la duplicación de los componentes.



FastCam con su nueva optomecánica instalado en el telescopio TCS.

Otra de las novedades en este año ha sido el inicio de las observaciones rutinarias en el telescopio TCS, de igual manera que como se hacen en el telescopio IAC-80. Esto ha implicado que los TOT han tenido que comenzar a realizarlas, para lo que han debido entrenarse en el funcionamiento de CAIN-3.

El uso de FastCam en el telescopio TCS sigue aumentando, y este año se han visto los primeros artículos en revistas internacionales con árbitro, aparte de contribuciones al SPIE celebrado en San Diego (California, EEUU).

El Proyecto FastCam ha trabajado también en otros instrumentos. El que más tiempo ha llevado ha sido FastCam de gran campo, basado en el FastCam normal pero con una cámara de 1k x 1k y una óptica diferente que permite obtener un campo de casi 12 minutos de arco de lado, a costa de aumentar el tamaño de píxel. a 0,6"/px. Durante 2010 se finalizó el diseño, consiguiendo, dentro de tolerancias razonables, tener el 84% de la energía en 66 micras para todas las longitudes de onda entre 512 y 950 nm simultáneamente y hasta el 86% en 69 micras. Una vez completado el diseño se adquirieron los componentes y se hizo un primer montaje en laboratorio para probarlo. Tras comprobar que funcionaba correctamente se llevó a telescopio, donde se han hecho pruebas y se ha instalado en numerosas ocasiones. Aunque está ofreciendo resultados científicos, todavía queda trabajo pendiente, como un mejor alineado de las componentes.

Además de estos dos instrumentos, se ha trabajado en el FastCam del telescopio WHT, que se usa junto a la Óptica Adaptativa del telescopio, y el FastCam del telescopio NOT. Ahora mismo el Proyecto está en condiciones de observar en los telescopios TCS, NOT y WHT simultáneamente.

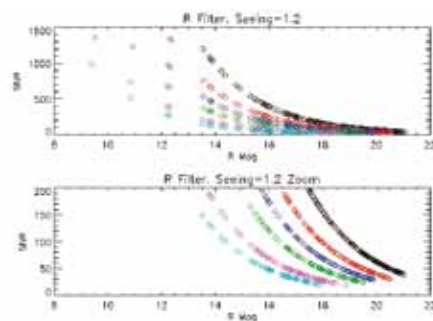
Por último, también se ha trabajado, en colaboración con la UTPC, en el tratamiento

de los datos. Entre otras mejoras, se han instalado nuevas rutinas de reducción de los datos, diseñadas en entorno imageJ, a partir de *wavelets* para minimizar las alas de las estrellas y así poder detectar objetos extremadamente cerrados y medir mejor los centroides de objetos.

Telescopio IAC-80

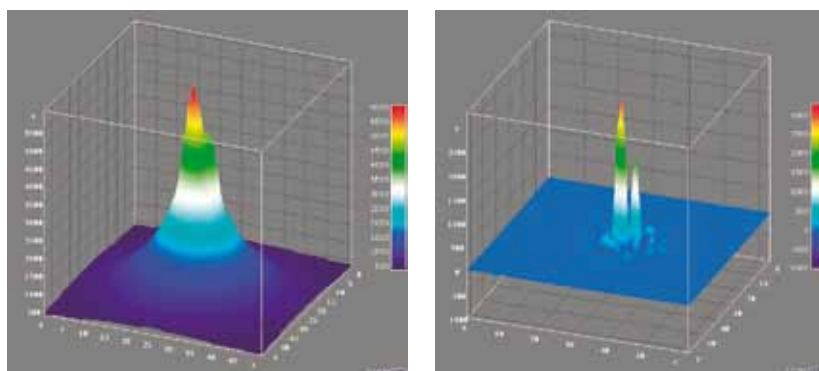
Los cambios en este telescopio son varios. Los principales han venido con la mejora de las prestaciones de CAMELOT: el telescopio ya se puede manejar desde la interfaz (apuntados, seguimiento, *offsets*, cambio de foco, etc.), se ha añadido un control del tiempo al límite de la observación, cambios en las cabeceras de las imágenes, mejoras en la estructura de las macros e información sobre el estado de su ejecución y solución de problemas con la rueda de filtros, entre otros muchos cambios.

Estas mejoras se completan con la nueva calibración UBVRi -puntos cero, coeficientes de extinción y términos de color- y con el simulador de tiempos de exposición (Ver Figura), resultado del programa de



Dos de las gráficas del nuevo simulador de tiempos de exposición para CAMELOT.

Ejemplo del uso de los nuevos algoritmos para la reducción de los datos de FastCam: resolución de un sistema binario antes (izquierda) y después (derecha) de usar el algoritmo.



observaciones rutinarias y de servicio llevado a cabo durante muchos meses. La comparación de este simulador con los desarrollados para otros telescopios ha mostrado que coinciden plenamente.

En lo que respecta a los datos de CAMELOT, hay dos novedades muy importantes. La primera es el desarrollo de una *pipeline* de reducción automática de los datos, corrigiéndolos de *bias* y de *flat-field*. La segunda es la aplicación de un programa para incluir la astrometría de las imágenes en sus cabeceras. Ambos programas se están ejecutando cada noche, de manera que los astrónomos, tanto los presenciales como los que requieren observaciones de servicio, se llevan los datos reducidos y con su astrometría. Todos estos avances hacen que los datos de CAMELOT puedan mandarse al Observatorio Virtual, (OV) con quien se está colaborando desde hace ya tiempo. El esfuerzo para adaptarse a sus estándares ha sido grande, pero ha finalizado con éxito. Además de los datos, las características de los filtros del IAC estarán en una base de datos del OV. Finalmente, se ha comenzado a sistematizar la caracterización de CAMELOT mediante el uso de un script automático, lo que ayudará a conocer en todo momento el estado del sistema.

Además de CAMELOT, se ha actuado en otros frentes. Se ha sustituido la antigua cámara de guiado por una nueva similar a la del telescopio TCS y, por tanto, mucho más sensible. A mediados de año se llevaron a cabo las primeras pruebas en telescopio con la nueva caja de adquisición y guiado (Ver Figura), comprobándose que existían ciertos detalles que solucionar, pero por lo demás funcionando perfectamente. Se realizó una revisión y pruebas del TCP, el otro instrumento de uso común.



La nueva caja de A&G del telescopio IAC-80 durante el período de pruebas.

Telescopio TCS

El telescopio TCS ha tenido también varias mejoras. Se ha solucionado un problema de viñeteo de la cúpula en determinadas posiciones. Durante 2010 se ha realizado un gran esfuerzo, todavía no finalizado, para cambiar CAIN-3 a 64 bits. Además, se han sustituido sus tarjetas PCI y multipuertos y se ha diseñado un nuevo sistema de llenado de nitrógeno. Se han instalado lámparas halógenas regulables en la cúpula para mejorar la toma de *flat-fields*. Asimismo, se ha comenzado con el simulador de tiempos de exposición de CAIN-3, de igual manera que se hizo con CAMELOT.

El telescopio TCS ha entrado a formar parte del TAC común de OPTICON, ofreciendo unas 10 noches por semestre. Más información en: <http://www.iac.es/telescopes/Acceso/Acceso.htm>.

En lo que respecta a mejoras en ambos telescopios, habría que destacar tres. Se han adquirido unos nuevos buscadores con CCD para los telescopios TCS e IAC-80 que se espera instalar en 2011. Se suspenden las copias de seguridad rutinarias en DVD al comprobarse que el *script* para realizar la copia automáticamente en el sistema de almacenamiento masivo del IAC funciona perfectamente. Se ha puesto en marcha un nuevo modo de poner las imágenes de los programas rutinarios, de servicio y ToO mediante ftp, con las ventajas que supone para los astrónomos.

Calidad del cielo

Durante la mayor parte de 2010 se ha continuado prestando apoyo a los instrumentos que el Proyecto de Calidad del Cielo tiene desplegados en el ORM. Tanto los TOT (121 noches hasta septiembre) como los TCC (183 noches hasta noviembre) han mantenido dichas observaciones la mayor parte de los días. Su trabajo ha sido fantástico, obteniendo datos de calidad y ayudando en la instalación, calibración y funcionamiento de los instrumentos. Sin embargo, esto ha hecho que se resintiera

el servicio que se podía dar en el OT, al no poderse absorber todos los días y noches en ambos Observatorios. A partir de septiembre ya se normalizó el servicio.

La labor del personal del Proyecto relacionada con la calidad del cielo no acaba ahí. Los operadores diurnos han empezado a manejar todos los días el Shabar que se ha instalado junto a Cielo Nocturno en el OT, los operadores nocturnos manejan del DIMMA instalado en el OT y continúan con la medición con un instrumento especial, gran parte de las noches, del fondo del cielo del OT, datos que analizan los AS. Asimismo, en un programa liderado por los AS, se observa rutinariamente con el telescopio IAC-80 para medir el fondo del cielo. Los AS analizan también estos datos, y los resultados preliminares de las ya muchas noches de observación indican que hay fluctuaciones debidas a fenómenos meteorológicos. En concreto, se ha observado que, si hay mar de nubes, éste sirve de pantalla haciendo que el cielo en el OT sea hasta 0,2 mag más oscuro.

Otras instalaciones e instrumentos

Siguiendo con la idea de mejorar el servicio que se ofrece, a partir de 2010 los AS están entregando los datos ya reducidos de las observaciones de tiempo de servicio en el telescopio INT con WFC.

Pirámide: se han limpiado y aluminizado varios de los espejos y se ha adquirido un juego completo de herramientas, repuestos y accesorios para efectuar reparaciones del material.

Se ha recopilado, escrito y enviado un documento sobre posibles mejoras en el MASS-DIMM del ORM para conseguir que pueda funcionar de forma remota.

El Proyecto comienza a hacerse cargo de LIRIS: fabricación de las máscaras, coordinación de reparaciones y mantenimiento, etc.

Se han realizado contactos para conseguir una *pipeline* de reducción de datos

para INTEGRAL. En concreto, se está colaborando para incluir INTEGRAL dentro de una macro general de reducción de datos de IFUs (Integral Field Units).

En el DIMMA-OT se han realizado actuaciones conducentes a mejorar su seguridad.

Se ha iniciado un proyecto de renovación total de la Web de las instalaciones. Además, se han modificado los formularios de petición de tiempo de servicio/rutinario para OT y ORM, unificándolos y añadiendo varias utilidades.

Se han adquirido numerosos filtros: tres H para CAIN-3, dos juegos UBVRI Johnson-Bessell para CAMELOT y FastCam, cinco filtros estrechos para FastCam, un juego completo de filtros Stroemgren y un filtro U para CAMELOT.

Formación y seguridad

El personal del Proyecto ha tenido acceso a numerosos cursos de formación, además de los habituales impartidos por la FREMAP: curso de turnicidad para operadores, curso sobre detectores para astrónomos de soportes, workshop sobre el Observatorio Virtual, seminario sobre site testing para TOTs o un seminario especial que impartieron los AS a los TOT y a Mantenimiento Instrumental.

Durante 2010 se han llevado a cabo dos nuevas iniciativas muy positivas. Por un lado, se llegó a un acuerdo con el Observatorio de Javalambre (Teruel) para que sus operadores se formaran en el OT junto a operadores, TOT y MI. Los dos primeros operadores vinieron a finales de año, compartiendo experiencias durante un mes con el personal del grupo. Por otro lado, se ha llegado a un acuerdo con el Área de Instrumentación del IAC para que el personal del Área suban al OT y observen con TOT y AS.

Astrofotografía y divulgación

En lo que se refiere a la divulgación, además de numerosas charlas impartidas por el



Tres de las IAM de 2010.

personal del Proyecto, tanto en el OT como fuera, y de la colaboración en las Jornadas de Puertas Abiertas del OT, hay otras actividades, relacionadas fundamentalmente con el grupo de astrofotografía:

- Aparece el libro "100 conceptos básicos de Astronomía" con algunas contribuciones de nuestros telescopios.
- Las imágenes que se enviaron al periódico *El País* estarán en la Web de la SEA.
- Uno de los APOD corresponde a nuestra Imagen Astronómica del Mes (IAM) de noviembre.
- El ING quiere añadir la IAM de enero a su banco de imágenes.

Encuestas

En total este año se han recibido 66 encuestas del formulario de "Fin de Observaciones con los TTN", frente a las 42 recibidas durante 2009. El resumen de lo indicado en las encuestas aparece en la siguiente tabla:

La totalidad de las quejas, sugerencias y comentarios recibidos se detallan a continuación, agrupadas por temas:

- Los indicadores de viento y humedad (IAC, GONG, BRT) tienen diferencias extremas. Los límites permitidos en los telescopios IAC-80 y TCS son muy bajos. *Se toma como referencia la estación del IAC, y los límites establecidos se calcularon cuidadosamente para preservar la estructura de los telescopios.*
- El programa de FastCam se rompe a menudo, si se pulsa el comando "go" mientras el telescopio está guiando hay que reiniciar el telescopio TCS para limpiar un cuelgue y la cámara se cuelga para exposiciones superiores a 1000 ms y hay que reiniciar el PC del telescopio. *Las nuevas versiones de la interfaz de FastCam han solucionado estos problemas.*
- Se necesita un manual del telescopio y del sistema de guiado y quizás una lista corta de errores comunes y cómo resolverlos. Hacen falta manuales en inglés e información

MEMORIA
2010 IAC

194

Información	Excelente	Buena	Mala	Pésima
Sobre la Isla y el Observatorio (OT)	38	23		
Sobre el viaje y el acceso OT	28	32	2	
Climatología	31	27	3	
Manuales	34	29	1	
Petición de tiempo	34	29	1	
Utilidades	22	40		
Telescopios	31	33		
Instrumentación	33	31		
Calendarios	30	32		
JOT	37	23		
Astrónomos de Soporte (AS)	40	21		
Operadores de telescopio (Oper)	46	18	1	
Interfaz instrumento	35	29	1	
Interfaz telescopio	20	40	5	
Valoración del equipamiento	17	48		
Valoración del software	18	44	2	

actualizada. Véase las secciones anteriores donde aparecen los nuevos manuales (FAQ IAC-80 y TCS, etc., todos ellos en español y en inglés) más la nueva Wiki.

- Es necesaria la actualización del hardware y software de control de los telescopios, aunque funcionan bien, incluso para observaciones remotas. *Es muy complicado por la falta de personal, aunque se tiende a ello con, por ejemplo, la posibilidad de apuntar desde CAMELOT.*

- En este formulario habría que ofrecer la posibilidad de matizar las respuestas concretas y no sólo con las seleccionables y debería haber una respuesta intermedia entre "Bueno" y "Malo". El formulario debería ser anónimo. *Existen numerosos apartados de comentarios y sugerencias. No se pone la respuesta intermedia porque es a la que tenderían todos los usuarios. Este formulario sólo lo recibe el JOT y los comentarios que aparecen en él sólo se tienen en cuenta para posibles mejoras.*

- Problemas a la hora de encontrar estrellas de guía con FOVIA en el telescopio IAC-80. La cámara es poco sensible y con poco campo. No funciona la ayuda del GSC. *La nueva cámara es mucho más sensible, con mayor campo y la nueva caja (2011) se manejará fácilmente.*

- Instalar el comando bell en CAIN-3. *Se ha intentado sin éxito debido al sistema operativo.*

- Interfaz de CAMELOT. Sería útil tener herramientas para ajustar los tiempos durante una exposición, modificar una macro mientras se está ejecutando, para crear y guardar una macro durante una exposición, meter un desplazamiento de foco cuando se usa distintos filtros y meter patrones de dithering en las macros. *Estas mejoras están previstas para la siguiente fase, ya que tenían menos prioridad que todas las demás, muchas, que se han llevado a cabo.*

- Habría que tener valores actualizados de los saltos de foco entre filtros. *Se intenta actualizarlos cada poco tiempo, aunque se tratará de hacer más a menudo.*

- La primera noche después de hacer modificaciones en un telescopio o instrumento sería muy útil que hubiera alguien de Mantenimiento Instrumental (por lo menos a primera hora de la noche) para solucionar los problemas que pudieran aparecer. Ayudaría a minimizar las horas (o noches) perdidas por problemas instrumentales. *Esto es imposible debido a cuestiones de falta de personal. De todos modos, se ha modificado la forma de actuar y ahora hay un AS de día con MI cuando hay cambios de equipo o modificaciones.*

- Habría que disponer de un filtro U que funcionase bien. *Se ha adquirido uno de mucha mejor calidad.*

- No es fácil encontrar un plano del observatorio en la Web. *Se pondrá uno.*

- El ordenador empleado para analizar imágenes en la sala de control del telescopio IAC-80 podría disponer de Skycat. Recomendaría instalar el paquete 'Scisoft' distribuido por ESO. Haría falta un software planetario. Skycat ya funciona y se dispone de programas similares a Scisoft. *El programa Starry Night está instalado en varios ordenadores de los telescopios TCS e IAC-80 a disposición de los astrónomos.*

- Varios comentarios muy positivos sobre las instalaciones, los Oper y los AS telescopios y algunos comentarios negativos que se intentan solucionar.

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (712301)

C. Muñoz-Tuñón.

A.M. Varela Pérez, J.A. Castro Almazán, P. Bonet Máquez y J. Rojas.

Colaboradores del IAC: J. J. Fuensalida, H. Vázquez Ramio, B. García-Lorenzo, M. Collado, J.M. Delgado, L.F. Rodríguez, A. Oscoz, J. Calvo y TOTs.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia) y M. Sarazin (ESO).

Hitos

Los resultados preliminares de la campaña de caracterización en las Moradas y en MAGIC muestran un buen acuerdo. Los valores del seeing son similares a los obtenidos en otros lugares del ORM en la última década, apuntando hacia una gran homogeneidad de calidad óptica en el mismo.

Los parámetros de turbulencia atmosférica proporcionados por el MASS-DIMM colocan al ORM en primera posición respecto a los otros enclaves competidores a albergar el EELT en los que respecta a seeing integrado, seeing de la atmósfera libre, ángulo isoplanático, y al parámetro $G_0 = r_0^2 \tau_0 \theta_0^2$ (relacionado con el espacio en el cual un fotón permanece coherente), siendo r_0 el parámetro de Fried, τ_0 el tiempo de coherencia y θ_0 el ángulo isoplanático.

Se ha dado apoyo logístico y técnico para la operación del LuSci de la ESO.

MEMORIA
2010 IAC

196

Tras un análisis de más 20 años (1984-2009) de medidas de extinción atmosférica en el ORM, no se observa una variación temporal o tendencia. Por tanto no hay una mayor incidencia de intrusiones de polvo en el ORM.

La mediana sobre este período del coeficiente de extinción atmosférica es 0.130 mag/masa de aire; la moda es 0.121, la media es 0.161 ± 0.002 y la desviación estándar de la

media es 0.092 mag/masa de aire.

El valor medio de la extinción atmosférica alcanza un máximo en verano (junio--septiembre), 0.183 mag/masa de aire y es de 0.144 el resto del año.

El 71% de la noches en verano están libres de polvo, y el resto del año el 87%.

De este estudio se concluye que el tiempo de observación perdido por mal tiempo en el ORM es del 10% en verano, hasta un 35% en invierno. El patrón es estacionario y se repite anualmente.

Se determina el efecto sobre la extinción atmosférica global de dos erupciones volcánicas ocurridas en el período en estudio, el Chichón y el Monte Pinatubo, mostrando un aumento 0.07 y 0.12 mag/masa de aire respectivamente.

Se ha llevado a cabo una campaña de calibración del contador de partículas del IAC en la AEMET con el propósito de ser calibrado para su instalación posterior en el telescopio GTC.

Se inicia la campaña rutinaria de medidas de seeing con un DIMMA en el OT.

Participación en foros científicos

Se han mantenido reuniones periódicas en Niza (Francia) y en el IAC con los miembros del Site Testing Working Group para el E-ELT.

Participación en el "Comprehensive characterization of astronomical sites" celebrado en Kislovodsk (Rusia) en el mes de octubre, con la charla "FP6 Site Characterization for the European ELT: ground meteorology & high angular resolution" y cinco pósters: "IAC Site Characterization Instruments", "Precipitable water vapour content above the Roque de los Muchachos Observatory from GPS estimations", "Forecasting precipitable water vapour at the Roque de los Muchachos Observatory", "Atmospheric optical

turbulence at Teide Observatory from generalized-SCIDAR” y “Geological hazards at World Class Astronomical Observatories”.

Intervención periódica en las reuniones de los subcomités del CCI SUCOSIP (de site-testing) y en el OSC (de operaciones).

Actividades de formación 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 del Gabinete del IAC y de la prensa.

Se ha impartido un curso de 20 horas de Iniciación a la Astronomía en el programa Universidad para Mayores del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna.

Se han impartido varias conferencias de divulgación en otros centros educativos de la Isla relacionadas con el Cielo de Canarias y con el Universo desde Canarias.

Web del proyecto: <http://www.iac.es/site-testing/>

Evolución del Proyecto

Este año se continuó la campaña de caracterización en Las Moradas (a 300 m al oeste del telescopio GTC). Las medidas consisten en parámetros de turbulencia atmosférica proporcionados por una MASS-DIMM (instrumento híbrido de un Multi-Aperture Scintillation Sensor y un Differential Image Motion Monitor), anteriormente instalado en la Degollada del Hoyo Verde para la campaña del E-ELT (European Extremely Large Telescope). El MASS-DIMM fue calibrado utilizando el DIMM prototipo del IAC (Ver Memoria 2008).

Junto al MASS-DIMM disponemos de una estación meteorológica automática (AWS), que monitoriza los parámetros meteorológicos estándar, proporcionando datos en tiempo real a través de la Web del Proyecto <http://www.iac.es/>

[site-testing/index.php?opticon=com_wrapper&Itemid=27](http://www.iac.es/site-testing/index.php?opticon=com_wrapper&Itemid=27)

Asimismo se continuó la campaña de prospección astronómica en MAGIC utilizando un DIMM en una torre de 10 m. EL DIMM es el DIMMA que anteriormente estaba instalado en las Lajitas (próximo a los helipuertos).

A partir de noviembre cesan los contratos de los operadores del MASS-DIMM y finalizan los trabajos de los TOTs en el ORM.

Se decide que habrá un único equipo en el ORM para la prospección astronómica, y este debe ser el MASS-DIMM. El MASS-DIMM será operado remotamente por los TOTs desde el OT.

Se desmonta el MASS-DIMM de las Moradas y se trae al IAC para su puesta a punto y remotización.

También en noviembre se da por finalizada la campaña en MAGIC. Se desmonta el DIMMA, la montura y la cúpula. Se decide que la cúpula y la montura se instalen en Las Moradas. Se inician los trabajos de control remoto de la cúpula y de la montura.

Los miembros del grupo participan activamente en el proyecto del “ELT design study” bajo el marco del FP6 y en subcomités (Site Properties & Operation) del Comité Científico Internacional (CCI)

Campaña de prospección astronómica en el ORM

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

En las Moradas se dispone de un MASS-DIMM (Multi-Aperture Scintillometer Sensor-Differential Image Motion Monitor) sobre una torre de 5 m y una estación meteorológica

automática (AWS) equipada con sensores meteorológicos estándar para proporcionar datos de dirección y velocidad de viento (10 m), presión barométrica, humedad relativa y temperatura del aire (2 m). En MAGIC se dispone de un DIMMA (DIMM Automático) sobre una torre de 10 m y de una AWS similar a la de Las Moradas.



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

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



En agosto del 2010 se elabora un informe de la comparación de las medidas de seeing proporcionadas por ambos instrumentos: DIMMA (MAGIC) y MASS-DIMM (LAS MORADAS). El período analizado es enero-junio 2010, con un total de 16 noches comunes entre enero y mayo y 21 noches comunes en junio.

Se han preparado los tres primeros artículos de la serie de resultados de medidas para la campaña del telescopio E-ELT llevada a cabo en el ORM entre los años 2008 y 2009: Overview, High Angular resolution y Meteorology.

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

A finales del 2010 cesan los contratos de los técnicos del MASS-DIMM y finaliza el acuerdo de cooperación de los TOTs en el ORM. Se decide que se mantendrá un único equipo de sondeo en el ORM y que será operado remotamente por los TOTs desde el OT. EL lugar del sondeo seguirá siendo las Moradas.

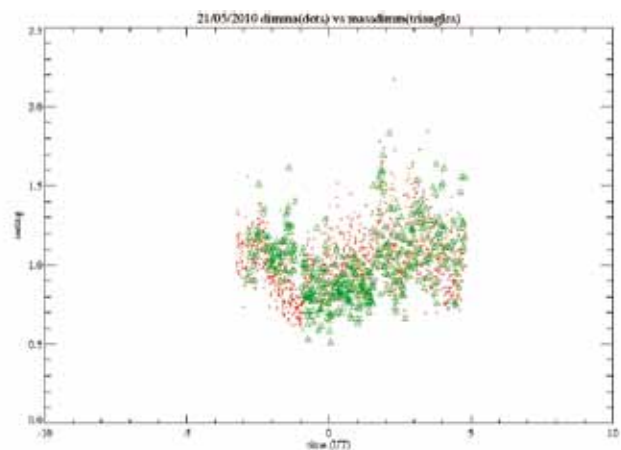
La zona MAGIC se desmonta. La torre de 10 m se reutilizará en el OT para la campaña de site-testing del telescopio EST; la cúpula de Astro Haven reemplazará a la cúpula de Astelco instalada en Las Moradas; y la AWS se utilizará como repuesto para las estaciones meteorológicas del ORM y del OT.

El MASS del MASS-DIMM está en reparación por problemas técnicos. Al mismo tiempo se está avanzando en la adaptación del equipo para ser operado remotamente desde el OT.

Se inicia la fase de puesta on-line de datos de seeing y de almacenamiento automático de las medidas del MASS-DIMM.

En la Figura 3 se muestra el resultado de la comparación en una de las noches. En general se concluye de las noches analizadas que hay un buen acuerdo entre el DIMMA y el MASS-DIMM, si bien es preciso disponer de noches comunes de seeing excelente ($<0.6''$) para ratificar esta conclusión.

Figura 3. Medidas de seeing de una noche de observación en el ORM obtenidas con el MASS-DIMM (verde) y el DIMMA (rojo).



Campaña de prospección astronómica en el OT

Al tiempo que se interrumpen los trabajos de sondeo en el ORM, se inicia la operación rutinaria de medidas de seeing en el OT. El equipo consiste en un DIMMA sobre una torre de 5 m y una AWS instalados entre la OGS y el la cúpula de divulgación.

Extinción atmosférica y polvo local

La transparencia atmosférica es un parámetro clave en la calidad de un observatorio astronómico. Su valor y estadística define la calidad del mismo. Su contrario, la extinción atmosférica, depende de varios factores, entre ellos la presencia de nubes y/o aerosoles (polvo en suspensión).

El Observatorio del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma dispone desde 1984 de un telescopio, el Círculo Meridiano (CMT), que proporciona durante cada noche valores de la extinción atmosférica.

Un reciente estudio realizado por A. García- Gil, C. Muñoz-Tuñón y A.M. Varela (*Publication of the Astron. Soc. of the Pacific*, 122, 1109-1121, 2010) a partir de una base de 20 años de datos proporcionados por el CMT, concluye que la mediana (el valor que se obtiene en más de un 50% de las medidas) de la extinción atmosférica no ha variado a lo largo de los años, y ha sufrido un ligero decrecimiento, aunque no estadísticamente significativo, en los últimos 5 años.

En la Figura 4 mostramos la mediana anual y las barras de error del coeficiente de extinción atmosférica (K_V). El ajuste proporciona una valor prácticamente constante de 0.13 magnitudes/masa de aire desde 1984 hasta

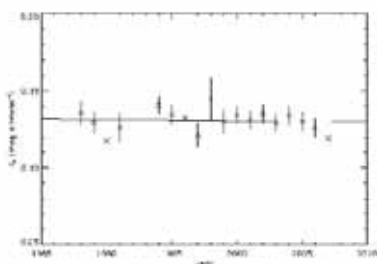


Figura 4. Mediana anual y barras de error del coeficiente de extinción atmosférica (K_V) obtenido a partir de 20 años de medidas obtenidas por el CMT en el ORM. A. García-Gil et al., 2010.

el 2009 (se han eliminado de este estudio los períodos posteriores a las erupciones de los volcanes El Chichón -1982- y el Pinatubo -1991- por tratarse de situaciones aisladas ajenas al fenómeno en estudio).

Este resultado contradice aquellos que afirman que las intrusiones de polvo africano en Canarias ha aumentado en los últimos años (Torres et al., 2002). La explicación de la aparente contradicción radica en el drenaje del polvo en altura y su fuerte dependencia estacional (Varela et al., 2008). Se concluye que el estudio local del polvo a nivel de los Observatorios (2.400 m) debe hacerse con instrumentación in situ.

Para ahondar en este asunto, más en el campo de la meteorología, el IAC encargó a investigadores de La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que realizaran un estudio sobre la incidencia de intrusiones de polvo africano sobre los Observatorios de Canarias (caracterización y variación temporal). Se utilizan medidas in situ entre 1958 y 2006 de material particulado (PM10), espesor óptico de aerosoles y simulaciones realizadas en el Departamento de Ciencias de la Tierra del Centro de Supercomputación de Barcelona (BSC-CNS). El informe es muy completo y está accesible en <http://www.iac.es/site-testing>

Las conclusiones son:

- Los cielos de los Observatorios de Canarias (ORM y OT) son extremadamente limpios y prístinos, sólo afectado parcialmente por algún episodio de intrusiones de masas africanas en el período de verano (julio-septiembre).
- Las simulaciones de larga base (1958-2006) del TSP (Total Suspended Particles) para el ORM y OT no muestran tendencia positiva desde 1958, en buen acuerdo con las observaciones in situ (en el ORM).

- No hay una tendencia positiva de la variación interanual de episodios de polvo sobre las facilidades científicas en el ORM y OT (coincidiendo con el estudio de García-Gil et al., 2010).
- Los modelos muestran una menor incidencia de invasiones de masas de aire africanas en el ORM respecto al OT, tal y como se esperaría por la localización geográfica de los Observatorios.

Referencias:

- Incidence of African dust intrusions at the Astronomical Observatories of the Canary Islands: characterization and temporal analysis, E. Cuevas (AEMET) y J. Baldasano (BSC-CNS) et al. (Diciembre, 2009). Accesible desde http://www.iac.es/site-testing/index.php?option=com_content&task=view&id=102&Itemid=121.
- García-Gil, A., Muñoz-Tuñón, C. & Varela, A.M., 2010, *Publication of the Astron. Soc. of the Pacific*, 122:1109–1121.
- Torres, C., Cuevas, E. & Guerra, J.C., 2002, III Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, 4-8 de febrero, Valencia.
- Varela, A.M., Bertolin C., Muñoz-Tuñón, C., Ortolani, S. & Fuensalida, J.J., 2008, *Monthly Not. of the R. Astron. Soc.* 391, 507-520.

Medidas sistemáticas de parámetros meteorológicos

Los parámetros meteorológicos: temperatura del aire y la humedad relativa a 2 m del suelo, velocidad, dirección y ráfagas de viento a 10 m, presión barométrica, presión de vapor, temperatura de suelo y subsuelo, pluviosidad, etc. se han registrado continuamente a razón de un dato por minuto.

Los ficheros de datos, gráficas y estadísticas están disponibles en <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html> en “Statistics and Data”--Meteorology. Un enlace Web permite obtener un display de las medidas de meteorología en tiempo real <http://www.iac.es/project/sitesting/onlinepro/wstation.html>.

iac.es/project/sitesting/onlinepro/wstation.html. A su vez, los datos se transfieren a una plantilla Web para ser utilizada en la miniview del ORM (<http://catserver.ing.iac.es>) y a una base de datos del IAC.

Compendio de tiempo útil de los equipos de sondeo en el ORM

El año 2010, coincidiendo con el final de la campaña de prospección de sitios para el telescopio E-ELT, fue el último en que los instrumentos de medición de seeing y turbulencia del Grupo de Calidad del Cielo estuvieron operando en modo intensivo, en concreto, el 31 de octubre de 2010. Los planes para el 2011, incluyen la configuración remota de las operaciones.

El porcentaje de uso y causa de pérdidas de estos instrumentos cobró preponderancia a lo largo de 2009 y, a partir del 1 de febrero de 2009 se implementó un sistema de logs online para los operadores. Esto permitió el mantenimiento actualizado de los porcentajes de distribución de tiempo y, a la finalización del periodo de operación se preparó el correspondiente informe. La robustez técnica del DIMMA obtenida tras este estudio fue un importante argumento para su remotización y puesta en marcha de manera rutinaria en el OT.

Vapor de agua

En 2009, el IAC encargó a la empresa Soluciones Avanzadas Canarias (SAC) la obtención del histórico de valores de PWV, desde junio de 2001 hasta diciembre de 2008, en los observatorios del ORM y Mauna Kea (Hawai, EEUU), basado en los datos públicos de retraso troposférico de la señal GPS medidos por las antenas situadas en ambos observatorios (García-Lorenzo et al., 2009 y 2010). Este trabajo permitió, por un lado, validar la técnica y, por otro, reproducir las medidas previas que confirman la excelente calidad óptica IR del ORM. Estos resultados animaron al IAC a volver a contratar los servicios de SAC, a

comienzos de 2010, para la ampliación de la serie de datos anterior hasta finales de 2009.

El éxito de los trabajos citados y la experiencia ganada ponen sobre la mesa la viabilidad de desarrollar un monitor de PWV en tiempo real basado solamente en desarrollos software. Por otro lado, la próxima puesta en servicio del instrumento IR CanaryCam para el telescopio GTC ha ampliado, de la caracterización a cuestiones operacionales, la necesidad del ORM de contar con datos de PWV.

En agosto de 2010 se publican los pliegos necesarios para la contratación del servicio de desarrollo e Implementación de un sistema de seguimiento de PWV en tiempo real en el ORM, basado en la técnica GPS (Proyecto PWV10). En septiembre se firma el contrato de ejecución con la empresa Soluciones Avanzadas Canarias (SAC) con plazo de finalización septiembre de 2011.

El Proyecto PWV10 avanza muy satisfactoriamente, se han ejecutado una parte importante de los entregables comprometidos y los prototipos del monitor ya en funcionamiento están ofreciendo resultados muy fiables. No se esperan retrasos significativos en la entrega.

El resultado final será un monitor de PWV accesible vía Web por medio de la página del Grupo de Calidad del Cielo (<http://www.iac.es/site-testing/>) en donde se mostrarán los últimos valores de PWV sobre el ORM, junto con información gráfica y estadística actualizada cada media hora.

Otras acciones

El OT opta por albergar el CTA (Cherenkov Telescope Array o Red de Telescopios Cherenkov), una nueva generación de telescopios para ver el Universo en rayos gamma de muy alta energía. El grupo de Calidad del Cielo del IAC ha colaborado y participado de manera activa (elaborando documentos y proporcionando datos) con

el equipo de site testing de este proyecto (más información del CTA en <http://www.observatorio-cta.es/>).

Participación en la reunión de Site Testing celebrada en Kislovodsk (Rusia) en el mes de octubre. Se da a conocer a la comunidad internacional los resultados de la campaña de caracterización astronómica para el telescopio E-ELT.

Bajo el marco de cooperación del IAC con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), se llevó a cabo en el Observatorio Atmosférico de Izaña una campaña de medidas simultáneas del contador de partículas del IAC con otros instrumentos relacionados con la medición de densidad de material particulado y espesor óptico de aerosoles pertenecientes a la AEMET. Los datos están en estudio.

Acciones conjuntas para medir los perfiles de turbulencia y de viento: medidas con g-SCIDAR.

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponde al Área de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines del Instituto.

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.
- Generar y ceder tecnología.

INFRAESTRUCTURA

El Área de Instrumentación, dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en tres grupos: Proyectos, Ingeniería, Producción y una Secretaría y un Coordinador.

El primer grupo lo componen los gestores de **Proyectos**, actualmente 9 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Óptica; la componen 36 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). **Producción**, con 4 titulados superiores, 1 titulado medio y 22 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y Servicio de Mantenimiento Instrumental. **Secretaría**, compuesta por 2 personas.

INGENIERIA

La presente Memoria resume los datos más significativos que se refieren a la Ingeniería del Área de Instrumentación, durante el año 2010. Además de una breve reseña de las actividades de cada uno de los cinco Departamentos (Electrónica, Mecánica, Proyectos, Óptica, Software), se relacionan las acciones de formación, así como las incidencias y estadísticas del personal.

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

contrato de ESO, así como el Proyecto WEB (Wind Evaluation Breadboard) cuya instalación en el OT se completará en 2011.

MEMORIA
2010 IAC

202

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. La actividad del Departamento de Electrónica en el año 2010 se ha dedicado especialmente a los desarrollos tecnológicos orientados hacia el telescopio E-ELT, concretamente el desarrollo del prototipo de actuador en colaboración con la empresa CESA y bajo

También se ha registrado una dedicación especial del tiempo disponible de ingeniería al Proyecto EDiFiSE, cuyo objetivo es el desarrollo de un instrumento demostrador de la observación en alta resolución espacial mediante fibras ópticas ecualizadas. Este Proyecto realizó una primera batería de pruebas del sistema de corrección de bajo orden en el telescopio OGS, del OT, en el mes de octubre, durante el cual se consiguió cerrar el lazo de control y caracterizar el funcionamiento del mismo.

En 2010, la aportación del Departamento de Electrónica a los grandes instrumentos para el telescopio GTC se ha centrado en la elaboración de documentación para OSIRIS y el comienzo de la fabricación de los subsistemas para EMIR, ya diseñados en el pasado. El Proyecto QUIJOTE, que desarrolla un telescopio y un instrumento detector para la medida de la polarización del Fondo Cósmico de Microondas, ha tenido también una presencia significativa en las actividades del Departamento de Electrónica, especialmente en lo que a la integración y pruebas del instrumento se refiere.

Las actividades de desarrollo en lógica configurable (FPGA) han continuado en relación a la óptica adaptativa de EDiFiSE, habiéndose completado el control del sistema de bajo orden y habiéndose diseñado un control de alto orden capaz de abordar con el mismo hardware la aproximación zonal y la modal. Se adquirió una licencia completa del simulador MODELSIM para posibilitar la simulación de sistemas completos de la dimensión requerida. También se ha avanzado en el desarrollo de la propuesta de utilización de cámara plenóptica para la medida de fase de frente de onda, y el lo que respecta a la calibración automática de la misma.

En el año 2010 se ha procedido a dotar a la Sala Apantallada del Laboratorio de Electrónica de los filtros de aire necesarios para garantizar una limpieza comparable a la clase 100.000, al objeto de que los sistemas ópticos que normalmente se alojan allí dispongan de un entorno libre de polvo. También se ha adquirido un conjunto de tornillería y componentes para montajes ópticos de propósito general al objeto de mejorar las prestaciones de la Sala en lo que montajes ópticos se refiere.

Se ha procedido a renovar algunas herramientas de trabajo como multímetros, programador de EPROM, medidor de

capacidades de precisión, a mejorar la seguridad en el sistema de acceso a los laboratorios, dotándoles de una apertura de emergencia válida en caso de funcionamiento anormal del sistema de control, a adquirir para el laboratorio cuatro fuentes de alimentación de elevada potencia (> 1KW), y a completar la disponibilidad de sistemas de adquisición de datos de propósito general de National Instruments.

En lo que al Laboratorio de Imagen y Sensores (LISA) se refiere, en 2010 fue dotado de un microbolómetro bidimensional sensible hasta longitudes de onda de 12 micras, fabricado por la empresa ULIS (Francia), montado sobre una electrónica de lectura fabricada por INO (Canadá) capaz de proporcionar 60 Hz de velocidad de refresco de imagen.

Departamento de Mecánica. Durante el año 2010 el Departamento de Mecánica ha seguido centrando sus esfuerzos en los grandes proyectos instrumentales del telescopio GTC, OSIRIS y EMIR, participando también en NAHUAL. Asimismo, el Departamento ha participado en los estudios de desarrollos del futuro proyecto europeo (E-ELT), en dos actividades dentro del FP7 (7º Programa Marco Europeo), "Advanced Cryogenic Nodes" y "Cryostat of High Thermal Stability". Igualmente, ha participado en diferentes consorcios europeos de instrumentos para el telescopio E-ELT como CODEX y HARMONI, en ESPRESSO, precursor de CODEX para el telescopio VLT, así como en el telescopio EST (European Solar Telescope) y en QUIJOTE. Finalmente, ha mantenido una involucración menor en GREGOR, LIRIS, y en consultas técnicas de la nueva Caja de Adquisición y Guiado y en el espectrógrafo MERLIN para el telescopio IAC-80.

En cuanto a equipamiento, el Laboratorio de Mecánica ha mejorado su infraestructura para el almacenamiento y manipulación de

componentes. Se ha ampliado la dotación de herramientas de uso general, así como la infraestructura y hardware de criogenia y vacío. Se ha finalizado la instalación de suministro centralizado de Nitrógeno gas y Nitrógeno líquido para la Sala de AIV. En la sala de CAD/CAE se ha adquirido nuevos ordenadores, para potenciar las capacidades de cálculo y diseño.

Durante 2010 se procedió a actualizar el sistema de control de acceso a los Laboratorios del Departamento de Mecánica, uniformizándolo con los laboratorios de Óptica, Electrónica y Detectores (LISA), de forma que pueda gestionarse remotamente el acceso a los mismos y que el usuario disfrute de la comodidad de utilizar un único código para el acceso a todos ellos.

Departamento de Óptica. Durante el año 2010 los proyectos instrumentales que demandaron mayor participación del personal del Departamento fueron EMIR y EST. En el caso de EST, las tareas principales se desarrollaron en el ámbito del diseño, tanto del telescopio como del espectrógrafo cumpliendo los paquetes de trabajo asignados al IAC y realizando tareas de soporte a paquetes liderados por otras instituciones del consorcio. En el caso de EMIR, la entrega final de los componentes ópticos del instrumento y las labores de verificación de las prestaciones y capacidades de los mismos han consumido gran parte de los recursos de la ingeniería óptica, asimismo se han seguido realizando tareas de verificación y pruebas de otros subsistemas que están en fase de desarrollo.

telescopio E-ELT, en el que se desarrollaron de algoritmos de reconstrucción de frente de onda basados en matrices dispersas. Por otra parte personal del Departamento se ha hecho cargo de las labores de operación de la estación OGS situada en el OT. Finalmente, proyectos como EDiFiSE, GREGOR, FASTCAM o la puesta en marcha del Proyecto HORUS cuyo objetivo es la adaptación del instrumento UES al telescopio GTC han requerido de diversas acciones por parte del personal del Departamento.

Durante el año 2010, la inversión en el Laboratorio de Óptica siguió centrándose en la renovación del material optomecánico básico. Hubo, asimismo, una inversión importante en la adquisición de una cámara con sensibilidad hasta 1.7 micras que dará soporte a las pruebas de componentes de la instrumentación infrarroja que se desarrolla en el IAC. Además, se han adquirido nuevos accesorios para aumentar la versatilidad del interferómetro Zygo que es una de las herramientas más demandadas del Departamento.

Un año más, el Laboratorio de Óptica y su equipamiento también fue requerido por parte de distintos proyectos internos del IAC y de instituciones externas, como GRANTECAN S.A. o el telescopio robótico Bradford, para la realización de determinadas pruebas y medidas, siendo su equipamiento más demandado el interferómetro Zygo, el espectrofotómetro Cary-5 y el espectroradiómetro.

Departamento de Software. La actividad del Departamento de Software ha venido marcada este año por la gran dedicación a OSIRIS (34%) que, a pesar de estar instalado y funcionando en el telescopio GTC, tiene todavía modos de observación pendientes. Se espera completar todos los modos de observación y terminar las actividades relacionadas con la reducción de datos en 2011.

La dedicación al control y adquisición de datos de QUIJOTE, telescopio e instrumento para estudio de la radiación del Fondo

También durante este año, se ha realizado la caracterización y entrega de los grismas para resolución 2500 de OSIRIS lo que completa la funcionalidad espectroscópica requerida por el instrumento. La entrega a principios de año de los estudios de viabilidad y definición de los instrumentos HARMONI, instrumento para el telescopio E-ELT y ESPRESSO, instrumento para el telescopio VLT, redujeron la actividad del Departamento en estos Proyectos. Se mantuvo la actividad en los proyectos relacionados con los estudios del

Cósmico de Microondas, ha sido ligeramente superior al 2009, mientras que la de EMIR ha disminuido 3 puntos porcentuales. El Telescopio Solar Europeo (EST) ha pasado del 7,0% en 2009 al 12,0% en 2010 y el aumento se ha debido al trabajo para desarrollar una aplicación para el control y gestión de los requerimientos del Proyecto, como ayuda a las labores de gestión. Estos 4 proyectos mencionados (OSIRIS, EMIR, QUIJOTE y EST) suponen el 86,5% del trabajo de todo el Departamento.

Finalmente, también ha tenido un ligero aumento de dedicación el Proyecto FRIDA, que en el futuro va a seguir creciendo, y las actualizaciones del software y la electrónica de los instrumentos TIP I y II (polarímetros solares infrarrojos) y CAIN (cámara infrarroja del telescopio TCS). Esta actualización ha sido necesaria para evitar su obsolescencia.

Departamento de Gestión de Proyectos. El Departamento de Proyectos concentra su actividad en la gestión e ingeniería de sistemas de los proyectos instrumentales del IAC. Hay dos proyectos a los que el Departamento ha dedicado un porcentaje muy alto de tiempo, se trata del Proyecto EST, con prácticamente un 25% del tiempo a y EMIR con un 20%. La razón es que ambos cuentan con un ingeniero de sistemas y un gestor del Departamento, en el caso de EMIR además se gestionan paquetes de trabajo por otros miembros del Departamento. A continuación en dedicación están aquellos proyectos que han contado todo el año con un gestor asignado a ellos casi al completo, como es el caso de OSIRIS, EDiFiSE, OGS, ELT y QUIJOTE. Los proyectos de telescopios ocupan prácticamente el 50% del tiempo dedicado a proyectos. La gestión de los instrumentos del telescopio GTC, en concreto OSIRIS y EMIR (tiempos marginales para NAHUAL y FRIDA) ocupa algo más del 30% del tiempo dedicado a proyectos. El tiempo dedicado a instrumentos para otros telescopios (ESPRESSO y EDiFiSE) es del 17%. A su vez se llevan a cabo tareas menores de gestión o ingeniería en el Laboratorio de Calibración y en LIRIS.

Dentro de la Gestión Integral del IAC, que conlleva la implantación del ERP SAP, se está participando en la especificación del proceso de gestión de proyectos, su parametrización en SAP, y sus interfases con otros procesos del IAC.

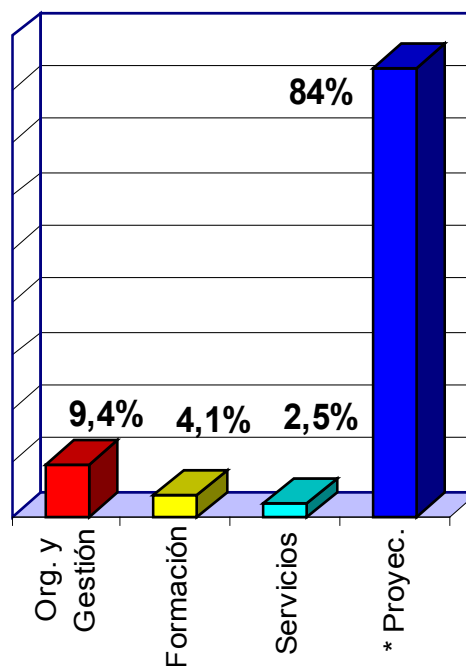
ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2010.

El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la distribución del empleo del tiempo de Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a Proyectos, Formación, Servicios, y Organización y Gestión Interna.

Gráfico I

Distribución por actividad



* Ver Gráfico II

Como muestra el gráfico (Gráfico I), el 84,0% del tiempo de la Ingeniería se ha dedicado al trabajo directo en los Proyectos. Del 16% restante, se ha empleado un 9,4% en Organización y Gestión, que engloba la gestión de los Departamentos y el tiempo dedicado a los Laboratorios, al estudio o realización de trabajos internos, o a la compra, recepción y puesta en marcha

de equipos para los Departamentos o Laboratorios, al Comité de Empresa, la atención a visitas, etc.

A Formación se ha dedicado el 4,1%, que incluye el tiempo de 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.

El 2,5% se ha dedicado a Servicios por parte de Ingeniería, que incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, normalmente internas, y la asistencia a Mantenimiento Instrumental.

Cabe destacar, respecto a los datos del año pasado, que la dedicación a los Proyectos ha disminuido 6 puntos y, al mismo tiempo, ha aumentado el tiempo dedicado a Organización y Gestión. Esto es debido, en parte, a una mayor dedicación de los Jefes de Departamento a los temas organizativos y también, a la disminución del número de ingenieros temporales, cuya dedicación está centrada casi exclusivamente en los Proyectos.

A continuación, en el Gráfico II se indica el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos, de un total acumulado de casi cincuenta y ocho mil horas de Ingeniería.

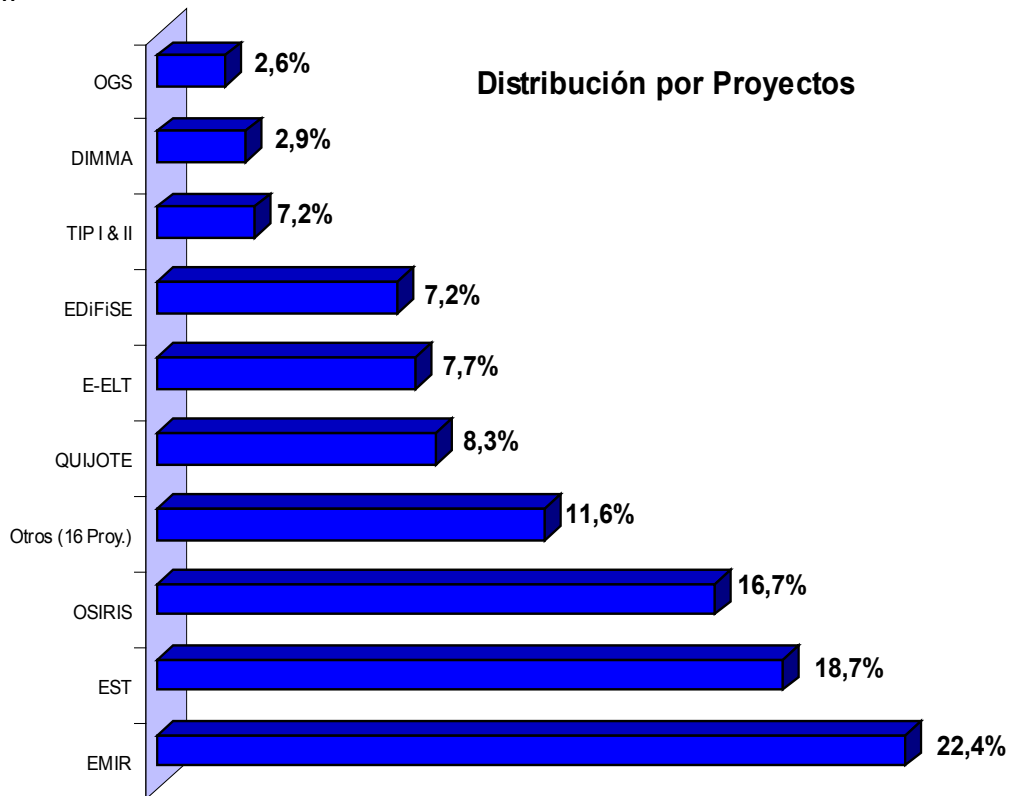
Se indican individualmente los proyectos que han requerido una ocupación superior al 2% del tiempo total de Ingeniería, englobando los restantes en un único sector. Estos proyectos pequeños, 16 en total, alcanzan un total del 11,6% de la ocupación.

Siguiendo con la tendencia ya registrada en años anteriores, los esfuerzos se han concentrado en los proyectos de instrumentos para GTC, OSIRIS y EMIR, y en los futuros grandes telescopios, E-ELT y EST.

OSIRIS y EMIR representan el 39,1% de la dedicación de Ingeniería, con un número de horas muy similar al del año pasado. El resto de proyectos para GTC (FRIDA, NAHUAL, FASTCAM y HORUS/UES) han supuesto solamente el 3,4%, unos 2 puntos menos que en 2009.

La dedicación a E-ELT ha ido bajando una vez que se han ido terminando las

Gráfico II



diferentes tareas de esta fase del Proyecto. Sin embargo, EST ha aumentado hasta el 18,7% aunque el número de horas totales es similar al del año pasado.

El proyecto QUIJOTE con el 8,3% está en los mismos valores aproximadamente que en 2009, mientras que EDiFiSE con el 7,2% ha aumentado significativamente.

De lo expuesto anteriormente se ve que los seis principales proyectos, EMIR, EST (Design Study), OSIRIS, QUIJOTE, E-ELT y EDiFiSE suponen el 80,9% del total del esfuerzo de Ingeniería.

En cuanto al resto de proyectos cabe destacar la disminución de los tiempos dedicados a HARMONI y ESPRESSO, una vez finalizadas sus correspondientes fases A. DIMMA, instrumento para caracterizar la atmósfera, ha seguido en valores similares a los del 2009 y los instrumentos TIP I y II, dedicados al análisis de la polarización solar infrarroja, han requerido un 2,9% del tiempo de Ingeniería para acometer importantes actualizaciones de software y electrónica.

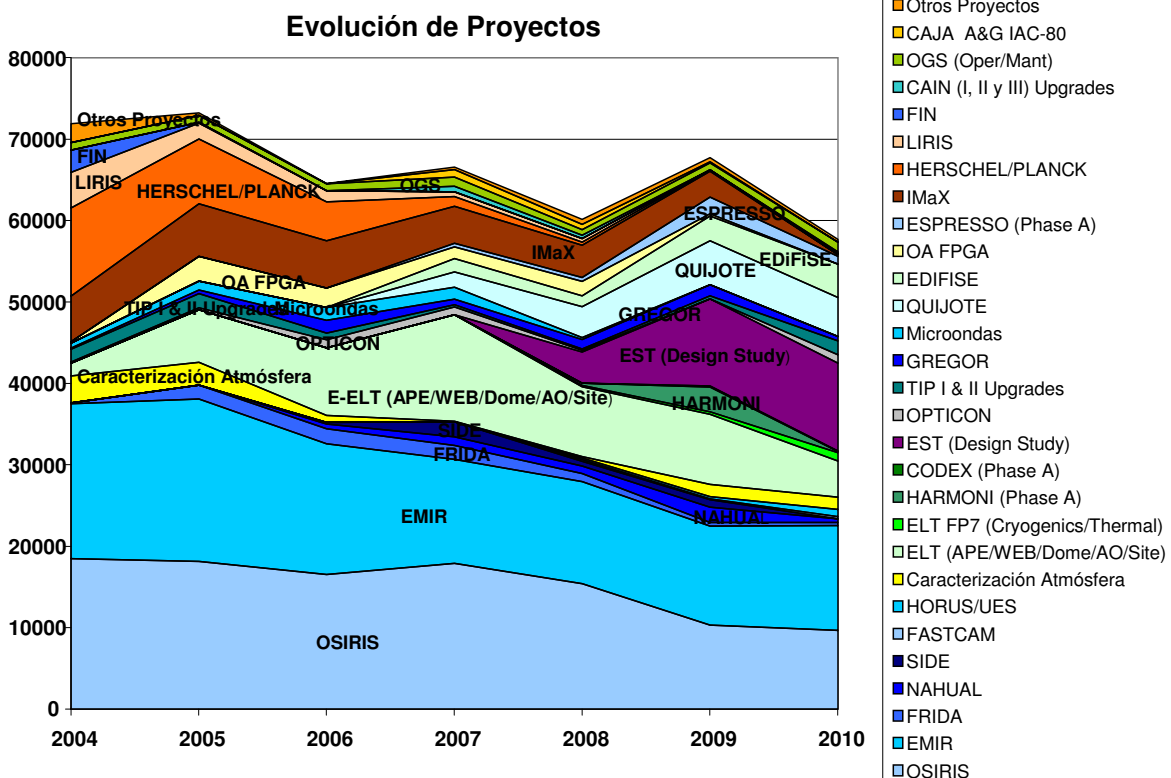
El empleo del tiempo en Ingeniería puede verse también desde una perspectiva plurianual. El siguiente gráfico (Gráfico III) muestra la evolución de la dedicación a los diversos proyectos desde el año 2004.

El aumento o disminución total de horas se debe principalmente a las diferencias entre incorporaciones y bajas de personal de Ingeniería.

El gráfico (Gráfico III) muestra claramente la dedicación a OSIRIS, que va disminuyendo paulatinamente, el mantenimiento de EMIR y el crecimiento reciente de EST (Design Study) y de QUIJOTE y EDiFiSE. También se aprecia la disminución de E-ELT y la finalización de HARMONI (Phase A), ESPRESSO (Phase A), IMAX y Herschel/Planck.

El siguiente gráfico (Gráfico IV) muestra, esquemáticamente, la dedicación de los ingenieros a los proyectos durante 2010. El tono más oscuro de la casilla indica un mayor número de horas dedicadas a ese proyecto y la letra "G" indica que es el encargado

Gráfico III



de la gestión del mismo, cuestión que por razones obvias sucede especialmente en el

Departamento de Proyectos, pero también en algunas personas de otros Departamentos.

Gráfico IV

	Participación de Ingeniería en los proyectos (Año 2.010)	DIMMA	ELT (WEB/O/Site/PACT)	EMIR	FRIDA	GREGOR	IMaX	LIRIS (Oper.& Mant.)	New Detector Controller	OGS (Oper.& Mant.)	OPTICON FP7 JRA's	OSIRIS	TIP Upgrades	CAIN Upgrades	CODEX (Phase A)	QUIJOTE	NAHUAL	EDIFISE (Incl. OA FPGA)	ESPRESSO (Phase A)	Calibration Lab. (Oper.& Mant.)	EST (Design Study)	HARMONI (Phase A)	FASTCAM for GTC	HORUS/UES	ELT FP7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Dep. Proyectos	A. Alonso						G			P								G								A. Pérez																						G					C. Grivel																											J. M. Herreros																	G										J. Patrón				G	G																						M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																								
A. Pérez																						G					C. Grivel																											J. M. Herreros																	G										J. Patrón				G	G																						M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																				
C. Grivel																											J. M. Herreros																	G										J. Patrón				G	G																						M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																															
J. M. Herreros																	G										J. Patrón				G	G																						M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																										
J. Patrón				G	G																						M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																					
M. Amate																				G	G						M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																
M. Barreto								G																			M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																											
M. Reyes			G																						G		V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																						
V. González													G														Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																	
Dep. Electrónica	E. Ballesteros																										E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																												
E. Joven																											H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
H. M. Chulani																											J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
J. J. Díaz									G																		J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
J. M. Delgado																											L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
L. F. Rodríguez			G																								M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
M. A. Núñez																											R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
R. Hoyland																											S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
S. T. Dorta																											T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
T. A. Viera																											Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Y. Martín																											Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Dep. Mecánica	A. Mato																										D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
D. Sosa																											E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
E. Hernández																											F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
F. Tenegi																											J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
J. Peñate																											L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
L. Peraza																											N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
N. Vega																											P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
P. Fernández																											P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
P. Redondo																											S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
S. Santana																											V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
V. Sánchez																											Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Dep. Óptica	A. B. Fragoso																										A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A. Calcines																											F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
F. Gracia																											H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
H. Vázquez																											I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
I. Montilla																											J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
J. L. Rasilla																											J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
J. Sánchez-Capuchino																											M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
M. Insausti																											R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
R. López																											Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Dep. Software	C. Martín																										E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
E. Páez																											H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
H. Moreno																											J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
J. C. López																											J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
J. J. Vaz																											J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
J. Marco																											J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
J. M. Pérez																											J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
J. Rosich																											M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
M. Aguiar																											Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Mª F. Gómez																											P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
P. López																											R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
R. Rodríguez																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

FORMACIÓN

Como todos los años, se ha hecho un esfuerzo en la formación de los ingenieros y gestores. En general la formación ha consistido en cursos, tanto en el IAC como fuera, y asistencia a congresos especializados. Hay que hacer notar que aparte de estas actividades concretas, el componente de formación que representa el trabajo en la mayoría de los proyectos es también muy alto, sobre todo en las etapas iniciales. La naturaleza de los proyectos actuales hace que la formación forme parte del trabajo diario y no sólo para los nuevos ingenieros incorporados.

En aspectos **electrónicos** o para el personal del Departamento de Electrónica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Scientific Imaging in the Visible and Near Infrared (Detectors)", "MATLAB y SIMULINK para Diseño de Control" e "Iniciación a la Instrumentación Astrofísica" (IAC); "Óptica Adaptativa" y "Diseño FPGA para Procesado de Imágenes" (Madrid).
- Congresos: "SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010" (San Diego, California, EEUU) y "SPL2010: VI Southern Programmable Logic Conference" (Ipojuca, Brasil).

En aspectos de **software** o para el personal del Departamento de Software, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Modeling Wizards 2010: 1st International Master Class on Model-Driven Engineering" (Oslo, Noruega); "SCRUM Manager" y "Valoración Rápida y Recuperación de Proyectos con Problemas" (Tenerife); "Iniciación a la Instrumentación Astrofísica" (IAC).
- Congreso: "SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010" (San Diego, California, EEUU).

En aspectos **ópticos** o para el personal del Departamento de Óptica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Illumination Analysis using TracePro" y "Stray Light Analysis using TracePro" (Göttingen, Alemania); "Scientific Imaging in the Visible and Near Infra-red (Detectors)" e "Iniciación a la Instrumentación Astrofísica" (IAC); "Advanced Optical Design using Zemax" (Londres, Reino Unido).
- Congreso: "SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010" (San Diego, California, EEUU), "OSA-SPIE: International Optical Design Conference 2010" (Jackson Hole, Wyoming, EEUU); "IX Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía" (Madrid).

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Departamento de Mecánica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "SPIE: Introduction to visible and NIR Spectrograph Design and Development for Astronomy" (San Diego, California, EEUU); "Principles & Practice of Advanced Mechanical and Precision Machine Design" y "Design and Fabrication of Flexures & Compliant Mechanisms" (Massachusetts, EEUU); "Summer School Opto Mechatronics 2010" (Eindhoven, Países Bajos); "Transferencia de Calor con ANSYS" (Madrid); "Iniciación a la Instrumentación Astrofísica" (IAC).
- Congreso: "SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010" (San Diego, California, EEUU).
- Consultoría: "Advanced Assembly Extension con ProEngineer" (IAC).

En aspectos relacionados con la **gestión de proyectos**, o para el personal del Departamento de Proyectos, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Valoración Rápida y Recuperación de Proyectos con Problemas" (Tenerife); "PLM 210 Project Management Structures + Accounting", "Gestión del Tiempo", "Scientific Imaging in the Visible and Near Infra-red (Detectors)" y "Iniciación a la Instrumentación Astrofísica" (IAC); "Óptica Adaptativa" (Madrid).
- Congreso: "SPIE: Astronomical Telescopes

and Instrumentation 2010” (San Diego, California, EEUU); “Optical Communications Workshop” (Tenerife).

Adicionalmente, diverso personal de Ingeniería ha asistido a varios cursos y charlas organizadas por Recursos Humanos sobre aspectos relativos a la seguridad y salud en el trabajo. Estas han sido: “Transferencia de Nitrógeno Líquido desde la nueva instalación centralizada y en la Sala de AIV”, “Conducción de vehículos 4x4 en asfalto (conducción en condiciones adversas)”, “Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos”, “Manipulación Manual de Cargas” y “Riesgos Psicosociales”.

Finalmente, hay que mencionar que al igual que otros años, los presupuestos de Formación también han permitido las visitas a los Observatorios del IAC, para que las personas recién incorporadas o becarios los conozcan.

En cuanto a los aspectos económicos, la inversión en formación de este año ha sido similar a la de años anteriores y ha sido sufragada por el presupuesto del Área, la convocatoria de “Formación Continua” del propio IAC, la convocatoria de “Formación Continua” del Ministerio de Administraciones Públicas y por los propios proyectos instrumentales.

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:

por 0,2-0,3 puntos. No obstante, el mejor resultado es la valoración global que alcanza un 4,2 frente al 3,7 del año pasado.

De la lista anterior de actividades formativas, se podría destacar este año la gran asistencia y el gran éxito del congreso de SPIE “Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010” en San Diego (California, EEUU), el curso de “Iniciación a la Instrumentación Astrofísica” y el curso “Conducción de vehículos 4x4 en asfalto”.

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. Han sido las siguientes:

- Departamento de Mecánica. En el mes de julio, se incorporó P. Redondo después de un periodo de excedencia.

- Departamento de Electrónica. En marzo, se incorporó S. Taho Dorta como ingeniero electrónico para el Proyecto EDiFiSE, encargado del desarrollo en FPGA del control del sistema de alto orden para un espejo deformable de 97 actuadores.

- Departamento de Óptica. Durante este año hubo un cambio de contrato, I. Montilla después de una etapa con un contrato postdoctoral del Área de Investigación, fue contratada como ingeniero para realizar las tareas de gestión y operación de la estación OGS.

- Departamento de Proyectos. En el se prorrogó el contrato de A. Pérez hasta la

MEMORIA 2010 IAC

Aspecto	Valoración* (de 1 a 5)
210 Contenido	4,0
Duración	3,9
Profesor	4,3
Aplicabilidad conocimientos	4,4
Valoración global	4,2

*1=Deficiente - 5=Excelente

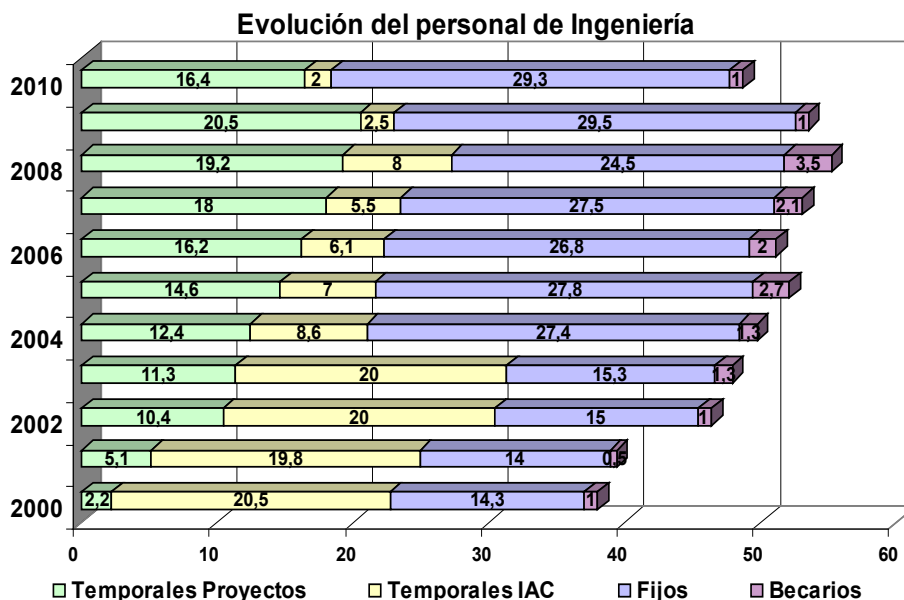
La comparación con los valores obtenidos en 2009 muestra unos resultados mejores

finalización del Estudio de Diseño del EST en julio de 2011.

- Secretaría del Área. Se ha incorporado M.P. Rivero López.

- Secretaría del Área. Desde abril, N. García se encuentra en excedencia y en junio, E. Torres dejó la Secretaría y posteriormente, el 29 del mes de diciembre, desgraciadamente falleció.

Gráfico V



Bajas. Han sido las siguientes:

- Departamento de Óptica. Ha causado baja en junio H. Vázquez, que trabajó en el desarrollo de modelos de predicción de condiciones atmosféricas de observación basados en datos de “site testing”.

- Departamento de Mecánica. Han causado baja las siguientes personas: en agosto D. Sosa, en junio L. Peraza y en diciembre N. Vega y S. Santana.

- Departamento de Software. Dejaron el Departamento las siguientes personas: en agosto R. Rodríguez, en septiembre J.J. Vaz y en diciembre J. Rosich. J.M. Pérez dejó también Departamento en abril para incorporarse al servicio informático específico de Administración de los Servicios Generales.

- Departamento de Electrónica. En 2010, E. Joven, ingeniero senior del Departamento, disfrutó una excedencia de cinco meses por motivos personales, reincorporándose al trabajo en agosto.

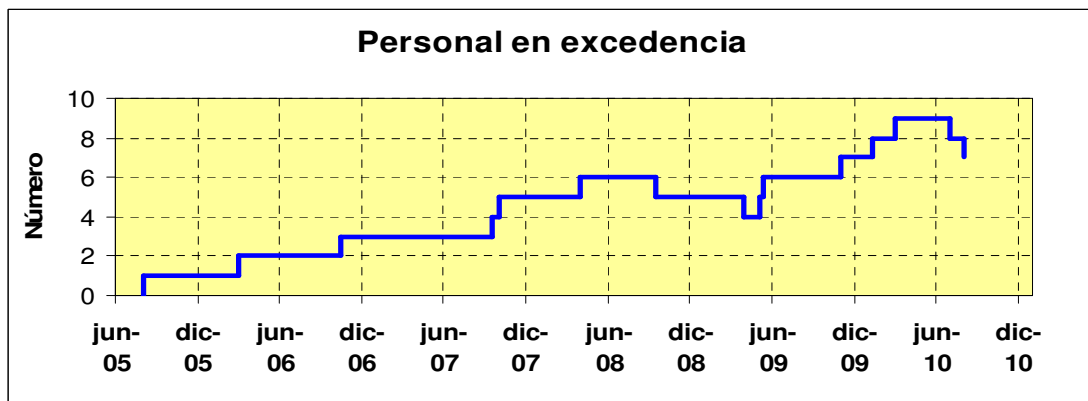
Evolución de los contratos

En el gráfico (Gráfico V) se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y los becarios de proyectos desde el año 2000. Es de destacar el incremento continuado hasta 2008 de los contratos en proyectos a cargo de financiación externa, y el resultado del proceso de consolidación que terminó en 2004, gracias al cual, muchos contratados temporales pasaron a ser fijos. En los dos últimos años ha disminuido el número de contratados temporales, en parte porque han conseguido contratos fijos y porque también hay una oferta menor de contratos temporales.

El siguiente gráfico (Gráfico VI) ilustra el personal del Área en excedencia desde 2005. El aumento reciente de hasta 9 personas en junio de 2010, no tiene un reflejo en el gráfico anterior (Gráfico V) “Evolución del personal en Ingeniería” porque queda enmascarado con los nuevos contratados fijos.

La ausencia de este personal, con gran experiencia, ha tenido un impacto inevitable en la marcha de los proyectos.

Gráfico VI



Dentro del programa de becas de verano, hemos recibido a cuatro estudiantes o recién titulados de diversas especialidades técnicas, y también hubo varios becarios de proyectos y estudiantes que realizaron su proyecto fin de carrera. Más adelante se menciona con detalle el trabajo de cada uno de ellos.

BECARIOS

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

- A. Moreno Rodríguez (Ingeniero Superior Industrial por la Univ. Carlos III de Madrid). Participó dentro del Proyecto EMIR, en el Departamento de Mecánica en tareas de "Montaje, integración y verificación de prototipos de desarrollo y subsistemas mecánicos". Las tareas que realizó durante su estancia consistieron en la participación en el montaje, integración, verificación y caracterización del mecanismo de la ventana de entrada del instrumento, CWCS; en el montaje, integración, verificación y caracterización del mecanismo NPA, adaptador a la plataforma Nasmyth; en el plan de montaje y alineado del instrumento en la plataforma Nasmyth del telescopio GTC, así como cálculo mediante elementos finitos

del NRA, adaptador al rotador Nasmyth, y del NRA conjuntamente con el NPA. Las principales actividades formativas consistieron en familiarizarse con el entorno del Proyecto, sus objetivos y motivaciones, y con la consolidación en el uso de las herramientas de diseño 3D, ProEngineer, y análisis estructural por elementos finitos, ANSYS.

Supervisor: N. Vega, Ingeniero, del Departamento de Mecánica.

- J. España Navarro (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación en la Univ. de Granada).

Colaboró activamente en la caracterización del simulador de atmósferas y telescopios (IACAT), sistema que fuera desarrollado y suministrado por la empresa LIDAX, S.A. sobre una especificación coordinada entre los proyectos del IAC que realizan desarrollos en Óptica Adaptativa. Tras un periodo de formación en óptica geométrica y de Fourier y de conocimiento general de las múltiples posibilidades del sistema IACAT, realizó la identificación de las posiciones relativas de las diferentes configuraciones de plano focal simulado, especialmente estrella central y binarias de separación diversa, así como la determinación de la posición focal óptima para cada uno de los telescopios que se simulan (OGS, WHT y GTC). Posteriormente realizó un análisis en el tiempo de las turbulencias simuladas, permitiendo identificar los fondos de ruido y las características espectrales de las inclinaciones básicas del frente de onda.

Supervisores: L.F. Rodríguez Ramos y H. Chulani, del Departamento de Electrónica.

- J. Elihoref Carballo Franquis (Estudiante de Ingeniería Superior en Informática de la Univ. de La Laguna).

Colaboró en el Departamento de Software en el “Entorno de pruebas y simulación para los componentes software de los instrumentos”. Durante su estancia se centró en el desarrollo de herramientas para la mejora de la calidad y la eficiencia del desarrollo de software para la construcción de instrumentos astronómicos. En particular, definió un lenguaje específico del dominio que permite especificar los protocolos de comunicaciones de controladores, y a partir de este lenguaje generar código para simuladores de controladores.

Supervisor: *J.C. López*, del Departamento de Software.

- S. González Castelo (Estudiante de Ingeniería Superior en Informática de la Univ. Politécnica de Madrid).

Colaboró dentro del Departamento de Software en el “Soporte al desarrollo e implantación de una aplicación de gestión de requerimientos de proyectos para el proyecto European Solar Telescope”. Durante su estancia estudió y puso en práctica técnicas de control de versiones y gestión colaborativa de proyectos, administración de servidores Web y de bases de datos, máquinas virtuales, administración de contenidos de portales Web y pruebas de verificación y validación de aplicaciones, principalmente.

Supervisor: *J. Marco de la Rosa*, del Departamento de Software.

Proyectos Fin de Carrera

- M. Puga Antolín (Estudiante de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la Univ. de La Laguna).

Realizó y presentó su proyecto fin de carrera que consistió en el diseño del filtro compensador del lazo de corrección de tip-tilt. La solución por la que se optó fue un control proporcional-integral con una red de atraso. Asimismo, se determinó la estructura óptima de dicho filtro y se dimensionó adecuadamente la precisión de todas las

variables en juego, teniendo en cuenta que la implementación del mismo se realizaría en una FPGA de aritmética de coma fija. Esta actividad estuvo enmarcada en la Óptica Adaptativa del Proyecto EDiFiSE.

Supervisor: *H. Chulani*, del Departamento de Electrónica.

- D. Jiménez Mejías (Estudiante de la Escuela Técnico Superior de Ingeniería Civil e Industrial de la Univ. de La Laguna).

Ha redactado su proyecto fin de carrera con título: “Modificación eléctrica y electrónica del instrumento DIMMA para conseguir mayor robustez, fiabilidad y disponibilidad”. Dicho proyecto consistió en el desarrollo de un sistema basado en PLC para el control fiable y de alta disponibilidad de la cúpula de los instrumentos DIMMA, ubicados en el ORM y el OT. Esta actividad estuvo enmarcada en el proyecto de actualización y mejora del MASS-DIMM.

Supervisores: *J.M. Delgado* y *L.F. Rodríguez Ramos*, del Departamento de Electrónica.

PRODUCCIÓN

Componen Producción el Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y el SIE de Instrumentación.

De forma general, al inicio del Proyecto IAC-Gestión, varias personas de Producción participaron en reuniones para facilitar a asesores de la empresa SEIDOR la información que necesitaban para poder hacerse una situación de lugar de nuestra actual forma de trabajar con la idea de analizarla y presentar una serie de cambios sobre la metodología de trabajo, que una vez aceptadas, supondrá una mejora tanto para las personas como para el IAC.

TALLER DE MECÁNICA

Mejoras en infraestructura

Durante el año 2010 las mejoras en infraestructura realizadas en el Taller de Mecánica se enfocaron hacia el aumento de las prestaciones de la maquinaria existente y en una serie de obras.

Cabe destacar la incorporación de un equipo de soldadura MIG CITOLINE 2500 T compacta 230/400 V. especializado para chapas finas, adecuado para soldar con hilos tubulares autoprotegidos sin gas. Dispone de inversión de polaridad.

Para realizar distintos mecanizados en materiales de pequeño espesor se ha incorporado una nueva mesa de vacío con sus accesorios con el fin de fijar la pieza de forma plana a la superficie de trabajo y evitar el abombamiento de materiales rígidos, flexibles y rígido-flexibles durante la elaboración.

Debido a la elevada holgura del cabezal portaherramientas en el centro de mecanizado V-414 que estaba efectuando deficientes mecanizados en piezas muy sensibles y de altas tolerancias nos hemos visto obligados a reemplazarlo, cambio que se llevó a cabo en la última revisión y verificación de las máquinas CNC del Taller de Mecánica realizada por técnicos de la empresa INTERMAHER.

Se ha realizado la compra de un centro de torneado INTEGREGX 200IV el cual combina la capacidad de un torno con la de un centro de mecanizado CNC, proporcionando el

mecanizado de piezas complejas en un solo amarre de la firma YAMAZAKI MAZAK con la gestión de todas las funciones que hacen del control MAZATROL sea uno de los más avanzados del mundo.

Se han llevado a cabo las obras para la nueva oficina almacén en un nuevo emplazamiento dentro de las instalaciones del Taller de Mecánica con ventana al exterior ante la necesidad de mejorar las condiciones de habitabilidad que en estos momentos dispone la oficina-almacén del Taller de Mecánica.

También se ha realizado la base de hormigón armado para recibir la nueva máquina de control numérico centro de torneado YAMAZAKI MAZAK modelo INTEGREGX-200 IVI.

Formación

El personal del Taller de Mecánica asistió a cursos sobre:

- Cualificación de Procedimiento y Soldadores según Normas Europeas UNE-EN ISO 15609-1:2005, el tipo de unión es en ángulo con espesor de pieza de 2-6 mm. y progresión de la soldadura ascendente. La validez de cualificación de los soldadores es para un periodo de 2 años.

- Varios cursos sobre Ley de Responsabilidad Ambiental.

- Se ha continuado con acciones encaminadas a mejorar el sistema CAD/CAM en las máquinas CNC y recibiendo formación sobre las mejoras en el software de mecanizado de fresa con Proe/ENGINEER por parte de técnicos de la empresa SCA, excelencia tecnológica.

- Protocolo de llenado desde depósito criogénico, complementado con el de Transferencia de nitrógeno líquido.

Actividad

La actividad desarrollada por el Taller de Mecánica durante el año 2010 ha estado relacionada con trabajos solicitados por Proyectos, Departamentos y Servicios del IAC.

- Destaca la dedicación prestada al Proyecto EMIR con 2.145,59 horas (21,2% del total).
- En el Proyecto OSIRIS el tiempo dedicado han sido 1.520 horas (15,05% del total).
- En el Proyecto EDiFiSE se emplearon 996,20 horas (9,8% del total).
- En el Proyecto "Anisotropía del Fondo Cósmico de Microondas" se emplearon 630,81 horas (6,24% del total).
- Para el Departamento de Óptica se han invertido 408,50 horas (4,04% del total).
- En el Proyecto "Espectropolarimetría" se emplearon 319 horas (3,1% del total)
- En el Proyecto E-ELT se emplearon 193,91 horas (1,9% del total).
- En el Proyecto EST se emplearon 140,50 horas (1,3 % del total).
- El Taller de Mecánica absorbió un 10,3% del total de horas en tareas de mantenimiento y conservación de las instalaciones y maquinaria.
- El resto de horas trabajadas en el Taller de Mecánica, que representa un 27,07% se emplearon en proyectos como: GREGOR, Operaciones de las Instalaciones telescópicas, Caracterización de los Observatorios de Canarias, Sismología Solar y Estelar, Mantenimiento Instrumental, etc.

TALLER DE ELECTRÓNICA

Formación

Personal del Taller de Electrónica asistió a la Feria Matelec-2010, al curso de fabricación de PCB's y Soldadura Reflow en Las Palmas de GC , y a un curso de Gestión del Tiempo.

Actividad

Durante 2010 los proyectos que más tiempo solicitaron al Taller de Electrónica fueron OSIRIS, con una dedicación de 1.093 horas (35,87% del total), EMIR con una dedicación de 753 horas (24,7% del total) y el Laboratorio de Calibración Eléctrica que dedicó 640 horas (21,98% del total).

Dentro de los trabajos realizados para OSIRIS cabe destacar la finalización y entrega de la documentación y las mejoras en el Subsistema de Ruedas, con la instalación de nuevos sensores, en Subsistema Shutter, con el nuevo cableado para reducir el ruido del detector, y el cambio e instalación del sensor en el Cargador de Máscaras, así como pequeñas reparaciones de instrumentos en el ORM.

La actividad en el Proyecto EMIR estuvo enfocada a la realización de Esquemas Generales de bloques, selección de conectores y realizar la documentación y planos del Rack De Grismas, Filtros y Cubiertas, así como del CAB_A_CPM-1. (Módulo Arranque de Dispositivos) y del CAB_A_MAD-1.

El tiempo restante se distribuyó en trabajos solicitados proyectos tales como "Espectropolarimetría Solar", "Anisotropía del Fondo Cósmico de Microondas", E-ELT, etc.

GABINETE DE DELINEACIÓN TÉCNICA

Mejoras en infraestructura

Renovación de los equipos informáticos y actualización de ProEngineer Wildfire y Windchill.

Formación

El personal del Gabinete de Delineación Técnica a lo largo de este año ha recibido un Curso/Consultoría Advanced Assembly Extension relacionada con Pro/Engineer Wildfire, Windchill. Cabe destacar el curso

impartido a técnicos del Taller de Mecánica sobre Introducción al Pro/Engineer. Internamente se ha dedicado tiempo a la realización de ejercicios prácticos especificados en los distintos manuales. En el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales se recibieron charlas y cursos sobre el tema.

Actividad

La actividad ha estado principalmente centrada en los proyectos EMIR y EDiFiSE. A EMIR se dedicaron 1169 horas (33,06%) y a EDiFiSE un total de 720 horas (20,36%). Los trabajos realizados para EMIR estuvieron relacionados con actualización y creación de planos para fabricación del periscopio, del conjunto de barras del NRA, Interfase entre EMIR, GTC, NRA y NPA, de la célula de carga. Se actualizaron conjuntos relacionados con los 3D del criostato, de los ciclos cerrados y de sus monturas antivibratorios. Se modelaron en ProE los conectores de Vaher (5 conjuntos diferentes) y se pusieron en normativa los componentes del EITDS y de las barras rigidizadoras.

El tipo de trabajo realizado para EDiFiSE fue bastante diferente al realizado para EMIR ya que prácticamente todo estuvo relacionado con diseño. Entre ellos cabe destacar:

- Diseño de la interfaz entre microlentes EDiFiSE y plataforma de traslación PI M-404-8PD.
- Diseño del soporte de la cámara de ANDOR IXON para su colocación como cámara del tip-tilt.
- Diseño de montura pre óptica Shack Hartman.
- Diseño de la rendija para pruebas de aceptación del espectrógrafo y del aro para EDI-HOMU-11 Doblete acromático f.
- Diseño de las láminas resistentes para la cubierta del SH (ANDOR y microlentes).

Al Proyecto OSIRIS se dedicaron 291 horas (8,23%), a QUIJOTE 285 horas (8,06%) y el resto de horas estuvieron repartidas entre proyectos tales como LIRIS, FASTCAM, Sismología Solar y Estelar y Departamentos y Servicios del IAC.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL

Mejoras en infraestructura

La única mejora prevista era montar un pequeño taller en el ORM, pero hubo que cancelarlo por la dificultad en encontrar un local apropiado y por la caída de actividades de Mantenimiento Instrumental en el ORM. Únicamente se adquirió un armario para guardar las herramientas, EPI's y manuales que se utilizan en este Observatorio.

Formación

Todo el personal asistió a la feria MATELEC2010 y dos técnicos hicieron un curso de introducción a la programación en LabView.

Actividad

En el año 2010 el Servicio de Mantenimiento Instrumental, al igual que en años anteriores, realizó las labores normales que tiene asignadas.

La facturación sumó un total de 6.170 horas, distribuidas por proyectos, conforme al Gráfico VII.

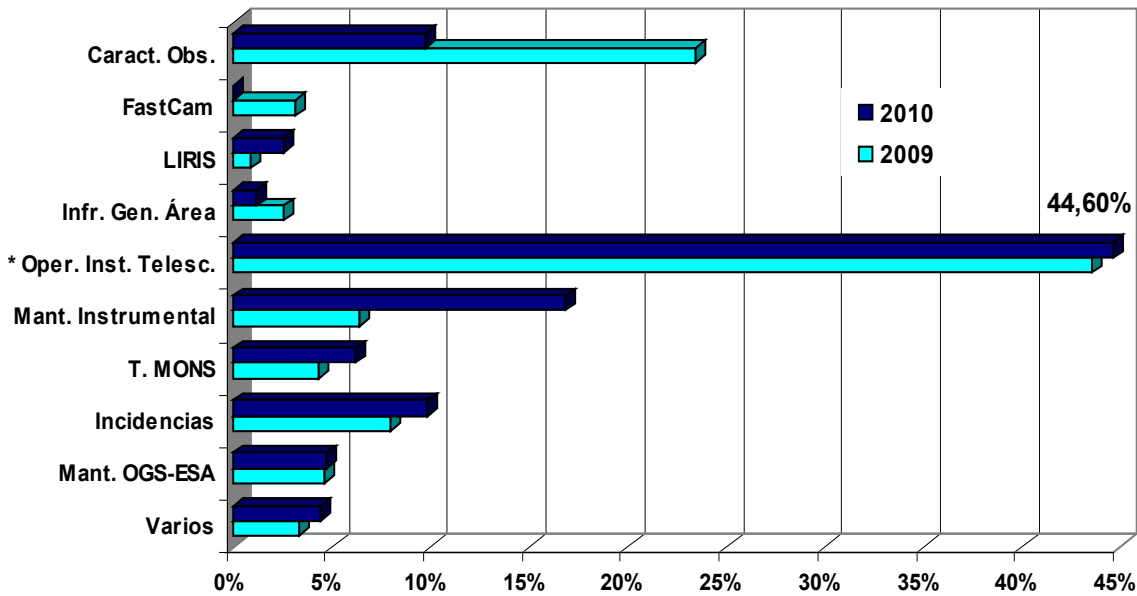
Como puede apreciarse en el gráfico Gráfico VII, hay un gran descenso en el proyecto "Caracterización de los Observatorios de Canarias" y un aumento en las horas empleadas en actividades relacionadas con Mantenimiento Instrumental.

También desapareció el tiempo empleado en FastCam ya que con el paso a instrumento de uso común en el telescopio TCS una parte de estas horas están computadas en esta instalación.

A continuación se detallan las dedicaciones a los diversos proyectos.

Gráfico VII

Dedicación de Mantenimiento Instrumental a los diversos proyectos en 2009 y 2010



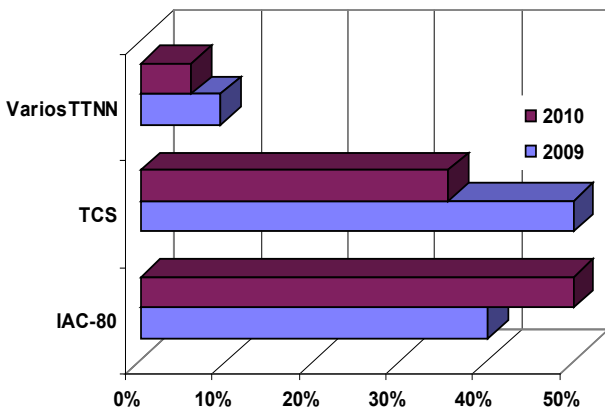
Ver Gráfico VIII

Operación de las Instalaciones telescópicas

La distribución de los trabajos realizados en los telescopios IAC-80 y TCS y su comparativa con 2009 puede verse en el Gráfico VIII.

Gráfico VIII

Operación de las Instalaciones Telescópicas

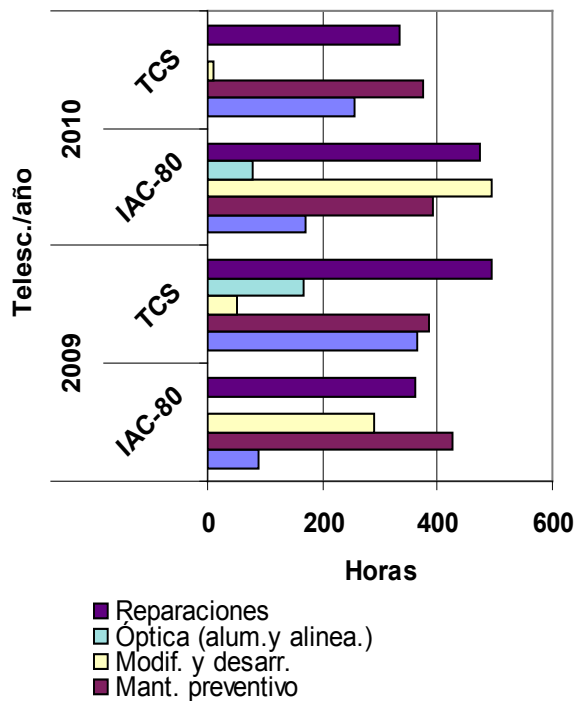


Como en años anteriores este Proyecto es al que responde la mayor dedicación de horas, con un 44,6% del total. En el Gráfico VIII se detalla como se distribuyeron los trabajos por las diversas instalaciones en que se llevaron a cabo los trabajos.

La actividad "VARIOS" que había crecido substancialmente en 2009, cuando se empezó a realizar la instalación y retirada del instrumento INTEGRAL en el telescopio WHT, volvió a bajar pese a que se incluyeron los cambios de FastCam.

Gráfico IX

Dedicación de Mantenimiento Instrumental en los telescopios IAC-80 y TCS



Respecto a mejoras, este año seguimos trabajando en el Sistema de Control de la nueva Caja de Adquisición y Guiado del telescopio IAC-80. En el mes de junio se instaló por primera vez en telescopio y se realizaron una serie de pruebas. Se localizaron algunos problemas y se rediseñaron algunas piezas que se están fabricando para realizar las pruebas finales y si todo va bien, ponerla en operación. Aprovechando estas pruebas instalamos el nuevo PC de usuario en el telescopio IAC-80.

Finalmente, en lo que se refiere al telescopio TCS, en el segundo semestre se realizaron las primeras pruebas de una versión de FastCam con un campo de 10 minutos de arco.

Caracterización de los Observatorios de Canarias

El proyecto Caracterización de los Observatorios de Canarias facturó un total de 598 horas distribuidas entre las instalaciones tal como vemos en el Gráfico X.

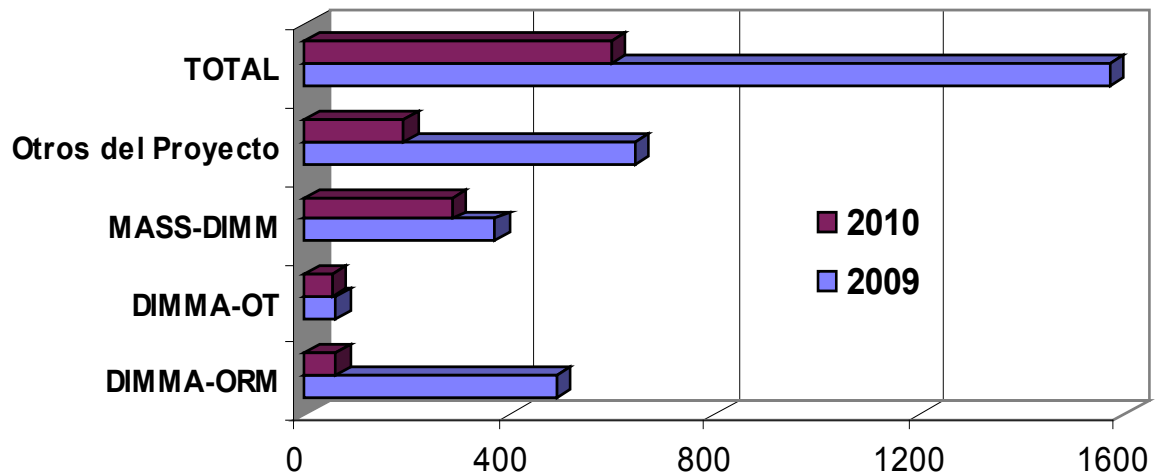
instrumentos a sus nuevas ubicaciones. En este particular este año sólo realizamos la recolocación de los armarios del DIMMA-ORM que había quedado pendiente del año anterior. Otro punto fue las horas empleadas en 2009 para estudiar una serie de mejoras en la parte de alimentación eléctrica del DIMMA-ORM que realizamos cuando está instalado en el emplazamiento de “Las Moradas”.

Las horas empleadas en el MASS-DIMM no variaron substancialmente ya que persisten los fallos en la cúpula y la montura y que consumieron bastante tiempo para su reparación.

El propio Servicio de Mantenimiento Instrumental dedicó para sí mismo 1.039 horas a lo largo de 2010. Esta cantidad de horas está justificada por los trabajos realizados en la planta de aluminizado ya que a mediados de año se detectó una pérdida de adherencia en las películas depositadas sobre los espejos muy probablemente

Gráfico X

Caracterización de los Observatorios de Canarias



Como puede verse en el Gráfico X, en relación al 2009 hubo una fuerte caída en el total debido, entre otros motivos, al apartado “Otros del Proyecto” que incluían la instalación del antiguo DIMM en la azotea del edificio del telescopio MAGIC y diversos trabajos referentes a los traslados de los

causadas por una contaminación con aceite de las bombas. Esto supuso realizar una limpieza a fondo y se decidió aprovechar la oportunidad para realizar una revisión a fondo de la máquina. La previsión es que los trabajos se terminen a finales de marzo de 2011.

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.

Formación

Los cursos a los que asistió la persona que lleva este Servicio fueron: "Technet & Security", "Up to Secure 2010", "Gestión del Tiempo" y "Dreamweaver - Editor de Páginas Web".

Actividad

Las principales actividades realizadas durante 2010 fueron:

- Compra de 3 netbooks para préstamos en el Área.
- Unificación del direccionamiento de red de los laboratorios del Área para facilitar el traslado de equipos de un laboratorio a otro.
- Puesta en producción de la aplicación de Gestión de Solicitudes a los talleres del Área realizada por Avantic.
- Compra de PC's para renovar los ya obsoletos por todo el Área, incluyendo la renovación de algunos portátiles.
- Configuración e instalación de software en los portátiles de la ISCAI así como asesoramiento en la adquisición de las licencias.
- Colaboración con el personal de GRANTECAN S.A. para facilitar su estancia en el "corralón" del Área de Instrumentación.
- Reparación del proyector de vídeo de la sala grande (Pléyades) del Área Instrumentación.
- Cambio de las licencias de National Instruments de cara a poder optar a más módulo por un importe inferior de mantenimiento.
- Puesta en marcha licencias educativas de Ansys.
- Instalación de un software en el DIMMA

para permitir la escucha remota de los ruidos que genera la cúpula al ser movida.

- Pruebas de un servidor de dispositivos USB a través de red para el Departamento de Óptica.
- Actualización del software de comunicación entre los ordenadores del Taller de Mecánica y los centros de mecanizado.
- Actualización de la lista de personal en la Web externa.
- Actualización a Windchill 9.1.
- Instalación de monitores adicionales en varios equipos de despacho del Área.
- Instalación de licencias de Red del Software ISE Xilinx para el desarrollo de FPGAs y del ModelSim.
- Instalación de equipos en el "corralón" para los cursos de formación de IAC-Gestión.

Cabe mencionar la gran labor realizada en la puesta en producción de la aplicación de Gestión de Solicitudes a los talleres del Área que sin su aportación no hubiese sido posible que funcionara en el pequeño espacio de tiempo en que se logró desde su entrada en servicio. Por otro lado su dedicación al buen funcionamiento y mejora de esta aplicación ha sido continua a lo largo del año.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Mejoras en infraestructura

Aparte de la calibración anual de todos los patrones utilizados en las calibraciones se adquirieron unos nuevos cables de medida.

Actividad

Tal y como es habitual en este Laboratorio, la actividad se centró en calibrar equipos y mantener al día los requerimientos necesarios para hacer frente a la auditoría anual al que es sometido por la ENAC (Entidad Nacional de Acreditación), y que fue superada sin incidencias.

Se calibraron equipos a las empresas KOFRIVAS S.R.L., IPC S.L., Juan Padilla Rodríguez y a BinterCanarias.

**MEMORIA
IAC 2010**

219

IAC-GESTIÓN

Aparte de lo ya expuesto al principio de esta Memoria, el Jefe de Producción del Área de Instrumentación ha estado colaborando en este Proyecto desde antes de que se iniciara en el mes de abril. Una vez que comenzó el proyecto forma parte del equipo del mismo, perteneciendo a la Oficina Técnica. Esto ha supuesto que gran parte de su tiempo

haya estado dedicado al Proyecto y que la formación recibida esté relacionada, en su mayor parte, con él. Entre los cursos recibidos hay que destacar: “SCM500_81 Processes in Procurement”, “PLM210 Project Management Structures + Accounting. SAP”, “PLM200_62 Bus.processes in Project Management”, “Valoración Rápida y Recuperación de Proyectos con Problemas (IIR ESI)” e Instrumentación Astrofísica.

OTROS

CONTROLADOR DE DETECTORES

J.J. Díaz García.

Introducción

El IAC ha identificado la necesidad del diseño de un controlador de detectores propio para cubrir sus necesidades. Se iniciaron en 2008, en colaboración con la Universidad Politécnica de Cartagena, los trabajos encaminados de familiarización e identificación de tecnologías aplicables.

Evolución del Proyecto

- Se ha enviado una de las dos unidades producidas durante 2009 de la cabeza para CCD97 a los colaboradores en la Universidad de Cartagena para su utilización en el desarrollo y prototipado.

- El grupo en la Universidad de Cartagena ha adquirido detectores CCD97 (CCD intensificada electrónicamente) para las pruebas con los sistemas de prototipado. Así mismo se ha identificado tarjetas adecuadas para procesado y se ha comprado una tarjeta para adquisición de datos.

- Se ha tenido contactos con fabricantes (Teledyne) de controladores basados en ASIC para estudiar sus capacidades. A resultas de estas acciones se ha adquirido un controlador basado en ASIC, denominado SIDECAR, que será evaluado durante 2011.

- Se ha intercambiado información con el ingeniero de LAOMP F. Beigbeder, que posee experiencia con SIDECAR, para ir avanzando en el conocimiento de este

dispositivo. Finalmente se ha realizado una visita a su laboratorio en Tarbes para realizar una introducción práctica a la utilización del controlador ASIC SIDECAR.

- Se han realizado varias reuniones con la Universidad de Cartagena, para seguimiento de las tareas del grupo y establecer las líneas de trabajo.

ESCUELA INTERNACIONAL DE INSTRUMENTACIÓN AVANZADA - ISCAI 2010



Segunda edición de la Escuela Internacional de Instrumentación Avanzada. La ISCAI forma a astrónomos, físicos e ingenieros en el diseño y construcción de instrumentación científica de última tecnología. Consiste en un periodo de cursos teóricos, seguido de un periodo de prácticas en laboratorios o empresas de alta tecnología.

Auspiciada por el programa “CONSOLIDER-INGENIO 2010, Primera Ciencia con el Gran Telescopio CANARIAS (GTC)”, la ISCAI (siglas en inglés de Escuela Internacional de Instrumentación Avanzada, *International School for Advanced Instrumentation*), es una iniciativa de colaboración internacional cuyo objetivo es ofrecer una formación superior especializada en todas las áreas relacionadas con la instrumentación científica de última tecnología, haciendo especial hincapié en la instrumentación

astronómica. El programa Consolidar-Ingenio 2010 es una iniciativa del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN).

Con esta iniciativa se pretende que los asistentes a este curso puedan asumir, entre otras funciones, el liderazgo de los equipos que diseñarán y construirán la próxima generación de instrumentos para observatorios espaciales y terrestres; trabajar como ingenieros senior en el diseño y construcción de elementos de software, electrónica y opto-mecánica; gestionar la colaboración de grandes equipos internacionales, y preparar a los astrónomos e ingenieros que serán responsables de estos instrumentos con el fin de facilitar una explotación óptima de sus capacidades durante su vida útil en los diferentes telescopios.

Profesores y alumnos

Para las cinco asignaturas de esta etapa el programa cuenta con cinco profesores de reconocida experiencia en su campo: en óptica, S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU); en mecánica, D. Mancini (Obs. de Castelgrande, Italia); en software, N. Cardiel (Univ. Complutense de Madrid); en electrónica, J.J. Díaz (IAC); y en gestión, M. García Vargas (FRACTAL S.L.N.E.).

Dirigida a astrónomos, físicos e ingenieros, esta edición cuenta con 9 alumnos que van a realizar el programa completo (teórico y práctico). Procedentes de España, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Italia, México, Polonia y Ucrania, se trata de profesionales que desarrollan su labor en instituciones como el ESAC (Centro de la Agencia Espacial Europea en Madrid), el Mullard Space Science Center (Reino Unido), el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Kaptejn Astronomical Institute (Países Bajos), el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), la Universidad de Jena (Alemania), y el Main Astronomical Observatory (Ucrania).

Otros 10 alumnos (procedentes de España, Italia y EEUU) se han inscrito para asistir a algunos de los cursos teóricos. Se trata de profesionales que trabajan en empresas e instituciones como GRANTECAN S.A., el Centro de Astrobiología (CAB-CSIC/INTA), La Universidad de La Laguna (ULL), el IAA, la Universidad de Padua, el Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña (IEEC), la Universidad de California y la Georgia State University (EEUU). Dos profesores (uno de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y otro de la Universidad de Porto (Portugal), asistirán también como oyentes invitados. Dado que las clases teóricas se retransmiten en directo, 3 alumnos más, todos ellos en el Instituto de Astrofísica de Andalucía, asistirán virtualmente a algunos de los cursos.

Prácticas e instituciones implicadas

Las prácticas tendrán lugar en laboratorios de varias instituciones académicas que cuentan con programas de instrumentación de calidad mundialmente reconocida, en colaboración con empresas de alta tecnología, avaladas por su amplia experiencia en el diseño y construcción de instrumentación científica. Esto, a su vez, proporcionará a los estudiantes de la IScAI contactos para su futuro en el campo instrumental.

Las instituciones fundadoras de la IScAI son el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), la Universidad Complutense de Madrid (UCM), la Universidad de Florida (EEUU), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México (INAOE), y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); a ellas se han unido como participantes el Centro de Astrobiología (CAB-CSIC/INTA), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y el Isaac Newton Group of Telescopes (ING). Además, participan las empresas EADS Astrium Crisa, Fractal SLNE, GMV, IDOM, LIDAX, y NTE-Sener.

CONSOLIDER-INGENIO 2010, Primera Ciencia con el Gran Telescopio CANARIAS (GTC)



Consolider-Ingenio 2010 es un Proyecto basado en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) que pretende impulsar la astronomía española realizando y coordinando programas científicos avanzados, que resultarán en saltos cualitativos para la ciencia y para la astronomía en particular, vinculando y uniendo a expertos en tecnología e instrumentación astronómica

con investigadores de diversas disciplinas de la Astrofísica de vanguardia.

El programa, además, participa activamente en la formación de futuras generaciones de investigadores, y desarrolla un programa de información acerca de los logros científicos conseguidos en el proyecto, ayudando a mejorar el entendimiento y el conocimiento que la sociedad tiene de la ciencia, a través de un atractivo sistema de divulgación.

Más información en las páginas: <http://isca.iac.es/> y <http://www.iac.es/consolider-ingenio-gtc/>.

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

OFICINA DE PROYECTOS INSTITUCIONALES Y TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)
(7E0709, 7E1606, 7E2308, 7E3609, 7E4402)

J. Burgos, S. Jiménez, M. Regás y A. Sosa.

Introducción

Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), repartidas por todo el territorio nacional, son unidades adscritas a universidades, centros públicos de investigación, centros de innovación y tecnología, fundaciones universidad-empresa, así como algunas asociaciones empresariales y similares. Estas oficinas fueron creadas por el Plan Nacional de I+D+i con objeto de lograr una mayor integración de los elementos del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Industria, y un mejor aprovechamiento de los recursos a disposición de la I+D y la Innovación.

La OTRI del IAC viene desarrollando su actividad desde 1989, y desde hace años ha pasado a desempeñar también un papel destacado en relación con ciertos proyectos institucionales que el IAC

mantiene con el entorno científico nacional e internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los observatorios de Canarias, y en beneficio de una mayor coordinación con la comunidad astrofísica europea. En esta línea de trabajo destaca durante el 2010 nuestra participación en proyectos como el Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT), la gestión de la coordinación en la red europea SOLAIRE (Solar Atmospheric and Interplanetary Research) y la relativa a la participación del IAC en HELAS (European Helio- and Asteroseismology Network) y en RIFI (Research Infrastructures: Foresight and Impact). Del mismo modo, la OTRI sigue proporcionando un apoyo importante al equipo del IAC que coordina el Estudio de Diseño del Telescopio Solar Europeo (EST). En el marco de este proyecto la OTRI lidera también un paquete de trabajo orientado a estudiar las implicaciones socio-económicas de este nuevo telescopio.

Las distintas líneas de actuación y principales servicios que la OTRI presta de forma habitual a sus usuarios se muestran a continuación. Se destacan aquellos proyectos o líneas de trabajo que de manera especial se han gestionado durante el 2010 desde esta Oficina:

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en 2010
1.- Financiación de la I+D+i	<ul style="list-style-type: none"> • Web de la OTRI del IAC y envío semanal. Durante 2010 y a través de estos medios, se han analizado y dado difusión a un total de 89 convocatorias y 35 noticias relacionadas con I+D+i • Asesoramiento especializado sobre propuestas de financiación del IAC • Participación en reuniones nacionales y con la CE en relación con programas presentes y futuros de financiación de la I+D+i
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 • Difusión del nuevo catálogo de servicios, capacidades y medios del IAC • Participación en Foro InnovACCION (Tenerife) y Seminario "Financiación Comunitaria en las RUPS" (Azores), y en otros foros nacionales e internacionales • Reuniones con distintas entidades en relación con las capacidades tecnológicas del IAC, especialmente empresas: SDATOS, DASHOTONICS, ENERGY SABER, FRACTAL SLNE, IDETIC, EVERIS, PROEXCA, BCBL, MELINCA SL, PROTON ELECTRONICA SLU, SHIRAT ENTERPRISES, PRODAN NETWORKS
3.- Proyectos de financiación externa. Gestión y coordinación de solicitudes	<ul style="list-style-type: none"> • 66 nuevas propuestas (~ 57% más que en el año 2009) por un valor de unos 30 M€: 36 han sido ya concedidas (6,5 M€), 8 aún en evaluación y 22 denegadas
4.- Proyectos Institucionales: - Proyectos de infraestructura científica y técnica y actuaciones similares	<ul style="list-style-type: none"> • E-ELT • EST. Estudio de impacto socio-económico y apoyo en la coordinación del proyecto • RIFI. Research Infrastructures: Foresight and Impact • SOLAIRE y HELAS
5.- Desarrollos y transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Actuaciones relativas a la creación de un nuevo Centro Tecnológico ligado al IAC • Reuniones bilaterales con Clusters de Canarias y otras entidades y empresas
6.- Otras	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en IAC-Gestión • Participación en la Propuesta Universidades Canarias: Campus de Excelencia • Programa de formación OTRIs en Canarias • Convenio para prácticas en IAC de alumnos de Escuela de Arte Fernando Estévez • Mejora de gestión interna en la prestación de servicios de la OTRI • Participación en el grupo de valorización rápida del proyecto instrumental OSIRIS

Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2010, en el marco de estos servicios, la OTRI ha llevado a cabo actividades de muy diversa índole que se resumen y agrupan en seis grandes bloques:

1.- Proyectos de I+D de financiación externa. Información, asesoramiento y gestión

Como viene ya siendo habitual, esta oficina ofrece información y asesoramiento sobre las convocatorias regionales, nacionales e internacionales de apoyo a la I+D de mayor interés para el centro, y participa muy

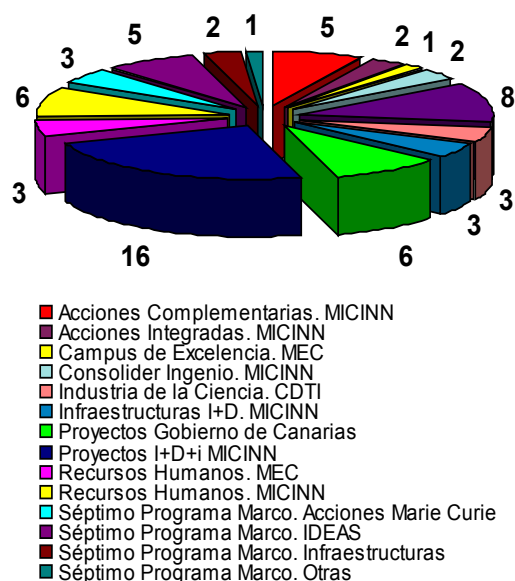
activamente en la elaboración de propuestas, y en el ulterior seguimiento y justificación de los proyectos aprobados, en estrecha colaboración con todas las Áreas del IAC. Este servicio se presta no sólo al personal propio del centro, sino también a usuarios externos, a través de nuestra página Web de la OTRI y de la lista de distribución de información.

En el marco de esa colaboración con las distintas Áreas del IAC para la elaboración y presentación de proyectos, se apoyaron y gestionaron durante el 2010 un total de 66 nuevas propuestas, por una cuantía de unos 30 millones de euros, de las cuales, en el momento de redacción de esta Memoria,

36 han sido ya concedidas, por un total de aproximadamente 6,5 millones de, 8 se encuentran aún en proceso de evaluación y 22 han sido denegadas.

Gráfico XI

**Número de solicitudes de financiación externa
Programa de financiación 2010**



millón de Euros en caso de ser finalmente aprobada. El objetivo de este Proyecto es formar y financiar un grupo de investigación puntero durante un periodo de cinco años, alrededor del investigador solicitante, en el área de Física Solar.

A finales de año, la OTRI del IAC participó también muy activamente en un evento organizado por la Comisión Europea, para conocer la opinión de la comunidad científica europea, con objeto de impulsar y financiar así nuevas ideas dentro del próximo Programa Marco (FP8) en el área de Espacio. La OTRI del IAC, tras contactar con los grupos de investigación relevantes en el IAC, elevó a la Comisión el interés de que de cara al futuro se financien actuaciones para la explotación conjunta de datos científicos en Astrofísica obtenidos con telescopios espaciales y terrestres. Asimismo, se planteó la idea de que se financien desarrollos instrumentales para instalaciones terrestres, con interés o perspectiva para su uso en misiones espaciales. Ambas iniciativas han sido recogidas de forma muy positiva por la Comisión y muy previsiblemente tendrán cabida en próximas convocatorias.

Programa de financiación al que se solicita la ayuda	Solicitudes presentadas	Solicitudes aprobadas	Solicitudes denegadas o renunciadas*	Solicitudes en evaluación*	Financiación aprobada hasta la fecha
Proyectos I+D. MICINN	16	15	1	0	3.257.900 €
Consolider Ingenio. MICINN	2	1	1	0	1.744.839 €
Infraestructuras I+D. MICINN	3	0	3	0	0 €
Recursos Humanos. MICINN y MEC	9	4	2	3	872.460 €
Acciones Complementarias. MICINN	5	3	0	2	116.000 €
Acciones Integradas. MICINN	2	2	0	0	8.000 €
Campus de Excelencia. MEC	1	1	0	0	Por determinar (en negociación)
Industria de la Ciencia. CDTI	3	1	2	0	2.760 €
Divulgación C&T. FECYT	8	3	5	0	21.000 €
Séptimo Programa Marco de I+D Acciones Marie Curie	3	1	2	0	168.066 €
Séptimo Programa Marco de I+D. IDEAS	5	0	4	1	0 €
Séptimo Programa Marco. Infraestructuras	2	0	0	2	0 €
Séptimo Programa Marco. Otras	1	1	0	0	33.600 €
Proyectos I+D. Gobierno de Canarias	6	4	2	0	89.000 €
TOTAL	66	36	22	8	6.313.625 €

MEMORIA
2010 IAC
224

Es de destacar que una de las propuestas aún en evaluación enviada al Séptimo Programa Marco (IDEAS; Starting Grant) ha pasado ya el primer filtro, y podría implicar otro

En esa misma línea, en relación con nuestra participación en el Proyecto del Telescopio Solar Europeo (EST), se contactó con nuestros representantes nacionales en el

Programa Marco, a través de los canales establecidos, para comunicar el interés de esta comunidad científica para que se impulse y se financie en las próximas convocatorias comunitarias una red de coordinación de instalaciones y grupos de investigación europeos en Física Solar. La iniciativa ha sido favorablemente acogida, y durante 2011 se conocerá si finalmente las convocatorias de ese año darán cabida a esta comunidad científica.

En el mes de septiembre, se participó también en un Seminario organizado por la Comisión Europea, sobre la “optimización de la financiación comunitaria en Regiones Ultraperiféricas”. Durante esa reunión, se presentó el proyecto que coordina el IAC, sobre el Telescopio Solar Europeo (EST), y se resaltó la importancia que tiene para estas regiones que se apueste a nivel comunitario por el desarrollo de infraestructuras científicas y tecnológicas de excelencia, como motor de desarrollo en economías que deben apostar por actividades de alto valor añadido.

Otros eventos en los que la OTRI ha participado en el 2010 (con ponencia y representando al IAC), sobre las oportunidades y la experiencia del centro en el desarrollo de proyectos que han sido financiados mediante recursos externos, son:

- “La movilidad de investigadores como oportunidad”. ITC. 25/26 noviembre (Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria).
- “Auditorías de proyectos europeos realizadas por la CE”. Univ. Carlos III de Madrid. 28 septiembre.

2. Actividades de I+D+i y sus capacidades tecnológicas

A principios de años se ha impulsado la distribución del nuevo catálogo sobre los servicios, capacidades, medios y proyectos más representativos del área más tecnológica del IAC. Este nuevo catálogo supone un importante esfuerzo de actualización respecto a la versión anterior, y ha sido y será también de gran utilidad como punto de partida sobre las potencialidades

del IAC para la creación del nuevo centro tecnológico.

Además de su distribución entre diferentes entidades, muy especialmente en el sector empresarial, este trabajo se presentó (stand y ponencia) en el Foro InnovACCION, organizado por el Cabildo Insular de Tenerife junto con Parque Científico y Tecnológico de Tenerife (PCTT) en el Recinto Ferial, los días 28 y 29 de abril.



En cuanto a una difusión más específica de las capacidades tecnológicas del IAC, la OTRI del IAC ha participado en reuniones bilaterales con distintas entidades, públicas y privadas, durante este año. En este sentido, podemos destacar las mantenidas con las siguientes instituciones:

- Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad de España y Ayuntamiento de La Laguna. Promoción de rutas turísticas dirigidas al mercado japonés, introduciendo visitas técnicas de grupos a centros de interés. Marzo.
- Proton Electronica SLU. Luminarias LED. Abril.
- Parque Tecnológico de Las Palmas de GC. Patente electroconformado. Abril – octubre.

- MELINCA SL. Diseños ópticos para luminarias. Mayo.
- SDATOS: Presentación proyectos TIC (seguridad y comunicaciones unificadas). Junio.
- Instituto Universitario SIANI – ULPGC. Paralelización de aplicaciones. Junio.
- FRACTAL SLNE. Proyecto conjunto optimización gestión de los observatorios. Junio.
- ENERGY SABER Europe. Desarrollo de proyectos conjuntos. Julio.
- PROEXCA. Visita al Área de Instrumentación. Julio.
- PROEXCA, SHIRAT ENTERPRISES, PRODAN NETWORKS. Visita a las instalaciones IAC. Octubre.
- IDETIC. Presentación oferta del centro en comunicaciones. Noviembre
- BCBL. Reunión de trabajo. Sistemas de gestión IAC. Noviembre
- EVERIS. Presentación de esta consultora al IAC. Noviembre.
- DASPHOTONICS. Colaboración en el marco del proyecto QUIJOTE. Diciembre.

3.- Organización y prestación de servicios desde la OTRI

La OTRI del IAC dedica todos los años una pequeña parte de su tiempo a evaluar y mejorar su sistema de gestión y atención al usuario para adaptarlo a las nuevas necesidades y actividades que se encomiendan a esta Oficina, y para tratar de ofrecer siempre un mejor servicio.

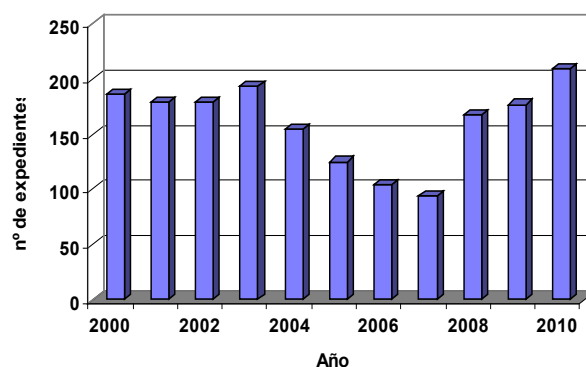
La informatización del procedimiento de tratamiento de consultas ha permitido, una vez más, optimizar el servicio, posibilitando la gestión de expedientes desde cualquier lugar con acceso a Internet, y permitiendo al usuario estar informado en todo momento sobre el estado de su consulta.

Durante el 2010 un total de 209 expedientes fueron resueltos a través de este sistema de atención al usuario (casi un 20% más que el año anterior). Es el mayor número de expedientes gestionados en un año por este sistema desde que la herramienta informática se implantara hace once años.

Desde entonces, son 1.796 expedientes los que se encuentran informatizados.

Gráfico XII

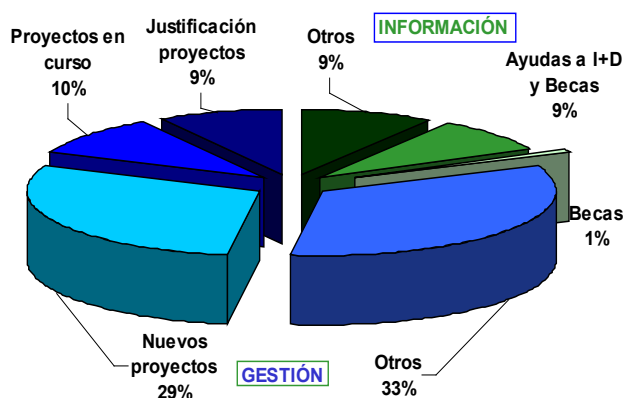
Expedientes en sistema informatizado de la OTRI desde su implantación (Total 1.796)



En la prestación de estos servicios durante el 2010, casi el 19% de las solicitudes de trabajo han sido relativas a información o asesoramiento (con resolución a muy corto plazo), mientras que el 81% restante han sido actividades de gestión y coordinación, más complejas. Ese porcentaje de dedicación a actividades de información es el habitual año tras año. Si bien, el año anterior fue de hasta el 45% debido principalmente a las consultas relativas al nuevo Plan Nacional de I+D y al nuevo Programa Marco, que precisaron de un mayor esfuerzo por parte de la Oficina, para difundir las oportunidades que ofrecían las nuevas convocatorias. Durante el 2010 se ha vuelto por tanto a ese porcentaje habitual de años anteriores.

Gráfico XIII

Tipos de servicio prestados durante 2010

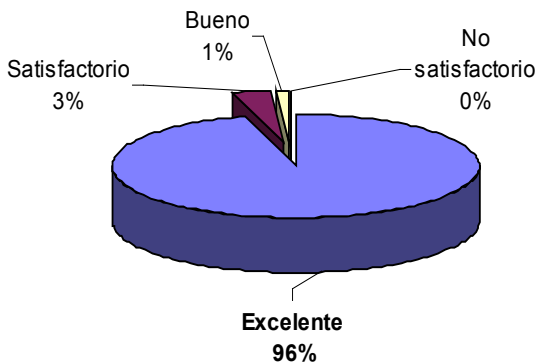


El sistema invita al usuario a evaluar la calidad del servicio prestado. Durante el 2010, algo más del 40% de dichos usuarios decidió así hacerlo (cifra inferior a la del 2009). La gráfica que se acompaña muestra el resultado de esas evaluaciones. Ningún expediente fue evaluado como no satisfactorio.

Gráfico XIV

Evaluación servicios OTRI 2010

(El 41% de los expedientes fueron evaluados)



Horas de dedicación de la OTRI a las diferentes actuaciones 2009

Por segundo año consecutivo todo el personal de la OTRI del IAC registra de forma detallada las horas de dedicación a las distintas actividades y proyectos en los que participa. Durante el 2008 se inició como prueba piloto para parte del personal, y desde el 2009 se realiza para todo el personal y todas nuestras actuaciones. De esta forma, no sólo conocemos las actividades llevadas a cabo en la OTRI durante el año, sino también la carga de trabajo de cada una de ellas.

El gráfico (Gráfico XV) representa esa dedicación durante el 2010. El tiempo relativo a vacaciones, asuntos propios y otras ausencias está debidamente descontado. Se refleja, eso sí, el tiempo dedicado a formación, por parte de los miembros de la Oficina.

Destaca la dedicación del 17% al proyecto SOLAIRE, así como el 14% a EST. El 40% que se indica como "OTRI-Servicios de atención al usuario", se corresponde con los servicios

de apoyo más genérico y asesoramiento que de manera puntual, y con un plazo de ejecución generalmente breve, se ofrece a investigadores. Estas actuaciones son las que representan el más alto porcentaje de expedientes individuales registrados por nuestro sistema informatizado, indicado anteriormente.

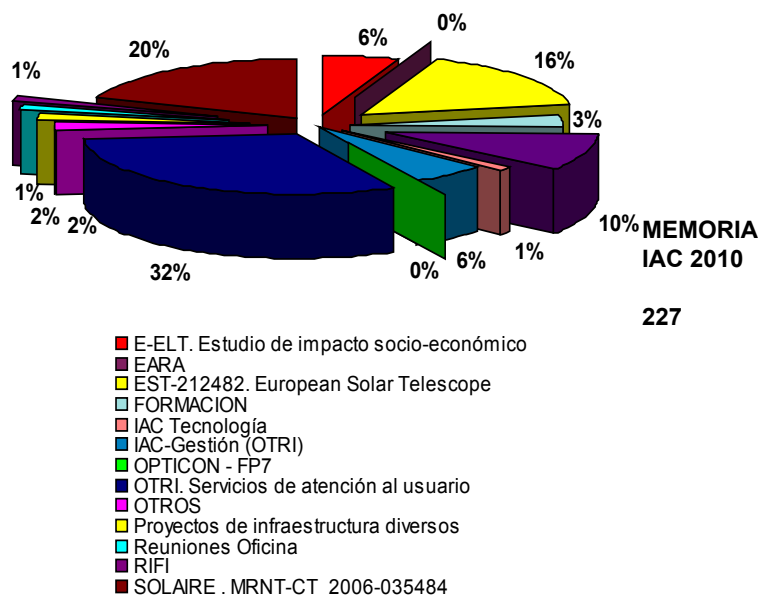
Teniendo en cuenta que son cuatro las personas que han trabajado en la OTRI durante 2010, y que el contrato de uno de ellos terminó a finales de marzo, un 30% de dedicación en el gráfico anterior (Gráfico SV) es lo que se corresponde aproximadamente con el trabajo de una persona a tiempo completo durante ese año.

Al igual que ocurrió en el 2009, el porcentaje de dedicación a formación especializada se sitúa en el 3%, cifra que se considera adecuada.

Tener un conocimiento preciso de la carga de trabajo para cada una de las distintas actuaciones o tipo nos permite una mayor optimización de nuestros recursos, así como una mejor valoración de los trabajos encomendados a esta Oficina.

Gráfico XV

Horas de dedicación de la OTRI a diferentes actuaciones durante 2010



La OTRI del IAC es responsable también de la gestión y actualización de ciertas bases de datos, páginas de Internet y aplicaciones informáticas en general de interés para la actividad del centro.

Durante el 2010 se ha procedido a la actualización y mejora de páginas web interactivas para proyectos como “European Solar Telescope. Technical, industrial and socio-economic aspects”, HELAS, etc.

4.- Proyectos institucionales. Proyectos de infraestructura científica y técnica y actuaciones similares de carácter internacional

Durante el 2010 cabe destacar las siguientes actividades de carácter internacional coordinadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

4.a. El Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT)

Desde finales de 2007 la OTRI del IAC se involucró muy activamente en las actividades relacionadas con la construcción de este nuevo telescopio, para estudiar el impacto socio-económico relacionado con el telescopio E-ELT y su posible instalación en La Palma. En este proyecto colaboraron además CDTI, el Instituto Tecnológico de Canarias y las Universidades de Baleares y Autónoma de Barcelona.

Durante el 2009 se presentó ante el Ministerio de Ciencia e Innovación el informe completo final, de 174 páginas y un total de 17 documentos anexos de 700 páginas en total.

**MEMORIA
2010 IAC**

228

Este estudio, en el que se recogen y valoran las implicaciones económicas y sociales para España y Canarias en relación con esta gran infraestructura, sirvió de documento base para el propio Ministerio y para Canarias de cara a la candidatura de La Palma a albergar el E-ELT.

Tras la elaboración de ese estudio, se llevaron a cabo por parte de la OTRI, y

durante el primer cuatrimestre de 2010, un gran número de actuaciones de cara a favorecer la candidatura española en relación con este proyecto. Algunas de ellas fueron:

- Participación en la Conferencia ECRI 2010 sobre grandes infraestructuras científicas en Europa. Marzo.
- Atención de medios de comunicación, regionales, nacionales e internacionales.
- Reuniones con agentes implicados, nacionales e internacionales, para la presentación del documento y ventajas de la candidatura de La Palma.
- Preparación de informes “a la carta”.
- Visita al ORM del grupo de Facebook “La Palma merece el E-ELT”. Marzo.
- Artículo completo y central en revista ASTRONOMIA. Mayo.

Finalmente, tras un proceso complejo, con múltiples reuniones e informes, el Consejo de la ESO optó el 26 de abril por Cerro Armazones (Chile), como lugar seleccionado para continuar los trabajos conducentes a la construcción del telescopio E-ELT.

Aún cuando el resultado deseado hubiese sido lógicamente otro, el trabajo llevado a cabo, minucioso y exhaustivo, sirve de base y experiencia para trabajos similares en relación con instalaciones telescópicas que puedan plantearse para los Observatorios de Canarias. Así ocurre, por ejemplo, con proyectos como el telescopio EST y CTA.



4.b. Telescopio Solar Europeo (EST)

En 2010, la continuación del Estudio de Diseño Conceptual del telescopio EST ha permitido avanzar en sus respectivos paquetes de trabajo para poder completar la tercera fase del diseño conceptual. El IAC es el Coordinador de este proyecto de 3,5 años de duración, con un presupuesto de más de 6 millones de euros, 29 entidades europeas (14 de ellas empresas), y una financiación comunitaria de 3,2 millones de euros. Se inició el 1 de febrero de 2008 y prevé su finalización en julio de 2011.



Desde la OTRI se ha proporcionado apoyo en las tareas de coordinación, gestión técnica y administrativa con la Comisión Europea (CE), incluyendo los trámites relativos a varias enmiendas al contrato, la realización con éxito de una auditoría por parte de la CE, la preparación de informes periódicos y la distribución y control de fondos entre todos los socios.

Esta Oficina no sólo colabora activamente en esas tareas de gestión, sino que también es responsable del paquete de trabajo relativo a la viabilidad financiera del proyecto y al análisis de impacto socio-económico derivado de la instalación y operación del EST en Canarias. El estudio incluye desde cuestiones técnicas como oportunidades tecnológicas y aspectos de valorización en los emplazamientos candidatos, hasta la estimación en la generación de empleo,

impacto sobre el PIB, impacto en la educación superior y formación posterior, y diversificación de la economía entre otras.

La OTRI ha trabajado en la identificación y análisis de posibles mecanismos de financiación para el telescopio EST, habiendo mantenido diversas reuniones con agentes regionales, como la Consejería de Economía y Hacienda; la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) del Gobierno de Canarias y la Oficina RUP perteneciente a la Subdelegación del Gobierno de España en Canarias; así como diversos contactos a nivel nacional con el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), y en el ámbito Europeo con la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea.

Entre las fuentes de financiación identificadas, se ha prestado asesoramiento en la elaboración de varias propuestas al Plan Nacional de I+D+i aunque finalmente no fueron seleccionadas para su financiación, y se está impulsando la inclusión de la Física Solar como una de las Iniciativas Integradas de Infraestructura que se podrán financiar próximamente bajo el Séptimo Programa Marco de I+D+i, tal y como se indicó anteriormente.

Con el fin de dar la correspondiente difusión de los estudios realizados y ofrecer una ventana de comunicación al público general, la OTRI ha habilitado una página Web específica sobre el proyecto, con diversos contenidos que abordan aspectos técnicos, industriales y socio-económicos vinculados al telescopio EST, así como contribuciones de terceros al proyecto (www.otri.iac.es/est). Cabe destacar también la realización de un audiovisual sobre el telescopio EST presentado en el Primer Foro de las Regiones Ultraperiféricas organizado en Bruselas, así como la presentación del proyecto EST en el seminario internacional "EU Funding for research and innovation in the Outermost Regions" organizado en Azores.

4.c. *Research Infrastructures: Foresight and Impact (RIFI)*

El IAC participa también, junto con otras doce instituciones europeas, en un proyecto financiado por la Comisión Europea para definir y desarrollar una metodología con la que poder analizar el impacto socio-económico de las grandes infraestructuras científicas en Europa.

Entre otras actuaciones llevadas a cabo durante el 2010, podemos destacar que se ha testado la metodología desarrollada (RIAM: *Research infrastructure Impact Assessment Methodology and measurement criteria*) en la isla de La Palma, en relación con el Observatorio del Roque de los Muchachos. Como resultado de ese trabajo se ha producido un informe de interés para la mejora y comprobación del propio método, así como un análisis realizado por expertos independientes sobre la percepción social relativa al ORM en esta Isla. Se espera terminar este informe sociológico en 2011.

En noviembre tuvo lugar en Bucarest (Rumanía) un encuentro entre todos los participantes, en relación con los casos de estudio sobre los que desarrollar la metodología, y el proyecto estuvo también presente en el encuentro ECRI, sobre grandes infraestructuras científicas en Europa, organizado por la Comisión Europea en Barcelona, durante el mes de marzo.



4.d. SOLAIRE. Solar Atmospheric and Interplanetary Research

Se trata de la primera red de formación

e investigación liderada por el IAC en todos los Programas Marco. Cuenta con un total de 13 socios europeos y un presupuesto global de unos 3,4 millones de euros (333 k€ IAC). La red comenzó de forma efectiva el 1 de junio de 2007, por un periodo de 48 meses. Al finalizar el año 2010 se ha completado la contratación de 10 doctorados y 14 postdocs, superándose las previsiones de contratación iniciales del proyecto tras solicitud de modificación aprobada por la CE. Desde la OTRI del IAC se lleva a cabo la gestión de esta red bajo la supervisión del Coordinador de la misma.

En el año 2010 la red ha avanzado en el cumplimiento de las metas planteadas en cada uno de los 5 paquetes de trabajo de la misma. Entre las acciones formativas realizadas durante este año, destacan la celebración de 2 escuelas de postgrado: “Solar MHD, Reconnection Theory, Flares and CMEs” (Saint Andrews, Reino Unido) y “Radiative Transfer and MHDD Numerical Modelling” (Oslo, Noruega).

En junio se publicó la edición del boletín para contribuir a la adecuada difusión de información entre los miembros de la red.

4.e. HELAS. *European Helio- and Asteroseismology Network*

Esta Red de Coordinación cuenta con un presupuesto de 2,3 millones de euros, y participan en ella 10 instituciones europeas. El IAC coordina uno de los paquetes de trabajo claves de esta red (HELAS Forum) que tiene como objetivo animar, proporcionar y apoyar las herramientas, actividades e iniciativas en este campo de la astronomía, de especial relevancia en los últimos años gracias a la puesta en marcha de varios proyectos observacionales, tanto espaciales (CoROT, Kepler, SDO, etc) como redes terrestres (SONG).

Para lograr este objetivo, HELAS Forum desarrolló un interesante portal de Internet (www.helas-eu.org), así como un servicio (HELAS Newsletter) de envío automático de noticias y convocatorias a todos los usuarios registrados.

Además, desde HELAS Forum se participó activamente con el resto de paquetes de trabajo en la organización de reuniones internacionales, con objeto de que se posibiliten los mejores resultados para estos encuentros, facilitando además la participación de investigadores seniors y jóvenes científicos.

En febrero de 2010 se celebró en Lanzarote el IV Congreso Internacional HELAS, organizado por el equipo del IAC. Durante el encuentro se debatieron contenidos

de Heliosismología y Astrosismología, prestando especial atención a los resultados obtenidos en los últimos proyectos observacionales. Un total de 150 asistentes participaron en el evento, donde hubo unas 60 comunicaciones orales. Los resultados de publicaron en el *Astronomical Notes*.

A finales de marzo se llevó a cabo la justificación final de este proyecto. La comunidad científica implicada está sondeando nuevas vías de financiación para continuar con su actividad.

4.f. Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D

La OTRI coordina de manera especial la presentación de propuestas de financiación a las distintas convocatorias del Programa Marco Europeo de apoyo a la investigación, y gestiona además algunos de los proyectos aprobados en los que el IAC participa con carácter institucional. Además de los indicados de manera especial anteriormente, cabe resaltar también:

OPTICON (Optical Infrared Co-ordination Network). Durante el 2010 han continuado las actividades previstas bajo el actual contrato, que se extiende hasta finales de 2012. EL IAC participa en este caso en el programa de acceso, a través del telescopio Carlos Sánchez (TCS), y en uno de los paquetes de trabajo de desarrollo tecnológico.

A finales de año, el coordinador del proyecto (Univ. de Cambridge, Reino Unido) procedió a enviar una nueva solicitud de financiación para próximos periodos, en la que participa también el IAC.

ELT PREPARATORY PHASE (European Extremely Large Telescope). Un nuevo contrato se ha iniciado en 2009 en relación con la fase preparatoria del E-ELT. El proyecto está liderado por ESO, como único socio, pero participa el IAC, al igual que un gran número de entidades europeas, para determinados trabajos.

Desde la OTRI del IAC se ha participado

también en la elaboración de un detallado informe sobre esta nueva gran instalación, sobre sus aplicaciones científicas y tecnológicas, los retos asociados a la misma y el interés de la participación española en el proyecto, que fue presentado ante el Ministerio de Ciencia e Innovación en el mes de octubre. El objetivo del Ministerio es establecer una priorización para nuestro país, en relación con las 44 infraestructuras que aparecen en el roadmap de ESFRI. Durante el 2010 se hizo público ese informe, siendo el E-ELT considerado como de "prioridad muy alta" por parte del comité designado para tal valoración.

CONSTELLATION (The Origin of Stellar Masses). Red de formación liderada por la Universidad de Exeter (UK) y participada por 11 socios europeos más. El presupuesto total es de unos 3,4 millones de euros, con la contratación en el IAC de un postdoc para dos años, y de un doctorando para 3 años. La participación del IAC se estima en una financiación de unos 340 k€. Esta red concluyó a finales de noviembre, y se ha procedido a su justificación.

RoPACS (Rocky Planets Around Cool Stars). Red de formación bajo el Séptimo Programa Marco coordinada por la Universidad de Hertfordshire y en la que participan un total de seis socios (el IAC entre ellos). En este caso es presupuesto global es de unos 3,2 millones de euros, y la participación del IAC, que implica la contratación de dos predocs y de un postdoc, se estima en unos 584 k€. Esta nueva red se inició durante el año 2009 y finalizará en 2012.

En relación con el resto de proyectos en curso, financiados bajo el Programa Marco, se continúa con el apoyo a los investigadores del IAC para cumplir con los compromisos adquiridos (justificaciones periódicas, etc).

4.g. Participación en grupos de trabajo relacionados con los Programas Marco de I+D

A principios de año finalizó la participación de Anselmo Sosa como miembro del grupo de trabajo nacional de la Red OTRI para

el seguimiento del Séptimo Programa Marco (7PM). Este grupo tiene como principal objetivo coordinar las estrategias de Universidades y OPIs con vistas a la participación en el 7PM así como favorecer el intercambio de buenas prácticas en la redacción de propuestas y gestión de proyectos europeos.

5. Programa de formación avanzada para OTRIs en Canarias

En el marco del programa de formación avanzada para los gestores de I+D+i en Canarias, coordinado desde la Universidad de La Laguna, y financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, se programaron las siguientes actividades para el primer cuatrimestre de 2010.

- “Valoración rápida y recuperación de proyectos con problemas”. ESI Internacional. Tenerife. 10, 11 y 12 de mayo.
- Seminario “Creatividad e Innovación”. Donna Pace. Bono Thinking System. Tenerife. 20 de mayo.

Además, el personal de la OTRI ha participado durante este año en las siguientes actividades formativas:

- “Gestión del Tiempo”. Tenerife. 18 y 19 de octubre, y 15 de noviembre.
- “Riesgos psicosociales”. IAC. 15 de diciembre.
- “Implantación Oficina de Dirección de Proyectos”. ESI. Madrid. 8 y 9 de marzo.
- “Gestión de Proyectos en SAP”. IAC. 15 y 16 de marzo.
- “Gestión Multiproyectos”. IE. Madrid. 17 y 18 de febrero.

6. Otras actividades

Durante 2010, se han llevado a cabo también otras actividades de diversa índole.

6.a. Campus de Excelencia. Campus Atlántico Tricontinental

Desde la OTRI se apoyó a la dirección del IAC en relación con la participación del

centro en el proyecto “Campus Atlántico Tricontinental”, liderado por las dos universidades canarias.

Con este proyecto, las universidades de Canarias juntan sus fuerzas para desarrollar un espacio de excelencia que debe ser en 2015 referencia atlántica en Europa como eje receptor y catalizador de talento en proyectos docentes, de investigación, innovación y transferencia con África y Latinoamérica. Las áreas temáticas principales son: Ciencias y Tecnologías Marinas y Marítimas, Astrofísica, y Biomedicina Aplicada a la Cooperación al Desarrollo.



Se pretende que este Campus sea un elemento indispensable para el desarrollo hacia la nueva estructura económica, productiva y social de Canarias, con un enfoque sostenible y global, que debe afianzar sectores clave, potenciar otros nuevos vinculados con los ámbitos de especialización temática del Campus, ayudando así a la generación de empleo.

En el marco de este proyecto, en el que participan varias instituciones de las islas, el IAC centra sus esfuerzos en determinadas acciones formativas, y en impulsar también ahí la creación de un espacio empresarial para explotar las capacidades tecnológicas asociadas al desarrollo de instrumentación científica para Astrofísica.

El proyecto fue evaluado favorablemente por el Ministerio de Educación, y se le concedió la calificación de Campus de Excelencia Internacional de ámbito regional “CEIR – 2010”, con una propuesta de crédito a la Comunidad Autónoma de 5,3 millones de euros.

Durante los primeros meses de 2011 se llevará a cabo la adaptación de la propuesta original a la financiación propuesta.

6.b. Participación en IAC-Gestión

El 7 de abril de 2010 se produjo el inicio formal de este importante proyecto para el

IAC, que involucra a todas las áreas y a un gran número de personas. Se pretende dotar al IAC de un sistema de gestión integral y transparente, llevando a cabo una compleja reingeniería de procesos, y la implantación de SAP, como herramienta ERP (Enterprise Resource Planning).

J. Burgos participa en este proyecto de manera activa, como miembro del Equipo Conductor y usuario clave en el tema de proyectos. Durante 2010 su dedicación a este proyecto ha sido de casi un 14% de su jornada laboral anual.

6.c. Valoración rápida del Proyecto OSIRIS

Durante la primera semana del mes de junio, y bajo la supervisión del consultor A. Medina, se participó junto con otras personas del IAC en una interesante iniciativa consistente en la aplicación de una metodología para valorar la situación del Proyecto OSIRIS. El propósito de ese trabajo es elaborar un informe en el que se analice el Proyecto, identificando posibles desviaciones respecto a los objetivos iniciales y planificación prevista, concluyendo con algunas recomendaciones si es el caso. El trabajo se desarrolló con la participación activa de todo el personal implicado en este Proyecto, tanto por parte del IAC como de GRANTECAN S.A., y se entregó tal informe a mediados de junio. El grupo de trabajo que participó en esta actividad consideró que este tipo de ejercicios pueden ser de gran interés y utilidad para proyectos de desarrollo tecnológico, complejos, de media y larga duración, y que pueden aportar información de valor para el equipo del Proyecto.

6.d. Prácticas en el IAC de alumnos de la Escuela de Arte "Fernando Estévez"

En mayo de 2010 se firmó por segunda vez un convenio con la Escuela de Arte "Fernando Estévez" para que un alumno de este centro hiciera prácticas durante ese mes en el IAC, en temas de fotografía y audiovisuales. La OTRI actuó de tutor de este estudiante en prácticas, encargándose de su plan de trabajo para los días previstos.

Este plan incluyó un reportaje fotográfico al Área de Instrumentación, así como en los dos Observatorios. De manera especial, el estudiante llevó a cabo un seguimiento fotográfico de las actividades del Proyecto de IAC-Gestión. Se realizó un informe final y certificado, y el material elaborado está ahora disponible para el centro, y se está usando en memorias y boletines (IAC-Gestión).

6.d. Otras actuaciones

- Desde la OTRI se sigue prestando apoyo a la dirección del centro, para avanzar en el proceso de definición y creación del centro tecnológico ligado al IAC. Se han realizado nuevos informes para su entrega a distintas entidades.
- Participación en el encuentro CTA Site WG, los días 2 y 3 de noviembre. La OTRI presentó el trabajo realizado sobre el análisis de aspectos socio-económicos relacionados con el EST, por el posible interés que un estudio de estas características podría tener para el CTA.
- Renovación marca "Instituto de Astrofísica de Canarias", ante la OEPM.
- Participación en Comisión de Evaluación "Subprog. de apoyo a Industria de la Ciencia". CDTI.
- Convenio con la Universidad Pontificia de Comillas para el uso y registro de la marca ISCAI.
- Colaboración con PROEXCA para proporcionar información sobre sectores tecnológicos en astrofísica y de interés industrial, para la "Guía de Negocios de Canarias 2011".

ÁREA DE ENSEÑANZA

Corresponde al Área de Enseñanza 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 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 (Residentes, Becas en el Extranjero y centro de formación "RocPACS"), la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" - este año se organizó la XXII edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

El IAC también participa en los estudios de posgrado (Master, doctorado) que han obtenido la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2010 se impartieron los cursos y seminarios que se relacionan a continuación:

CURSOS DE DOCTORADO

CURSOS IMPARTIDOS DENTRO DEL MASTER DE ASTROFÍSICA

Segundo cuatrimestre del curso académico 2009-10 (febrero-mayo 2010)

I Curso:

"Astrofísica de Altas Energías"
Dr. I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

"Astrofísica Computacional"
Dres. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL) y S. Cassisi (INAF)

"Atmósferas Estelares"
Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

"Estructura y Evolución Estelar"
Dr. F. Pérez Hernández (IAC-ULL)

"Física de la Galaxia"
Dr. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

"Física Extragaláctica"
Dr. F. Garzón López (IAC-ULL)

II Curso:

"Introducción a la Investigación Astrofísica"
(Trabajo de fin de Máster)

"Técnicas astrofísicas Nebulosas y Galaxias"
Dr. I. Pérez Fournon (IAC-ULL)

"Física Solar"
Dr. M. Collados Vera (IAC-ULL)

"Astronomía Clásica e Historia Astronomía"
Dra. M.J. Arevalo Morales (IAC-ULL)

"Nucleosíntesis y evolución química"
Dres. C. Esteban López (IAC-ULL) y L. Carigi (UNAM)

"Diseño y calibración de instrumentación astrofísica"
Dres. R. García López (IAC-ULL) y B. García Lorenzo (IAC)

Primer cuatrimestre del curso académico 2010-11 (septiembre-diciembre 2010)

I Curso:

"Mecánica de Fluidos"
Dr. B. Ruiz Cobo (IAC-ULL)

"Espectroscopía Atómica y Molecular"
Dres. C.M. Gutiérrez de la Cruz y L. Crivellari (IAC)

“Técnicas de Fotometría Estelar”
Dr. E. Mediavilla Gradolph (IAC-ULL)

“Métodos de cálculo en Astrofísica”
Dres. F.J. Pérez Hernández y C. Régulo Rodríguez (IAC-ULL)

“Comunicación de resultados científicos y dinámica de la Ciencia”
Dra. C. del Puerto Varela (IAC) y Prof. J.E. Beckman (IAC-CSIC)

“Relatividad General”
Dr. J. Cepa Nogué (IAC-ULL)

II Curso:

“Actividades Complementarias de Investigación”
Dres. M.J. Arevalo Morales e I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

“Instrumentación Astrofísica Avanzada”
Dres. F. Garzón López (IAC-ULL) y P.L. Hammersley (IAC)

“Técnicas de simulación numéricas”
Profes. F. Moreno-Insertis (IAC-ULL); J.M. Ibáñez Cabanell y Dr. M.A. Aloy Torás (Univ. de Valencia)

“Técnicas avanzadas de Programación”
Dr. A. de Vicente Garrido (IAC)

“Técnicas de Espectroscopia Estelar”
Dres. M.J. Arévalo Morales; B. Ruiz Cobo (IAC-ULL); M. García García y A.M. Pérez García (IAC)

“Física del Plasma”
Prof. F. Moreno-Insertis (IAC-ULL)

“Nuevas fronteras en Cosmología”
Dr. Juan Betancort Rijo (IAC-ULL)

“Física Estelar avanzada”
Prof. A. Herrero Davó (IAC-ULL)

“Procesos de Acreción”
Dr. I. González Martínez-Pais (IAC-ULL)

“Radioastronomía”
Dres. R.T. Génova Santos y J.A. Rubiño Martín (IAC)

“Exoplanetas y Exobiología”
Prof. T. Roca Cortés (IAC-ULL); Dres. E. Pallé Bago y M. Vázquez Abeledo (IAC)

“Nebulosas Ionizadas”
Dr. C.A. Esteban López (IAC-ULL)

“Poblaciones Estelares”
Dr. A. Aparicio Juan (IAC-ULL)

“Magnetismo y Polarización en Astrofísica”
Dr. R. Manso Sainz (IAC)

“Sistema Solar”
Dr. Javier A. Licandro Goldaracena (IAC)

SEMINARIOS CIENTIFICOS

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 2010 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“On the Curvature of Dust Lanes in Galactic Bars”
Dra. Inmaculada Martínez Valpuesta (IAC)
12 de enero

“Probing the Early Universe with Radio Galaxies”
Prof. George Miley (Univ. de Leiden, Países Bajos)
26 de enero

“Taller sobre VPN”
D. Diego Sierra (IAC)
27 de enero

MEMORIA
IAC 2010

235

“GTC OSIRIS spectroscopy of a faint L subdwarf identified in UKIDSS”
Dr. Nicolas Lodieu (IAC)
28 de enero

“Precipitable water vapour at the Roque de los Muchachos Observatory from GPS measurements”
Dres. Ignacio Romero Trujillo (Univ. de Cranfield, Reino Unido) y Begoña García Lorenzo (IAC)
3 de febrero

“Electron densities in HII regions across galaxy discs”
Prof. John E. Beckman (IAC-CSIC)
4 de febrero

“The huge (but forgotten) population of weak line galaxies in the SDSS: AGN or just retired galaxies”
Dr. Roberto Cid Fernández (Univ. de Santa Catarina, Brasil)
8 de febrero

“A new SMBH Mass Function for the Local Universe”
Dña. Marina Vika (Univ. St. Andrews, Reino Unido)
11 de febrero

“The small scale angular anisotropy at 145 GHz as seen by the Atacama Cosmology Telescope”
Dr. Carlos Hernández-Monteagudo (MPA, Alemania)
23 de febrero

“The CoRot satellite and its surprising Exoplanets”
Dr. Eike Günther (Thüringer Landssternwarte, Alemania)
25 de febrero

“Luminous buried AGNs and the AGN-Starburst connections in the Local Universe”
Dr. Masa Imanishi (Obs. Nacional de Japón)
1 de marzo

“The triggering mechanisms of powerful radio galaxies: Mergers and interactions”
Dra. Cristina Ramos Almeida (Univ. de Sheffield, Reino Unido)
2 de marzo

“Genuine spectral energy distribution of active galactic nuclei”
Dra. Almudena Prieto (IAC)
11 de marzo

“Gravitational Waves: A New Window onto the Universe”
Prof. Kip S. Thorne (Univ. de Caltech, EEUU)
15 de marzo

“The ESO VISTA telescope and the VISTA Hemisphere Survey”
Prof. Richard McMahon (Univ. de Cambridge, Reino Unido)
22 de marzo

“Origin of space and time in a non-commutative cosmological model”
Prof. Michael Heller (Obs. Vaticano, Italia)
23 de marzo

“Study of Molecular Clouds Associated with HII Regions”
Dr. Moha Azimlu (Univ. Western Ontario, Canadá)
24 de marzo

“Primitive materials preserved in meteorites and comets: clues on the stellar sources producing short lived nuclides and presolar grains”
Dr. Josep María Trigo (ICE-CSIC)
26 de marzo

“How to publish a paper in Nature”
Prof. Leslie Sage (Univ. de Maryland, EEUU)
29 de marzo

“A possible signature of terrestrial planet formation in the chemical composition of solar twins”
Dr. Iván Ramírez (MPI, Garching, Alemania)
30 de marzo

“Underground seeing’: characterization of geological hazard at the astronomical observatories of the Canaries, Chile and Hawaii”
Dr. Antonio Eff-Darwich (ULL)
6 de abril

“Using Artificial Sky Glow to Retrieve Night Time Aerosol Optical Depth”
Dr. Martin Aubé (Univ. de Scherbrooke, Canadá)
8 de abril

“The Mg/Fe characterisation of MILES library for stellar population”
Dr. André Milone (Inst. Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil)
15 de abril

“GTC/OSIRIS Data Reduction System”
Dr. Alessandro Ederoclite (IAC)
16 de abril

“On the Probable Existence of an Abrupt Magnetization in the Upper Chromosphere of the Quiet Sun”
Dr. Jiri Stepan (IAC)
20 de abril

“The stochastic, intermittent nature of quiet Sun magnetism”
Dra. M. Jesús Martínez González (IAC)
27 de abril

“CoRoT-9b, a Jupiter-like transiting giant planet”
Dr. Hans Deeg (IAC)
4 de mayo

“A new 3DTV camera: demonstration and AO applications”
Dr. José M. Rodríguez Ramos (ULL)
5 de mayo

“MILES: Population synthesis for the 21st century”
Dres. Alexandre Vazdekis; Elena Ricciardelli y Jesús Falcón Barroso (IAC)
11 de mayo

“Magnetic bright points in the quiet Sun”
Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)
13 de mayo

“Master Robotic Net”
Dr. Vladimir Lipunov (Univ. Estatal de Moscú, Rusia)
17 de mayo

“What is the Sun made of?”
Dr. Marc Pinsonneault (Univ. de Ohio, EEUU)
21 de mayo

“Stellar seismology of gamma Dor pulsators in times of the CoRoT & Kepler satellite missions”
Dra. Katrien Uytterhoeven (Lab. AIM, IRFU/DSM/CEA, Saclay, Francia)
26 de mayo

“Which galaxies host bars and disks? A study of the Coma Cluster”
Dr. Jairo Méndez Abreu (IAC)
27 de mayo

“First results of Herschel and the HerMES extragalactic Survey”
Dr. Ismael Pérez Fournon (IAC-ULL)
27 de mayo

“SONG: an observational new facility at observatorio del Teide for stellar observations”
Dra. Orlagh Creevey (IAC)
2 de junio

“Cepheid distance Scale: anything new?”
Dr. Giuseppe Bono (INAF-Obs. Astronómico de Roma, Italia)
9 de junio

“Automatic Unsupervised Classification of All Sloan Digital Sky Survey Data Release 7 Galaxy Spectra”
Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)
10 de junio

“Perspectives for Speckle Cameras at the GTC and WHT”
Dr. Rainier Schödel (IAA)
15 de junio

“High contrast and high resolution optical imaging from the ground: results from FASTCAM at NOT and WHT”
Dres. Bruno Femenía y Lucas Labadie (IAC)
17 de junio

“Diffraction limited imaging in the visible with large ground based telescopes”
Prof. Craig McKay (Univ. de Cambridge, Reino Unido)
21 de junio

“Motivation and progress of the Galaxy And Mass Assembly Survey”
Prof. Simon Driver (Univ. St. Andrews, Reino Unido)
13 de julio

“Early-type galaxy formation under the microscope”
Dr. Ignacio Ferreras (University College London, Reino Unido)
14 de julio

**MEMORIA
IAC 2010**

237

“Mass, age and metallicity of the central star of the multiple system HR8799”
Dr. Andy Moya (CAB, INTA CSIC)
15 de julio

“The Bowen Survey; detecting donor star signatures in low mass X-ray binaries”
Dr. Remon Cornelisse (IAC)
20 de julio

“Calar Alto Legacy Integral Field Area survey”
Dr. Sebastian F. Sánchez (Centro Astron. Hispano-alemán de Calar Alto, Almería)
22 de julio

“Dynamics of galaxies and globular clusters unraveled with two-dimensional kinematics”
Dr. Glenn Van de Ven (Max Planck Institute of Astronomy, Heidelberg, Alemania)
21 de septiembre

“Ice and organics in two main Belt asteroids”
Dr. Javier Licandro Goldaracena (IAC)
23 de septiembre

“Diapetus and Eris: two intriguing cases related to volatile presence on the surface of icy objects in the solar system”
Dra. Noemi Pinilla-Alonso (NASA Ames Research Center, EEUU)
28 de septiembre

“Origin of two primitive NEAs: (3200) Phaethon and 1999 RQ36”
Dra. Julia de León (IAA-CSIC)
30 de septiembre

“Magnetic fields and the outer rotation curve of M31”
Dra. Beatriz Ruiz Granados (IAC)
20 de octubre

“A multi-wavelength approach to the properties of Extremely Red Galaxy populations: star formation rate and mass densities, AGN and dust content, and morphology”
Dr. Hugo Messias (Univ. de Lisboa, Portugal)
29 de octubre

“Work@Home (part2)”
Dr. Ángel de Vicente (IAC)
3 de noviembre

“Stellar black holes at the dawn of the Universe: cosmological implications”
Dr. Félix Mirabel (CEA Service d’Astrophysique, Francia)
4 de noviembre

“Are chromospheric fibrils tracing the magnetic field?”
Dr. Jaime de la Cruz Rodríguez. (Royal Swedish Academy of Sciences, Suecia)
11 de noviembre

“The solar photosphere in 3D. This time from observations”
Dr. Héctor Socas Navarro (IAC)
16 de noviembre

“Finding Extra-Solar Planets in the Presence of Stellar Jitter”
Dr. Victoria Moulds (Univ. de Belfast, Reino Unido)
19 de noviembre

“First On-sky Results with the CANARY Multi-Object AO demonstrator on the WHT”
Dr. R. Myers (Univ. de Durham, Reino Unido)
22 de noviembre

“Introduction to Astroparticle Physics I”
Dr. Karsten Berger (IAC)
23 de noviembre

“Dark matter in galaxies”
Dr. M. Ángel Sánchez Conde (IAC)
3 de diciembre

“Introduction to Astroparticle Physics II”
Dr. Karsten Berger (IAC)
14 de diciembre

“The solar photosphere in 3D. This time from observations”
Dr. Héctor Socas-Navarro (IAC)
16 de diciembre

“The effect of magnetic fields on solar abundance determinations”
Dr. Damian Fabbian (IAC)
16 de diciembre

“On the extreme properties of massive galaxies at high redshifts”
D. Fernando Buitrago (Univ. de Nottingham, Reino Unido)
20 de diciembre

MEMORIA
2010 IAC

238

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 2010 tuvieron lugar los siguientes coloquios:

“Models of our Galaxy: why, how and what they do for us”

Prof. James J. Binney (FRS-Univ. de Oxford, Reino Unido)
18 de marzo

“Mysteries of the Magnetic Sun”

Prof. Jack Harvey (National Solar Obs., EEUU)
29 de abril.

“The Death and Afterlife of Massive Stars”

Prof. Roger A. Chevalier (Univ. de Virginia, EEUU)
20 de mayo

“The European Extremely Large Telescope: Science Goals and Technology Challenges”

Prof. Colin Cunningham (ELT Progr., Astronomy Technology Centre, ROE, Reino Unido)
3 de junio

“La Biología Molecular y su repercusión en la Biomedicina del Siglo XXI”

Prof. Margarita Salas (CSIC - Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”, Madrid)
8 de julio

“Matters of Gravity”

Prof. Joao Megueijo (Imperial College London, Reino Unido)
4 de octubre

“New Discoveries at Stonehenge”

Prof. Michael Parker Pearson (Univ. de Sheffield, Reino Unido)
21 de octubre

“Unearthing the mysteries of Stonehenge”
(Charla de divulgación en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, La Laguna)

Prof. Michael Parker Pearson (Univ. de Sheffield, Reino Unido)
22 de octubre

“The LHC: A Century of physics from Rutherford’s atomic nucleus to Higgs’ Boson”

Prof. Frank Close (Univ. de Oxford, Reino Unido)
25 de noviembre

“Antimatter – Facts and Fiction”

Prof. Frank Close (Univ. de Oxford, Reino Unido)
26 de noviembre

“Reflections on the Discovery of pulsars”

Prof. Jocelyn Bell Burnell (Univ. de Oxford, Mansfield College, Reino Unido)
2 de diciembre

BECAS

Nuevos Astrofísicos Residentes

Dentro del programa de Astrofísicos Residentes para realizar la tesis doctoral en el IAC, se han concedido nuevas becas a los siguientes estudiantes:

- Victor Manuel Alí Lagoa (Univ. de Extremadura)

Proyecto: “The composition, origin and evolution of the outer main Belt”

Director: Dr. Javier A. Licandro Goldaracena

- Santiago Erroz Ferrer (Univ. de La Laguna)
Proyecto: “Morphology, star formation and kinematics across the Hubble sequence of galaxies”

Director: Dr. Johan Knapen

- Emma Fernández Alvar (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “Abundancias químicas en estrellas”

Director: Dr. Carlos Allende Prieto

MEMORIA
IAC 2010
239

- Paloma Inés Martínez Navajas (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Estudio multi-rango de galaxias luminosas en el infrarrojo (Herschel, GTC, IRAM, ALMA)"

Director: Dr. Ismael Pérez Fournon

- Javier Zaragoza Cardiel (Univ. de Murcia)
Proyecto: "La dinámica de las galaxias en fusión: pasos claves en la evolución galáctica"

Director: Prof. John E. Beckman

- Stefano Zarattini (Univ. de Padua, Italia)
Proyecto: "Origin and Evolution of Galaxy Fossil Groups"

Director: Dr. J. Alfonso López Aguerri

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2010 (1 de julio - 15 de septiembre) ha ofrecido 8 becas a estudiantes de los últimos cursos universitarios, para integrarse en grupos de investigación del IAC como iniciación a la investigación en Astrofísica. La convocatoria tiene carácter internacional.

En el se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Heliot Hijano Cubelos (Univ. UNED)
Proyecto: "Topología del campo magnético del Sol en calma a muy pequeña escala"
Director: Dr. Manuel Collados Vera

- M. Elena Majavacas Martínez (Univ. Complutense de Madrid)

Proyecto: "Mode-identification of the pulsating stars in the cluster NGC6811"

Directores: Dres. Orlaght Creevey y Brandon Tingley

- Laia Casamiquela Floriach (Univ. de Barcelona)

Proyecto: "Calibration and pipeline assessment of the QUIJOTE CMB Experiment"

Directores: Dres. Ricardo T. Génova Santos y José Alberto Rubiño Martín

- Alba Eva Peláez Santos (Univ. de Oviedo)
Proyecto: "Aplicación de técnicas de detección comprimida al estudio de las poblaciones estelares de la Vía Láctea"

Directores: Dres. Carlos Allende Prieto y Andrés Asensio Ramos

- Héctor Vives Arias (Univ. de Valencia)
Proyecto: "VLT/SINFONI Adaptive Optics assisted Integral Field Spectroscopy of nearby Active Galactic Nuclei"

Director: Dr. Francisco Mueller Sánchez

- Daniel Nóbrega Siverio (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Imágenes de galaxias con OSIRIS_GTC en líneas de emisión: diagnóstico de sus regiones HII"

Directores: Prof. John E. Beckman; Dres. Corrado Giammanco y Bernabé Cedrés

- Albert Izard Alberich (Univ. Autónoma de Barcelona)

Proyecto: "La Evolución Secular de las Galaxias"

Directores: Dr. Joan Jont y Prof. John E. Beckman

- Emma Fernández Alvar (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Análisis del desplazamiento gravitatorio al rojo solar (Gravitational redshift, GRS), medido a través de técnicas espectrofométricas"

Director: Dr. Pere L. Pallé Manzano

Becas con otras fuentes de financiación

Dentro del programa de becas FPI financiadas por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICIIN), han iniciado la tesis en el IAC los estudiantes:

- Luis Peralta de Arriba (Univ. de Salamanca)
Beca FPI

Proyecto: "Galaxias Masivas: Formación y Evolución Cosmológica"

Director: Dr. Marc Balcells

- Carlos C. Quintero Noda (Univ. de La Laguna)
Beca FPI
Proyecto: "El magnetismo del Sol a altas sensibilidades polarimétricas"
Director: Dr. Valentín Martínez Pillet

- Paul Compère (Univ. Paul Sabatier, Francia)
Beca FPI
Proyecto: "EMIR: Integración final, comisionado y puesta en operación"
Director: Dr. Francisco Garzón López

- Rosa Clavero Jiménez (Univ. de Granada)
Beca FPI
Proyecto: "Participación del IAC en el experimento AMS"
Director: Dr. Ramón J. García López

En el 2010 se leyeron 14 tesis doctorales.
(Ver PRODUCCION CIENTIFICA)

- Beatriz González Merino (Univ. Complutense de Madrid)
Beca FPI
Proyecto: "El clima terrestre: Las nubes y el Albedo"
Director: Dr. Enric Pallé Bago

TESIS DOCTORALES

XXII ESCUELA DE INVIERNO

"Astrosismología"

Este año tuvo lugar la vigésimo segunda edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue "Astrosismología". El IAC contó con el apoyo económico del Ministerio de Educación y Ciencia así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife y el Ayuntamiento de San Cristobal de La Laguna. Se celebró del 15 al 26 de noviembre, en el Hotel Laguna Nivaria en San Cristobal de La Laguna. En esta edición, los cursos fueron impartidos por ocho profesores expertos en distintos aspectos relacionados con la Astrosismología. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 34 alumnos de 15 países que actualmente preparan su tesis doctoral, o la han terminado recientemente, sobre un tema relacionado con el de la Escuela. Se concedieron 21 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela, 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 doctores Pere Lluís Pallé, César Esteban López y Francisco Sánchez Martínez. 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:

MEMORIA
IAC 2010

241

PERSPECTIVES ON HELIOSEISMOLOGY
William Chaplin, Univ. de Birmingham, Reino Unido

LEARNING PHYSICS FROM THE STARS:
IT'S ALL IN THE COEFFICIENTS
Stephen Kawaler, Univ. de Iowa, EEUU

Lecture 1: In the Beginning ...
Lecture 2: Modern Data for Helioseismology
Lecture 3: Inference on Internal Structure
Lecture 4: Solar Activity, the Solar Cycle

Lecture 1: Overview / discussion of the basic equations of stellar structure
Lecture 2: It's all in the coefficients - input physics and weaknesses that we need to fix

Lecture 3: Driving and Damping - nonadiabatic pulsation theory and practice
 Lecture 4: Seismology to the rescue - feedback between pulsation studies and basic input physics

SOLAR-LIKE OSCILLATIONS: AN OBSERVER'S PERSPECTIVE
 Timothy Bedding, Univ. de Sydney, Australia

Lecture 1: Overview / Properties of solar-like oscillations
 Lecture 2: Techniques and main results
 Lecture 3: Special topics: mixed modes, amplitudes
 Lecture 4: Solar-like oscillations in red giants

STUDYING STARS THROUGH FREQUENCY INVERSIONS
 Sarbani Basu, Univ. de Yale, Connecticut, EEUU

Lecture 1: Linear adiabatic wave equations
 Lecture 2: The "inversion" equation and inversion techniques
 Lecture 3: Helio- and asteroseismic inversions (I)
 Lecture 4: Helio- and asteroseismic inversions (II)

FROM INSTRUMENTATION TO DATA ANALYSIS
 Thierry Appourchaux, Inst. d'Astrophysique Spatiale, Francia

Lecture 1: Time series and spectral analysis
 Lecture 2: Statistical analysis in astero- and helioseismology (I)
 Lecture 3: Statistical analysis in astero- and helioseismology (II)
 Lecture 4: Astero- and helioseismic space instrumentation

SEISMIC PROBES OF THE SOLAR STELLAR INTERIOR
 Mario J. Monteiro, Centro de Astrofisica. Univ. de Oporto; Portugal

Lecture 1: Seismic probes: basic concepts and tools
 Lecture 2: Probing the physics of the Sun: the envelope
 Lecture 3: Insights on stellar cores and envelopes
 Lecture 4: Applications and expectations: space and ground data

AN OBSERVER'S VIEWS AND TOOLS
 Donald Kurtz, Univ. de Lancashire, Reino Unido

Lecture 1: Peculiar stars of the upper main sequence
 Lecture 2: The oblique pulsator model and 3D views of pulsations models and Atmosphere
 Lecture 3: The variable star zoo: identification of variable type
 Lecture 4: Miscellaneous, but useful topics: time; frequency and phase; spectral windows and more



ADVANCED TOPICS IN ASTEROSEISMOLOGY
 Jorgen Christensen-Dalsgaard, Univ. de Aarhus, Dinamarca

Lecture 1: Detailed investigation of a stellar core based on mixed modes. Mode amplitudes

in red giants
 Lecture 2: Introduction to the Aarhus codes: ASTEC and ADIPLS
 Lecture 3: Practical exercises with ASTEC and ADIPLS
 Lecture 4: Practical exercises with ASTEC and ADIPLS

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

La Administración de Servicios Generales tiene a su cargo las funciones administrativas y operacionales para dar soporte a la actividad del Instituto y sus Observatorios.

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA

GERENCIA ADMINISTRATIVA

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión financiera, económica, administrativa y presupuestaria del área a la vez que da soporte a la actividad general del IAC. Para llevar a cabo sus fines la Gerencia Administrativa se estructura en los departamentos de contabilidad y presupuesto, tesorería, administración de personal, compras, inventario, contratación administrativa y dietas y viajes.

Entre las actividades que son propias de la Gerencia Administrativa se han realizado las de impulsar y participar en la elaboración de los presupuestos anuales, asesorar al resto de las Áreas del Instituto en los procesos de gestión y control de los fondos internos y externos, mantener actualizada la información contable y presupuestaria de modo que sea posible realizar el control del presupuesto, enviar informes a la IGAE y otras Instituciones y suministrar a la Intervención Delegada en el IAC los datos e informes que requieran para que realicen tanto el control financiero permanente, la auditoria de las cuentas anuales a rendir al Tribunal de Cuentas, así como participar en las auditorias de proyectos financiados externamente.

Como en años anteriores se han elaborado las encuestas recibidas del INE relativas a comercio internacional de servicios, costes de personal, Innovación tecnológica, actividades de I+D y estadística de créditos públicos de I+D, entre otras.

Durante el 2010 además de las actividades asociadas a las responsabilidades de la Administración, el personal de la Gerencia

Administrativa ha participado activamente en la ejecución del Proyecto IAC-GESTIÓN, cuyo objetivo es la implantación de un modelo de gestión integral. En el marco de este Proyecto se asume la Jefatura de Reingeniería de Procesos y participa con varios Usuarios Clave en la definición de los procesos, en la toma de datos y requisitos para la implantación de parte de los mismos en la herramienta informática adquirida (SAP).

En cuanto a la formación, el personal de la Gerencia Administrativa ha asistido a seminarios relacionados con el proyecto IAC-GESTIÓN, en concreto formación en procesos y seminarios de SAP.

GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional está estructurada como un departamento cuyas principales actividades son: la coordinación de las empresas externas que prestan servicios para el funcionamiento de la Sede Central del IAC; la realización de obras nuevas e instalaciones; el mantenimiento general del edificio, sus instalaciones y equipos; el mantenimiento de los vehículos asignados a la sede central y al Observatorio del Teide; la gestión medioambiental; la adquisición de mobiliario y equipamiento general del centro; las relaciones y gestiones con las empresas de suministro eléctrico, de agua y de telefonía, y con las Administraciones Locales (Ayuntamientos y Cabildo).

Los servicios externos coordinados por la Gerencia Operacional son: el servicio de vigilancia, el servicio de recepción, el mantenimiento de los jardines, la concesión de la cafetería, el servicio de

limpieza, el control de legionela, el servicio de desinsectación, el mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado, el mantenimiento de los equipos de protección contra incendios, el mantenimiento y la seguridad del manejo de las botellas de gas en los laboratorios y talleres del IAC, el mantenimiento de los ascensores, el mantenimiento del sistema de gas y del equipamiento de la cocina y la gestión de residuos. La Gerencia Operacional vigila además que sus actividades se realicen conforme a las disposiciones legales vigentes, en particular en lo relativo a la prevención de riesgos laborales.

Dentro del Plan de mejora continua de la Gerencia Operacional, en 2010 se contrató, previo concurso público, una empresa especializada para el mantenimiento general del sistema eléctrico de baja tensión. Esta empresa está acometiendo la revisión de todos los cuadros eléctricos y de todas las instalaciones de baja tensión, las cuales se someterán a una auditoría en 2012.

Durante el año 2010 se llegó a un acuerdo con la empresa Martínez Cano para la

recogida, transporte y posterior reciclaje del papel sobrante en la Sede Central. En este primer año, se han enviado más de 6 toneladas de papel para reciclar. Todo este proceso se ha realizado en cumplimiento de lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos.

En 2010 se realizó el encargo del proyecto de actualización del sistema de protección contra incendios y se llevaron a cabo de forma urgente, antes de finalizar el proyecto, las primeras mejoras en la zona de talleres. Asimismo, se consiguió una subvención de la Consejería de Industria para la realización de una auditoría energética, para hacer más eficientes nuestras instalaciones.

En diciembre, se recibió el segundo informe anual desde la puesta en marcha del sistema de energía solar fotovoltaica de 10 Kw, con resultados tan satisfactorios como los del primer año, continuando por encima de las expectativas máximas de rendimiento y con coste de mantenimiento "cero". En 2010 se generaron 25.400 kWh/año, lo que significa un ahorro de 18 toneladas de CO₂.

OBSERVATORIO DEL TEIDE

Durante los días 25 y 26 de junio de 2010, se realizaron las Jornadas de Puertas Abiertas. La afluencia total fue de 1.200 personas, viernes 25 de junio = 400 y sábado 26 de junio = 800). En las jornadas participaron la Administración del OT, grupos externos y personal subcontratado según el detalle:

- Administración del OT (6 personas).
- Contratas externas:
 - SUAD24 emergencias médicas (ambulancia medicalizada con 2 personas).
 - 244 Contrata cantina (8 personas).
 - Empresa Cienciamanía (15 personas, actividades y azafatas).
 - Grupo de Astrónomos aficionados (GOAT, Alpha Cygni, IES San Hermenegildo) con telescopios para la observación solar junto al MONS.
 - Telescopio Themis: Dr. Bernard Gelly y Sr. Martial Bertrand.

- Laboratorio Solar: Dr. Pere Lluís Pallé, Sr. Antonio Pimienta, Dr. Antonio Eff-Darwich, Sr. Iván Ribot, Dr. Sebastián Jiménez-Reyes y Dr. Rafael García Bustinduy.
- Telescopios IAC-80 y TCS: Dr. Alejandro Oscoz, Sr. Miguel Chioare, Sr. Noelia Armas, Sr. Jorge García, Sr. Iván Ribot, Dra. Cristina Zurita.
- Telescopio VSA: Sr. Daniel López Prieto.
- Telescopio Bradford: Sr. Chris Tallon, Sr. Dan Hedges, Sr. James Machell y Sr. Scott Marley.

Las jornadas transcurrieron sin ningún tipo de incidencia.

Durante el año 2010 se han realizado en el OT 4 simulaciones de emergencias médicas (actuaciones de primera intervención, meses de marzo, abril, mayo, junio), coordinadas por la empresa SUAD24. En ellas han

participado personal de la Administración del OT, miembros del CSS (Comité de Seguridad y Salud) del IAC, la Mutua del IAC y el titulado superior en prevención de riesgos laborales del IAC. Durante el invierno se seguirán con simulacros particulares con el personal de Mantenimiento y Administración. Una vez comprobadas las limitaciones y problemas de la aplicación de procedimientos médicos genéricos al entorno y estructura organizativa del Observatorio se propondrá a la dirección del IAC la realización de simulacros generales, diurnos y nocturnos, con la participación de las IU.

Este año ha quedado instalada una depuradora química en la Residencia de Estudiantes. Esta depuradora, junto con las ya instaladas en años anteriores, completa el tratamiento de vertidos de residuos sólidos orgánicos en el OT.

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2010 fue de 6.591 personas. De ellas, 3.868 lo hicieron a través de alguno de los 141 días en que se organizaron Visitas Concertadas. Esta ampliación se basó en una mayor disponibilidad y colaboración por parte de las Instituciones Usuarias y en la contratación de una empresa externa, que se encargó de gestionar las peticiones y guiar las visitas. El telescopio GTC se convirtió en el más visitado al recibir 4.997 personas, seguido de los telescopios MAGIC y WHT con 1.472 y 1.421 respectivamente. Es de destacar asimismo la visita de 1.548 alumnos, cifra que se ha incrementado notablemente respecto a años anteriores, debido al inicio 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 798 alumnos de 17 centros y ha sido un ejemplo de colaboración de astrónomos de las diferentes Instituciones Usuarias del Observatorio que dieron las charlas en los centros y efectuaron talleres y visitas guiadas al Observatorio. <http://www.lpiya.org/nuestrosalumnos/>

También se han instalado contenedores diferenciados para una recogida selectiva de la basura. En la Residencia además se ha instalado un punto limpio para la recogida de aceites.

Uno de los problemas históricos de los Observatorios de alta montaña es la baja humedad ambiental que dificulta el desarrollo normal de la actividad, principalmente en horarios nocturnos. Desde mediados del año 2010 se está probando un sistema global para humidificar el ambiente de la Residencia. El sistema está compuesto por una bomba central, conectada a un depósito, que pulveriza el agua a través de pequeños orificios. Las primeras medidas en los pasillos de la Residencia indican que el sistema es capaz de aumentar en 15 puntos porcentuales la humedad ambiental.

Es de destacar la visita de ochenta y cuatro medios de prensa locales, nacionales e internacionales que grabaron en algunos casos, amplios reportajes o documentales sobre el Observatorio y sus instalaciones. En especial los elaborados por diferentes productoras alemanas con el fin de captar turismo para la Isla.

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

- Comenzaron y culminaron los trabajos de cimentación e instalación de la plataforma y cúpula del Superwasp Alsubai Follow-up Telescope (SAFT).
- Se ha vuelto a utilizar el telescopio Hegra CT3 para el ensayo de nuevas cámaras y detectores destinados a los telescopios Cherenkov. Los trabajos los está llevando a cabo personal de la Universidad de Dortmund.
- Un nuevo Convenio de Cooperación fue firmado entre el Cabildo Insular de La Palma, el Ayuntamiento de Garafía y el IAC para promover la construcción y puesta en servicio del Parque Cultural del ORM en

donde se emplazará el futuro Centro de Visitantes.

- Se ha ejecutado una completa renovación de las habitaciones de la planta baja de la Residencia (102-112). La habitación 102 se ha adaptado para discapacitados. La reforma ha incluido, la instalación de nuevas persianas eléctricas, nueva carpintería metálica y de madera en ventanas y puertas, con la incorporación de cerraduras electrónicas para acceder a las habitaciones. También se hicieron reformas en los baños y se cambió la moqueta y el mobiliario.

- Se instaló un desfibrilador semiautomático en el Hall de la Residencia. El personal de Mantenimiento y Recepción recibió una formación adecuada para su uso.

- En comparación con 2009, se registró un descenso del 6% en la ocupación de la Residencia, con una media diaria de 29 personas.

- Se encargó a una empresa externa un informe sobre el estado de las carreteras de acceso e internas del Observatorio. Dicho informe le fue entregado al Cabildo con el fin de mejorar las condiciones de seguridad de dichas infraestructuras.

- Un nuevo espacio en la zona del edificio de Servicios Comunes fue acondicionado para albergar un punto limpio de recogida y almacenamiento de residuos sólidos.

- Ya hay tres Instituciones Usuarias (IAC, ING y TNG) que han instalado un seguimiento mediante GPS, de la flota de sus vehículos en sus desplazamientos hacia y desde el Observatorio. En total son 27 los vehículos que cuentan con esta capacidad. Asimismo se ha hecho una programación específica para habilitar una tecla de emergencia en la mayoría de las emisoras de los vehículos que permite una comunicación prioritaria en la frecuencia de uso común.

CENTRO DE ASTROFISICA DE LA PALMA

A lo largo de 2010 la actividad desarrollada en el Centro de Astrofísica de La Palma se ha incrementado considerablemente. En la actualidad las Instituciones que utilizan las instalaciones del CALP de forma permanente son las siguientes: IAC, GTC, MAGIC.

El Gobierno de Canarias, ha instalado dentro del recinto del CALP una caseta de medición medioambiental desde principios de 2010, cuyas mediciones pueden consultarse en la siguiente Web: <http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/calidadambiental/calidaddelaire/controlyvigilancia/>

Informática que mostraron su interés por visitarlo, visitas que fueron atendidas por los responsables del Nodo en el IAC.

En la actualidad, en el CALP se gestionan 15 servicios externos, con sus contratos con empresas preferentemente locales.

El Centro de Astrofísica de La Palma cuenta con la primera estación de medida de la calidad del aire de la Isla, una nueva instalación que facilita datos en tiempo real sobre meteorología y contaminación atmosférica. Bajo un convenio de colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y el IAC, se pretende prevenir, vigilar y corregir posibles casos de polución. La estación, puesta en marcha a principios de año, está equipada con dispositivos que miden diferentes parámetros en el aire del entorno en Breña Baja. El IAC que cede el uso del terreno y accede así de primera mano a información relevante sobre partículas en suspensión que puedan entorpecer las observaciones en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

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. Respecto al 2009, este año se han realizado 50 inspecciones (56% más) y no se han formulado denuncias y se ha reducido un 30% el número de informes técnicos (191). Los registros de salida se han disminuido un 31% (211) y los de entrada un 38% (172), el número de correos electrónicos para consultas fue de 726 mensajes (6% menos que el 2009) (506 en consultas a instalaciones y 220 de luminarias).

Durante el 2010 se ha realizado una segunda fase de adaptación del alumbrado público con fondos del Ministerio de Ciencia e Innovación para Barlovento, Tijarafe, Garafía y Fuencaliente. A finales del 2010 el Cabildo de La Palma ha recibido fondos para una tercera fase para los municipios de Mazo y Puntagorda cuyos informes técnicos preceptivos ya han sido evaluados.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con el fotodiodo y con la colaboración del Grupo de Astrónomos de Soporte. La media antes y después de media noche en el OT (3 medidas) ha sido de 21,15//21,63 y en el ORM (2 medidas) de 21,64//21,82, respectivamente, por lo que en esta ocasión el brillo medio en el OT, después de media noche, es aproximadamente un 55% superior al del ORM.

Se han realizado mediciones de campo eléctrico en junio en el ORM por parte de la Jefatura Provincial de Telecomunicaciones. Se ha detectado un elevado ruido de baja frecuencia en la zona comprendida entre el telescopio Galileo, punto geodésico ORM y torre de Telefónica, foco aún sin identificar. También se nota un ligera reducción de campo eléctrico por el apagado analógico del las TVs.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos observatorios ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico.

Labores realizadas por la OTPC durante 2010

Divulgación

- Charla en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de S/C de Tenerife, Delegación de La Palma, sobre el Nuevo Reglamento de Eficiencia Energética y los correspondientes cambios en los criterios técnicos del IAC en alumbrado de exteriores, febrero.
- Visita de las instalaciones de Philips OLAC (Outdoor Lighting Applications Center) en Lyon (Francia), abril.
- Participación en Photonics Valencia'10 con la ponencia "Contaminación Lumínica: La Ley del Cielo de Canarias, objetivos y requisitos exigidos a luminarias y lámparas", mayo.
- Asistencia al XXXVI Simposium Nacional de Alumbrado del CEI en Cáceres y participación con la ponencia "Iniciativa Starlight: Patrimonio y Sostenibilidad", mayo.
- Charla en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de S/C de Tenerife, sobre el Nuevo Reglamento de Eficiencia Energética y los correspondientes cambios en los criterios técnicos del IAC en alumbrado de exteriores, junio.
- Asistencia a la exposición de Ciudades Sostenibles en alumbrado organizado por PHILIPS en el Hotel Escuela de S/C de Tenerife, junio.
- Participación en el Seminario Internacional de Contaminación Lumínica en Antofagasta (Chile), con ponencia "La Ley del Cielo de Canarias: objetivos, experiencias y últimos requisitos normativos" así como la presentación del Manual de Alumbrado Exterior de Calidad realizado entre ambas oficinas del cielo de Chile y del IAC, agosto.
- Charla en las oficinas de CONAMA y AURA en La Serena (Chile), sobre las ponencias expuestas en Antofagasta, agosto.
- Participación en las Jornadas del Cielo Nocturno en Andalucía y el Reglamento para la Protección de la Contaminación Lumínica, en Córdoba, con la ponencia "La Ley del Cielo de Canarias: objetivos, experiencias", septiembre.

- Participación en los comités técnicos del Comité Internacional de Iluminación (CIE) TC 5-27 Artificial Lighting and its Impact on the Natural Environment y TC 5-28 Guide on Obtrusive Light – Review of Publication 150:2003, en Viena (Austria), septiembre.
- Asistencia al Seminario de Alumbrado organizado por la empresa SALVI en Tacoronte, octubre.

Se elaboró una Guía Práctica de Iluminación de Exteriores en colaboración con la Oficina de Protección del Cielo de Chile y la OIPC con el objetivo que sea difundida con el apoyo de la UNESCO en inglés y español.



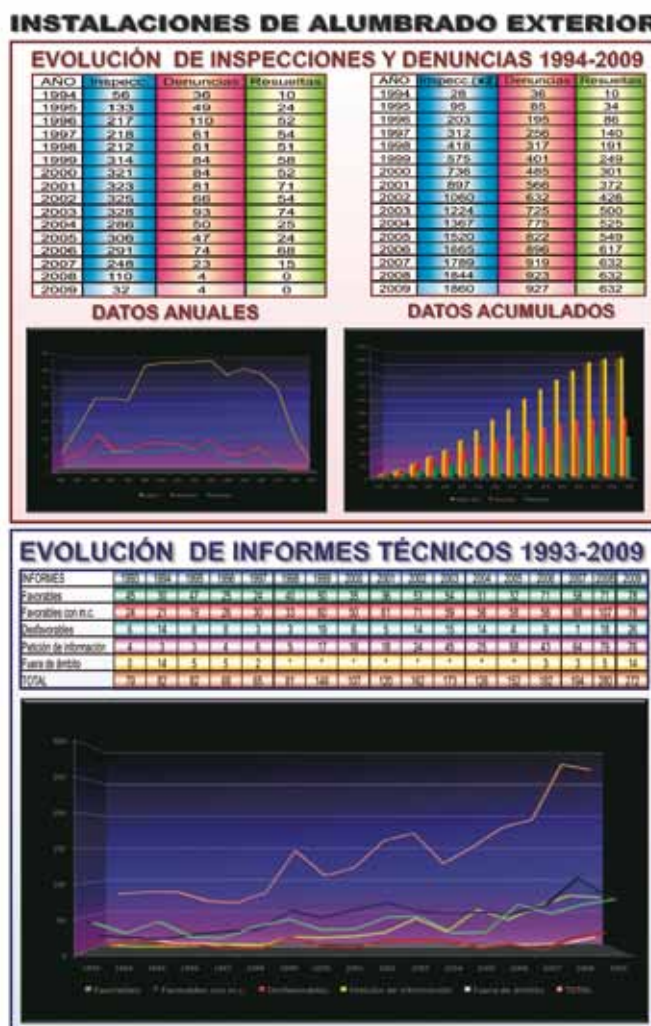
Colaboraciones

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 IDA y en la elaboración y revisión de los documentos de las Reservas STARLIGHT.

Medidas, Control y Calidad

Medidas del fondo del cielo: Se continúa con las medidas usando el fotodiodo.

Gráfico de evolución.



EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO 2010

GASTOS

DESTINO FONDOS	(Miles de €)	
- Personal	12.840,59	
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	3.179,26	
- Financieros	25,19	
- Transferencias corrientes	840,54	
- Inversiones reales	4.928,80	
- Activos financieros	67,20	
- Pasivos financieros	180,00	
- Compras	3.453,83	
TOTAL GASTOS		25,515,41
VARIACION FONDO MANIOBRA		- 851,77

FINANCIACIÓN

ORIGEN FONDOS	(Miles de €)	
PRESUPUESTARIOS		15.568,29
- Administración del Estado	11.597,18	
- Comunidad Autónoma	3.971,11	
OTROS		9.095,35
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	6.529,57	
- Venta de servicios y otros	2.565,78	
TOTAL FINANCIACION		24.663,64

GABINETE DE DIRECCIÓN

Es un órgano de apoyo al Director para la consecución de los fines, objetivos y metas del IAC. Sus competencias son:

Asesora al Director en todos los temas que se le planteen, elaborando o encargando los correspondientes informes que le soliciten.

Realiza estudios-diagnósticos sobre temas de política científica e innovación tecnológica, así como de estructura y organización del IAC.

Es el Secretario del Comité de Dirección y responsable de la estrategia informativa, creando los medios idóneos para dar información del IAC, así como de crear y difundir la imagen corporativa del Instituto interna y externamente.

De él dependen las ediciones no científicas, las tareas comunicación y divulgación científica, además de las relaciones con los medios de comunicación, supervisando la información, atención y relación con estos.

Establece y ejecuta la estrategia y acciones de extensión cultural del IAC.

EDICIONES

MEMORIA 2009

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2009, donde se recoge la actividad anual del Consorcio Público IAC en todas sus áreas (Investigación, Enseñanza, Instrumentación y Administración de los Servicios Generales), así como la labor realizada en el campo de la divulgación.

Existen las Memorias del IAC desde 1999 en versión digital en la dirección Web <http://www.iac.es/divulgación/ediciones>

REVISTA DIGITAL “*caosyciencia*”

Desde que nació en agosto de 2002, la revista digital “*caosyciencia*”, original y creativa, sigue abierta a todos aquellos que quieran decir, explicar, comentar, criticar, expresar, inquietar, sorprender, recordar... una revista interdisciplinar, que se apoya en material divulgativo como vídeos, animaciones, imágenes, etc., para explicar diferentes temas relacionados con la Astronomía y la ciencia en general.

En el 2010 se recibieron un total de 223.545 visitas a la revista. Se consultaron sus artículos 114.119 veces, se visualizaron sus vídeos 19.866, sus animaciones 43.896 y sus imágenes 51.598 veces.

Entre las revistas enviadas este año se pueden citar como ejemplo: “El tamaño si importa: El Telescopio Europeo Extremadamente Grande (E-ELT)”, “El transcurrir del tiempo en el Universo”, “Panorama del interior del Sol y otras estrellas”, “Moon Zoo”, “Anillos en los que nacen estrellas”, “Crónicas del Universo: Eclipse de Tierra I y II” etc. En 2010 se inicio la sección “especial astrofísicos” en la que distintos investigadores del IAC

MEMORIA
2010 IAC

250



responden a la pregunta ¿Por qué alguien se hace astrofísico?; hasta ahora sabemos porqué son astrofísicos J.A. Acosta, C. Esteban, H. Socas, A. Mampaso, J.M. Rodríguez Espinosa, F. Garzón, A. Jiménez, A. Aparicio, H. Deeg, G. Israelian, M.J. Arévalo, C. Gallart, J. Cepa, I. García de la Rosa, R. García López, A.M. Varela y J.E. Beckman.

CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2010 los siguientes carteles:

- Cartel de formación de personal investigador. Un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes, dentro del Programa de Formación de Personal Investigador del Área de Enseñanza. El objetivo de este Programa es preparar a jóvenes licenciados para investigar en Astrofísica y en técnicas relacionadas con dicha ciencia.

- XXII Canary Islands Winter School of Astrophysics "Astroseismology" ("Astrosismología"). Organizada por el IAC contó con el apoyo económico del Ministerio de Educación y Ciencia así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife y el Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna, celebrada en el Hotel Laguna Nivaria de La Laguna (Tenerife), del 15 al 26 de noviembre.

FOLLETOS

- La Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC), elaboró una "Guía Práctica de Iluminación de Exteriores" en colaboración con la Oficina de Protección del Cielo de Chile con el objetivo que sea difundida con el apoyo de la UNESCO en inglés y español.



- La Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) del IAC ha impulsado la edición y distribución del nuevo catálogo sobre los servicios, capacidades, medios y proyectos más representativos del área más tecnológica del IAC. Este

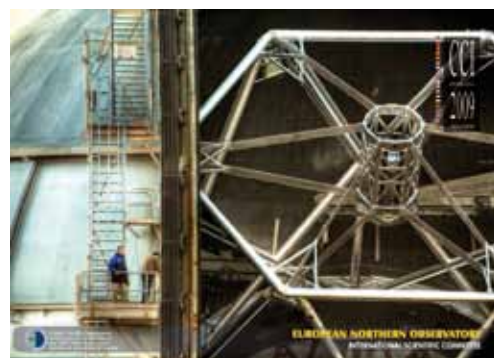


nuevo catálogo supone un importante esfuerzo de actualización respecto a la versión anterior, y ha sido y será también de gran utilidad como punto de partida sobre las potencialidades del IAC para la creación del nuevo centro tecnológico.

El catálogo ha sido distribuido entre diferentes entidades, muy especialmente en el sector empresarial.

CCI ANUAL REPORT

La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, ha publicado el informe anual correspondiente a 2009 sobre las actividades desarrolladas en estos



MEMORIA
IAC 2010

251

Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

Existe una versión digital del CCI Anual Report en la dirección Web <http://www.iac.es/eno/ci>

COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

La responsabilidad de la difusión cultural en el IAC, así como la comunicación institucional se canaliza a través de su Gabinete de Dirección. Se señalan a continuación las actividades que resaltamos del año 2010.

BALANCE DE LA COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

Noticias emitidas

A través de la Web del IAC, envíos por fax y por correo electrónico, se han difundido a lo largo de 2010 un total de 43 notas de prensa. Estas notas se han distribuido a su vez a través de las plataformas informativas SINC (que publica la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) y la plataforma Alpha Galileo (que distribuye a los medios europeos).

Peticiones de los medios de comunicación

Es destacable la cantidad de medios audiovisuales que recurren a nuestros servicios para asesorarse científicamente sobre nuestro quehacer científico y tecnológico, nuestra política científica, realizar entrevistas, tomar imágenes en sedes y observatorios, como para requerir nuestros recursos de imágenes y vídeos.

Por teléfono: Se ha recibido más de 450 consultas telefónicas de medios de comunicación.

Por correo electrónico: se han atendido, aproximadamente, unas 250 solicitudes de medios de comunicación vía e-mail.

largo del año, lo que significa casi 7 visitas de productoras al mes.

ASESORÍA CIENTÍFICA

El Gabinete de Dirección cuenta con Alfred Rosenberg, astrofísico cuyo trabajo es supervisar, desde el punto de vista científico, los contenidos de las ediciones y actividades de divulgación que organiza el Gabinete, atiende las consultas de medios de comunicación, instituciones, aficionados de astronomía y particulares relacionadas con dudas sobre astrofísica y áreas afines, asume la responsabilidad del Servicio Informático Específico (SIE) del Gabinete y coordina el proyecto divulgativo "Teleastronomía", entre otras actividades.

FORMACIÓN DE COMUNICADORES

A lo largo de los años han pasado más de 31 comunicadores que hoy en día están repartidos por el panorama de la comunicación científica nacional y de otros países. En su mayoría, proceden de alguna de las ramas de las Facultades de Periodismo. Otros, en cambio, provienen de otras carreras tras haber hecho alguno de los master sobre comunicación de la ciencia que existen en varias universidades españolas.

Gracias a un Acuerdo Marco entre el IAC y la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), *Javier Pérez Barbuzano*, alumno del programa Modular "Periodismo Científico y Comunicación Científica" de la UNED, ha podido realizar prácticas durante tres meses en las actividades propias de una Dirección de Comunicación.

Compartir las "buenas prácticas" del método de trabajo del Gabinete de Dirección se ha logrado gracias a los cursos impartidos por Luis A. Martínez Sáez. Este año ha sido el Coordinador y coautor en la elaboración de

MEMORIA
2010 IAC

Peticiones de material audiovisual

252 A lo largo del año se han atendido un total de 50 solicitudes de material audiovisual. En el 20% de los casos la copia se ofreció en formato Betacam. Las solicitudes restantes se realizaron a través del protocolo de red para la transferencia de archivos FTP.

Visitas para hacer reportajes

Los Observatorios han recibido un total de 80 visitas de medios de comunicación a lo

la “Guía Digital de la Comunicación para Investigadores” (Universidad de La Rioja).

CONTRATOS Y CONVENIOS ENTRE EL IAC Y OTROS ORGANISMOS EN MATERIA DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

Se han suscrito los siguientes contratos/convenios:

- Convenio de Colaboración entre Canarias Cultura en Red y el Instituto de Astrofísica de Canarias, para la financiación mediante contrato de patrocinio, para la presencia en ferias dedicadas a la divulgación de la ciencia, en el marco del Programa SEPTENIO (adenda).

- Convenio de colaboración entre la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y el Instituto de Astrofísica de Canarias, para que alumnos del Programa Modular “Periodismo Científico y Comunicación Científica” puedan realizar prácticas en el Gabinete de Dirección.

- Convenio de colaboración entre el Instituto Cervantes y el Instituto de Astrofísica de Canarias para la impartición de charlas divulgativas de científicos en sus sedes por todo el mundo.

- Acuerdo con el Centro Cultural Internacional Óscar Niemeyer para la cesión de materiales divulgativos del IAC destinados a sus exposiciones, tanto permanente como itinerante.

- Colaboración, bajo el modelo de patrocinio, entre la Sociedad Española de Astronomía y el Instituto de astrofísica de Canarias para la celebración de su IX Reunión Científica.

EXPOSICIONES Y FERIAS

En el año 2010, gracias a la financiación obtenida de Canarias Cultura en Red, hemos estado presentes en varios eventos enmarcados en el fomento de la cultura

científica y tecnológica, así como en la promoción del cielo de Canarias. El ámbito de estas celebraciones fue regional, nacional e internacional. Miles de personas pudieron participar en las múltiples actividades organizadas como: talleres didácticos, charlas, emisión de documentales, conexiones en directo con los Observatorios de Canarias, exposiciones, etc. Destacamos, por orden cronológico:

WIRE 2010

15 al 17 de marzo, Palacio de Exposiciones y Congresos (Granada)

Este evento tenía como objetivo lograr pasar de las “*sinergias de las políticas*” a las “*sinergias de las acciones*” para optimizar el uso de los instrumentos existentes de la UE en materia de I+D y conseguir que las regiones sean las protagonistas reales en la construcción de la Sociedad del Conocimiento.

Se organizaron tres conferencias paralelas sobre:

- “El uso eficiente de los presupuestos enmarcados en los Fondos Estructurales para I+D+i”.

- “Potencial de Investigación”, que se centra en la evaluación de los efectos de este programa sobre el aumento del potencial investigador en centros de excelencia, con especial énfasis en regiones convergencia o ultra-periféricas, así como las dificultades encontradas que puedan bloquear dicho aumento, y las buenas prácticas desarrolladas.

- “Regiones del Conocimiento”, cuyo objetivo es la evaluación de sus resultados y la identificación de buenas prácticas, con el objetivo final de promover la cooperación regional a través de los “clusters” basados en el conocimiento.

Más información en: <http://wire.fecyt.es/publico/Inicio/index.aspx?idiona=es>

**MEMORIA
IAC 2010**

253

TECNIMAP: XI JORNADAS SOBRE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LA MODERNIZACIÓN DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

6 al 9 de abril, Recinto Ferial (Zaragoza)

EXPOTECNIMAP tenía como objetivo que las instituciones públicas y empresas privadas ofrecieran soluciones, sistemas o ayudas técnicas basadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones, en cualquiera de los ámbitos de la gestión pública.

TECNIMAP 2010 cerró sus puertas con un balance muy positivo. Un total de 6.200 expertos en nuevas tecnologías y administración pública participaron directamente en estas jornadas, que reunieron en su parte expositiva a 171 organizaciones, empresas privadas e instituciones. Sumados a los 8.000 visitantes del Espacio Urbano TECNIMAP 2010 **“Administración electrónica a pie de calle”**, **las cifras finales del evento superan las 14.000 personas**, una muestra del interés que suscita la modernización administrativa en la sociedad española.

También en contenidos, TECNIMAP 2010 será un referente de futuro. En esta cumbre tecnológica de la Administración Pública se han debatido cuestiones como la necesidad de implicar a los ciudadanos en la modernización y de establecer cauces de colaboración entre los sectores público y privado.

A lo largo de los tres días de jornadas se celebraron quince mesas redondas oficiales y sesenta comunicaciones, seleccionadas de entre las 420 presentadas, todo un récord para TECNIMAP 2010, que confirma el interés que existe para el desarrollo de nuevos servicios electrónicos en la Administración.

En esta feria el IAC participó con un Stand, desplazando personal hasta Zaragoza para explicar nuestras propuestas y las actividades en las que cotidianamente hacemos partícipe a la ciudadanía.

Más información en: <http://www.tecnimap.es/>

THE COMMUNICATING ASTRONOMY WITH THE PUBLIC 2010 (CAP2010)

15 al 19 de abril, Ciudad del Cabo (Sudáfrica)

Esta conferencia tuvo como eje central el análisis del impacto del año 2009, declarado por la UNESCO, como Año Internacional de la Astronomía.



En este encuentro estuvieron presentes investigadores dedicados a la divulgación de la ciencia, gabinetes de comunicación de observatorios, centros de investigación y misiones espaciales, así como organismos de popularización de la ciencia como museos, planetarios, de todo el mundo.

Durante el congreso, Alfred Rosenberg presentó la charla “Teleastronomía” y se expusieron los póster de Carmen del Puerto, Laura Calero, Alfred Rosenberg y Luis Martínez sobre los proyectos llevados a cabo por el Museo de la Ciencia y el Cosmos y las labores divulgativas del IAC durante el AIA 2009.

Más información en: <http://www.communicatingastronomy.org/cap2010/>



Póster presentado en el congreso con la actividad divulgativa del IAC durante el Año Internacional de la Astronomía.

FERIA DEL LIBRO DE GRAN CANARIA

24 abril al 3 mayo, Parque San Telmo (Las Palmas de Gran Canaria)

El Gobierno de Canarias inauguró el 24 de abril en el Parque de San Telmo (Las Palmas de Gran Canaria) la XXI Feria del Libro de Las Palmas de Gran Canaria, que se desarrolló en la capital grancanaria hasta el 3 de mayo.

Los centros de I+D+i, como no podía ser de otra manera, se ofreció a los asistentes (**unas 80.000 personas**) información de nuestra actividad investigadora.

Más información en: <http://www.gobiernodecanarias.org/cultura/pdf/programaferialibro/pgc.pdf>

FORO INNOVACIÓN

28 y 29 de abril, Centro Internacional de Ferias y Congresos de Santa Cruz de Tenerife

El Programa TF Innova 2009-2011 tenía como objetivo principal desarrollar una cultura de la innovación en la Isla de Tenerife como eje de la mejora de la competitividad fomentando la capacitación de agentes implicados en el sistema local de innovación, la difusión social de la I+D+i y la creación de infraestructuras para la I+D+i.

En este contexto, y coincidiendo con el segundo año de andadura del Programa TF Innova, se puso en marcha el "Foro InnovAcción, si cre@s puede", que se celebró los días 28 y 29 de abril, en Santa Cruz de Tenerife, con el objetivo de presentar la innovación, el desarrollo tecnológico y la creatividad, de una forma muy cercana a todos los asistentes, como estrategias competitivas que repercuten como beneficios en la sociedad insular.

Estuvo dirigido principalmente a empresas con interés en conocer cómo innovar, empresas innovadoras y/o de base tecnológica, emprendedores, investigadores, inversores, estudiantes y personas que promueven la innovación en el ámbito local.

El evento incluyó la celebración del "Foro de Inversión TF Invierte", que puso en contacto promotores de proyectos empresariales intensivos en conocimiento con inversores de capital riesgo y otras entidades de financiación.

Durante la celebración del Foro, se dispuso de un amplio espacio general dedicado a la divulgación de la innovación donde el IAC estuvo presente en un stand.

Más información en: <http://foroinnovacion.es/presentacion/>



Imagen del stand del IAC.

FERIA VACACIONES EN CANARIAS

15 y 16 de mayo, Auditorio Alfredo Kraus (Las Palmas de Gran Canaria)

La Feria *Vacaciones en Canarias* pretendía fomentar el conocimiento, entre los canarios, de las posibilidades que ofrecen las Islas para el disfrute de un fin de semana o de sus vacaciones.

La exposición "Cosmovisiones" se incluyó como joya visual de esta feria. En la misma se ofreció una muestra de imágenes que



Pantallas retroiluminadas pertenecientes a la exposición "Cosmovisiones".

Arriba: Imagen del Gran Telescopio CANARIAS GTC que forma parte de la exposición.



describen el Universo desde diferentes expresiones artísticas que se encuentran en láminas y códices antiguos y otros más recientes. Se han expuesto imágenes de una gran belleza e impacto visual usando paneles retroiluminados, para mostrar el potencial que la astronomía ofrece para nuestra oferta de ocio.

Más información en: <http://feriavacacionescanarias.com/>

SEMINARIO INTERNACIONAL DE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

2 al 4 de agosto, Antofagasta (Chile)

Cipriano Marin participó, como coordinador de la Iniciativa STARLIGHT promovida por el IAC para la preservación del cielo oscuro y el derecho a la observación de las estrellas, en el Seminario Internacional de Contaminación Lumínica celebrado en Antofagasta.

La Iniciativa STARLIGHT (La Luz de las Estrellas) se concibe como una campaña internacional en defensa de la calidad de los cielos nocturnos y el derecho general a la observación de las estrellas, abierta a la participación de todas las instituciones y asociaciones científicas, culturales y ciudadanas relacionadas con la defensa del firmamento. Se pretende así reforzar la importancia que los cielos nocturnos limpios tienen para la humanidad, realzando y dando a conocer el valor que este patrimonio en peligro posee para la ciencia, la educación, la cultura, el medio ambiente, el turismo, y evidentemente, como factor calidad de vida. Un importante aspecto de la iniciativa es ayudar a difundir los beneficios directos e indirectos, tecnológicos, económicos o culturales, asociados a la observación de las estrellas.

A este evento también asistieron representantes de ESO (Observatorio Europeo Austral), CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), la Municipalidad de Antofagasta, OPCC (Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile), OTPC (Oficina Técnica

para la Protección de la Calidad del Cielo del IAC), AURA, CieloBuo, ISTIL (Istituto di Scienza e Tecnologia dell'inquinamento luminoso, Italia), IDA (International Dark Sky Association), Instituto de Astronomía de la Universidad Católica del Norte, ILAV (Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión) y del Observatorio Astronómico Nacional de la Universidad de Chile.

Más información de la iniciativa: <http://www.starlight2007.net/>

EXPOSICIÓN EN LA IX REUNIÓN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ASTRONOMÍA

13 al 17 de septiembre, Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid

La idea que sustenta estas reuniones gira entorno a la creación de un foro de discusión científica, donde la Astronomía española y sus invitados puedan presentar sus resultados, discutir nuevos proyectos e imaginar futuras metas. Así pues, la reunión científica está concebida y organizada como un lugar de encuentro donde cualquier astrónomo de la comunidad española, sea cual sea su interés científico, tenga cabida. Las áreas temáticas que se trataron fueron: "Física Solar", "Ciencias planetarias", "La Vía Láctea y sus componentes", "Galaxias y Cosmología", "Observaciones, instrumentación y análisis de datos" y "Enseñanza y divulgación de la Astronomía".

En esta reunión Carmen del Puerto dio la charla "2009: El año que vivimos peligrosamente" y Laura Calero y Alfred Rosenberg presentaron el póster "El Año Internacional de la Astronomía en el IAC".

En la sección expositiva, el Gabinete estuvo presente con un Stand relativo a la iniciativa Starlight y el Gran Telescopio CANARIAS GTC.

Más información en: <http://www.sea-astronomia.es/drupal/node/1552>

FERIA DE LA CIENCIA DE LA OROTAVA

14 de noviembre, Casa de la Cultura de San Agustín (La Orotava, Tenerife)

La Casa de la Cultura de San Agustín, en la Orotava, acogió la VII FERIA DE LA CIENCIA.

Esta nueva edición de la Feria contó con un planetario digital, talleres, stands de centros de investigación (entre los que se encontraba el IAC), títeres, proyecciones, etc.

Unas **1.500 personas** pudieron disfrutar de talleres, charlas y el contacto directo con profesionales del mundo de la Ciencia.

Más información en: <http://www.iac.es/semanaciencia10/>



Asistentes a la Feria accediendo al planetario portátil.

CONAMA 2010: CONGRESO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE

22 al 26 de noviembre, Palacio Municipal de Congresos del Campo de las Naciones (Madrid)

Asistimos a la décima edición del Congreso Nacional del Medio Ambiente, que se celebra de forma bienal desde hace 18 años. Este

encuentro dedicado al desarrollo sostenible está organizado por la Fundación Conama, entidad sin ánimo de lucro creada para este fin por el Colegio Oficial de Físicos.

El IAC llevó la Iniciativa STARLIGHT en Defensa del Cielo Estrellado y La Iluminación Inteligente. También participamos en la exposición organizada junto con otros Organismos Públicos de Investigación españoles.

Más información en: <http://www.conama10.es/web/index.php>

EMPIRIKA: I FERIA IBEROAMERICANA DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN

12 al 15 de noviembre, Plaza de los Bandos (Salamanca)

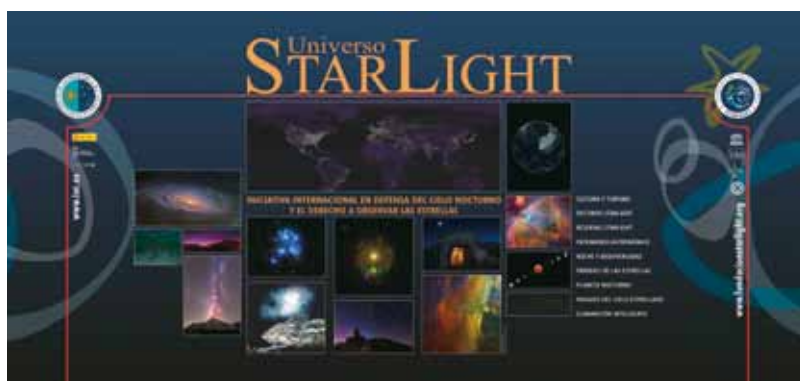
La primera Feria Iberoamericana de la Ciencia la Tecnología y la Innovación se cerró con la participación de 38 instituciones procedentes de seis países iberoamericanos. Su objetivo fue la promoción y divulgación social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Durante los días que duró la feria más de **30.000 personas** se acercaron a la Ciencia a través de Empirika.

En esta Feria, el asesor científico y divulgador del Gabinete, Alfredo Rosenberg, impartió una charla sobre los teletalleres de Astronomía que ofrece el IAC a planetarios, museos y centros de enseñanza, así como a agrupaciones de aficionados y amigos de la Astronomía.

Más información en: <http://www.empirika.org/content%2C%BFque-es-empirika>

MEMORIA
IAC 2010

257



Expositor de la Iniciativa STARLIGHT de la exposición.

WORKSHOP DE TELESCOPIOS ROBÓTICOS EN ESPAÑA

25 al 27 de noviembre, Parque Científico de la Universidad de Valencia

Este congreso siguió la línea establecida en sus tres anteriores ediciones (Huelva 2004, Barcelona 2006 y Madrid 2009) de potenciar la colaboración entre investigadores, tecnólogos, educadores y aficionados para la promoción del conocimiento científico en general, y el de la astronomía en particular, articulándola en torno al enorme potencial que supone el uso de los telescopios robóticos.

En este Workshop, el asesor científico y divulgador del Gabinete, Alfredo Rosenberg, impartió la charla invitada "Teleastronomía: El cielo en directo".

Más información en: www.uv.es/wtr2010

LA SEMANA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 2010

Todos los años el IAC organiza actividades dirigidas a: niños, adolescentes, tercera edad, público general, etc., que tienen como objetivo la mejora de la percepción de la Ciencia en la sociedad canaria.

En el 2010 centramos nuestras actividades divulgativas en dos ferias:

Feria de Tenerife

11 al 13 de noviembre, Plaza del Cristo (La Laguna, Tenerife)

Feria de Gran Canaria

18 al 20 de noviembre, Plaza Alameda de Colón (Las Palmas de Gran Canaria)

Las actividades llevadas a cabo se pueden resumir:

Taller "La edad de la Tierra". Gracias a este taller se acercó al público de un modo ameno y simple la evolución de nuestro planeta, tanto desde el punto de vista geológico, como biológico, todo en el contexto de la formación y evolución del Sistema Solar. La actividad se apoyó con la presentación de minerales, meteoritos y fósiles reales y de gran calidad, además de imágenes en soporte de lona para mostrar cómo era el planeta y el Sistema Solar a lo largo del tiempo. Impartido por *Antonio Eff-Darwich*.

Taller "El espectro electromagnético". Jóvenes y adultos, mediante simples experiencias, pudieron acceder a conocer fundamentos físicos de la investigación astrofísica. Impartido por: *Irene Puerto*.

Taller "Astrofotografía". El astrofotógrafo, *Daniel López*, mostró cómo rentabilizar una cámara digital (con o sin telescopio) para captar la belleza de la noche estrellada canaria.

Taller "El uso del telescopio". Gracias a la colaboración del Grupo de Observadores Astronómicos de Tenerife (GOAT) y la Agrupación Astronómica de Gran Canaria (AAGC) se pudo disfrutar de observaciones del Sol y aprender cómo se utiliza un telescopio de aficionado.

Charla "Canarias una ventana al Universo". La astrofísica *Antonia Varela* impartió una charla sobre el espectacular cielo estrellado que disfrutamos en Canarias.

MEMORIA
2010 IAC

258



Izquierda: Irene Puerto impartiendo el taller sobre el espectro electromagnético.



Derecha: Sara Mora, atendiendo a visitantes de la carpa del IAC

Charla “Ingenierías: Salidas profesionales en el mundo de la Astrofísica”. Impartida por el ingeniero del Área de Instrumentación del IAC, *Enrique Joven*, se ofreció a los presentes posibles itinerarios profesionales relacionados con el desarrollo de tecnología relacionada con la Astrofísica.

Charla “¿Quién sabe más de Astronomía: Simba, Timón o Pumba?”. Producto divulgativo impartido por *Nayra Rodríguez* y concebido por *Alfred Rosenberg*, dirigido a “niños de todas las edades” utilizando un recurso de enganche: los dibujos animados.

Charla “Fugaces cascadas azules cada noche”. El Cherenkov Telescope Array o CTA (podría traducirse al español como *Matriz de Telescopios Cherenkov*) es un proyecto científico que propone la construcción de un detector de rayos gamma de muy alta energía. Explicaciones del proyecto a cargo de *Irene Puerto*.

Charla “La edad de la Tierra”. El divulgador *Antonio Eff-Darwich* explicó la evolución de nuestro planeta, tanto desde el punto de vista geológico, como biológico, todo en el contexto de la formación y evolución del Sistema Solar.

Emisión de los siguientes audiovisuales en la carpa común a todos los Centros de Investigación presentes en las dos ferias:

- Voces: amenas entrevistas a científicos de varias ramas de la ciencia.
- “La ciudad relativa”: documental divulgativo que explica la teoría de la Relatividad.
- “Pioneros de la Astronomía en Canarias”: documental donde se explica la historia de la Astronomía en Canarias desde las primeras expediciones hasta la actualidad.
- “10.4: Gran Telescopio CANARIAS GTC”: en este reportaje se expone la evolución del Proyecto GTC, desde los diseños iniciales hasta el evento de Primera Luz del telescopio.

Más información del programa de actividades en: <http://www.iac.es/semanaciencia10/>

PROYECTOS DE COLABORACIÓN CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS DEL CABILDO DE TENERIFE

- La obra de teatro multimedia “El honor perdido de Henrietta Leavitt”, del Museo de la Ciencia y el Cosmos y en la que ha colaborado el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), se representó en Pamplona en el marco del V Congreso de Comunicación Social de la Ciencia, que bajo el lema “Una nueva cultura” organizó el Planetario de Pamplona en el Palacio de Congresos y Auditorio Baluarte de la capital navarra.

- Del teatro a la Web. Coincidiendo con la incursión de los museos del OAMC en las Redes Sociales, el Museo de la Ciencia y el Cosmos puso a disposición de los usuarios en el canal de vídeo “YouTube” cuatro fragmentos de la obra de teatro “El honor perdido de Henrietta Leavitt”. Ver Web: <http://www.youtube.com/user/museosdetenerife>

- Conferencia: “Asteroides y cometas en el origen de la vida en la Tierra. Lo que nos enseñan los cuerpos primitivos del Sistema Solar”, a cargo de Josep M. Trigo-Rodríguez (CSIC-IEEC), y en colaboración con el IAC.

- Conferencia “La Biología Molecular y su repercusión en la Biomedicina del Siglo XXI”, a cargo de Margarita Salas (Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”), dentro de los Seminarios que organiza el IAC.

- Conferencia “Desvelando los misterios de Stonehenge”, a cargo de Michael Parker Pearson (Univ. de Sheffield, Reino Unido), invitado por el IAC.

- Curso de Física “El Sol, nuestra estrella”, ciclo de conferencias, organizadas por la Academia Canaria de Ciencias y dirigidas por Manuel Vázquez Abeledo (IAC).

- Conferencia: “Una ecografía al Sol”, a cargo de Teodoro Roca Cortés (IAC).

- Conferencia: “Observaciones de la superficie solar”, a cargo de José Antonio Bonet (IAC).

- Conferencia: "Observaciones del Sol desde el espacio", a cargo de Valentín Martínez Pillet (IAC).

- Participación en el V Foro Insular de la Infancia en Tenerife, celebrado en el municipio de Buenavista del Norte, haciendo entrega de trescientos juegos "Astromemory", diseñados con motivo del Año Internacional de la Astronomía 2009 por el Museo de la Ciencia y el Cosmos en colaboración con el IAC.

- Conferencia "El ritmo de las estrellas. La auténtica 'música de las esferas'", a cargo de Donald Kurtz (Univ. de Lancashire, Reino Unido), invitado por el IAC a la XXII Canary Islands Winter School of Astrophysics, dedicada en esta ocasión a la Astrosismología.

- Conferencia "Antimateria: realidad y ficción", a cargo de Frank Close (Univ. de Oxford, Reino Unido), invitado por el IAC.

PROYECTOS DE INNOVACIÓN DIVULGATIVA

Nuestra experiencia nos dice que para atraer al público y llamar su atención hacia una rama de la ciencia es necesario utilizar herramientas visuales. La cultura del hombre de la calle es fundamentalmente visual y es a través de las imágenes como podemos impulsar hacia una mayor profundización de aquello que se nos muestra. La Astrofísica cuenta con la gran ventaja de que podemos jugar con la belleza del Universo, de los instrumentos que tenemos para observarlo y los lugares extraordinarios donde se asientan.

investigadora conlleva innovar, a su vez, en las herramientas divulgativas que usamos.

TeleAstronomía

¿Qué es TeleAstronomía?

TeleAstronomía es un proyecto divulgativo del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) que pretende mostrar la actividad de un observatorio astronómico en las aulas, utilizando internet como medio de comunicación. Las cámaras web situadas en la sala de control y en la cúpula del telescopio IAC-80 del Observatorio del Teide, así como un software específico, permiten mostrar imagen y sonido en directo desde el telescopio al aula, y viceversa, permitiendo una comunicación bidireccional.



Mapa donde se reflejan las retransmisiones realizadas:
- Centros de Enseñanza (estrellas rojas)
- Museos y Planetarios (estrellas verdes).

En el año 2010 se han llevado a cabo las siguientes conexiones:

Conexiones con Institutos de Enseñanza Secundaria y Colegios de Primaria

59 conexiones en 16 sesiones pertenecientes a 19 provincias. **Alcance: 3.500 alumnos.**

MEMORIA
2010 IAC

260

Innovar en la difusión y explicación a la sociedad el quehacer de nuestra actividad



Arriba: IES María Auxiliadora (Cádiz).
Izquierda: IES Cruz Santa (Los Realejos, Tenerife).
Derecha: Colegio Compañía de María Jiménez (Cádiz).

Conexiones con Museos y Planetarios

13 Museos de toda la geografía española. **Alcance: 3.000 espectadores aproximadamente:**

- Casa de las Ciencias (Logroño)
- Consorci – Parc Astronòmic Montsec (Lleida)
- Consorcio Centro de Ciencia Principia (Málaga)
- Kutxaespacio de la Ciencia (San Sebastián)
- Museo de la Ciencia (Valladolid)
- Museo de la Ciencia y el Agua (Murcia)

- Museo de la Ciencia y el Cosmos (La Laguna, Tenerife)
- Museo de las Ciencias de Castilla - La Mancha (Cuenca)
- Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología (Las Palmas de Gran Canaria)
- Museo Príncipe Felipe- Ciudad de las Artes y las Ciencias (Valencia)
- Museos Científicos Coruñeses (A Coruña)
- Parque de las Ciencias (Granada)
- Planetario de Pamplona (Pamplona)

Más información del Proyecto en: <http://www.iac.es/teleastronomia/>



*Izquierda: Casa de las Ciencias (Logroño).
Centro: Museo de las Ciencias de Castilla - La Mancha (Cuenca).
Derecha: Astrónomos aficionados de Elda (Alicante).*



*Izquierda: Kutxaespacio de la Ciencia (San Sebastián).
Centro: Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología (Las Palmas de Gran Canaria).
Derecha: Universidad de mayores (Cartagena, Murcia).*

VOCES

Se ha seguido adelante con el proyecto audiovisual “Voces”, que pone a disposición de los medios de comunicación e internautas una ventana a la ciencia de la mano de sus protagonistas, aprovechando el potencial de los científicos que pasan por los seminarios, congresos, reuniones y grupos de seguimiento del IAC. Este producto se ha ofrecido a la plataforma periodística SINC (coordinada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología-FECYT).

Este año se presentaron las entrevistas realizadas a los siguientes científicos:

- José A. Bonet, Inés Márquez y Jorge Sánchez (IAC) “Remolinos en el Sol”
- Margarita Salas (Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa”, Madrid)
- Leslie Sage (Nature/Univ. de Nevada/Univ. de Maryland, EEUU)
- Sarbani Basu (Univ. de Yale; Connecticut, EEUU)
- Tim Bedding (Univ. de Sydney, Australia)
- Donald Kurtz (Univ. de Lancashire, Reino Unido)
- Alumnos de la XXII Canary Islands Winter School

Más información sobre las entrevistas recogidas en Voces en: http://www.iac.es/divulgacion/entrevistas_y_reportajes/voces

COOPERACIÓN CON EL INSTITUTO CERVANTES

En el año 2010, el Instituto Cervantes y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) renovaron su colaboración con el fin de llevar a los Centros Cervantes actividades que tienen como objetivo la divulgación cultural de la Astronomía.

Este año, de la mano del Área de Ciencia e Historia, del Departamento de Actividades Culturales del Instituto Cervantes (Dirección de Cultura), se ofreció a los centros de todo el mundo organizar encuentros en torno al título "Caminos desconocidos del Universo", con el fin de discutir sobre las grandes incógnitas que ofrece en la actualidad el conocimientos del Cosmos (expansión acelerada del Universo, esencia de la materia y de la energía oscura, la radiación de fondo cósmico, origen de las grandes emisiones de rayos gamma, etc.).

A esta oferta respondieron los Centros Cervantes de Belorizonte y Brasilia (Brasil), Praga (República Checa) y Nueva Delhi (India) donde acudieron en diferentes fechas el Prof. Francisco Sánchez y los doctores Ramón García López, Xavier Barcons y César Esteban.

CONCURSOS

El IAC ha participado activamente en la organización del concurso convocado en Jameson Notodofilmfest, que es un festival con vocación internacional en el que puede participar cualquier persona ("física o jurídica"), sea de la nacionalidad que sea, siempre que haya cumplido ya los 18 años.

El IAC convocó en el marco de este festival, por segundo año consecutivo, el Premio **Starlight**. ¿Y en qué consiste este premio?

Se propone a los concursantes de la novena edición realizar cortometrajes de ficción, documental o animación de no más de tres minutos y medio de duración que contribuyan a defender el valor del cielo y las estrellas. El carácter abierto del tema propuesto invita a desarrollar diferentes

argumentos que promuevan la preservación del cielo nocturno como un recurso cultural, científico y artístico. ¡Por nuestro derecho a observar las estrellas!

El Premio Starlight estuvo dotado con 2.000 € y un viaje para dos personas a la Isla de La Palma para pasar una noche en la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos, incluyendo una visita guiada a las instalaciones telescópicas del ORM y al Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que disfrutó el premiado: Pablo Vara.

Premiados: <http://www.notodofilmfest.com/#/Palmares/>

BIA (BANCO DE IMÁGENES ASTRONÓMICAS)

Nueva herramienta para el BIA relacionadas con la Divulgación

En 2010 nace una nueva herramienta para la obtención de imágenes astronómicas. Su propósito es ser una herramienta útil para escolares, medios de comunicación, aficionados a la Astronomía, científicos y el público en general, donde pueden encontrar una amplia gama de imágenes del Universo. Además, gracias a la labor de tratamiento y documentación de Luis Chinarro, se incluyen fotografías de los telescopios del IAC e ilustraciones, animaciones y vídeos relacionados con la Astronomía.

Ver: <http://www.bia.iac.es/>

COSMOEDUCA

Este Proyecto educativo pretende ayudar al profesorado en el desarrollo de temas que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía y proporcionando, a su vez, un enfoque científico-cultural-humano de los mismos.

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 de habla hispana.

En 2010 la actividad se ha limitado a la atención del profesorado, agrupaciones de Astronomía y Museos a través de la lista iac-edu y al mantenimiento de la misma.

Más información en: <http://www.iac.es/cosmoeduca>

WEB - WWW.IAC.ES

Durante el año 2010, la coordinación de la Web externa pasa a ser responsabilidad directa de Dirección (el diseño sigue siendo responsabilidad del Gabinete de Dirección).

Las características de la parte “principal” de **www.iac.es** (*), permiten una mejor organización, coordinación y formación de los agentes implicados, así como un mejor cumplimiento y supervisión de los “criterios de accesibilidad” exigidos a las Administraciones Públicas.

Por esta razón, en esta nueva fase, se primará decisivamente, la integración de las “páginas Web” propias en la parte principal haciendo de la **www.iac.es** una plataforma común dentro y fuera del IAC.

() La Web del IAC, **www.iac.es** está compuesta de una parte “principal” con un diseño y desarrollo Web común y de otra parte con “páginas Web” propias de cada Área y/o Departamento.*

Una Web viva

La página principal es un reflejo de la actividad de **www.iac.es**. En ella se muestran, de forma automatizada, gran parte de sus contenidos periódicos (**), que durante el año 2010 ascendieron a 11 resultados relevantes, 14 lecturas de tesis, 68 charlas (60 de ellas disponibles en formato multimedia), 9 coloquios (5 de ellos disponibles en formato multimedia), 4 congresos, 84 preprints, 43 notas de prensa, 20 entrevistas y reportajes (7 de ellos “Voces” en formato multimedia), licitaciones, 41 convocatorias de becas y empleos, entre otros.

En 2010, se da protagonismo a la “Galería de Resultados” de Investigación, al mostrar en la página principal, a medida que se producen, cada uno de los nuevos resultados científicos de dicha galería.

Simultáneamente, en la página principal, se ofrecen accesos directos a las redes sociales del IAC, que hasta entonces, se ofrecían tímidamente, desde la sección de Divulgación y otros apartados relacionados.

La coordinación de los distintos responsables de contenido, edición y desarrollo Web permite una adecuada adaptación de los nuevos contenidos a la arquitectura Web, así como el seguimiento y mejora de su accesibilidad y facilidad de uso.

Durante este año, se formaliza, en documentos internos, las responsabilidades de cada Área en relación a los contenidos y a la edición de la parte principal de la Web; que cuenta con un Gestor de edición hecho a medida, con el objeto de facilitar la edición a cualquier persona sin conocimientos de html.

Se continúa con el mantenimiento y actualización del “Gestor de Edición” y de su manual de instrucciones, con la gestión de altas y bajas, la atención a sus editores y la formación de los nuevos editores.

Se minimiza la cadena de personas implicadas en la gestión de los permisos de edición de “páginas Web” propias de cada Área y se continúa con el mantenimiento y actualización de la Web interna “Permisos para editar”. El objetivo de esta Web es agrupar la información en relación a la normativa y procedimientos Web del IAC y de las Administraciones Públicas, facilitando su conocimiento a todos los editores de páginas Web propias. Esta información es de utilidad, también, para los responsables de contenido de dichas páginas.

*(**) La actividad periódica de los preprints y las convocatorias del CAT se podrán reflejar en la página principal, una vez que sus páginas Web hayan sido integradas.*

Integración de páginas Web en la parte principal

Durante el año 2010 se inicia la integración, en la parte principal de **www.iac.es**, de la actual Web de Telescopios e Instrumentación del IAC y se finaliza la integración de la Web del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (DA) y la Web de los telescopios del DA. Se ha decidido postponer para el año 2011 la integración de la Web del Máster de Astrofísica del DA.

BIA (BANCO DE IMÁGENES ASTRONÓMICAS)

En el año 2010 se lanzó el nuevo Banco de Imágenes Astronómicas (BIA), que si bien es otro sitio Web del IAC, está preparado para que en el futuro pueda relacionarse, de forma automatizada, con la parte principal de **www.iac.es**.

Estadísticas

El número total de visitas durante el año 2010 fue de 3.191.813 (se ha utilizado el parámetro "visit" que indica el número de

visitas sin tener en cuenta si un mismo usuario nos visita varias veces).

El número de páginas visitadas fue de 21.939.283.

El origen de las visitas fue tanto nacional como internacional. Cada mes nos visitan una media de 148 países distintos. Durante 2010, los países que más nos visitaron fueron en este orden: España, México y Argentina.

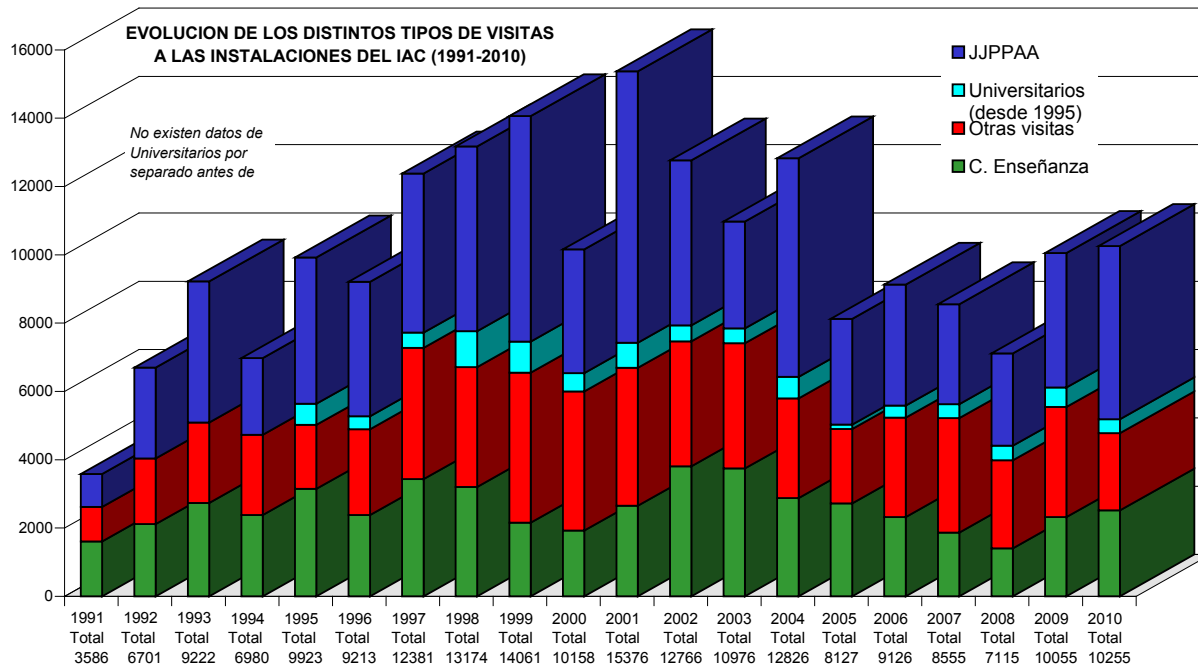
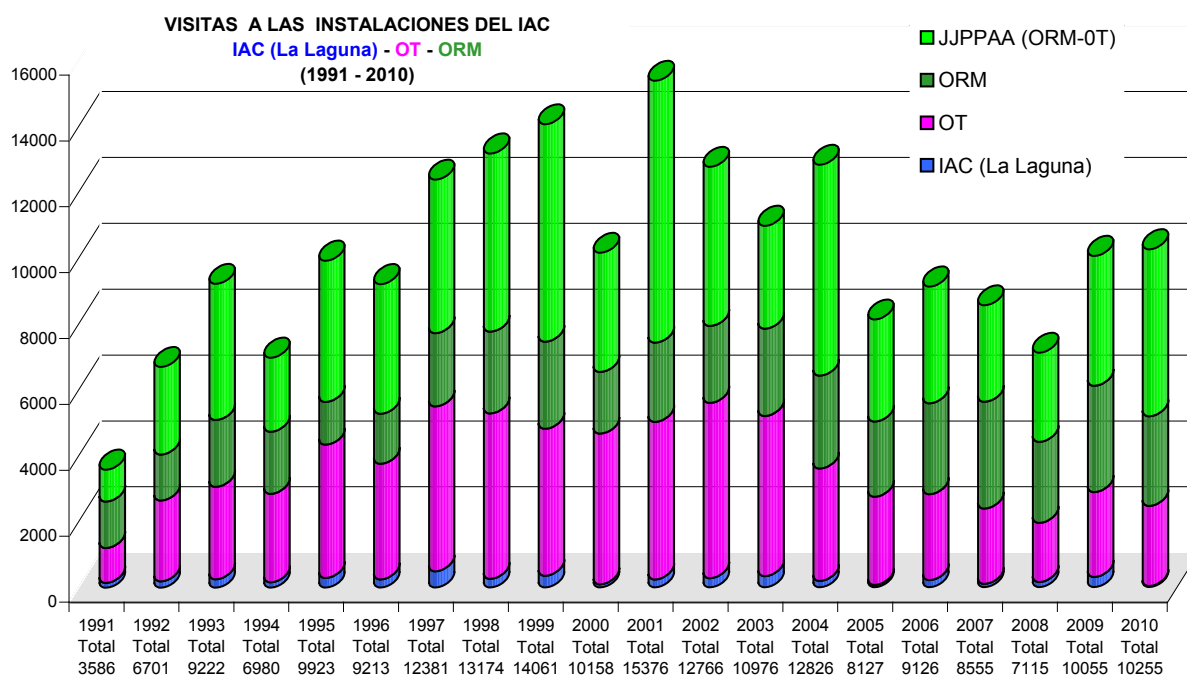
Accesibilidad

En 2010, el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) solicitó a todos los OPIS un plan de trabajo para mejorar la accesibilidad de sus sitios Web.

En el informe de noviembre del MICINN, la Web del IAC ocupaba el segundo mejor puesto entre los 20 sitios Web de los organismos del MICINN estudiados y las mejoras realizadas la situaron en **el primer puesto, con una puntuación de 9.23 sobre 10 y nivel de adecuación de prioridad 1 y 2.**

VISITAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

En el año 2010 visitaron el IAC un total de 10.255 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 3.629 visitantes, de los cuales 1.200 visitaron el OT durante las Jornadas de Puertas Abiertas; y el Observatorio del Roque de los Muchachos 6.591, de los cuales 3.868 visitaron el ORM durante las “visitas concertadas” y Jornada de Puertas Abiertas. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 35 visitantes.



Nuevas herramientas didácticas presentes en los Observatorios

En los últimos 20 años, una media de 11.000 personas, desde estudiantes hasta participantes de congresos internacionales, equipos de rodaje y grupos privados, visitan el IAC y sus dos Observatorios. El Gabinete de Dirección ha realizado un esfuerzo especial para mejorar los productos divulgativos que se ofrecen en las visitas.

Describimos a continuación las mejoras introducidas:

Cúpula de Divulgación (OT). Este pequeño centro de visitantes es el lugar de acogida inicial de las visitas en el Observatorio del Teide, que desde 2010 ofrece nuevas presentaciones multimedia, actualización de las comunicaciones (teléfono, red alámbrica y wifi) así como dos nuevos talleres didácticos: sobre Espectroscopía y Fotometría. Estos talleres han sido duplicados en las visitas al Observatorio del Roque de los Muchachos.

Módulo “Observación del Sol reflejado” (OT). Gracias a la colaboración de Antonio Pimienta, se ha instalado este módulo que pretende servir de laboratorio didáctico en el Pirámide Solar. Consiste en el reciclado del buscador del Telescopio Solar Newton para, introduciendo la luz mediante un celostato en el Laboratorio Solar, obtener una imagen sobre una pantalla de la superficie solar, donde se pueden apreciar las manchas solares en directo.

MEMORIA
2010 IAC

266 **Telescopios solares (H-alpha) para la Divulgación (OT y ORM).** En cada Observatorio se ha instalado un telescopio Lunt, de 10 cm de apertura dotado de un filtro interferométrico en H-alpha, que permite observar detalles de la estructura de la fotosfera solar.



Telescopios divulgativos usados para las visitas en el Observatorio del Teide.

Telescopio Meade LX-200 para Divulgación (OT). Se ha actualizado este telescopio de 25 cm de apertura con el fin de observar el Sol a través de un filtro apropiado aunque también existe la posibilidad de hacer observaciones nocturnas.

Modelo del Sistema Solar (OT). A lo largo del camino que comunica la cúpula de divulgación con los telescopios solares se han implantado unos módulos autoexplicativos donde se caracteriza nuestro sistema solar a una escala 1:15.000.000.000. Cada módulo ofrece datos informativos de cada planeta y la distancia del resto viene escalada por el factor mencionado.



Panel didáctico sobre Júpiter que forma parte del proyecto “Sistema Solar a Escala” instalado en 2010 en el Observatorio del Teide.

Divulgación desde las Instituciones Usuaras del Observatorio del Roque de Los Muchachos

Impulsados por la iniciativa divulgativa “Año Internacional de la Astronomía 2009”, los representantes de las instituciones usuarias del Observatorio del Roque de Los Muchachos han seguido organizando y aunando esfuerzos para ofrecer a la población palmera actividades dirigidas al fomento de la cultura científica.

OTRAS VISITAS

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



Alumnos durante una visita al telescopio William Hershell WHT en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

Entre las acciones conjuntas de este grupo, cabe destacar el programa “Nuestros Alumnos y el Roque de Los Muchachos”, que durante el 2010 llevó, a los alumnos de cuarto de la ESO de la Isla de La Palma, charlas, talleres y visitas organizadas e impartidas por el propio personal del ORM. En total, 625 alumnos y 17 centros de enseñanza han podido disfrutar de este gran despliegue divulgativo.

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 o a dar una charla o a asistir a las numerosas reuniones científicas celebradas en Canarias.

SERVICIOS INFORMATICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el año 2010 se han centrado en los siguientes apartados:

- Mantenimiento y mejora de las infraestructuras y capacidades, teniendo en cuentas los procedimientos de Seguridad y Salud.
- Mejora de la organización, calidad y formación.
- Infraestructuras de las bases de datos del IAC.
- Ampliación del sistema de comunicaciones en el IAC.
- Puesta en marcha del nodo de supercomputación del IAC/CALP.

El cometido principal del SIC es prestar al usuario del IAC todos los servicios necesarios para la realización de su trabajo dentro del Área donde se encuentre. 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.

GRUPO DE SISTEMAS Y COMUNICACIONES (GSC)

RedIRIS NOVA

Seguimos participando en el proyecto RedIRIS NOVA con la nueva infraestructura de red. La finalidad de este proyecto es mejorar la infraestructura de red de la red académica española, de forma, que tirarán fibra desde Cádiz hasta Granadilla (Tenerife) para conectar el nodo de RedIRIS que está en el IAC (La Laguna) y desde ahí otra fibra a la isla de La Palma, donde conectarán un nuevo nodo que estará en el CALP (Breña Baja, La Palma).

han instalado directamente como servidores virtuales. También se ha rehusado equipamiento para poder poner servidores virtuales en el CPD del CALP (La Palma).

Por otro lado se ha instalado el Avamar que es un paquete para hacer copias de seguridad en disco con deduplicación, de forma, que la recuperación sea lo mas rápida posible. Este sistema se está usando principalmente con los servidores virtuales.

Mejora del almacenamiento centralizado

Como el sistema de almacenamiento sigue creciendo en capacidad se han introducido una mejora que es el archivado, de forma que los datos que no se acceden en más de 6 meses pasan a otra zona del almacenamiento donde se almacenan deduplicados. El proceso de cambio continuará todavía durante varios meses.

Eduroam

Se ha puesto en marcha el servicio de Eduroam (education roaming) que es un sistema de conexión a la wifi en cualquier institución afiliada a este sistema, que permite la movilidad del personal. Para ello,

MEMORIA
2010 IAC

268

Para alojar un nodo, RedIRIS pone unas condiciones mínimas de funcionamiento, por ello, ha sido necesario introducir algunas mejoras en el CPD de La Laguna (Tenerife) y hacer una remodelación del CPD que está en el CALP (Breña Baja, La Palma), ambas actuaciones se realizaron en 2010.

Virtualización de servidores

Durante este año hay 35 servidores virtuales más, que se corresponden con los que se han pasado de físico a virtual y los que se

fue necesario primero hacer adaptaciones de nuestros sistemas con los requerimientos de RedIRIS que es la entidad coordinadora a nivel nacional.

Servicio WEB

Este servicio ha sufrido varios cambios internos de forma, que por un lado se ha distribuido el mantenimiento de bastantes páginas Web con el SIE de investigación en función del tipo de proyecto que albergaban, si bien el SIC siempre se encargará de la instalación base de los servidores. Por otro lado, se ha aprovechado para proceder a una actualización de las mismas con aplicaciones actualizadas e intentando unificar criterios.

Mejoras en la Red

Se terminó la división de la Red en segmentos, donde cada uno identifica una zona del Instituto y de esta forma poder gestionar mejor lo que pasa en ellas. Por otro lado, la Red donde están los servidores se le puso un firewall delante, de forma, que todos los ordenadores de la Red interna deben pasar por ella. El proceso de cambio de servidores es individualizado y llevará varios meses.

Además la Red de backup entre las diferentes sedes del IAC, se mejoró para que incluyera también a la Red interna del IAC, ya que antes sólo estaban las redes de las instituciones usuarias.

IAC-Gestión (Todo el personal del SIC está involucrado)

Desde abril del 2010 (y continuando en 2011) el IAC está desarrollando la implantación de un sistema de Gestión Integral basado en SAP. Los servicios informáticos del IAC (SIC) se han visto inmersos en este proyecto, realizando labores de instalación tecnológica y participando en el análisis y parametrización de cada uno de los

módulos informáticos que componen la solución. Al finalizar el proyecto se pretende que el personal propio pueda realizar el mantenimiento general de la implantación, por lo que se ha desarrollado un amplio plan de formación para lograr el conocimiento técnico y funcional de todos los procesos que han sido tratados en el proyecto.

GRUPO DE ANÁLISIS Y DESARROLLO (GAD)

Antes Grupo de Desarrollo y Web (GDW)

IAC-Gestión

Participación como analistas en la fase de reingeniería de procesos y como parametrizadores en la de implantación. Carga de datos de nómina y RRHH desde Epsilon y puesta en producción de la gestión salarial en SAP. Formación de nivel 2 y 3 en los módulos de SAP a implantar en Fase I.

Proceso del CAT

Puesta en producción de la aplicación del CAT Solar desarrollada según la metodología elegida para el desarrollo: Java J2EE, Oracle ADF Faces, Oracle Toplink, Servidor de Aplicaciones Weblogic. Para la del CAT Nocturno: unificación de las tablas y de la aplicación para el dato único conjuntamente con el CAT Solar.

Cursos

Parametrización de Contabilidad Financiera (AC200), Configuración de la Contabilidad Presupuestaria (IPS910), Aprovisionamiento en SAP (SCM500), Aprovisionamiento Sector Público (IP210), SAP PLM (PLM200), Project Management Structures (PLM210), Recursos Humanos Sector Público (HRPSE1), Selección y Provisión de Personal (HRPSE2), Estructura Organizativa y Datos Maestros (HR505, HR305), Payroll Configuration (HR400), Nómina Española (HR404), SAP NW Portal Admin

(EP200), Herramientas de desarrollo en ABAP (BC400), ABAP Workflows (BIT601), Records Management (IPS640).

Actualizaciones de software

Proyecto integrado de Nóminas y RRHH: (Epsilon, 8 versiones).

Colaboración en proyectos

Apoyo al proyecto de IAC-Gestión (antes Gestión Integral): Labores de Funcionales Técnicos en la Implantación del ERP. Impartición de tutorías sobre uso inicial de SAP. Formación por parte de SAP en la metodología de mantenimiento de nivel funcional (RunSAP).

Integración de un nuevo miembro al departamento e integración a la formación en el proyecto IAC-Gestión.

Transferencia de conocimiento y apoyo en el mantenimiento de la infraestructura Web del IAC (interna y externa). Colaboración con el SIE de Investigación en la transferencia del mantenimiento de herramientas colaborativas.

Apoyo al proyecto de Dirección de la nueva Web del IAC y la subcontratación de la misma.

Apoyo a Axia Corpore en la realización de la Consultoría de la LOPD. Gestión de la documentación y apoyo en lo relativo al SIC.

Solución transitoria para la justificación de la Financiación Externa por la Gestora de Investigación (continúa).

Apoyo a las Áreas

Visita de la Winter School 2010, proceso trianual del Comité de Asignación de Tiempos CAT nocturno del IAC (2 convocatorias del CAT Nocturno, 1 del CAT Solar), apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud del IAC (Comisión de Emergencias), a la Comisión de Formación Continua del

IAC (COF) y al grupo de Calidad del SIC mediante asistencia a reuniones y organización de cursos, supervisión de la conexión directa con los técnicos del Control Horario (Spec) y a los de Grupo Castilla (Epsilon) y a los desarrolladores de software de órdenes a talleres (empresa Avantic) para Instrumentación.

Tareas continuas

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

Mantenimiento de los servidores Oracle que dan soporte a los desarrollos que serán 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).

Preparación de las aplicaciones de Administración de los Servicios Generales para el ejercicio contable 2010.

Atención al usuario, resolución de incidencias relativas a las más de 50 aplicaciones mantenidas directamente por el DBD.

GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP/CAU)

Gestión de congresos, compra de material informático, gestión de portátiles de préstamo, mantenimiento de equipos informáticos, equipos audiovisuales en el Aula.

Creación y gestión de más de 5.000 casos, de los cuales más de 4.900 han sido resueltos directamente por el SIC.

BIBLIOTECA

La biblioteca acabó la reestructuración y renovación de la sala de libros iniciada en años anteriores. Se instalaron nuevas estanterías en la parte antigua y se recolocaron todas las colecciones de temática general y de publicaciones seriadas.

A lo largo del año, el personal siguió ofreciendo los diferentes servicios de la biblioteca adquiriendo libros, revistas y otras publicaciones, prestando libros, ofreciendo acceso online a revistas, manteniendo la Web de la biblioteca, informando y atendiendo a los usuarios, etc.

En septiembre, el personal se redujo ya que la persona que ocupaba uno de los puestos de bibliotecario-gestor dejó el IAC, por lo que la plantilla quedó reducida a dos personas.

La colección aumentó en 130 libros y se mantuvieron unas 240 suscripciones a revistas especializadas. La participación en los consorcios abiertos de AIP-APS (American Inst. of Physics y American Physical Soc.) y de Springer se ha mantenido también este año. Con eso, la biblioteca renueva sus suscripciones habituales y consigue además el acceso a todas las revistas de APS y de AIP, a los proceedings de AIP, y a más de 550 revistas de Springer de Física, Matemáticas y Astrofísica.

La colaboración con la biblioteca del ING, iniciada en 2006, se ha mantenido y se han renovado las suscripciones conjuntas IAC-ING, a *Astronomy & Astrophysics*, *Nature* y *ASP Conference Series* online.

El servicio de préstamo interbibliotecario funcionó normalmente con unas 80 solicitudes internas y más de 40 externas.

En abril, el equipamiento informático del personal fue renovado y también se sustituyeron los PC's de consulta de los usuarios. Entre los meses de mayo y octubre, se preparó el cambio de sistema de gestión de la biblioteca para pasar del sistema GLAS al sistema EOSWeb. Todos los datos fueron convertidos e integrados

al nuevo sistema y el personal recibió una formación in situ sobre cada módulo. La ventaja de este cambio es que el catálogo de la biblioteca pasa a ser accesible en Internet para todo el mundo y además tiene un servidor z39.50 que permite incluirlo en búsquedas federadas.

En febrero, la documentalista-encargada asistió al congreso LISA VI (Library and Information Services in Astronomy) en Pune (India), donde presentó una ponencia. En marzo, asistió con el bibliotecario gestor a un seminario en Madrid sobre estadísticas de uso de revistas online impartido por el agente de suscripciones, Swets.

Además de la formación específica, el bibliotecario gestor que forma parte del equipo de primera intervención del IAC completó su formación en prevención realizando un curso online de "Prevención de Riesgos Laborales" y otro, presencial, de "Riesgos psicosociales y resolución de conflictos".

Durante el año, el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) hizo los preparativos para crear la Comisión de bibliotecas del Ministerio y estudió la posibilidad de incorporar los catálogos de las bibliotecas de los Organismos Públicos de Investigación (OPI) que depende de él, al catálogo de REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias españolas). En noviembre, la comisión se formalizó en una reunión en Madrid, a la que fueron invitados representantes de REBIUN, que llevaron la solicitud del MICINN a su asamblea anual.

Siguiendo con la coordinación de bibliotecas de OPIs se prorrogó por un año el concurso de suscripción a recursos electrónicos de las bibliotecas de los 7 OPIs del MICINN.

Por otra parte, la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) renovó la licencia nacional para ISI Web of Knowledge pidiendo a las instituciones el pago de una fracción del coste. La biblioteca del IAC firmó el contrato con FECYT para mantener ese recurso.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

Bono G. et al. (Incluye **Monelli M.**) "On a New Near-Infrared Method to Estimate the Absolute Ages of Star Clusters: NGC 3201 as a First Test Case"

Astrophysical Journal Letters, **708**, L74.

Lodieu N., Zapatero-Osorio M.R., Martín E.L., Solano E., Aberasturi M. "GTC/OSIRIS Spectroscopic Identification of a Faint L Subdwarf in the UKIRT Infrared Deep Sky Survey"

Astrophysical Journal Letters, **708**, L107.

Dotter A. et al. (Incluye **Aparicio A., Marín-Franch A., Rosenberg A.**) "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. IX. Horizontal Branch Morphology and the Second Parameter Phenomenon"

Astrophysical Journal, **708**, 698.

Chou M.-Y., Cunha K., Majewski S.R., Smith V.V., Patterson R.J., **Martínez-Delgado D.**, Geisler D. "A Two Micron All Sky Survey View of the Sagittarius Dwarf Galaxy. VI. s-Process and Titanium Abundance Variations along the Sagittarius Stream"

Astrophysical Journal, **708**, 1290.

Rodríguez M., **García-Rojas J.** "Temperature Structure and Metallicity in H II Regions"

Astrophysical Journal, **708**, 1551.

Centeno R., Trujillo-Bueno J., Asensio-Ramos A. "On the magnetic field of off-limb spicules"

272 *Astrophysical Journal*, **708**, 1579.

Tenorio-Tagle G., Wunsch R., Silich S., **Muñoz-Tuñón C.**, Palous J. "Supersonic Line Broadening within Young and Massive Super Star Clusters"

Astrophysical Journal, **708**, 1621.

Berger E., Basri G., Fleming T.A., Giampapa M.S., Gizis J.E., Liebert J., **Martín E.L.** et al. "Simultaneous Multi-Wavelength Observations of Magnetic Activity in Ultracool Dwarfs. III. X-ray, Radio, and H α Activity Trends in M and L dwarfs"

Astrophysical Journal, **709**, 332.

Gutiérrez L., Beckman J.E. "The galaxy-wide distributions of mean electron density in the HII regions of M51 and NGC4449"

Astrophysical Journal Letters, **710**, L44.

Aleksić J. et al. (Incluye **Becerra-González J., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R., Gaug M., Herrero A.**) "MAGIC Gamma-ray Telescope Observation of the Perseus Cluster of Galaxies: Implications for Cosmic Rays, Dark Matter, and NGC1275"

Astrophysical Journal, **710**, 634.

Anderhub H. et al. (Incluye **Becerra-González J., Berger K., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R., Gaug M., Herrero A.**) "Search for Very High Energy Gamma-ray Emission from Pulsar-Pulsar Wind Nebula Systems with the MAGIC Telescope"

Astrophysical Journal, **710**, 828.

López-Sanjuan C., Balcells M., Pérez-González P.G., Barro G., García-Dabó C.E., Gallego J., Zamorano J. "The Minor Role of Gas-Rich Major Mergers in the Rise of Intermediate-Mass Early Types at $z \leq 1$ "

Astrophysical Journal, **710**, 1170.

González-García A.C., Stanghellini L., **Manchado A.** "The Intergalactic Stellar Population from Mergers of Elliptical Galaxies with Dark Matter Halos"

Astrophysical Journal, **710**, 1589.

Silich S., Tenorio-Tagle G., **Muñoz-Tuñón C.**, Hueyotl-Zahuantitla F., Wunsch R., Palouš J. "On the extreme positive star-formation feedback condition in Scuba sources"

Astrophysical Journal, **711**, 25.

Martínez-González M.J., Manso Sainz R., Asensio Ramos A., López Ariste A., Bianda M. "Statistical analysis of the very quiet Sun magnetism"

Astrophysical Journal Letters, **711**, L57.

Méndez-Abreu J., Sánchez-Janssen, Aguerri J.A.L. "Which galaxies host bars and disks? A study of the Coma cluster"

Astrophysical Journal Letters, **711**, L61.

Stepan J., Trujillo-Bueno J. "On the probable existence of an abrupt magnetization in the upper chromosphere of the quiet Sun"

Astrophysical Journal Letters, **711**, L133.

Aviles A. et al. (Incluye **Zurita C.**) "SDSS J123813.73 - 033933.0: A Cataclysmic Variable Evolved Beyond the Period Minimum"

Astrophysical Journal, **711**, 389.

Pérez-Hernández F., González-Hernández I. "Green's functions for far-side seismic images: A Polar approach"

Astrophysical Journal, **711**, 853.

Duchêne G. et al. (Incluye **Bouy H.**) "Panchromatic Observations and Modeling of the HV Tau C Edge-On Disk"

Astrophysical Journal, **712**, 112.

Valentinuzzi T., Fritz J., Poggianti B.M., **Cava A.** et al. "Superdense Massive Galaxies in Wings Local Clusters"

Astrophysical Journal, **712**, 226.

Di Cecco A. et al. (Incluye **Monelli M.**) "On the $\Delta V_{\text{HB}}^{\text{bump}}$ Parameter in Globular Clusters"

Astrophysical Journal, **712**, 527.

Güver T., Özel F., **Cabrera-Lavers A.,** Wroblewski P. "The Distance, Mass, and Radius of the Neutron Star in 4U 1608-52"

Astrophysical Journal, **712**, 964

Bernard E.J., Monelli M., Gallart C., Aparicio A, Cassisi S., **Drozdovsky I., Hidalgo S.L.** et al. "The ACS LCID Project. II. Faint Variable Stars in the Isolated Dwarf Irregular Galaxy IC 1613"

Astrophysical Journal, **712**, 1259.

Sampoorna M., Trujillo-Bueno J. "Gauss-Seidel and successive overrelaxation methods for radiative transfer with partial frequency redistribution"

Astrophysical Journal, **712**, 1331.

Gutiérrez C.M., López-Corredoira M. "The value of the fine structure constant over Cosmological Times"

Astrophysical Journal, **713**, 46.

Chaplin W.J. et al. (Incluye **Creevey O., Pallé P.L., Régulo C., Roca-Cortés T., Salabert D.**) "The asteroseismic potential of Kepler: first results for solar-type stars"

Astrophysical Journal Letters, **713**, L169.

Stello D. et al. (Incluye **Roca-Cortés T.**) "Detection of Solar-like Oscillations from Kepler Photometry of the Open Cluster NGC6819"

Astrophysical Journal Letters, **713**, L182.

Lites B.W., Casini R., **Manso-Sainz R.** et al. "Scattering Polarization in the Fe I 630 nm Emission Lines at the Extreme Limb of the Sun"

Astrophysical Journal, **713**, 450.

Martínez-González M.J., Manso-Sainz R., Asensio-Ramos A., Bellot-Rubio L.R. "Small magnetic loops connecting the quiet surface and the hot outer atmosphere of the Sun"

Astrophysical Journal Letters, **714**, L94.

García-Hernández D.A., Lambert D.L., Rao N.K., Hinkle K.H., Eriksson K. "Oxygen Isotopic Ratios in Cool R Coronae Borealis Stars"

Astrophysical Journal, **714**, 144.

Sánchez-Almeida J., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C., de Vicente A. "Automatic Unsupervised Classification of All SDSS/DR 7 Galaxy Spectra"

Astrophysical Journal, **714**, 487.

Warren B.E. et al. (Incluye **Knapen J.H.**) "The James Clerk Maxwell Telescope Nearby Galaxies Legacy Survey. II. Warm Molecular Gas and Star Formation in Three Field Spiral Galaxies"

Astrophysical Journal, **714**, 571.

Marín-Franch A., Cassisi S., **Aparicio A.**, Pietrinferni “The Impact of enhanced He and C/NO/Na Abundances on globular Cluster relative age-dating Methods”
Astrophysical Journal, **714**, 1072.

Sánchez-Almeida J., **Bonet J.A.**, Viticchie B., del Moro D. “Magnetic Bright Points in the quiet Sun”
Astrophysical Journal Letters, **715**, L26.

Salo H., Laurikainen E., Buta R., **Knapen J.H.** “Bars do Drive Spiral Density Waves”
Astrophysical Journal Letters, **715**, L56.

Valdivielso L., Esparza P., Martín E.L., Maukonen D. Peale R.E. “A New Gas Cell for High-Precision Doppler Measurements in the Near-Infrared”
Astrophysical Journal, **715**, 1366.

Zapatero-Osorio M.R., **Rebolo R.**, **Bihain G.**, **Béjar V.J.S.**, Caballero J.A., **Álvarez C.** “Infrared and kinematic properties of the substellar object G 196-3B”
Astrophysical Journal, **715**, 1408.

Müller-Sánchez F., González-Martín O., **Fernández-Ontiveros J.A.**, **Acosta-Pulido J.A.**, **Prieto M.A.** “The Stellar Kinematic Center and the True Galactic Nucleus of NGC253”
Astrophysical Journal, **716**, 1166.

Shaw R.A., Lee T.-H., Stanghellini L., Davies J.E., **García-Hernández D.A.** et al. (Incluye **Manchado A.**) “A Detailed Look at Chemical Abundances in Magellanic Cloud Planetary Nebulae. I. The Small Magellanic Cloud”
Astrophysical Journal, **717**, 562.

MEMORIA
2010 IAC

274 Fletcher S.T., Broomhall A.-M., **Salabert D.** et al. “A Seismic Signature of a Second Dynamo?”
Astrophysical Journal Letters, **718**, L19.

Moreno F., **Licandro J.**, Tozzi G.-P., Ortiz J.L., **Cabrera-Lavers A.** et al. (Incluye **Rodríguez-Gil P.**, **Vaduvescu O.**) “Water-ice-driven Activity on Main-Belt Comet P/2010 A2 (LINEAR)?”
Astrophysical Journal Letters, **718**, L132.

Vandenbroucke J. et al. (Incluye **Santander-García M.**) “Discovery of a GeV Blazar Shining Through the Galactic Plane”
Astrophysical Journal Letters, **718**, L166.

Monelli M., Cassisi S., Bernard E.J., **Hidalgo S.L.**, **Aparicio A.**, **Gallart C.**, Skillman E.D. “The ACS LCID project. IV. The detection of the RGB Gump in isolated galaxies of the local group”
Astrophysical Journal, **718**, 707.

Felipe T., **Khomenko E.**, **Collados M.**, **Beck C.** “Magneto-acoustic waves in sunspots: First results from a new 3D nonlinear magnetohydrodynamic code”
Astrophysical Journal, **719**, 357.

Van de Ven G. et al. (Incluye **Falcón-Barroso J.**) “The Einstein Cross: constraint on dark matter from Stellar dynamics and gravitational lensing”
Astrophysical Journal, **719**, 1481.

Asensio-Ramos A., **Allende-Prieto C.** “Spectroscopy from Photometry Using Sparsity. The SDSS Case Study”
Astrophysical Journal, **719**, 1759.

Chou M.-Y., Majewski S.R., Cunha K., Smith V.V., Patterson R.J., **Martínez-Delgado D.** “The chemical evolution of the Monoceros Ring/Galactic anticenter stellar structure”
Astrophysical Journal Letters, **720**, L5.

Decarli R., Dotti M., Montuori C., Liimets T., **Ederoclite A.** “The Peculiar Optical Spectrum of 4C+22.25: Imprint of a Massive Black Hole Binary?”
Astrophysical Journal Letters, **720**, L93.

Dannerbauer H. et al. (Incluye **Bongiovanni A.**, **Cava A.**, **Cepa J.**, **Pérez-García A.M.**) “Unveiling Far-infrared Counterparts of Bright Submillimeter Galaxies Using PACS Imaging”
Astrophysical Journal Letters, **720**, L144.

Simón-Díaz S., **Herrero A.**, Uytterhoeven K., **Castro N.**, Aerts C., Puls J. “Observational evidence for a correlation between macroturbulent broadening and line-profile variations in OB Supergiants”
Astrophysical Journal Letters, **720**, L174.

Magdis G.E. et al. (Incluye **Cava A., Bongiovanni A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) "A First Glimpse Into the Far-IR Properties of High-z UV-selected galaxies: Herschel/PACS Observations of $z \sim 3$ LBGs" *Astrophysical Journal Letters*, **720**, L185.

Monelli M., Hidalgo S.L., Stetson P.B., Aparicio A., Gallart C. et al. (Incluye **Bernard E., Drozdovsky I.**) "The ACS LCID project. III. The star formation history of the Cetus dSph galaxy: a post-reionization fossil" *Astrophysical Journal*, **720**, 1225.

Puschmann K.G., Ruiz Cobo B., Martínez Pillet V. "A Geometrical Height Scale for Sunspot Penumbrae" *Astrophysical Journal*, **720**, 1417.

Kann D. A. et al. (Incluye **Ferrero P.**) "The Afterglows of Swift-era Gamma-ray Bursts. I. Comparing pre-Swift and Swift-era Long/Soft (Type II) GRB Optical Afterglows" *Astrophysical Journal*, **720**, 1513.

González-Hernández J.I., Israelian G., Santos N.C., Sousa S., Delgado-Mena E., Neves V., Udry S. "Searching for the signatures of terrestrial planets in solar analogs" *Astrophysical Journal*, **720**, 1592.

San Roman I., Sarajedini A., Aparicio A. "Photometric Properties of the M33 Star Cluster System. *Astrophysical Journal*, **720**, 1674.

Valentinuzzi T., Poggianti B.M., Saglia R.P., Aragón-Salamanca A., Simard L., **Sánchez-Blázquez P., D'onofrio M., Cava A.** et al. "Superdense Massive Galaxies in the ESO Distant Cluster Survey (EDisCS)" *Astrophysical Journal Letters*, **721**, L19.

Campins H., Morbidelli A., Tsiganis K., de León J., **Licandro J., Loretta D.** "The Origin of Asteroid 101955 (1999 RQ36)" *Astrophysical Journal Letters*, **721**, L53.

Puschmann K.G., Ruiz Cobo B., Martínez Pillet V. "The Electrical Current Density Vector in the Inner Penumbra of a Sunspot" *Astrophysical Journal Letters*, **721**, L58.

Popović L.Č., Moiseev A.V., **Mediavilla E., Jovanović P., Ilić D., Kovačević J., Muñoz J.A.** "RXJ 0921+4529: A Binary Quasar or a Gravitational Lens?" *Astrophysical Journal Letters*, **721**, L139

Kilic M., **Allende-Prieto C.,** Brown W.R., Agüeros M.A., Kenyon S.J., Camilo F. "Accurate Masses for the Primary and Secondary in the Eclipsing White Dwarf Binary NLTT 11748" *Astrophysical Journal Letters*, **721**, L158.

Buta R., Laurikainen E., Salo H., **Knapen J.H.** "Decreased Frequency of Strong Bars in S0 Galaxies: Evidence for Secular Evolution?" *Astrophysical Journal*, **721**, 259.

McQuinn K.B.W., Skillman E.D., Cannon J.M., Dalcanton J., Dolphin A., **Hidalgo-Rodríguez S.** "The Nature of Starbursts. I. The Star Formation Histories of Eighteen Nearby Starburst Dwarf Galaxies" *Astrophysical Journal*, **721**, 297.

Aleksic J. et al. (Incluye **Becerra-González J., Berger K., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Sánchez-Conde M.A.**) "Magic constraints on Gamma γ -Ray emission from Cygnus X-3" *Astrophysical Journal*, **721**, 843.

Rappazzo A.F., Velli M., Einaudi G. "Shear Photospheric Forcing and the Origin of Turbulence in Coronal Loops" *Astrophysical Journal*, **722**, 65.

Felipe T., Khomenko E., Collados M., Beck C. "Multi-layer study of wave propagation in sunspots" *Astrophysical Journal*, **722**, 131.

Sanna N., Bono G., Stetson P.B., Ferraro I., **Monelli M.** et al. "On the Radial Extent of the Dwarf Irregular Galaxy IC10" *Astrophysical Journal Letters*, **722**, L244.

Shporer A. et al. (Incluye **Deeg H.J., Cabrera-Lavers A.**) "Ground-based Multisite Observations of Two Transits of HD 80606b" *Astrophysical Journal*, **722**, 880.

MEMORIA
IAC 2010

275

Sampoorna M., Trujillo-Bueno J., Landi Degl'Innocenti E. "On the sensitivity of the partial redistribution scattering polarization profiles to various atmospheric parameters" *Astrophysical Journal*, **722**, 1269.

Manso Sainz R., Trujillo Bueno J. "Scattering Polarization of the CA II IR Triplet for probing the quiet Solar Chromosphere" *Astrophysical Journal*, **722**, 1416.

Monelli M., Gallart C., Hidalgo S.L., Aparicio A. et al. (Incluye **Bernard E.J., Drozdovsky I.**) "The ACS LCID Project. VI. The Star Formation History of The Tucana dSph and The Relative Ages of the Isolated dSph Galaxies" *Astrophysical Journal*, **722**, 1864.

Ruiz-Granados B., Rubiño-Martín J.A., Florido E., Battaner E. "Magnetic Fields and the Outer Rotation Curve of M31" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L44.

Solanki S.K. et al. (Incluye **Bonet J.A., Martínez Pillet V.**) "SUNRISE: Instrument, Mission, Data, and First Results" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L127.

Bello-González N., Franz M., **Martínez-Pillet V., Bonet J.A.** et al. "Detection of Large Acoustic Energy Flux in the Solar Atmosphere" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L134.

Bonet J.A., Márquez I., Sánchez Almeida J., Palacios J., Martínez Pillet V. et al. "SUNRISE/IMaX Observations of Convectively Driven Vortex Flows in the Sun" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L139.

MEMORIA
2010 IAC

276 Borrero J.M., **Martínez-Pillet V., Schlichenmaier R., Solanki S.K., Bonet J.A.** et al. "Supersonic Magnetic Upflows in Granular Cells Observed with SUNRISE/IMAX" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L144.

Danilovic S., Beeck B., Pietarila A., Schüssler M., Solanki S.K., **Martínez Pillet V., Bonet J.A.** et al. "Transverse Component of the Magnetic Field in the Solar Photosphere Observed by SUNRISE" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L149.

Hirzberger J. et al. (Incluye **Bonet J.A., Martínez Pillet V.**) "Quiet-sun Intensity Contrasts in the Near-ultraviolet as Measured from SUNRISE" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L154.

Khomenko E., Martínez-Pillet V., Solanki S.K., del Toro Iniesta J.C., Gandorfer A., Bonet J.A. et al. "Where the Granular Flows Bend" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L159.

Lagg A., Solanki S.K., Riethmüller T.L., **Martínez Pillet V.** et al. (Incluye **Bonet J.A.**) "Fully Resolved Quiet-Sun Magnetic flux Tube Observed with the SUNRISE/IMaX Instrument" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L164.

Riethmüller T.L., Solanki S.K., **Martínez Pillet V., Hirzberger J., Feller A., Bonet J.A.** et al. "Bright Points in the Quiet Sun as Observed in the Visible and Near-UV by the Balloon-borne Observatory SUNRISE" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L169.

Roth M., Franz M., Bello-González N., **Martínez-Pillet V., Bonet J.A.** et al. "Surface Waves in Solar Granulation Observed with SUNRISE" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L175.

Steiner O., Franz M., Bello-González N., Nutto Ch., Rezaei R., **Martínez-Pillet V., Bonet J.A.** et al. "Detection of Vortex Tubes in Solar Granulation from Observations with SUNRISE" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L180.

Wiegelmann T., Solanki S.K., Borrero J.M., **Martínez-Pillet V., del Toro Iniesta J.C., Domingo V., Bonet J.A.** et al. "Magnetic Loops in the Quiet Sun" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L185.

Aleksić J., Antonelli L.A., Antoranz P., Backes M., Barrio J.A., Bastieri D., **Becerra-González J.** et al. (Incluye **Berger K., Delgado-Mendez C., Diago-Ortega A., García-López R.J., Herrero A., Pochon J., Sánchez-Conde M.A.**) "Detection of Very High Energy γ -ray Emission from the Perseus Cluster Head-Tail Galaxy IC 310 by the MAGIC Telescopes" *Astrophysical Journal Letters*, **723**, L207.

Brown W.R., Kilic M., **Allende C.**, Kenyon S.J. "The ELM Survey. I. A Complete Sample of Extremely Low-mass White Dwarfs" *Astrophysical Journal*, **723**, 1072.

Metcalfe T.S. et al. (Incluye **Creevey O.L.**, **Régulo C.**, **Salabert D.**) "A Precise Asteroseismic Age and Radius for the Evolved Sun-like Star KIC 11026764" *Astrophysical Journal*, **723**, 1583.

González-Martín O., **Acosta-Pulido J.A.**, **Pérez-García A.M.**, Ramos-Almeida C. "The soft X-ray and narrow-line emission of Mrk573 on kiloparsec scales" *Astrophysical Journal*, **723**, 1748.

García-Hernández D.A., **Manchado A.** et al. "Formation of fullerenes in H-containing Planetary Nebulae" *Astrophysical Journal Letters*, **724**, L39.

McQuinn K.B.W., Skillman E.D., Cannon J.M., Dalcanton J., Dolphin A., **Hidalgo-Rodríguez S.** "The Nature of Starbursts. II. The Duration of Starbursts in Dwarf Galaxies" *Astrophysical Journal*, **724**, 49.

Fabbian D., **Khomenko E.**, **Moreno-Insertis F.**, Norlund A. "Solar abundance corrections derived through three dimensional magnetoconvection simulations" *Astrophysical Journal*, **724**, 1536.

Ramírez I., Collet R., Lambert D.L., **Allende Prieto C.**, Asplund M. "Granulation Signatures in the Spectrum of the Very Metal-poor Red Giant HD 22563" *Astrophysical Journal Letters*, **725**, L223.

Siegel M.H., Hoversten E.A., Roming P.W.A., Landsman W.B., **Allende-Prieto C.** et al. "Faint NUV/FUV Standards from Swift/UVOT, GALEX and SDSS Photometry" *Astrophysical Journal*, **725**, 1215.

Aleksić J. et al. (Incluye **Becerra-González J.**, **Berger K.**, **Delgado-Méndez C.**, **Diago-Ortega A.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**, **Pochon J.**, **Sánchez-Conde M.A.**) "MAGIC Upper Limits for two Milagro-detected, Bright Fermi Sources in the Region of SNR G65.1+0.6" *Astrophysical Journal*, **725**, 1629.

Delgado-Mena E., **Israelian G.**, **González-Hernández J.I.**, Bond J.C., Santos N.C., Udry S., Mayor M. "Chemical clues on the formation of Planetary systems: C/O vs Mg/Si for HARPS GTO sample" *Astrophysical Journal*, **725**, 2349.

Buta R. et al. (Incluye **Knapen J.H.**) "Mid-Infrared Galaxy Morphology from the Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S⁴G): The Imprint of the de Vaucouleurs Revised Hubble-Sandage Classification System at 3.6 microns" *Astrophysical Journal Supp. Series*, **190**, 147.

Hammer D., Verdoes K.G., Hoyos C., den Brok M., **Balcells M.** (Incluye **Aguerri J.A.L.**) "The HST/ACS Coma Cluster Survey. II. Data Description and Source Catalogs" *Astrophysical Journal Supp. Series*, **191**, 143.

Corradi R.L.M., Munari U., Greimel R., Rubio-Díez M.M., **Santander-García M.**, **Rodríguez-Gil P.** et al. "The ongoing outburst of the new symbiotic star IPHASJ190832.31+051226.6" *Astronomy & Astrophysics*, **509**, L9.

Jamet L., Cerviño M., **Luridiana V.**, Pérez E., Yakobchuk T. "The distance to the C component of I Zw 18 and its star formation history: A probabilistic approach" *Astronomy & Astrophysics*, **509**, A10.

Corradi R.L.M. (Incluye **Santander-García M.**, **Mampaso A.**, **Rodríguez-Gil P.**, **Giammanco C.**) "IPHAS and the symbiotic stars. II. New discoveries and a sample of the most common mimics" *Astronomy & Astrophysics*, **509**, A41.

Asensio-Ramos A., López-Ariste A. "Compressive Sensing for Spectroscopy and Polarimetry" *Astronomy & Astrophysics*, **509**, A49.

Vicente B., Abad C., **Garzón F.**, Girard T.M. "Astrometry with *Carte du Ciel* plates, San Fernando zone. II. CdC-SF: a precise proper motion catalogue" *Astronomy & Astrophysics*, **509**, A62.

MEMORIA
IAC 2010

277

Simón-Díaz S. “The chemical composition of the Orion star forming region: I. Homogeneity of O and Si abundances in B-type stars” *Astronomy & Astrophysics*, **510**, A22.

Beck C.A.R., Rammacher W. “Linear wavelength correlation matrices of photospheric and chromospheric spectral lines. I. Observations vs. modelling” *Astronomy & Astrophysics*, **510**, A66.

Csizmadia Sz., Renner S., Barge P., Agol E., Aigrain S., Alonso R., **Almenara J. M** et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Lázaro C.**) “Transit timing analysis of CoRoT-1b” *Astronomy & Astrophysics*, **510**, A94.

King R.R., McCaughrean M.J., Homeier D., Allard F., Scholz R.-D., **Lodieu N.** Indi Ba, Bb: a detailed study of the nearest known brown dwarfs” *Astronomy & Astrophysics*, **510**, A99.

Gillon M. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) “The thermal emission of the young and massive planet CoRoT-2b at 4.5 and 8 μm ” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A3.

Sanz-Forcada J., Ribas I., Micela G., Pollock A M.T., **García-Álvarez D.**, Solano E., Eiroa C. “A scenario of planet erosion by coronal radiation” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, L8.

Gömöry P., **Beck C.**, Balthasar H., Rybák J., Kučera A., Koza J., Wöhl H. “Magnetic loop emergence within a granule” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A14.

Perina S., Cohen J.G., Barmby P., **Beasley M.A.** et al. “An HST/WFPC2 survey of bright young clusters in M31 IV. Age and mass estimates” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A23.

Stasinska G. et al. (Incluye **Simón-Díaz S.**) “The Chemical composition of TS 01, the most oxygen-deficient planetary Nebula. AGB nucleosynthesis in a metal-poor binary star” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A44.

Mathur S., García R.A., **Régulo C.**, **Creevey O.L.**, Ballot J., **Salabert D.** et al. “Determining global parameters of the oscillations of solar-like stars” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A46.

Pancino E., **Carrera R.**, Rossetti E., **Gallart C.** “Chemical abundance analysis of the open clusters Cr110, NGC2099 (M37), NGC2420, NGC7789, and M67 (NGC2682)” *Astronomy & Astrophysics*, **511**, A56.

Sousa S.G., Fernandes J., **Israelian G.**, Santos N.C. “Higher depletion of lithium in planet host stars: no age and mass effect” *Astronomy & Astrophysics*, **512**, L5.

Ramírez-Vélez J.C., Semel M., Stift M., **Martínez-González M.J.**, Petit P., Dunstone N. “Spectropolarimetric multi line analysis of stellar magnetic fields” *Astronomy & Astrophysics*, **512**, A6.

Sousa S.G., Alapini A., **Israelian G.**, Santos N.C. “An effective temperature calibration for solar type stars using equivalent width ratios - A fast and easy spectroscopic temperature estimation” *Astronomy & Astrophysics*, **512**, A13.

Fridlund M. et al. (Incluye **Almenara J.M.**, **Deeg H.J.**, **Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission IX. CoRoT-6b: a transiting ‘hot Jupiter’ planet in an 8.9d orbit around a low-metallicity star” *Astronomy & Astrophysics*, **512**, A14.

Zurita C. et al. “Optical/infrared observations of the X-ray burster KS1731–260 in quiescence” *Astronomy & Astrophysics*, **512**, A26.

López-Corredoira M., Sylos-Labini F., **Betancort-Rijo J.** “Absence of significant cross-correlation between WMAP and SDSS” *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A3.

Østensen R.H., Oreiro R., Solheim J.E., Heber U., Silvotti R., **González-Pérez J.M.** et al. (Incluye **Pérez Hernández F.**) “A survey for pulsating subdwarf B stars with the Nordic Optical Telescope” *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A6.

Schreiber M.R. et al. (Incluye **Rodríguez-Gil P.**) "Post common envelope binaries from SDSS. VIII. Evidence for disrupted magnetic braking" *Astronomy & Astrophysics*, **513**, L7.

de Leon J., Campins H., Tsiganis K., Morbidelli A., **Licandro J.** "Origin of the near-Earth asteroid Phaethon and the Geminis meteor shower" *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A26.

Mazzotta-Epifani E., Dall'Ora M., Di Fabrizio L., **Licandro J.**, Palumbo P., Colangeli L. "The activity of comet C/2007 D1 (LINEAR) at 9.7 AU from the Sun" *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A33.

Bouchard A., Prugniel P., **Koleva M.**, Sharina M. "Stellar population and kinematics of NGC404" *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A54.

Herrero A., **García M.**, **Uytterhoeven K.**, Najarro F., Lennon D.J., Vink J.S., **Castro N.** "The nature of V39: an LBV candidate or LBV impostor in the very low metallicity galaxy IC 1613?" *Astronomy & Astrophysics*, **513**, A70.

Rodler F., Kürster M., Henning T. " τ Boötis b: Hunting for reflected starlight" *Astronomy & Astrophysics*, **514**, A23.

Huertas-Company M., **Aguerre J.A.L.**, Tresse L., Bolzonella M., Koekemoer A.M., Maier C. "Evolution of blue E/S0 galaxies from $z \sim 1$: merger remnants or disk-rebuilding galaxies?" *Astronomy & Astrophysics*, **515**, A3.

Aleksic J. et al. (Incluye **Becerra-González J.**, **Berger K.**, **Costado M.T.**, **Delgado-Méndez C.**, **García-López R.J.**, **Gaug M.**, **Herrero A.**) "Simultaneous multi-frequency observation of the unknown redshift blazar PG1553+113 in March-April 2008" *Astronomy & Astrophysics*, **515**, A76.

Deheuvels S., Bruntt H., Michel E., Barban C., Verner G., **Régulo C.** et al. (Incluye **Pérez-Hernández F.**) "Seismic and spectroscopic characterization of the solar-like pulsating CoRoT target HD 49385" *Astronomy & Astrophysics*, **515**, A87.

Simoniello R., Finsterle W., García, R.A., **Salabert D.**, **Jiménez A.**, Elsworth Y., Schunker H. "Acoustic power absorption and enhancement generated by slow and fast MHD waves. Evidence of solar cycle velocity/intensity amplitude changes consistent with the mode conversion theory" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A30.

Górny S.K., Perea-Calderón J.V., **García-Hernández D.A.**, García-Lario P., Szczerba R. "New groups of planetary nebulae with peculiar dust chemistry towards the Galactic bulge" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A39.

González-Hernández J.I., **Casares J.** "Doppler tomography of the black hole binary A0620-00 and the origin of chromospheric emission in quiescent X-ray binaries" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A58.

Sollima A., Gil de Paz A., **Martínez-Delgado D.**, Gabany R.J., Gallego-Laborda J.J., Hallas T. "A Multi-wavelength analysis of M81: insight on the nature of Arp's loop" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A83.

Vargas-Domínguez S., **de Vicente A.**, **Bonet J.A.**, **Martínez-Pillet V.** "Characterization of horizontal flows around solar pores from high-resolution time series of images" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A91.

Nigoche-Netro A., **Aguerre J.A.L.**, **Lagos P.**, Ruelas-Mayorga A., Sánchez L.J., Machado A. "The Faber-Jackson relation for early-type galaxies: Dependence on the magnitude range" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A96.

López-Sánchez A.R., **Esteban C.** "Massive star formation in Wolf-Rayet galaxies. III: Analysis of the O and WR populations" *Astronomy & Astrophysics*, **516**, A104.

Puga E., **Marin-Franch A.**, Najarro F., **Lenorzer A.**, **Herrero A.**, **Acosta-Pulido J.A.** et al. "Near-infrared spectroscopy in NGC7538" *Astronomy & Astrophysics*, **517**, A2.

Aleksic J. et al. (Incluye **Becerra-González J., Berger K., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**) “MAGIC observation of the GRB080430 afterglow”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A5.

de León J., Licandro J., Serra-Ricart M., Pinilla-Alonso N., Campins H. “Observations, compositional, and physical characterization of near-Earth and Mars-crosser asteroids from a spectroscopic survey”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A23.

Monreal-Ibero A., Vílchez J.M., Walsh J.R., **Muñoz-Tuñón C.** “A study of the interplay between ionized gas and star clusters in the central region of NGC 5253 with 2D spectroscopy”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A27.

Girardi M., Boschin W., **Barrena R.** “Internal dynamics of Abell 2294: a massive, likely merging cluster”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A65.

López-Sánchez A.R., **Esteban C.** “Massive star formation in Wolf-Rayet galaxies. IV: Colours, chemical composition analysis and metallicity-luminosity relations”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A85.

Villaverde M., Cerviño M., **Luridiana V.** “On emission-line spectra obtained from evolutionary synthesis models. II. Scale-relations and the estimation of mass dependences”
Astronomy & Astrophysics, **517**, A93.

MEMORIA
2010 IAC
280 Poglitsch A. et al. (Incluye **Cepa J., Herreros J.**) “The Photodetector Array Camera and Spectrometer (PACS) on the Herschel Space Observatory”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L2.

Griffin M.J. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Hatziminaoglou E., Pérez-Fournon I.**) “The Herschel-SPIRE instrument and its in-flight performance”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L3.

Nguyen H.T. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “HerMES: The SPIRE Confusion Limit”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L5.

Asensio-Ramos A., López-Ariste A. “Image Reconstruction with Analytical Point Spread Functions”
Astronomy & Astrophysics, **518**, A6.

Serjeant S. et al. (Incluye **Cava A.**) “Herschel ATLAS: The cosmic star formation history of quasar host galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L7.

Clements D.L. et al. (Incluye **Cava A.**) “The Herschel-ATLAS: Extragalactic Number Counts from 250 to 500 Microns”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L8.

Amblard A. et al. (Incluye **Cava A.**) “Herschel-ATLAS: Dust Temperature and Redshift Distribution of SPIRE and PACS detected Sources using Submillimetre Colours”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L9.

Dye S. et al. (Incluye **Cava A.**) “The Herschel-ATLAS: Evolution of the 250 μ m luminosity function out to $z = 0.5$ ”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L10.

Maddox S.J. et al. (Incluye **Cava A.**) “Herschel ATLAS: The angular correlation function of submillimetre galaxies at high and low redshift”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L11.

Ricciardelli E., Franceschini A. “GECO: Galaxy Evolution COde – A new semi-analytical model of galaxy formation”
Astronomy & Astrophysics, **518**, A14.

Altieri B. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) “Deep far-infrared counts through the Abell 2218 cluster-lens”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L17.

López-Sanjuan C., Balcells M., Pérez-González P.G., Barro G., Gallego J., Zamorano J. “Spectro-photometric close pairs in GOODS-S: major and minor companions of intermediate-mass galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, A20.

- Vaccari M. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “The HerMES SPIRE submillimeter local luminosity function”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L20.
- Oliver S.J. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “HerMES: SPIRE galaxy number counts at 250, 350, and 500 μm ”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L21.
- Cooray A. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “HerMES: Halo Occupation Number and Bias Properties of Dusty Galaxies from Angular Clustering Measurements”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L22.
- Eales S. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “First Results from HerMES on the Evolution of the Submillimetre Luminosity Function”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L23.
- Nordon R. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) The star-formation rates of $1.5 < z < 2.5$ massive galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L24.
- Rodighiero G. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) The first Herschel view of the mass-SFR link in high- z galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L25.
- Shao L. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) “Star formation in AGN hosts in GOODS-N”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L26.
- Gruppioni C. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) “PEP: first Herschel probe of dusty galaxy evolution up to $z \sim 3$ ”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L27.
- Magnelli B. et al. (Incluye **Castañeda H., Cava A., Cepa J., Pérez-Fournon I.**) “Far-Infrared Properties of Submillimeter and Optically Faint Radio Galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L28.
- Elbaz D. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Castro-Rodríguez N., Cava A., Cepa J., Pérez-Fournon I., Pérez-García A.M.**) “Herschel unveils a puzzling uniformity of distant dusty galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L29.
- Berta S. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J., Pérez-García A.M.**) “Dissecting the Cosmic Infra-Red Background with Herschel/PEP”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L30.
- Ivison R.J. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Castro-Rodríguez N., Cava A., Cepa J., Pérez-Fournon I., Pérez-García A.M.**) “The far-infrared/radio correlation as probed by Herschel”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L31.
- Schulz B. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “HerMES: The submillimeter spectral energy distributions of Herschel/SPIRE-detected galaxies”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L32.
- Hatziminaoglou E. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “HerMES: Far infrared properties of known AGN in the HerMES fields”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L33.
- Ivison R.J. et al. (Incluye **Pérez-Fournon I.**) “Herschel and SCUBA-2 imaging and spectroscopy of a bright, lensed submillimetre galaxy at $z = 2.3$ ”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L35.
- Panuzzo P. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “Probing the molecular interstellar medium of M82 with Herschel-SPIRE spectroscopy”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L37.
- González-Nuevo J. et al. (Incluye **Cava A.**) “Herschel ATLAS: blazars in the SDP field”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L38.
- Baes M. et al. (Incluye **Cava A.**) “The Herschel-ATLAS: The dust energy balance in the edge-on spiral galaxy UGC4754”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L39.

Gómez H.L. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “The Dust Morphology of the Elliptical Galaxy M86 with SPIRE.”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L45.

Mathur S. et al. (Incluye **Creevey O., Régulo C., Salabert D.**) “The solar-like CoRoT target HD 170987: spectroscopic and seismic observations”
Astronomy & Astrophysics, **518**, A53.

Galametz M. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “Herschel photometric observations of the nearby low metallicity irregular galaxy NGC6822”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L55.

O’Halloran B. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “Herschel photometric observations of the low metallicity dwarf galaxy NGC1705”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L58.

Boselli A. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “FIR colours and SEDs of nearby galaxies observed with Herschel”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L61.

Eales S. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) “Mapping the interstellar medium in galaxies with Herschel/SPIRE”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L62.

Cortese L. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “Herschel-SPIRE observations of the disturbed galaxy NGC4438”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L63.

Sauvage M. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “The central region of spiral galaxies as seen by Herschel M 81, M 99, and M 100”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L64.

Bendo G. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “The Herschel Space Observatory view of dust in M81”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L65.

Roussel H. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “SPIRE imaging of M82: Cool dust in the wind and tidal streams”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L66.

Pohlen M. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) “Radial distribution of gas and dust in spiral galaxies. The case of M99 (NGC4254) and M100 (NGC4321)”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L72.

Thompson M.A. et al. (Incluye **Cava A.**) “A search for debris disks in the Herschel-ATLAS”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L134.

Gaulme P. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) “Possible detection of phase changes from the non-transiting planet HD 46375b by CoRoT”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L153.

Santini P. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Cava A., Cepa J.**) “The dust content of high-z submillimeter galaxies revealed by Herschel”
Astronomy & Astrophysics, **518**, L154.

Bongiovanni A., Oteo I., Cepa J., Pérez-García A.M., Sánchez-Portal M., Ederoclite A., Aguerri J.A.L. et al. (Incluye **Cava A., Chulani H., Gómez M.F., Herreros J.M., Iglesias-Groth S.**) “Herschel FIR counterparts of selected Ly α emitters at $z \sim 2.2$. Fast evolution since $z \sim 3$ or missed obscured AGNs?”
Astronomy & Astrophysics, **519**, L4.

Acosta-Pulido J.A., Agudo I., Barrena R., Ramos-Almeida C., Manchado A., Rodríguez-Gil P. “The Redshift and Broad-Band Spectral Energy Distribution of NRAO 150”
Astronomy & Astrophysics, **519**, A5.

Lara-López M.A., Bongiovanni A., Cepa J., Pérez-García A.M., Sánchez-Portal M., Castañeda H.O., Fernández-Lorenzo M., Pović M. “Study of star-forming galaxies in SDSS up to redshift 0.4 - II. Evolution from the fundamental parameters: mass, metallicity and star formation rate”
Astronomy & Astrophysics, **519**, A31.

MEMORIA
2010 IAC

282

Aleksic J. et al. (Incluye **Becerra-González J., Berger K., Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A., Sánchez-Conde M.A.**) “MAGIC TeV Gamma-Ray Observations of Markarian 421 during Multiwavelength Campaigns in 2006” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A32.

Degroote P. et al. (Incluye **Simón-Díaz S.**) “Detection of frequency spacings in the young O-type binary HD 46149 from CoRoT photometry” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A38.

Santander-García M., Rodríguez-Gil P., Hernández O., **Corradi R.L.M.,** Jones D., **Giammanco C., Beckman J.E.** et al. “The kinematics of the quadrupolar nebula M 1–75 and the identification of its central star” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A54.

Eliche-Moral M.C., **Prieto M.,** Gallego J., Barro G., Zamorano J., **López-Sanjuan C., Balcells M.** et al. “On the buildup of massive early-type galaxies at $z \lesssim 1$. I- Reconciling a significant, recent assembly through major mergers with mass-downsizing” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A55.

Friedrich S., Davies R.I., Hicks E.K.S., Engel H., **Müller-Sánchez F.,** Genzel R., Tacconi L.J. “Adaptive optics near infrared integral field spectroscopy of NGC2992” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A79.

Bihain G., Rebolo R., Zapatero-Osorio M.R., **Béjar V.J.S.,** Caballero J.A. “Near-infrared low-resolution spectroscopy of Pleiades L-type brown dwarfs” *Astronomy & Astrophysics*, **519**, A93.

Tauber J.A. et al. (Incluye **Gómez-Reñasco F., Herreros J., Hildebrandt S.R., Hoyland R., Rebolo. R., Rubiño-Martín J.A.**) “Planck pre-launch status: The Planck mission” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A1.

Mandolesi N. et al. (Incluye **Gómez F., Herreros J., Hildebrandt S.R., Hoyland R., Rebolo. R., Rubiño-Martín J.A.**) “Planck pre-launch status: the Planck-LFI programme” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A3.

Bersanelli M. et al. (Incluye **Gómez F., Herreros J., Hildebrandt S.R., Hoyland R., Rebolo. R., Rubiño-Martín J.A.**) “Planck pre-launch status: Design and description of the Low Frequency Instrument” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A4.

Mennella A. et al. (Incluye **Gómez F., Herreros J., Hildebrandt S.R., Hoyland R., Rebolo. R.**) “Planck pre-launch status: Low Frequency Instrument calibration and expected scientific performance” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A5.

Bonomo A.S. et al. (Incluye **Deeg H.J., Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission - X. CoRoT-10b: a giant planet in a 13.24 day eccentric orbit” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A65.

Bordé P. et al. (Incluye **Almenara J.M., Deeg H.J., Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission - XI. CoRoT-8b: a hot and dense sub-Saturn around a K1 dwarf” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A66.

Cairós L.M., **Caon N., Zurita C.,** Kehrig C., Roth M., Weillbacher P. “Mapping the properties of blue compact dwarf galaxies: integral field spectroscopy with PMAS” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A90.

Gillon M. et al. (Incluye **Deeg H.J., Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission - XII. CoRoT-12b: a short-period low-density planet transiting a solar analog star” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A97.

Corradi R.L.M., Giammanco G. “K 3-22: a D-type symbiotic star” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A99.

Beck C., Bellot Rubio L.R., Kentischer T.J., Tritschler A., del Toro Iniesta J.C. “Two-dimensional solar spectropolarimetry with the KIS/IAA Visible Imaging Polarimeter” *Astronomy & Astrophysics*, **520**, A115.

Fernández-Lorenzo M., Cepa J., Bongiovanni A., Pérez-García A.M., Lara-López M.A., Pović M., Sánchez-Portal M. “Evolution of the infrared Tully-Fisher relation up to $z=1.4$ ” *Astronomy & Astrophysics*, **521**, A27.

Aguerri J.A.L., Sánchez-Janssen R. “A study of catalogued nearby galaxy clusters in the SDSS-DR4 - II. Cluster substructure” *Astronomy & Astrophysics*, **521**, A28.

Lara-López M.A., Cepa J., Bongiovanni A., Pérez García A.M., Ederoclite A., Castañeda H., Fernández-Lorenzo M. et al. (Incluye **Pović M.**) “A fundamental plane for field star-forming galaxies” *Astronomy & Astrophysics*, **521**, L53.

Méndez-Abreu J., Simonneau E., Aguerri J.A.L., Corsini E.M. “Structural properties of disk galaxies. II. Intrinsic shape of bulges” *Astronomy & Astrophysics*, **521**, A71.

Boschin W., Barrena R., Girardi M. “The complex structure of Abell 2345: a galaxy cluster with non-symmetric radio relics” *Astronomy & Astrophysics*, **521**, A78.

Belkacem K., Samadi R., Goupil M.J., Baudin F., Salabert D., Appourchaux T. “Turbulent eddy-time-correlation in the solar convective zone” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, L2.

Gallardo J., Silva S., Ramírez-Alegría S., Minniti D., Pietrukowicz P. “Characterization of extrasolar planetary transiting candidates II” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A4.

Gorosabel J. et al. (Incluye **Ferrero P.**) “Simultaneous polarization monitoring of supernovae SN 2008D/XT 080109 and SN 2007uy: isolating geometry from dust” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A14.

Villaverde M., Cerviño M., Luridiana V. “Modeling the ionizing spectra of H II regions: individual stars versus stellar ensembles” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A49.

Ruiz-Granados B., Rubiño-Martín J.A., Battaner E. “Constraining the regular Galactic Magnetic Field with the 5-year WMAP polarization measurements at 22 GHz” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A73.

Orozco-Suárez D., Bellot-Rubio L.R., Martínez-Pillet V., Bonet J.A., Vargas-Domínguez S., del Toro Iniesta J.C. “Retrieval of solar magnetic fields from high-spatial resolution filtergraph data: the Imaging Magnetograph eXperiment (IMaX)” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A101.

Cabrera J. et al. (Incluye **Almenara J.M., Deeg H.J., Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission. XIII. CoRoT-13b: a dense hot Jupiter in transit around a star with solar metallicity and super-solar lithium content” *Astronomy & Astrophysics*, **522**, A110.

López R., Acosta-Pulido J.A., Gómez G., Estalella R., Carrasco-González C. “HH 223: a parsec-scale H₂ outflow in the star-forming region L723” *Astronomy & Astrophysics*, **523**, A16.

García M., Herrero A., Castro N., Corral L., Rosenberg A. “The young stellar population of IC 1613. II. Physical properties of OB associations” *Astronomy & Astrophysics*, **523**, A23.

Marocco F. et al. (Incluye **Lodieu N.**) “Parallaxes and physical properties of 11 mid-to-late T dwarfs” *Astronomy & Astrophysics*, **524**, A38.

Scarpa R., Falomo R. (2011) “Testing Newtonian gravity in the low acceleration regime with globular clusters: the case of ω Centauri revisited” *Astronomy & Astrophysics*, **524**, A43.

Pancino E., Rejkuba M., Zoccali M., Carrera R. “Low-resolution spectroscopy of main sequence stars belonging to 12 Galactic globular clusters. I. CH and CN band strength variations” *Astronomy & Astrophysics*, **524**, A44.

Gandolfi D. et al. (Incluye **Deeg H.J., Tingley B.**) “Transiting exoplanets from the CoRoT space mission XIV. CoRoT-11b: a transiting massive “hot-Jupiter. in a prograde orbit around a rapidly rotating F-type star” *Astronomy & Astrophysics*, **524**, A55.

Bolzonella M. et al. (Incluye **Ricciardelli E.**)
“Tracking the impact of environment on the galaxy stellar mass function up to $z \sim 1$ in the 10 k zCOSMOS sample”
Astronomy & Astrophysics, **524**, A76.

Dali-Ali W. et al. (Incluye **Vázquez-Ramió H., Reyes M., Delgado J.M., Fuensalida J.J.**)
“Multi-instrument measurement campaign at Paranal in 2007. Characterization of the outer scale and the seeing of the surface layer”
Astronomy & Astrophysics, **524**, A73.

Aleksić J. et al. (Incluye **Becerra-González J, Costado M.T., Delgado-Méndez C., García-López R.J., Gaug M., Herrero A.**)
“Search for an extended VHE γ -ray emission from Mrk 421 and Mrk 501 with the MAGIC Telescope”
Astronomy & Astrophysics, **524**, A77.

Appourchaux T. et al. (Incluye **Jiménez A.**)
“The quest for the solar g modes”
Astronomy & Astrophysics Review, **18**, 197.

Sollima A., Nipoti C. “Globular clusters in modified Newtonian dynamics: Velocity dispersion profiles from self-consistent models”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 131.

Durant M., Cornelisse R., Remillard R., Levine A. “Decade time-scale modulation of low-mass X-ray binaries”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 355.

Sollima A., Carballo-Bello J.A., Beccari G., Ferraro F.R., Fusi-Pecci F., Lanzoni B. “The fraction of binary systems in the core of five Galactic open clusters”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 577.

Tapia M.T., Schuster W.J., Michel R., Chavarría-K. C., Dias W.S., Vázquez R., Moitinho A. “ $UBV(RI)_C$ photometry of the open clusters Be 15, Be 80 and NGC2192”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 621.

Casares J., González-Hernández J.I., **Israelian G., Rebolo R.** “On the mass of the neutron star in Cyg X-2”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 2517.

Orienti M., Prieto M.A. “Radio structures of the nuclei of nearby Seyfert galaxies and the nature of the missing diffuse emission”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **401**, 2599.

Rebassa-Mansergas A., Gänsicke B.T., Schreiber M.R, Koester D., **Rodríguez-Gil P.** “Post-common envelope binaries from SDSS – VII. A catalogue of white dwarf-main sequence binaries”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 620.

Sale S.E. et al. (Incluye **Mampaso A.**)
“The structure of the outer Galactic disc as revealed by IPHAS early A stars”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 713.

Prieto M.A., Reunanen J., Tristram K.R.W., Neumayer N., **Fernández-Ontiveros J.A., Orienti M.**, Meisenheimer K. “The spectral energy distribution of the central parsecs of the nearest AGN”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 724.

Reunanen J., **Prieto M.A.**, Siebenmorgen R. “VLT diffraction-limited imaging at 11 and 18 μ m of the nearest active galactic nuclei”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 879.

Bendo G.J. et al. (Incluye **Knapen J.H.**)
“The JCMT Nearby Galaxies Legacy Survey III: Comparisons of cold dust, polycyclic aromatic hydrocarbons, molecular gas, and atomic gas in NGC2403”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 1409.

Richard S., Brook C.B., Martel H., Kawata D., Gibson B.K., **Sánchez-Blazquez P.** “Structure, kinematics and chemical enrichment patterns after major gas-rich disc–disc mergers”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 1489.

Orienti M., Murgia M., Dallacasa D. “The last breath of the young gigahertz-peaked spectrum radio source PKS 1518+04”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 1892.

Tibbs C.T. et al. (Incluye **Génova-Santos R., Padilla-Torres C.P., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A.**) “Very Small Array Observations of the Anomalous Microwave Emission in the Perseus Region”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 1969.

Shapiro K.L., **Falcón-Barroso J.** et al. "The SAURON project - XV. Modes of star formation in early-type galaxies and the evolution of the red sequence"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2140.

Sarzi M. et al. (Incluye **Falcón-Barroso J.**) "The SAURON project - XVI: On the Sources of Ionisation for the Gas in Elliptical and Lenticular Galaxies"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2187.

Decarli R., Falomo R., Treves A., Kotilainen J.K., Labita M., **Scarpa R.** "The quasar MBH-Mhost relation through cosmic time - I. Data set and black hole masses"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2441.

Decarli R., Falomo R., Treves A., Labita M., Kotilainen J.K., **Scarpa R.** "The quasar relation through cosmic time – II. Evidence for evolution from $z = 3$ to the present age"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2453.

Comeron S., Knapen J.H., Beckman J.E., Laurikainen E., Salo H., **Martínez-Valpuesta I.,** Buta R.J. "AINUR: Atlas of Images of NUclear Rings"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2462.

Dobrotka A., Hric L., **Casares J., Shahbaz T.,** **Martínez-Pais I.G., Muñoz-Darias T.** "Searching for flickering statistics in T CrB"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **402**, 2567.

Rubiño-Martín J.A., Chluba J., Fendt W.A., Wandelt B.D. "Estimating the impact of recombination uncertainties on the cosmological parameter constraints from cosmic microwave background experiments"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **403**, 439.

Génova-Santos R., Padilla-Torres C.P., Rubiño-Martín J.A., **Gutiérrez C.M., Rebolo R.** "A study of the galaxy redshift distribution toward the cosmic microwave background cold spot in the Corona Borealis supercluster"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **403**, 1531.

Shahbaz T., Dhillon V.S., Marsh T.R., Casares J., **Zurita C.,** Charles P.A. "Observations of the quiescent X-ray transients GRS 1124–684 (=GU Mus) and Cen X-4 (=V822 Cen) taken with ULTRACAM on the VLT"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **403**, 2167.

Ofir A. et al. (Incluye **Deeg H.J.**) "The SARS algorithm: detrending CoRoT light curves with Sysrem using simultaneous external parameters"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **404**, L99.

Brocksopp C., Jonker P.G., Maitra D., Krimm H.A., Pooley G.G., Ramsay G., **Zurita C.** "Disentangling jet and disc emission from the 2005 outburst of XTE J1118+480"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **404**, 908.

Fasano G. et al. (Incluye **Cava A.**) "The shapes of BCGs and normal ellipticals in nearby clusters"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **404**, 1490.

Vazdekis A., Sánchez-Blázquez P., Falcón-Barroso J., **Cenarro A.J., Beasley M.A.** et al. "Evolutionary stellar population synthesis with MILES. I. The base models and a new line index system"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **404**, 1639.

Burningham B. et al. (Incluye **Lodieu N.**) "The discovery of a very cool binary system"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **404**, 1952.

Sicard M. et al. (Incluye **Muñoz-Tuñón C., Fuensalida J.J.**) "Results of site testing using an aerosol, backscatter lidar at the Roque de los Muchachos Observatory"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 129.

Laurikainen E., Salo H., Buta R., **Knapen J.H.,** Comeron S. "Photometric scaling relations of lenticular and spiral galaxies"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 1089.

Carrasco E.R., Conselice C.J., **Trujillo I.** "Gemini K-band NIRI Adaptive Optics Observations of Massive Galaxies at $1 < z < 2$ "
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 2253.

Oliver S. et al. (Incluye **Afonso-Luis A.**) "Specific star formation and the relation to stellar mass from $0 < z < 2$ as seen in the far-infrared at 70 and 160 μm "

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 2279.

Mesa-Delgado A., Esteban C. "Small-spatial scale variations of nebular properties and the abundance discrepancy in three Galactic HII regions"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 2651.

García-Lorenzo B., Eff-Darwich A., **Castro-Almazan J.,** Pinilla-Alonso N., **Muñoz-Tuñón C.,** **Rodríguez-Espinosa J.M.** "Infrared Astronomical Characteristics of Roque de los Muchachos Observatory: precipitable water vapor statistics"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **405**, 2683.

Sánchez-Janssen R., **Méndez-Abreu J.,** **Aguerri J.A.L.** "Thin discs, thick dwarfs and the effects of stellar feedback"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, L65.

Jiménez-Vicente J., **Mediavilla E.,** Castillo-Morales A., Battaner E. "Blasts and shocks in the disc of NGC4258"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 181.

Ricciardelli E., **Trujillo I.,** Buitrago F., Conselice C.J. "The evolutionary Sequence of sub-mm Galaxies: from diffuse Discs to massive compact Ellipticals?"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 230.

Sollima A., Cacciari C., Bellazzini M., Colucci S. "The population of variable stars in M54 (NGC6715)"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 329.

Orienti M., Dallacasa D. "Proper motion and apparent contraction in J0650+600"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 529.

Makarova L., **Koleva M.,** Makarov D., Prugniel P. "Star formation history of KDG 61 and KDG 64 from spectroscopy and colour-magnitude diagrams"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 1152.

Todorović M., Davies R.D., Dickinson C., Davis R.J., Cleary K.A., **Génova-Santos R.** et al. (Incluye **Rebolo R.,** **Rubiño-Martín J.A.**) "A 33 GHz VSA survey of the Galactic plane from $\ell = 27^\circ$ to 46° "

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 1629.

Burningham B. et al. (Incluye **Lodieu N.**) "47 new T dwarfs from the UKIDSS Large Area Survey"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 1885.

López R., **García-Lorenzo B.,** Sánchez S.F., **Gómez G.,** Estalella R., Riera A. "The complex structure of HH 110 as revealed from Integral Field Spectroscopy"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 2193.

Perley D.A. et al. (Incluye **Ferrero P.**) "Evidence for supernova-synthesized dust from the rising afterglow of GRB 071025 at $z = 5$ "

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **406**, 2473.

Rodríguez-Gil P., **Santander-García M.,** Knigge C., **Corradi R.L.M.** et al. "The orbital period of V458 Vulpeculae, a post-double common-envelope nova."

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, L21.

Eff-Darwich A., **García-Lorenzo B.,** Rodríguez-Losada J.A., de la Nuez J., Hernández-Gutiérrez L.E., Romero-Ruiz M.C. "Comparative analysis of the impact of geological activity on the structural design of telescope facilities in the Canary Islands, Hawaii and Chile"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, 1361.

Inskip K.J., Tadhunter C.N., Morganti R., Holt J., Ramos Almeida C., Dicken D. "A near-IR study of the host galaxies of 2 Jy radio sources at $0.03 \lesssim z \lesssim 0.5$ – I. The data"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, 1739.

Iglesias-Groth S., **Manchado A.,** **Rebolo R.,** **González-Hernández J.I.,** **García-Hernández D.A.,** Lambert D.L. "A search for interstellar Anthracene toward the Perseus anomalous microwave emission region"

Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, 2157.

Gandhi P., Dhillon V.S., **Durant M.** et al. (Incluye **Shahbaz T.**) “Rapid optical and X-ray timing observations of GX 339-4: multicomponent optical variability in the low/hard state”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, 2166.

Blasco Herrera J., Fathi K., **Beckman J.E.**, **Gutiérrez L.** et al. “An improved method for statistical studies of the internal kinematics of HII regions: the case of M83”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **407**, 2519.

Peñarrubia J., Belokurov V., Evans N.W., **Martínez-Delgado D.** et al. “Was the progenitor of the Sagittarius stream a disc galaxy?”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, L26.

Kuntschner H., Emsellem E., Bacon R., Cappellari M., Davies R.L., De Zeeuw P.T., **Falcón-Barroso J.** et al. “The SAURON project – XVII. Stellar population analysis of the absorption line strength maps of 48 early-type galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 97.

Pastorello A. et al. (Incluye **Beckman J.E.**) “Multiple Major Outbursts from a Restless Luminous Blue Variable in NGC3432”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 181.

Knapen J.H., Sharp R.G., Ryder S.D., **Falcón-Barroso J.**, Fathi K., **Gutiérrez L.** “The central region of M83: Massive star formation, kinematics, and the location and origin of the nucleus”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 797.

La Barbera F., de Carvalho R.R., **de la Rosa I.G.**, Lopes P.A.A., Kohl-Moreira J.L., Capelato H.V. “Spheroid’s Panchromatic Investigation in Different Environmental Regions (SPIDER) - I. Sample and galaxy parameters in the grizYJHK wavebands”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 1313.

La Barbera F., de Carvalho R.R., **de la Rosa I.G.**, Lopes P.A.A. “SPIDER II - The Fundamental Plane of Early-type Galaxies in grizYJHK”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 1335.

La Barbera F., Lopes P.A.A., de Carvalho R.R., **de la Rosa I.G.**, Berlind A. A. “SPIDER - III. Environmental Dependence of the Fundamental Plane of Early-type Galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 1361.

Jones D., Lloyd M., **Santander-García M.** et al. “Abell 41: shaping of a planetary nebula by a binary central star”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 2312.

Baker D.E.A., Jameson R.F., Casewell S.L., Deacon N., **Lodieu N.**, Hambly N. “Low-mass stars and brown dwarfs in Praesepe”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **408**, 2457.

Buat V. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Cava A.**, **Pérez-Fournon I.**) “Measures of star formation rates from infrared (Herschel) and UV (GALEX) emissions of galaxies in the HerMES fields”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, L1.

Rowan-Robinson M. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Cava A.**, **Pérez-Fournon I.**) “Cold dust and young starbursts: spectral energy distributiona of Herschel SPIRE sources from the HerMES survey.”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 2.

Rigopoulou D. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Cava A.**, **Pérez-Fournon I.**) “HerMES: Herschel-SPIRE observations of Lyman break galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, L7.

Chapman S et al. (Incluye **Pérez-Fournon I.**) “Herschel-SPIRE, far-infrared properties of millimetre-bright and -faint radio galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, L13.

Cava A., Rodighiero G., **Pérez-Fournon I.**, Buitrago F., **Trujillo I.** et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Ferrero P.**) “HerMES: SPIRE detection of high-redshift massive compact galaxies in GOODS-N field”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, L19.

Magdis G.E. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Cava A.**, **Pérez-Fournon I.**) “Herschel reveals a T_{dust} -unbiased selection of $z \sim 2$ ultraluminous infrared galaxies”
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 22.

Ibar E., Ivison R.J., **Cava A.** et al. "H-ATLAS: PACS imaging for the Science Demonstration Phase"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 38.

Roseboom I.G. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) "The Herschel Multi-Tiered Extragalactic Survey: source extraction and cross-identifications in confusion-dominated SPIRE images"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 48.

Brisbin D. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) "The Deep SPIRE HerMES Survey: spectral energy distributions and their astrophysical indications at high redshift"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 66.

Hwang H. et al. (Incluye **Bongiovanni A., Castro-Rodríguez N., Cava A., Cepa J., Pérez-Fournon I., Pérez-García A.M.**) "Evolution of dust temperature of galaxies through cosmic time as seen by Herschel"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 75.

Levenson L. et al. (Incluye **Pérez-Fournon I.**) "HerMES: SPIRE Science Demonstration Phase maps"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 83.

Jarvis M. et al. (Incluye **Cava A.**) "Herschel-ATLAS: the far-infrared-radio correlation at $z < 0.5$ "
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 92.

Davies J.I. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Pérez-Fournon I.**) "On the origin of M81 group extended dust emission"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 102.

Glenn J. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N., Cava A., Pérez-Fournon I.**) "HerMES: deep galaxy number counts from a P(D) fluctuation analysis of SPIRE Science Demonstration Phase observations"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 109.

Hardcastle H. et al. (Incluye **Cava A.**) "Herschel-ATLAS: far-infrared properties of radio-selected galaxies"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 122.

Dobbie P.D., **Lodieu N.**, Sharp R.G. "IC2602: a lithium depletion boundary age and new candidate low-mass stellar members"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 1002.

Trigo-Rodríguez J.M., **García-Hernández D.A.** et al. "Outburst activity in comets: II. A multi-band photometric monitoring of Comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1"
Monthly Not. of the R. Astron. Soc., **409**, 1682.

Paust N.E.Q., Reid I.N., Piotto G., **Aparicio A.** et al. (Incluye **Marín-Franch A., Rosenberg A.**) "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters. VIII. Effects of Environment on Globular Cluster Global Mass Functions"
Astronomical Journal, **139**, 476.

López-Corredoira M. "Intrinsic Colors and Ages of extremely red elliptical Galaxies at high Redshift"
Astronomical Journal, **139**, 540.

Beaulieu S.F., Freeman K.C., **Hidalgo S.L.**, Norman C.A., Quinn P.J. "The Recent Star Formation History of NGC5102"
Astronomical Journal, **139**, 984.

Aparicio-Villegas T. et al. (Incluye **Aguerie J.A.L.**) "The ALHAMBRA Photometric System"
Astronomical Journal, **139**, 1242.

Casuso E., Beckman J.E. "Explaining the galactic interstellar dust grain size distribution function"
Astronomical Journal, **139**, 1406.

Alonso R., **Deeg H.J.**, Kabath P., **Rabus M.** "Ground-based near-IR observations of the secondary eclipse of CoRoT-2b"
Astronomical Journal, **139**, 1481.

Cenko S.B. et al. (Incluye **Cepa J.**) "Unveiling the Origin of GRB 090709A: Lack of Periodicity in a Reddened Cosmological Long-Duration Gamma-Ray Burst"
Astronomical Journal, **140**, 224.

Martínez-Delgado D. et al. (Incluye **Carballo-Bello J.A., Fliri J., Trujillo I.**) "Stellar Tidal Streams in Spiral Galaxies of the Local Volume: A Pilot Survey with Modest Aperture Telescopes"
Astronomical Journal, **140**, 962.

Brink T.G., Mateo M., **Martínez-Delgado D.** “Radial Velocities of Galactic Halo Stars in Virgo”
Astronomical Journal, **140**, 1337.

La Barbera F., De Carvalho R.R., **De La Rosa I.G.**, Gal R.R., Swindle R., Lopes P.A.A. “Spider. IV. Optical and Near-infrared Color Gradients in Early-type Galaxies: New Insight into Correlations with Galaxy Properties”
Astronomical Journal, **140**, 1528.

Deeg H.J., Moutou C., Erikson A., Csizmadia Sz., **Tingley B.** et al. (Incluye **Almenara J.M.**, **Rabus M.**) “A transiting giant planet with a temperature between 250K and 430K”
Nature, **464**, 384.

Campins H., Hargrove K., Pinilla-Alonso N., Howell E.S., Kelley M.S., **Licandro J.** et al. “Water ice and organics on the surface of the asteroid 24 Themis”
Nature, **464**, 1320.

García R.A., Mathur S., **Salabert D.**, Ballot J., **Régulo C.**, Metcalfe T.S., Baglin A. “CoRoT reveals a magnetic activity cycle in a Sun-like star”
Science, **329**, 1032.

Negrello et al. (Incluye **Cava A.**) “The Detection of a Population of Submillimeter-Bright, Strongly Lensed Galaxies”
Science, **330**, 800.

Vaquero J.M., Trigo R.M., **Vázquez M.**, Gallego M.C. “155-day Periodicity in Solar Cycles 3 and 4”
New Astronomy, **15**, 385.

MEMORIA
2010 IAC

290

Minniti D. et al. (Incluye **López-Corredoira M.**) “VISTA Variables in the Via Lactea (VVV): The public ESO near-IR variability survey of the Milky Way”
New Astronomy, **15**, 433.

Villanova S., Carraro G., **Scarpa R.**, Marconi G. “Abundance analysis of a sample of evolved stars in the outskirts of ω Centauri”
New Astronomy, **15**, 520.

Boselli A. et al. (Incluye **Castro-Rodríguez N.**, **Pérez-Fournon I.**) “The Herschel Reference Survey”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 261.

Eales S. et al. (Incluye **Cava A.**) “The Herschel ATLAS”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 499.

Bono G., Stetson P.B., Walker A.R., **Monelli M.** et al. “On the stellar content of the Carina dwarf spheroidal galaxy”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 651.

Méndez R.A., Costa E., Pedreros M.H., Moyano M., Altmann M., **Gallart C.** “Proper Motions of Local Group Dwarf Spheroidal Galaxies I: First Ground-Based Results for Fornax”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 853.

Di Cecco A., Becucci R., Bono G., **Monelli M.** et al. “On the Absolute Age of the Globular Cluster M92”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 991.

García-Gil A., **Muñoz-Tuñón C.**, **Varela A.M.** “Atmospheric Extinction at the ORM on La Palma: A 20 year statistical database gathered at the Carlsberg meridian telescope”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 1109.

Sheth K. et al. (Incluye **Knapen J.H.**) “The Spitzer Survey of Stellar Structure in Galaxies (S4G)”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 1397.

Lara-López M.A., **Cepa J.**, **Castañeda H.O.**, **Pérez-García A.M.**, **Bongiovanni A.**, **Ederoclite A.**, **Fernández-Lorenzo M.** et al. (Incluye **Pović M.**) “OTELLO Survey: Optical emission line flux determination with OSIRIS/GTC”
Publication of the Astron. Soc. of the Pacific, **122**, 1495.

Beck C. "A Peculiar Velocity Pattern in and near the Leading Sunspot of NOAA 10781: Wave Refraction by Large-Scale Magnetic Fields?"
Solar Physics, **264**, 57.

Moradi H. et al. (Incluye **Khomenko E.**) "Modeling the Subsurface Structure of Sunspots"
Solar Physics, **267**, 1.

Vázquez M., Vaquero J.M. "Aurorae observed at the Canary Islands"
Solar Physics, **267**, 431.

Sabin L., Zijlstra A.A., Wareing C., **Corradi R.L.M.**, **Mampaso A.**, **Viironen K.** et al. "New Candidate Planetary Nebulae in the IPHAS Survey: the Case of Planetary Nebulae with ISM interaction"
Publication of the Astron. Soc. of Australia, **27**, 166.

Belmonte J.A., Fekri M., Abdel-Hadi Y.A., Shalthout M., González-García C. "On the Orientation of Ancient Egyptian Temples: (5) Testing the Theory in Middle Egypt and Sudan"
Journal for the History of Astronomy **41**, 65.

González-García C., **Belmonte J.A.** "Statistical Analysis of Megalithic Tomb Orientations in the Iberian Peninsula and Neighbouring Regions"
Journal for the History of Astronomy, **41**, 225.

Belmonte J.A., **González-García A.C.** "Antiochos's Hierathesion at Nemrud Dag Revisited: Adjusting the Date in the Light of Astronomical Evidence"
Journal for the History of Astronomy, **41**, 469.

Gil-Hutton R., **Licandro J.** "Taxonomy of asteroids in the Cybele region from the analysis of the Sloan Digital Sky Survey colors"
Icarus, **206**, 729.

Ruelas-Mayorga A., Sánchez L.J., Herrera G., **Nigoche-Netro A.** "CCD Photometry of M151"
RevMexAA, **46**, 3.

Cataldo F., Ori O., **Iglesias-Groth S.** "Topological lattice descriptors of graphene sheets with fullerene-like structures and other carbon nanostructures"
Molecular Simulation, **36**, 341.

López-Corredoira M. "Angular size Test on the Expansion of the Universe"
International Journal of Modern Physics D, **19**, 245.

Goode P.R., Shoumko S., **Pallé E.**, **Montañés-Rodríguez P.** "Automated Observations of the Earthshine"
Advances in Astronomy, **2010**, 1.

Chou D.-Y., Sun M.-T., Fernández-Fernández J., Wang Li-H., **Jiménez A.**, Serebryanskiy A., Ehgamberdiev S. "Taiwan Automated Telescope Network"
Advances in Astronomy, **2010**, 13.

Melita M.D., Duffard R., Williams I.P., Jones D.C., **Licandro J.**, Ortiz J.L. "Lightcurves of 6 Jupiter Trojan asteroids"
Planetary and Space Science, **58**, 1035.

Cannoni M., Gómez M.E., **Sánchez-Conde M.A.**, Prada F., Panella O. "Impact of internal bremsstrahlung on the detection of γ rays from neutralitos"
Physical Review D, **81**, 107303.

Belmonte J.A., Shalthout M. "Keeping Ma'at: An astronomical approach to the orientation of the temples in ancient Egypt"
Advances in Space Research, **46**, 532.

Cataldo F., **Iglesias-Groth S.** "Characterization of Hydrogenated Fullerene Mixture of C₆₀H_x and C₇₀H_x"
Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, **18** (2), 97.

Cataldo F., **Iglesias-Groth S.** "A Simple Synthesis of C₆₀H₁₈ from C₆₀ Fullerene and Hydrogen Iodide"
Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, **18**, (2), 117.

Cataldo F., **Iglesias-Groth S.**, **Manchado A.** "Low and High Temperature Infrared Spectroscopy of C₆₀ and C₇₀ Fullerenes"
Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, **18** (3), 224.

MEMORIA
IAC 2010

291

Hammer H. et al. (Incluye **Pallé E.**) "Exoplanet Status Report: Observation, Characterization and Evolution of Exoplanets and their Host Stars"

Solar System Research, **44**, 290.

Lammer H. et al. (Incluye **Deeg H.J.**, **Almenara J.M.**) "Exoplanet discoveries with the CoRoT space observatory"

Solar System Research, **44**, 520.

Clark B.E. et al. (Incluye **Licandro J.**) "Spectroscopy of B-type asteroids: Subgroups and meteorite analogs"

Journal of Geophysical Research, **115**, 106005.

Laken B.A., Kniveton D.R., Frogley M.R. "Cosmic rays linked to rapid mid-latitude cloud changes"

Atmospheric Chemistry and Physics, **10**, 10941.

Beck C., Tritschler A., Wöger F. "A chromospheric dark-cored fibril in Ca II IR spectra"

Astronomical Notes, **331**, 574.

Schmidt W., Solanki, S.K., Barthol P., Berkefeld T., Gandorfer A., Knölker M., **Martínez Pillet V.** et al. "SUNRISE Impressions from a successful science flight"

Astronomical Notes, **331**, 601.

Collados M., Bettonvil F., Cavaller L., Ermolli I., Gelly B., **Pérez A.**, **Socas-Navarro H.** et al. "European Solar Telescope: Progress status"

Astronomical Notes, **331**, 615.

Eff-Darwich A. Korzennik S.G., García R.A. "Advances in solar rotation rate inferences: Unstructured grid inversions and improved rotational splittings"

Astronomical Notes, **331**, 890.

Brandão I M., Cunha M.S., **Creevey O.L.**, Christensen-Dalsgaard J. "Seismic signatures of stellar cores of solar-like pulsators: Dependence on mass and age"

Astronomical Notes, **331**, 940.

Creevey O.L., Telting J., **Belmonte J.A.** et al. "Constraints of a pulsation frequency on stellar parameters in the eclipsing spectroscopic binary system V577 Oph"

Astronomical Notes, **331**, 952.

Karoff C. et al. (Incluye **Régulo C.**, **Salabert D.**, **Roca-Cortés T.**) "Asteroseismology of solar-type stars with Kepler I: Data analysis"

Astronomical Notes, **331**, 972.

Simón-Díaz S., Uytterhoeven K., **Herrero A.**, **Castro N.**, Puls J. "Is macroturbulent broadening in OB Supergiants related to pulsations?"

Astronomical Notes, **331**, 1069.

Sanromá E., **Pallé E.**, Sánchez-Lorenzo A. "Long-term changes in insolation and temperatures at different altitudes"

Environmental Research Letters, **5**, 024006.

Belmonte J.A. "Les astres dans les textes religieux en Égypte antique et dans les hymnes orphiques"

Archaeoastronomy: Journal for Astronomy in Culture, **21**.

Belmonte J.A. Finding our place in the Cosmos: the role of astronomy in ancient cultures"

Journal of Cosmology (RIA Electrónica) **9**. (<http://journalofcosmology.com/AncientAstronomy102.html>)

Yaz E., Bilir S., Karaali S., Ak S., Coşkunoglu B., **Cabrera-Lavers A.** "Transformations between the 2MASS, SDSS, and BV I photometric systems for late-type giants"

Astronomical Notes, **331**, 807.

MEMORIA
2010 IAC

292

Volkmer R. et al. (Incluye **Collados M.**) "GREGOR solar telescope: Design and status"

Astronomical Notes, **331**, 624.

INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS)

Beckman J.E. "What galaxy brightness profiles tell us about their evolution. en "Galaxies and their Masks - KC Freeman 70th birthday fest. 11-17 abril, Namibia.

Knapen J.H. "Rings and bars: unmasking secular evolution in galaxies. en "Galaxies and their Masks - KC Freeman 70th birthday fest. 11-17 abril, Namibia.

Knapen J.H. Scientific collaborations in astronomy between amateurs and professionals. en "Stellar Winds in Interaction"-29 mayo - 2 junio, Lisboa, Portugal.

Trujillo-Bueno J. "Modeling polarization in the solar atmosphere. en "6th Solar Polarization Workshop. 30 mayo - 4 junio, Maui, Hawai, EEUU.

Manso-Sainz R. "Scattering polarization in complex atoms. en "6th Solar Polarization Workshop. 30 mayo - 4 junio, Maui, Hawai, EEUU.

Belluzzi L. "Theoretical approaches to the physics of spectral line polarization. en "6th Solar Polarization Workshop. 30 mayo - 4 junio, Maui, Hawai, EEUU.

Asensio-Ramos A. "Bayesian techniques for inference. en "6th Solar Polarization Workshop. 30 mayo - 4 junio, Maui, Hawai, EEUU.

Sánchez-Almeida J. "Quiet photosphere. en "6th Solar Polarization Workshop. 30 mayo - 4 junio, Maui, Hawai, EEUU.

Rebolo R. "The Polarization of the CMB and the QUIJOTE experiment. en "ERE 2010 (Spanish Relativity Meeting): Gravity as a crossroad in Physics. 6-10 septiembre, Granada.

Israelian G. "Exoplanet host stars: are they different?. en "Evolving Theory for Planet Formation. 20-26 junio, Ishigaki Island, Okinawa, Japón.

Rebolo R. "The QUIJOTE CMB Experiment. en "14th Paris Cosmology Colloquium 2010: The Standard Model of the Universe. Theory and Observations", 22-24 julio, París, Francia.

Moreno-Insertis F. "Sources and removal of magnetic flux in the solar atmosphere" en "Hinode-4: unsolved problems and recent insights. 11-15 octubre, Palermo, Italia.

Casares J. "Dynamical Masses in BH X-Ray Binaries. en "High Energy View of Accreting Objects: AGN and X-ray Binaries. 5-14 octubre, Agios Nikolaos, Creta, Grecia.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

"215th AAS Meeting" 3-7 enero, Washington, EEUU

Packham C.C., Levenson N., Ramos-Almeida C., Radomski J., Alonso-Herrero A., Rodríguez-Espinosa J.M., Asensio-Ramos A. et al. "IR and X-ray Tests of the Clumpy Torus Models of AGN"

Laine S.J., Holley-Bockelmann K., Zaritsky D., van der Marel R.P., Siopis C., Gutiérrez C.M., Kotilainen J. "Survivability of Realistic Satellite Galaxies Near Host Galaxies"

Raines S. et al. (Incluye Marín-Franch A.) "The FLAMINGOS-2 On-Sky Performance"

Chaboyer B.C., Anderson J., Aparicio A., Majewski S., Paust N., Sarajedini A. "The ACS Survey of Galactic Globular Clusters: Absolute Ages"

Scott N., Cappellari M., Davies R.L., Bacon R., de Zeeuw P.T., Emsellem E., Falcón-Barroso J. "The Role of Vesc in Early Type Galaxy Evolution"

MEMORIA
IAC 2010

293

Comerón S., Knapen J.H., Beckman J.E., Laurikainen E., Salo H., Buta R.J., Martínez-Valpuesta I. "AINUR: Atlas of images of nuclear rings"

Knight C., Goldman B., Stephens D., Pitann J., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V., Henning T. "Polarization and Variability of Brown Dwarfs"

"4th HELAS International Conference: Seismological Challenges for Stellar Structure" 1-5 febrero, Lanzarote

Collados M. "Sunspot seismic halos generated by fast MHD wave refraction"

Creevey O.L., Pinheiro F., Sousa S., Belmonte J.A., Telting J., Handler G., Brown T.M., Terrell D., Zhou A. "Constraints of a pulsation frequency on stellar parameters in an eclipsing binary system"

Khomenko E. "Magneto-acoustic pulsations in atmospheres of roAp stars"

Simón-Díaz S., Uytterhoeven K., Herrero A., Castro N., Puls J., Aerts C. "Is macroturbulent broadening in OB Supergiants related to pulsations?"

Creevey O.L., Fu J., Fox-Machado L., Alvarez M., Belmonte J.A., Gyroffy A., Michel E., Michel R., Parvianinen H. et al. "Preliminary results from the STEPHI2009 campaign on the open cluster NGC1817"

Felipe T., Khomenko E., Collados M. "Mode transformation and frequency change with height in 3D numerical simulations of magneto-acoustic wave propagation in sunspots"

Salabert D., García R.A., Pallé P.L., Jiménez-Reyes S.J., Jiménez A. "The extended minimum of solar cycle 23 as seen by radial velocity (GOLF, GONG) and intensity (VIRGO) helioseismic instruments"

Salabert D., García R.A., Mathur S. "On the likelihood ratio test applied in asteroseismology for mode identification"

Uytterhoeven K. et al. (Incluye Creevey O.L.) "Ground-based observations of Kepler asteroseismic targets"

García R.A. et al. (Incluye Eff-Darwich A., Jiménez A., Pallé P.L., Salabert D.) "Towards a detection of individual g modes in the Sun"

Mathur S., Eff-Darwich A., García R.A., Korzennik S.G. "Structure inversion of the solar core with g modes"

Uytterhoeven K. et al. (Incluye Creevey O.) "Ground-based observations of Kepler asteroseismic targets"

Kochukhov O., Khomenko E. "Towards pulsation mode identification in 3-D: theoretical simulations of line profile variations in roAp stars"

Broomhall A.M., Fletcher S.T., Salabert D. et al. (incluye Jiménez A.) "Are short-term variations in solar oscillation frequencies the signature of a second solar dynamo?"

García R.A., Salabert D., Ballot J., Eff-Darwich A., Garrido R., Jiménez A. et al. (Incluye Pallé P.L., Régulo C.) "New insights on the solar core"

Mathur S., García R.A., Salabert D., Ballot J., Régulo C., Metcalfe T.S., Baglin A. "Unveiling stellar magnetic activity using CoRoT seismic observations"

Brandão I.M., Cunha M.S., Creevey O.L., Christensen-Dalsgaard J. "Seismic signatures of stellar cores of solar-like pulsators: Dependence on mass and age"

Eff-Darwich A., Korzennik S.G. "Unstructured grid inversion of 2304-day-long MDI rotational frequency splittings"

Mathur S. et al. (Incluye Régulo C., Creevey O., Salabert D.) "An automatic pipeline analysing solar-like oscillating targets tested on CoRoT and simulated data"

“Library and Information Services in Astronomy VI (LISA VI) 21st Century Astronomy Librarianship: From New Ideas to Action” 14-17 febrero, Pune, India

Mahoney T.J. “Is Open Access Right for Astronomy?”.

Gómez M.M. “IAC Library: some challenges”.

“American Astronomical Society, HEAD 11th Meeting” 1-4 marzo, Big Island, Hawai, EEUU

Gandhi P., Durant M., Fabian A.C., Malzac J., Miller J.M., Shahbaz T. et al. “Dissecting the Accretion Environments of X-ray Binaries with High Speed Coordinated Optical and X-ray Timing Observations”

Guver T., Ozel F., Cabrera-Lavers A. “Measuring The Distances, Masses, and Radii of Neutron Stars In X-ray Binaries”

“Multi³ - A Cubic Approach to Dark Matter” 1-4 Marzo, Padua, Italia

Sánchez-Conde M.A. “The search of Axion-like particles with Fermi and IACTs”

“41st Lunar and Planetary Science Conference”, 1-5 marzo, Texas, EEUU

Trigo-Rodríguez J.M., Lacruz J., Sánchez A., Rodríguez D., García-Hernández D.A. “Follow-up of Comet-Asteroid transition object 107P Wilson-Harrington during its 2009 return to perihelium”

“The 2nd SOLAR-C Science Definition Meeting” 9-12 Marzo, Tokio, Japón

Trujillo-Bueno J., Socas-Navarro H. “Advances in chromospheric polarization diagnostics”

“Communicating Astronomy with the Public 2010 (CAP2010)” 15-19 marzo, Cape Town, Sudáfrica

Rosenberg A. “TeleAstronomía”

del Puerto C. “The Lost Honour of Henrietta Leavitt and Other Cosmic Stories”

del Puerto C. “ASTRONOMY and... action!”

del Puerto C. “Astronomy in comic strips”

“Science with the William Herschel Telescope 2010-2020” 22-23 Mmarzo, Londres, Reino Unido

Allende C “APOGEE: H-band multi-object spectroscopy around the galaxy”

Herrero A. “Stellar Studies”

Rebolo R. “Exoplanets - HARPS-NEF”. Substellar objects and Exoplanets”

Israelian G. “Li and Be abundances in stars with exoplanets”

“Exoplanets Rising: Astronomy and Planetary Science at the Crossroads” 29 marzo–2 abril, California, EEUU

Pallé E. “Earth as an Alien World”

“Stellar Observations Network Group - The Third Workshop” 29 marzo–2 abril, Pekin, China

Pallé P.L. “On the determination of the gravitational redshift of stars using SO”

García R.A., Creevey O.L., Jiménez A., Mathur S., Pallé P.L., Salabert D. “Comparison of a Sun-as-star measurements in velocity (GOLF) and intensity (VIRGO) for SONG-like observations”

“HETDEX Munich 2010” 8-10 abril, Munich, Alemania

Allende C. “Stars with Hetdex”.

“The High-Energy Emission from Pulsars and their Systems” 12-16 abril, Sant Cugat del Valles, Barcelona

Casares J., Corral-Santana J.M., Herrero A. et al. “New optical results on gamma-ray binaries”

MEMORIA
IAC 2010
295

“Future Professional Communication in Astronomy II” 13-14 abril, Cambridge, Reino Unido

Mahoney T.J. “Progress on the Declaration Concerning the Evolving Role of Libraries in Research Centres”

“Astrobiology Science Conference 2010: Evolution and Life: Surviving Catastrophes and Extremes on Earth and Beyond” 20-26 abril, Texas, EEUU

Martín E.L., Bouy H., Deeg H., Deshpande R., Montgomery M., Murgas F., Rodler F., Pallé E., Parvianen H., Tata R. et al. “Variability in Nearby Ultracool Dwarfs”

Campins H., Hargrove K.D., Pinilla-Alonso N., Howell E.S., Kelley M. S., Licandro J. et al. “The Icy Nature of Asteroid 24 Themis”

“ADA 6 - Sixth Conference on Astronomical Data Analysis Conference” 3-6 mayo, Monastir, Túnez

Sánchez-Almeida J., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C., de Vicente A. “Automatic unsupervised spectral classification of all SDSS/DR7 galaxies”

Asensio-Ramos A. “Compressed sensing for spectroscopy and polarimetry”

“ESLAB 2010: Herschel First Results Symposium” 4-7 mayo, Noordwijk, Países Bajos

Pérez-Fournon I. et al. (29010) “HerMES the Herschel Multi-tiered Extragalactic Survey: the Nature of Herschel Galaxies (Colours, SEDs, High-z Candidates)”

296 Castro-Rodríguez N. et al. “Indicators using Herschel and Spitzer IRS”

Bongiovanni A. et al. “Lyman-alpha Emitters at $z \sim 2$ as seen by PACS”

“EST-France 2010 Workshop” 19-21 mayo, Meudon, Francia

Collados M. “EST-DS Project status”

Collados M. “EST/DS what else, who, when, how”

Socas-Navarro H. “EST Science Requirements”

Asensio-Ramos A. “Inversion techniques for coronal magnetic field, signal processing”

“216th AAS Meeting” 23-27 mayo, Miami, Florida, EEUU

Martínez-Sykora J., De Pontieu B., Hansteen V., Moreno-Insertis F. “Comparison of Observations And Advanced Numerical Simulations of Type II Spicules”

Bauer J.M. et al. (Incluye Licandro J.) “A Hundred Comets: The Visual-Wavelength Observations of the Survey of Ensemble Physical Properties of Cometary Nuclei (SEPPCoN)”

Hargrove K.D., Campins H., Pinilla-Alonso N., Howell E.S., Kelley M.S., Licandro J., Mothédiniz T., Fernández Y., Ziffer J. “First Detection of Water Ice and Organics on an Asteroid: A Possible Link to the Origin of Earth”

“Ultra-Luminous X-Ray Sources and Middle Weight Black Holes” 24-26 mayo, Villanueva de la Cañada, Madrid

Gutiérrez C.M. “Optical counterparts of ULX sources”

Vilardell F., Casares J., Negueruela I., Shahbaz T., Herrero A. “Acquisition of radial velocity curves of ULXs with GTC”

“2nd Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics SOTANCP2” 25-28 mayo, Bruselas, Bélgica

Beck C. et al. “Cluster Model For Reactions Induced By Weakly Bound And/Or Exotic Halo Nuclei With Medium-Mass Targets”

“Stellar Winds in Interaction” 28-30 mayo, Lisboa, Portugal

Knapen J.H. “Scientific collaborations in astronomy between amateurs and professionals”

**“6th Solar Polarization Workshop (SPW6)”
30 mayo-4 junio, Maui, Hawai**

Stepan J. "Scattering polarization and Hanle effect in H α as a probe of chromospheric magnetism"

Martínez-González M.J. "Stochastic Quiet Sun Magnetism"

Manso-Sainz R., Martínez-González M.J. "A rare earth for quiet sun magnetometry"

Vitas N., Keller C.U., Socas-Navarro H., Voegler A. "Reconstruction of height-dependent quiet sun photosphere"

Ramelli R., Trujillo-Bueno J., Bianda M., Asensio Ramos A. "Measurement of the magnetic field in prominences and spicules through spectropolarimetry of the Helium D3 multiplet"

Kuckein C., Centeno R., Martínez-Pillet V. "Continuous upflow of material in an active region filament from the photosphere to the corona"

Landi Degl'Innocenti E., Belluzzi L., Bommier V. "Polarized Radiative Transfer: from Solar Applications to Laboratory Experiments"

“UV Universe 2010” 31 mayo-3 junio, San Petersburgo, Rusia

García M. "ISSIS and the pursuit of local group blue massive stars"

García M., Herrero A., Najarro F., Lennon D.J. "WSO and the Winds of Blue Massive Stars"

**“27th Annual Pushchino Conference: Dynamics and Evolution of Disc Galaxies”
31 mayo-4 junio, Pushchino, Rusia**

Méndez-Abreu J., Simonneau E., Aguerri J.A.L., Corsini E.M. "The intrinsic shape of bulges"

Sánchez-Janssen R., Méndez-Abreu J., Aguerri J.A.L. "The minimum mass of (thin) disc galaxies"

“Cities on Volcanoes 6th (COV6)” 31 mayo-4 junio, Puerto de la Cruz, Tenerife

Eff-Darwich A. García-Lorenzo B. Rodríguez-Losada J.A., Hernández L.E., de la Nuez J., Romero-Ruiz M.C. "Geological risk at world class astronomical observatories en Rock Mechanics and Geoengineering in Volcanic Environments"

“Faraday Discussion 147: Chemistry of the Planets” 14-16 junio, Saint Jacut de la Mer, Francia

García-Muñoz A. (2010) "Oxygen complexes in the earth's atmosphere"

“A Universe of Dwarf Galaxies; Observations, Theories, Simulations” 14-18 junio, Lyon, Francia

Hidalgo-Rodríguez S. "The ACS LCID project: the star formation history of isolated Local Group dwarf galaxies"

Monelli M. "The star formation histories of the Magellanic Clouds"

Koleva M., Prugniel P., Zeilinger W.W., De Rijcke S. "Population gradients in diffuse elliptical galaxies"

Prugniel P., Bacon R., Koleva M. "MUSE: Observation of dwarf galaxies"

Falcón-Barroso J., van de Ven G. and the SAURON team "The Fundamental Plane of Early-type galaxies"

Méndez-Abreu J., Sánchez-Janssen R., Aguerri J.A.L. "On the lack of stellar bars in Coma dwarf galaxies"

del Pino A., Aparicio A., Gallart C., Hidalgo-Rodríguez S. "Star formation history of the Fornax Dwarf Spheroidal Galaxy"

Drozdovsky I. and the LCID team "Comparing the Local and Cosmic Star Formation Histories: Galaxy Evolution as a Function of Mass and Environment"

MEMORIA
IAC 2010

297

Lagos P., Muñoz-Tuñón C. "The spatial distribution of the He II emission line in compact HII galaxies"

Carballo-Bello J.A., Martínez-Delgado D., Sollima A. "Searching for tidal remnants in the Milky Way: Photometric Survey of galactic globular clusters"

Makarova L., Koleva M., Makarov D., Prugniel P. "Star formation history of KDG61 and KDG64 from spectroscopy and colour-magnitude diagrams"

Koleva M., Prugniel P., Bouchard A., De Rijcke S. "Transition type dwarfs"

Koleva M., Vazdekis A., de la Rosa I., Sánchez-Blázquez P., Cenarro J. "Getting the star formation history from spectra: What can we trust?"

Sánchez-Janssen R., Méndez-Abreu J., Aguerri J.A.L. "Thin discs, thick dwarfs, and the importance of feedback effects"

Rys A., Falcón-Barroso J., Koleva M. "A SAURON study of dwarf elliptical galaxies in the Virgo Cluster"

"Third Kepler Asteroseismology Workshop: Kepler Asteroseismology in Action" 14-18 junio, Aarhus, Dinamarca

Creevey O.L. and KASC-WG1 team (Incluye Salabert D.) "(Sun-like) Characters show potential!"

Régulo C. "CoRoT uncovers a magnetic activity cycle with seismology lessons for Kepler"

MEMORIA 2010 IAC Creevey O.L. and KASC-WG1 PS3 team "The characters of (sun-like) stars"

298 "Asymmetric Planetary Nebulae V (APN5)" 20-25 junio, Bowness on Windermere, Reino Unido

Corradi R.L.M., Sabin L., Miszalski B., Rodríguez-Gil P., Santander-García M., et al. (Incluye Mampaso A., Casares J., Giammanco C.) "The Necklace: equatorial and polar outflows from the binary central star of the new planetary nebula IPHASXJ194359.5+170901"

Santander-García M., Rodríguez-Gil P., Jones D., Corradi R.L.M., Miszalski B., Pyrzas S., Rubio-Díez M. "The binary central stars of PNe with the shortest orbital period"

Villaver E., Manchado A., García-Segura G. "Large Scale Asymmetries in PNe"

Miszalski B., Corradi R.L.M., Jones D., Santander-García M., Rodríguez-Gil P., Rubio-Díez M.M. "Prediction of close binarity based on planetary nebula morphology"

"Evolving Theory for Planet Formation" 20-26 junio, Ishigaki Island, Japón

Israelian G. "Planet bearing stars and their characteristics"

"Central Massive Objects: The Stellar Nuclei - Black Hole Connection" 22-25 junio, Garching, Alemania

Müller F. "Impact of ionized gas outflows on the evolution of Seyfert galaxies"

"SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010" 27 junio-2 julio, San Diego, California, EEUU

Ground-based and Airborne Telescopes III

Alvarez-Martín P., Rodríguez-Espinosa J.M., Castro-López F.J., Pi-Puig M., Cavaller-Marquez L., Prieto-Labra G., Pancorbo-García J. et al. "The GTC project, from commissioning to regular science operation: current performance and first science results"

Collados M. et al. (Incluye Grivel-Gelly C., Pérez de Taoro R.A., Socas-Navarro H.) (2020) "European Solar Telescope: project status"

Volkmer R., von der Lühe O., Denker C., Solanki S., Balthasar H., Berkefeld T., Caligari P., Collados M. et al. "GREGOR telescope: start of commissioning"

Barthol P. et al. (Martínez-Pillet V.) "Successful flight of the Sunrise Balloon-borne Solar Observatory"

Gómez A., Murga-Llano G., Etxeita B., Sanquirce R., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A., Herreros J.M., Hoyland R., Gómez F., Génova R.T. et al. "QUIJOTE telescope design and fabrication"

Reyes M., Viera-Curbelo T.A., Nuñez J. et al. "Results of the wind evaluation breadboard for ELT primary mirror control"

Sánchez-Capuchino J., Collados M., Soltau D., López R., Rasilla J.L., Gelly B. "Current concept for the 4m European Solar Telescope (EST) optical design"

Berrilli F. et al. (Incluye Collados M., Cavaller-Marquez L., Sánchez-Capuchino J.) "The heat stop for the 4-m European Solar Telescope EST"

Bettonvil F.C. et al. (Incluye Hernández-Suárez E.) "The pier and building of the European Solar Telescope (EST)"

Sánchez-Capuchino J., Collados M., López R.L., Gelly B.F. "Current concept for the 4m European Solar Telescope (EST) optical design"

Berkefeld Th., Bettonvil F., Collados M., López R., Martín Y., Peñate J., Pérez A., Scharmer G.B., Sliepen G., Soltau D. et al. "Site-seeing measurements for the European Solar Telescope"

Jiménez A., Morante E., Viera-Curbelo T.A., Nuñez M., Reyes M. "Design of a prototype position actuator for the primary mirror segments of the European Extremely Large Telescope"

Collados M., Berkefeld T., Bettonvil F.C.M., Martín-Hernando Y., Peñate J., Pérez de Taoro R.A. et al. "Site-seeing measurements for the European Solar Telescope"

García-Lorenzo B. et al. "Forecasting precipitable water vapour at the Roque de los Muchachos Observatory"

Pérez J.C., García-Lorenzo B., Díaz J.P., González A., Expósito F., Insausti M. "Forecasting precipitable water vapour at the Roque de los Muchachos Observatory"

Optical and Infrared Interferometry II

Martín G., Labadie L. et al. "Single-mode mid-infrared waveguides for spectro-interferometry applications"

Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy III

Wilson J.C. et al. (Incluye Allende-Prieto C.) "The Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE) high-resolution near-infrared multi-object fiber spectrograph"

Pepe F.A., Cristiani C., Rebolo R. et al. (Incluye García-López R.J., Herreros J.M.) "ESPRESSO: the Echelle spectrograph for rocky exoplanets and stable spectroscopic observations"

Spano P., Megevand D., Herreros J.M., Lovis C., Cristiani S., Rebolo R., Santos N.C., Pepe F.A. "Optical design of the ESPRESSO spectrograph at VLT"

Gómez A. et al. (Incluye Rebolo R.) "QUIJOTE telescope design and fabrication"

Labadie L., Rebolo R., Femenía B., Pérez-Prieto J.A., Villo-Pérez I., Díaz-Sánchez A., Pérez-Garrido A., Hildebrandt S.R., Béjar V.S., Oscoz A., López R.L. "High-spatial resolution and high contrast in speckle imaging for the search of nearby companions in the optical regime"

Lo Curto G. et al. (Incluye Esposito M., González-Hernández J.I., Rebolo R.) "Along the path towards extremely precise radial velocity measurements"

Quirrenbach A. et al. (Incluye Béjar V.J.S., González-Hernández J.I., Rebolo R., Rodler F.) "CARMENES: Calar Alto high-resolution search for M dwarfs with exo-earths with a near-infrared Echelle spectrograph"

Calcines A., Collados M., López R.L. "Feasibility study of high-resolution integral-field spectrographs for EST with multislit and multiwavelength capabilities"

Calcines A., Collados M., Feller A., Grauf B., Grivel-Gelly C., Hirzberger J., López-Ariste A., López-López R. et al. "Spectrograph capabilities of the European Solar Telescope"

Pasquini L. et al. (Incluye García-López R.J., Rebolo R., Israelian G., Herrero A., Tenegi F.) "Codex"

Thatte N.A. et al. (Incluye Mediavilla E.) "HARMONI: a single-field, wide-band, integral-field spectrograph for the E-ELT"

Murga-Llano G., Sanquirce R., Osoz A., López R.L., Campo R. "FASTCAM optomechanical system design and manufacture"

De Bonis F., Labadie L. et al. "A compact, light-weighted, and multi-purpose calibration unit for LINCINIRVANA"

Elmore D.F., Lin H., Socas-Navarro H. "Utilization of redundant polarized solar spectra to infer the polarization properties of the new generation of large aperture solar telescopes"

Bernal A., Rosado M., Cepa J., Martínez L.A. "NEFER: a high-resolution scanning Fabry-Perot Spectrograph II scanning Fabry-Perot testing"

Arribas S. et al. (Incluye Mediavilla E.) "Expected performance and simulated observations of the instrument HARMONI at the European Extremely Large Telescope"

Megevand D., Herreros J.M. et al. (Incluye Rebolo R.) "ESPRESSO: projecting a rocky exoplanet hunter for the VLT"

300 Lasso-Cabrera N.M., Hanna K.T., Eikenberry S.S., Charcos-Llorens M.V., Edwards M.L., Marín-Franch A. "Fast photometry mode possibilities for the Canarias infrared camera experiment (CIRCE)"

Bettonvil F.C.M. et al. (Incluye Socas-Navarro H.) "The polarization optics for the European Solar Telescope (EST)"

Eikenberry S.S., Garzón F., Packham C.C., Hammersley P.L., Insausti M. "CALIFA: a proposal for an intermediate dispersion NIR spectrograph for the GTC"

Balcells M. et al. (Incluye Pérez-Fournon I., Trujillo I.) "Design drivers for a wide-field multi-object spectrograph for the WHT"

Adaptive Optics Systems II

Soltau D., Berkefeld T., Sánchez-Capuchino J., Collados M. et al. "Adaptive optics and MCAO for the 4m European Solar Telescope EST"

Feautrier P. et al. (Incluye Díaz-García J.J.) "OCam and CCD220: world's fastest and most sensitive camera system for advanced AO wavefront sensing"

Montilla I., Reyes M., Rodríguez-Ramos J.M., Femenía B. "Multi-conjugate adaptive optics with plenoptic cameras and the Fourier transform reconstructor"

Femenía B., Labadie L., Rebolo R., Pérez-Prieto J.A. et al. "Lucky imaging and adaptive optics on 10-m class telescopes: a real promise for diffraction limited imaging in the visible?"

Delgado-Hernández J.M., Rodríguez-Ramos L.F., Vázquez-Ramió H., Jiménez-Mejías D. "Making a robust, reliable, and a highly available DIMM seeing monitor"

Modeling, Systems Engineering, and Project Management for Astronomy IV

Vaz-Cedillo J.J., López-Ruiz J.C., Marco de la Rosa J. "PORIS: practical-oriented representation for instrument Systems"

Cavaller-Marquez L., Prieto-Labra G., Grivel-Gelly C. "Error budgets definition for the European Solar Telescope (EST)"

Modern Technologies in Space- and Ground-based Telescopes and Instrumentation

Volkmer R. et al. (Incluye Cavaller-Marquez L.) "EST Telescope: primary mirror, support, and cooling system"

Allington-Smith J.R. et al. (Incluye Labadie L.) "Defining requirements and identifying relevant technologies in astrophotonics"

Manescau A. et al. (Incluye Sosa D.) "Ultra-stable operation of detectors for high-resolution spectrographs"

Cavaller-Marquez L., Siegel B., Prieto-Labra G., Hernández-Suárez E. et al. "Secondary mirror system for the European Solar Telescope (EST)"

Cabral A. et al. (Incluye Herreros J.M., Rebolo R.) "ESPRESSO: design and analysis of Coudé-Train concepts for stable and efficient optical feeding"

Tenegi-Sanginés F. "EMIR optical bench: from models to the manufactured structure"

Pereira Cabral A. et al. (Incluye Herreros J.M., Rebolo R.) "ESPRESSO: design and analysis of Coude-Train concepts for stable and efficient optical feeding"

Software and Cyberinfrastructure for Astronomy

Bell A. et al. (Incluye Martínez-Pillet V.) "Flight control software for the wave-front sensor of Sunrise 1m Balloon Telescope"

Ermolli I., Bettonvil F.C.M., Cauzzi G., Collados M. et al. (Incluye) "Data handling and control for the European Solar Telescope"

López-Ruiz J. C., López-Ramos P., Pérez-Menor J.M., Marco de la Rosa J., Vaz-Cedillo J.J. "A case of study on applying model-driven techniques to generate automatic tests from component specifications"

Marco de la Rosa J., Vaz-Cedillo J.J., López-Ruiz J.C. "Design, implementation, and uses of a communication data packet domain specific language for instrumentation software and practical application to the IMAx instrument"

"GONG 2010 - SoHO 24: A New Era of Seismology of the Sun and Solar-like Stars" 27 junio- 2 julio, Aix-en-Provence, Francia

Felipe T., Khomenko E., Collados M., Beck C. "Magneto-acoustic waves in sunspots from observations and numerical simulations"

Salabert D., García R.A., Ballot J., Sato K., Pallé P.L., Jiménez A., Mathur S. "Global p-mode oscillations throughout the complete solar cycle 23"

García R.A., Salabert D., Ballot J., Sato K., Mathur S. "The acoustic low-degree eigenfrequencies of the Sun measured with 14 years of continuous GOLF velocity measurements"

Creevey O.L., Bazot M. "Probing the parameter space of HD49933"

Khomenko E., Cally P. "Numerical simulations of the conversion to Alfvén waves in solar active regions"

Creevey O.L., Salabert D., García R.A. "Variation in the frequency separations with activity and impact on stellar parameter determination"

García R.A., Ballot J., Mathur S., Salabert D., Régulo C. "Signature of a magnetic activity cycle in HD49933 observed by CoRoT"

Roth M., Franz M., Bello González N., Martínez Pillet V., Bonet J.A. et al. "Surface waves in solar granulation observed with SUNRISE"

"Modified Gravity Approaches to the Dark Sector" 28 junio-1 julio, Strasbourg, Francia

Sollima A. "Testing MOND with outer halo globular clusters"

Scarpa R. "Globular clusters as a test of gravity"

MEMORIA
IAC 2010

301

“CL J2010: from Massive Galaxy Formation to Dark Energy - An IPMU/DENET International Meeting on Galaxy Clusters” 28 junio-2 julio, Kashiwa, Japón

Ferré A. “Detailed stellar population analysis for clusters at increasing z ”

“ESO2010” 2-7 julio, Torino, Italia

Fabbian D. et al. “The Sun in 3D: Exploring its composition via MHD simulations”.

“Azarquiel School of Astronomy - A bridge between East and West” 4-11 julio, Granada

Rebolo R. “Telescopes, instruments and forefront Astronomy”

“21st UCL Astrophysics Colloquium: Extragalactic Star Formation”, 5-8 julio, Cumberland Lodge, Reino Unido

Fernández-Ontiveros J.A., Prieto M.A., Acosta-Pulido J.A., López-Sanjuan C., Montes M., Müller-Sánchez F. “Spatially resolving Young Stellar Clusters in the central parsecs of Galaxies”

“LIAC2010 39th Liege Astrophysical Colloquium: The Multi-Wavelength View of Hot, Massive Stars” 12-16 julio, Francia

Simón-Díaz S. “Is macroturbulent in OB Supergiants related to pulsations?”

García M., Herrero A., Castro N., Corral L. “AUTOPOP: In savvy pursuit of blue massive stars”

MEMORIA 2010 IAC 302 Simón-Díaz S. “The chemical composition of the Orion star forming region: stars, gas and dust”

Simón-Díaz S., García M., Castro N., Herrero A. “The IACOB spectroscopic database of Galactic Northern OB stars”

Ramírez-Alegría S., Herrero A., Marín-Franch A., Puga E., Najarro F. (“010) “New Results from the Project MASGOMAS: Near-IR Study of the Stellar Population of Sh2-152”

“The 2010 Guillermo Haro Workshop: Compact Superstar Clusters, Birth, Evolution and Feedback” 12-30 julio, Tonantzintla, Puebla, México

Méndez-Abreu J. “The role of stellar feedback in the shape of dwarf galaxies”

Sánchez-Almeida J. “Signatures of positive feedback on the metallicity of super-star clusters”

Muñoz-Tuñón C. “Feedback and observations”

“38th COSPAR Scientific Assembly” 18-25 Jjulio, Bremen, Alemania

García Muñoz A., Pallé E. “Looking back at earth, from earth, during a lunar eclipse”

“TeV Particle Astrophysics 2010” 19-23 julio, París, Francia

Sánchez-Conde M.A. “Looking into the dark: the fingerprint of neutralinos and axions in gamma-rays”

Puerto-Giménez I. “CTA: The Cherenkov Telescope Array”

“IAU Symp. 272: Active OB Stars: Structure, Evolution, Mass Loss, and Critical Limits” 19-23 julio, París, Francia

Simón-Díaz S., Herrero A., Uytterhoeven K., Castro N., Aerts C., Puls J. “Is macroturbulence in OB Sgs related to pulsations?”

Herrero A., García M., Uytterhoeven K., Najarro F., Lennon D.J., Simón-Díaz S., Castro N. et al. “Are the Stellar Winds in IC1613 stronger than expected?”

Simón-Díaz S., García M., Castro N., Herrero A. “The IACOB spectroscopic database of Galactic OB stars”

Morel T. et al. (Incluye Knapen J.H.) “Variability monitoring of OB stars during the Mons campaign”

García M., Herrero A., Najarro F. "Multiwavelength analysis of weak wind stars"

Herrero A., García M., Lennon D.J., Najarro F., Uytterhoeven K., Vink J.S. "V39 and other massive stars in IC1613"

Lennon D.J., Evans C., de Koter A., Crowther P., Herrero A., Puls J., Dufton P., Langer N., Vink J.S. and the FLAMES-Tarantula collaboration "The VLT-FLAMES Tarantula Survey: The most massive stars in the nearby Universe"

"Molecules in Galaxies Meeting" 26-30 julio, Oxford, Reino Unido

Sánchez-Gallego J.R., Knapen J.H. "Gas, Dust and star formation in nearby galaxies"

"Darkness Visible: Dark Matter in astrophysics and particle physics" 2-6 agosto, Cambridge, Reino Unido

Gallart C. "Dwarf astrophysics: LCID star formation histories"

"Why Galaxies Care About AGB Stars II. Shining Examples and Common Inhabitants" 16-20 agosto, Viena, Austria

García-Hernández D.A. "Rubidium-rich AGB stars in the Magellanic Clouds"

Engels D., García-Hernández D.A., García-Lario P. "Space-based mid-infrared observations of obscured AGB and post-AGB stars" Manchado A., García-Hernández D.A., Villaver E., Guirounet de Massas J. "Morphological classification of post-AGB stars"

Sánchez-Lorenzo A. et al (Incluye Pallé E.) "The SunCloud project: worldwide compilation of long-term series of sunshine duration and cloudiness observations"

"IAU Symp. 273: Physics of Sun and Star Spots" 22-26 agosto, Ventura, California, EEUU

Martínez-Pillet V. "Evershed and moat flows: one and the same thins"

"Detection and Dynamics of Transiting Exoplanets" 23-27 agosto, Haute Provence, Francia

Parviainen H., Deeg H.J., Belmonte J.A. "Searching for the signs of sping-orbits misalignment from the transit light curve"

Deeg H.J., Doyle L. "Detection of planets around binary stars from eclipse reflection"

"Cool Stars 16" 29 agosto-2 septiembre, Seattle, Washington, EEUU

Lodieu N. "The spectroscopic mass function of the Upper Sco"

"SEAC 2010 Astronomy & Power: How Worlds are Structured" 30 agosto-4 septiembre, Gilching, Alemania

Belmonte J.A., González-García A.C. "Astronomy, Landscape and Power in Eastern Anatolia"

González-García C., Belmonte J.A., Costa Ferrer L. "The Orientation of pre-Romanesque Churches in Spain: A Case of Power Reaffirmation"

"JENAM 2010: The European Week of Astronomy and Space Science" 6-10 septiembre, Lisboa, Portugal

Pallé E. "The Earth as a distant planet"

Gutiérrez C.M. "The Value of the Fine-structure Constant over Cosmological Times"

Gallart C., for the LCID collaboration "Constraints on the effects of reionization in the star formation history of dwarf galaxies: conclusions from the LCID project"

Parviainen H., Deeg H.J., Belmonte J.A. "Detailed Error Analysis of CoRoT-7 Stellar and Planetary Parameters"

Rodríguez-Espinosa J.M. "Early Science Education in Primary Schools"

La Barbera F., Lopes P.A.A., de Carvalho R.R., de La Rosa I.G., Berlind A.A. "The optical+NIR (grizYJHK) Fundamental Plane of Early-type Galaxies: Dependence on local and global environment"

MEMORIA
IAC 2010

303

Drozdovsky I. "Local Galaxy Evolution as a Function of Mass and Environment"

Drozdovsky I., J.M. Rodríguez Espinosa, C. Muñoz-Tuñón, J.A.L. Aguerri, Arnaboldi M., Mas-Hesse J.M., O. Gerhard O., Schulte-Ladbeck R., Castro-Rodríguez N. "Comparing the Redshift Evolution of Emission Line Galaxies behind the Virgo Cluster field"

Eliche-Moral M.C., Prieto M., Gallego J., Zamorano J. "Reconciling a significant hierarchical assembly of massive early-type galaxies at z.1 with mass-downsizing"

Ferre-Mateu A. "Detailed stellar population analysis of galaxy clusters at increasing redshift: a constrain for their evolution"

Rys A., Falcon-Barroso J. "A SAURON study of dwarf elliptical galaxies in the Virgo Cluster: kinematics and stellar populations"

Weilbacher P., Cairós L.M., Caon N., Papaderos P. "3D Spectroscopic Observations of Dwarf Galaxies"

Cairós L.M., Caon N., Papaderos P., Weilbacher P., Roth M. "The star-forming dwarf galaxy population in the Local Universe and beyond: the first 3D spectroscopic study of a large sample of Blue Compact Dwarf galaxies"

Drozdovsky I., LCID team "Comparing the Local and Cosmic Star Formation Histories: Local Cosmology from Isolated Dwarf Galaxies"

MEMORIA
2010 IAC

Lagos P. "IFU spectroscopy of HII galaxies"

304

Monreal-Ibero A., Vílchez J.M. Walsh J., Muñoz-Tuñón C. "A detailed 2D spectroscopic study of the central region of NGC5253".

Pallé E., García-Muñoz A. "Observations and modelling of Earth's transmission spectrum through lunar eclipses: a window to transiting exoplanet characterization"

Béjar V.J.S., Peña-Ramírez K.Y., Zapatero-Osorio M.R. "The substellar mass function of the Sigma Orionis cluster"

Di Cecco A., Bono G., Becucci R., Degl'Innocenti S., Stetson P.B., Iannicola G., Buonanno R., Calamida A., Monelli M. "Are the metal-rich globular clusters younger than the metal-poor ones?"

"IAU Symp. 274: Advances in Plasma Astrophysics" 6-10 septiembre, Giardini Naxos, Italia

Gugliemino S. "Small-scale flux emergence events observed by SUNRISE/IMaX"

"32nd International School for Young Astronomers (ISYA-2010)" 12 septiembre-2 octubre, Byurakan, Armenia

Israelian G. "Extrasolar Planets"

"IAU Symp. 275: Jets at all Scales" 13-17 septiembre, Buenos Aires, Argentina

Shahbaz T. "High time resolution optical/X-ray cross-correlations of XRBs"

Durante D. et al. "X-ray binaries: anti-correlations and rapid variability"

"IV Congreso Ibérico de Egiptología" 13-17 septiembre, Lisboa, Portugal

Belmonte J.A. "¿Conocían los antiguos egipcios la duración exacta del año solar?"

"Zooming in the Cosmos at High Resolution - Annual Meeting of the AG" 13-17 septiembre, Bonn, Alemania

Carrera R. "The chemical enrichment and star formation histories of the Magellanic Clouds"

"SDSS-III Collaboration Meeting" 16-18 septiembre, París, Francia

Fabbian D. "3D effects on the abundances derived for APOGEE targets"

Esposito M. "MARVELS brown dwarf and planet candidates: High resolution"

Allende C. "Bridging models and observed stellar spectra"

"The 5th Zermatt ISM Symposium: Conditions and Impact of Star Formation: New Results with Herschel and beyond Zermatt" 19-24 septiembre, Zermatt, Suiza

Pérez-Fournon I. and HerMES consortium "Hermes: High redshift galaxies"

"Evolution of Galaxies, their Central Black Holes and their Large-Scale Environment" 20-24 septiembre, Potsdam, Alemania

Prieto M., Eliche-Moral M.C. Lopez-SanJuan C.; Balcells M., Erwin, P.; Cristobal-Hornillos D.; Abreu, D.; Dominguez-Palmero, L.; Guzman R. "The Evolution of the Different Galaxy Types in the Red Sequence at $0.4 < z < 1.5$ "

Eliche-Moral M.C., Prieto M., Gallego J., Zamorano J. "Reconciling a significant hierarchical assembly of early-type galaxies at $z \sim 1$ with mass downsizing"

"Challenges in Infrared Extragalactic Astrophysics II", 26 septiembre- 1 octubre, Creta, Grecia

Rodríguez-Eugenio N. "Testing the suitability of infrared luminosity as a reliable SFR indicator at $z \sim 1$ "

"2010 International Geo-Hazards Research Society (IGRS): Scientific approach to Geo Hazard: a window to the future" 27-29 septiembre, Castiglioncello (Rosignano), Italia

Eff-Darwich A., Viñas R., Rodríguez-Losada J., Hernández-Gutiérrez L. "Measuring radioactivity to mitigate geological hazard in the volcanic Island of Tenerife"

Eff-Darwich A., García-Lorenzo B., Viñas R., Coello-Bravo J.J. "Setting up a regional scale hydrologic experiment in a volcanic island, Tenerife, Canary Islands"

Eff-Darwich A., García-Lorenzo B., Rodríguez-Losada J.A., Hernández-Gutiérrez L.E., de la Nuez J., Romero-Ruiz M.C. "Geological risk at world class astronomical observatories"

Eff-Darwich A. "Education and Outreach: a challenge for the IGRS"

"DPS42 2010" 3-8 octubre, Pasadena, California, EEUU

Campins H., Morbidelli A. de León J., Tsiganis K., Licandro J. "The Origin of Asteroid 101955 (1999 RQ₃₆)"

Landsman Z., Licandro J. et al. "Asteroid 65 Cybele: Detection of Small Silicate Grains, Water-Ice and Organics"

Pittichova J. et al. (Incluye Licandro J.) "Visible-wavelength Observations of Jupiter-family Comet Nuclei as Part of Seppcon"

Tozzi G.-P., Brucato J.R., Patriarchi P., Licandro J., Mazzotta E.E., Snodgrass C., Vincent J. "Observations Of Comet C/2007 (Iulin) Before And During Its Perihelion"

de Leon J., Campins H., Tsiganis K., Morbidelli A., Licandro J. "Origin Of The Near-earth Asteroid Phaethon And The Geminids Meteor Shower"

"LHC2010 Days in Split, Croatia" 4-9 octubre, Split, Croacia

Berger K. "Overview of Astro-particle results"

"Comprehensive Characterization of Astronomical Sites" 4-9 octubre, Kislovodsk, Rusia

Varela A.M. "EELT site testing results: meteorological conditions and related issues (clouds, dust, extinction, useful time...)"

"VII Congreso de Patrimonio Histórico" 6-8 octubre, Arrecife de Lanzarote

Belmonte J.A., Perera Betancort M.A., González-García C. "Análisis estadístico y de grupos de las inscripciones Líbico-Beréberes de Canarias y del Norte de Africa"

MEMORIA
IAC 2010

305

“The Fall 2010 HETDEX Science Workshop” 7-8 octubre, Texas, EEUU

Allende C. “Parallel pointings”

“Science with the Hubble Space Telescope - III, Two Decades and Counting” 11-14 octubre, Venecia, Italia

Pérez-Fournon I, HerMES consortium
“HerMES (the Herschel Multi-Tiered Extragalactic Survey): high redshift galaxies in HerMES-HST fields”

“Hinode-4: Unsolved Problems and Recent Insights” 11-15 octubre, Palermo, Italia

Martínez-Pillet V. “Deep magnetograms observed with IMAx/SUNRISE and Hinode”

Guglielmino S.L. “Observational consequences of flux emergence from the photosphere to the corona: the role of interactions”

Trujillo-Buerno J. “New diagnostic windows for probing the chromosphere and transition region”

“IAU Symp. 276 The Astrophysics of Planetary Systems: Formation, Structure, and Dynamical Evolution” 11-15 octubre, Turín, Italia

Delgado-Mena E., Israelian G., González-Hernández J.I., Bond J.C., Santos N.C., Udry S., Mayor M. “Chemical Clues on the formation of planetary systems: C/O vs Mg/Si for HARPS GTO sample”

González-Hernández J.I., Israelian G., Santos N.C., Sousa S., Delgado-Mena E., Neves V., Udry S. “Detailed chemical abundances of volatiles and refractories in solar analogs with and without planets”

Peña-Ramírez K., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S. “Search and characterization of T-type planetary mass objects in the σ Orionis cluster”

Zapatero Osorio M.R., Rebolo R., Bihain G., Béjar V.J.S., Caballero J.A., Álvarez C. “The infrared overluminosity of young, ultracool substellar objects: the case of G196-3B”

“The Origin of Stellar Masses” 17-22 Octubre, Adeje, Tenerife

Lodieu N. “The spectroscopic mass function in the Upper Sco Association”

Ramírez-Alegría S., Herrero A., Marín-Franch A., Puga E., Najarro F. “New Results from the Project MASGOMAS: Near-IR Study of the Stellar Population of Sh2-152”

Perger M. “A search for low-mass objects in unexplored regions of Taurus-Auriga”

Peña-Ramírez K., Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S. “A very deep search for T-type, free-floating super Jupiters in the young Sigma Orionis cluster”

Espinoza M., Lodieu N. “Search and spectroscopic characterization of ultracool subdwarfs”

“Early-type Dwarf Galaxies: Origin, Evolution, Characteristics” 18-20 octubre, Heidelberg, Alemania

Koleva M. “Early-type Dwarf Galaxies: Origin, Evolution, Characteristics”

Rys A., Falcón-Barroso J. “A SAURON study of dwarf ellipticals in the Virgo Cluster: kinematics and stellar populations”

Aguerri J.A.L. “The shape of dwarf galaxies: Environment vs feedback processes”

MEMORIA
2010 IAC

306

Pallé E., García-Muñoz A. “Observations and modelling of Earth’s transmission spectrum trough lunar eclipses: a window to transiting exoplanet characterization”

García-Muñoz A., Pallé E. “Oxygen complexes in the Earth’s atmosphere”

Sanromá-Ramos E., Pallé E. “Earth’s albedo versus continental distribution”

“GCDS Survey Science” 2-4 noviembre, Niza, Francia

Garzón F. “GALEP, the EMIR survey of the Galactic plane”

“LARIM 2010: XIII Reunión Regional Latino-Americana de la IAU” 8-12 Nnviembre, Morelia, México

García-Rojas J., Peña M., Ruiz M.T. “Faint emission lines in Galactic Planetary Nebulae with [WC] nuclei”

Licandro J. “The transitional asteroid-comet objects”

Padilla-Torres C.P., Rebolo R., Gutiérrez C.M., Génova-Santos R. “Baryonic Matter at Supercluster Scales: the case of the Corona Borealis Supercluster”

Gutiérrez L., Beckman J.E. “The HII regions of M51 and NGC 4449, behaviour of the mean electron density”

“COST Workshop: Carbon in the Solar System” 6-8 diciembre, Bruselas, Bélgica

Trigo-Rodríguez J.M., García-Hernández D.A. “The pathway of C and O: from AGB stars, to the interstellar medium, and finally into the protoplanetary disk”

“25th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics” 6-10 diciembre, Heidelberg, Alemania

Becerra-González J. “MAGIC discovery of the distant quasar 4C+21.35 in VHF gamma rays”

Berger K. “Recent results of extra-galactic observations with the MAGIC telescope system”

Berger K. “Discovery of very high energy gamma-ray emission from 1FGL J2001.1+4351 by MAGIC”

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

“III Reunión Nacional AIA-IYA2009” 15-16 enero, Granada

del Puerto C. “Astronomía en viñetas y otros contextos”

Belmonte J.A. “Astronomía patrimonio de la humanidad”

Rosenberg A. “El AIA-IYA2009 en el IAC”

“GAIA: Primera Reunión Científica de la REG” 17-18 junio, San Fernando, Cádiz

Garzón F. “Participación española en “GREAT-WGA3 “Chemical Tagging”

Aparicio A. “Historia de la formación estelar en el Grupo Local”

Cabrera-Lavers A. “Estructura a gran escala”

“IX Reunión de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)” 13-17 septiembre, Madrid

Rodríguez-Espinosa J.M. “The Local Universe Survey (LUS)”

Cepa J., Bongiovanni A., Pérez-García A.M., Alfaro E.J., Castañeda H.O., Ederoclite A., González J.J. (Incluye Acosta-Pulido J.A., Esteban C., Rodríguez-Espinosa J.M.) “OTELLO Project: first results”

Béjar V.J.S. “Las Enanas Marrones y Planetas Aislados: Quince Años de un Descubrimiento”

Martínez Pillet V. “¿Coyote o Correcaminos? El Primer Vuelo Polar de IMAx/SUNRISE”

Rubiño J.A. “Observations of the Cosmic Microwave Background Polarization”

Trujillo I. “Massive Galaxies at high-z: too small to ignore”

MEMORIA IAC 2010

307

Bakos J. "The Outskirts of Spiral Galaxies: Keys to Galaxy Formation"

Fernández-Lorenzo M. et al. "Evolución del Plano Fundamental de galaxias de tipo temprano en EGS"

Ferré A. "Local compact galaxies: What are they?"

Flores-Cacho I. "The Origin of the Cold Spot in Corona Borealis"

Lara-López M.A. et al. "Evolucion de Parámetros fundamentales en galaxias con líneas de emisión en el SDSS"

García-García M. "¿Qué sabemos realmente de la formación de estrellas masivas?"

Garzón F. "La Barra Central de la Vía Láctea"

Iglesias-Groth S. "Identificación de PAHs en el complejo molecular de Perseo"

Manchado A. "The contribution of molecular hydrogen to the baryonic dark matter of the Universe"

Felipe-García T. "Magneto-acoustic waves in sunspots from observations and numerical simulations"

Khomenko E. "Where the granular flows bend"

González-Hernández J.I. "Detailed chemical abundances of volatiles and refractories in solar analogs with and without planets"

Licandro J. "Los objetos en transición asteroide-cometa"

Fuensalida J.J. "Efectos de la distribución vertical de la turbulencia en la eficiencia y limitación de los sistemas de Óptica Adaptativa"

Belmonte J.A., Edwards E. "Arqueoastronomía: Arqueología, Topografía y Paisaje celeste. Desde el Nilo a Rapa Nui"

Del Puerto C. "2009: El año que vivimos peligrosamente"

Escaso B., Aguerri J.A.L. "Evolution of BCGs structural parameters in the last 6 Gyr: feedback processes versus merger events"

Guzmán R., Rodríguez Espinosa J.M., Gallego J. "ALBA: Detección de las primeras galaxias con el GTC"

Hempel A., Cristobal-Hornillos D., Prieto M., Trujillo I., Balcells M., López-Sanjuan C., Abreu D., Eliche M.C. "The morphology and masses of EROs in the groth strip"

López-Caraballo C.H., Rubiño-Martín J.A., Rebolo R. "Constraints on the Polarization of the Anomalous Microwave Emission in the Perseus Molecular Complex from 7-year WMAP data"

Pérez-García A.M., Acosta-Pulido J.A., Ramos-Almeida C., Bongiovanni A. "Search for very extended ionized gas in Seyfert galaxies: MRK 938"

Pintos Castro I., Pérez-Martínez R., Sánchez-Portal M., Cepa J., Bongiovanni A., Pérez-García A.M. et al. "CI0024+16: cartografiado en líneas de emisión con OSIRIS/GTC"

Prieto M., Eliche C., San Juan C.L., Balcells M., Erwin P., Cristóbal-Hornillos D., Domínguez L., Abreu D. "Evolución de tipos de Galaxias Rojas en $0.4 < z < 1.5$ "

Castro N., Herrero A., Urbaneja M., García M., Simón S. "Quantitative Study of Blue Stars in NGC55"

Sabin-Sanjulián C., Herrero A., Simón-Díaz S., Lennon D.J., Evans C.J., the Tarantula-FLAMES Survey Collaboration "The O-stars sample of the Tarantula-FLAMES Survey"

MEMORIA
2010 IAC
308

Asensio-Ramos A. "Polarización en Astrofísica"

Rebolo R. "Advanced Instrumentation for the E-ELT and Scientific Challenges"

Collados M. "Conceptual design of the European Solar Telescope: major advances"

Creevey O., Belmonte J.A., Pallé P.L. et al. "The Observatorio del Teide welcomes SONG"

Vicente B., Garzón F. "Determinación cinemática de la función de luminosidad en la vecindad solar"

Villardell F., González A., Negueruela I., Casares J. "Propiedades fundamentales de binarias masivas de rayos X"

Iglesias-Marzoa R., Arévalo M.J., Lázaro C., Almenara J.M., Carnerero I., Moreno M.A. "Curvas de luz en el IR de cuatro nuevas binarias elipsantes poco masivas"

Kuckein C., Centeno R., Martínez-Pillet V. "Continuous upflow of material in an active region filament from the photosphere to the corona"

Vernin J., Muñoz-Tuñón C., Fuensalida J. et al "Resumen comparativo de los resultados del "6th EU Framework Programme for Design Study for E-ELT, WP12000: Site Selection for the European ELT"

Calero L., Rosenberg A. "El Año Internacional de la Astronomía en el IAC"

Del Puerto C. "El honor perdido de Henrietta Leavitt"

Sánchez-Portal M., Cepa J. et al. "The GaLAXy Cluster Evolution Survey (GLACE): introduction and first results"

Ederoclite A. "The GTC/OSIRIS Data Reduction System"

Eliche-Moral M.C., Prieto M., Gallego J., Zamorano J. "The coordinated key role of wet, mixed, and dry major mergers in the buildup of massive early-type galaxies at $z < \sim 1$ "

López-Sánchez A.R., Esteban C., Koribalski B., Jones H., van Eymeren J. "Neutral and ionized gas kinematics in blue compact dwarf galaxies"

"VI Encuentro Consolider-GTC" 10-12 noviembre, Zaragoza

Aguerri J.A.L. "A multiwavelength view of fossil groups"

García M. "Blue massive stars at 700 kpc"

Muñoz-Tuñón C. "Starbursts and feedback"

Sánchez-Almeida J. "Outlayers of the ASIC classification as targets for GTC serendipity"

Drozdovsky I. "Comparing redshift evolution of emission line galaxies behind the Virgo cluster field"

Cabrera-Lavers A. "GTC Status"

"IV Workshop de Telescopios Robóticos en España" 25-27 noviembre, Valencia

Serra-Ricart M. "Estado del arte de los telescopios robóticos divulgativos en España"

ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

Vauglin I., Prugniel P., Koleva M. "A wide field IR imager at Concordia and HyperLeda" *EAS Publications Series*, 40, 207.

Rauer H., Deeg H.J. "Time Series Observations at Dome C" *EAS Publication Series*, 40, 349.

Pallé E. "Earthshine observations of an inhabited planet" *EAS Publications Series*, 41, 505.

Licandro J., Tozzi G.P., Liimets T., Haver R., Buzzi L. "Comet P/2010 A2 (LINEAR)" *IAU Circ.*, 9109, 4.

Licandro J., Tozzi G.P., Liimets T., Cabrera-Lavers A., Gómez G. "Comet P/2010 A2 (LINEAR)" *Central Bureau Electronic Telegrams*, 2134, 3. **MEMORIA IAC 2010 309**

Hornoch K. et al. (Incluye Aguerri J.A.L.) "Apparent Novae in M81: M81N 2010-01a and M81N 2010-01b" *Central Bureau Electronic Telegrams*, 2170, 1.

Hornoch K. et al. (Incluye Aguerri J.A.L.) "Apparent Nova in M81: M81N 2010-01c" *Central Bureau Electronic Telegrams*, 2180, 1.

Garnavich P., Hurley D.J., Deeg H.J.
"Two Apparent Novae in M81: M81N
2010-06a and M81N 2010-06b"
Central Bureau Electronic Telegrams, 2332, 1.

Hornoch K., Hurley D.J., Deeg H.J.,
Garnavich P., Littlefield C., Paul N., Bouzid
S. "Novae in M81: M81N 2010-06a, M81N
2010-06b, M81N 2010-06c, M81N 2010-06d"
Central Bureau Electronic Telegrams, 2338, 1.

Hornoch K., Corral-Santana J.M., Casares J.
"Novae in M31"
Central Bureau Electronic Telegrams, 2391, 1.

Hornoch K., Corral-Santana J., Casares J. et
al. "Apparent Novae in M31"
Central Bureau Electronic Telegrams, 2411, 1.

Knigge C. et al. (Incluye Rodríguez-Gil P.,
Casares J., Santader-García M.) "The optical
counterpart of the new Fermi LAT flaring
source J0109+6134 near the Galactic Plane"
The Astronomer's Telegram, #2429.

Gorosabel J., Zurita C., de Ugarte Postigo
A. "Swift trigger 420256: IAC80 r-band
observations"
GRB Coordinates Network Circular Service,
657, 1.

Corral-Santana J., Casares J., Hornochova
P., Wolf M. "Possible Nova in M31: M31N
2010-10b"
Central Bureau Electronic Telegrams, 2487, 1.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "MAGIC detects VHE gamma-
ray emission from IC 310"
The Astronomer's Telegram, #2510.

MEMORIA
2010 IAC

310

Ong R.A. for the VERITAS Collaboration,
Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "VERITAS and MAGIC Report
Flaring in Very High Energy Gamma Rays
from M8"
The Astronomer's Telegram, #2542.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "MAGIC detects a VHE flare
from 4C +21.35 (PKS 1222+21)"
The Astronomer's Telegram, #2684.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "Discovery of Very High
Energy gamma-ray emission from 1FGL
J2001.1+4351 by MAGIC"
The Astronomer's Telegram, #2753.

Corral-Santana J.M., Casares J., Rodríguez-
Gil P. "Optical re-brightening of the black hole
transient XTE J1752-223"
The Astronomer's Telegram, #2804.

Corral-Santana J.M., Rodríguez-Gil P.,
Guerra J.C., Casares J. "XTE J1752-223:
back to optical quiescence"
The Astronomer's Telegram, #2818.

Corral-Santana J., Rodríguez-Gil P., Hurley
D., Casares J. "Optical re-brightening of the
black hole binary XTE J1859+226"
The Astronomer's Telegram, #2845.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "Discovery of Very High Energy
Gamma-Ray Emission from B3 2247+381
by MAGIC"
The Astronomer's Telegram, #2910.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "Discovery of Very High Energy
Gamma-Ray Emission from NGC1275 by
MAGIC"
The Astronomer's Telegram, #2916.

Mariotti M., on behalf of the MAGIC
collaboration "No significant enhancement in
the VHE gamma-ray flux of the Crab Nebula
measured by MAGIC in September 2010"
The Astronomer's Telegram, #2967.

Pasquini L., Cristiani S., García-López R.,
Haehnelt M., Mayor M. "CODEX: An Ultra-
stable High Resolution Spectrograph for the
E-ELT"
The Messenger, 140, 20.

Melrose D.B., Martínez-Pillet V., Webb D.F.,
Bougeret J.-L., Klimchuk J.A., Kosovichev
A., van Driel-Gesztelyi L., von Steiger R.
"Division II: Sun and Heliosphere"
Transactions IAU, 6, 146.

Gorosabel J. et al. (Incluye Cepa J.) "GRB 100816A: 10.4-m GTC redshift confirmation *GRB Coordinates Network, Circular Service, 11125, 1.*

Saito R. et al. (Incluye López-Corredoira M.) "VISTA Variables in the Vía Láctea (VVV): Current Status and First Results" *The Messenger 141.*

Hidalgo S. et al. "2010 PU66" *Minor Planet Electronic Circ., 2010-Q04 2010 Q.*

Bono G., Stetson P.B., Monelli M. et al. "Dwarf galaxies in the Local Group: cornerstones for stellar astrophysics and cosmology" *Proceedings of the Annual meeting of the French Society of Astronomy and Astrophysics 2010 sf2a.*

Munari U., Siviero A., Corradi R.L.M., Valisa P., Cherini G., Castellani F., Dallaporta, S. "AX Persei" *Central Bureau Electronic Telegrams 2555.*

Belmonte J.A "L'astronomie dans l'Égypte ancienne" *L'Astronomie 30.*

Esteban C., Poveda Navarro A.M. "Análisis arqueoastronómico de algunos yacimientos del Valle del Vinalopó" *Alebus. Cuadernos históricos del Valle de Elda 1997-1999 7-9.*

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

Vázquez M., Pallé E., Montañés-Rodríguez P. "The Earth as a Distant Planet: A Rosetta stone for the Search of Earth-Like Worlds" *Springer (ISBN: 978-1-4419-1683-9).*

Cataldo F., Iglesias-Groth S. "Fulleranes: The Hydrogenated Fullerenes" *Springer book series "Carbon Chemistry and Physics". (ISBN 9781402098864).*

"Cosmic Microwave Background: from quantum fluctuations to the present Universe" (XIX Canary Islands Winter School, 2007) *Eds. Rubiño-Martín J.A., Rebolo R., Mediavilla E. (ISBN-13: 9780521764537).*

"Kepler's Heritage in the Space Age". Eds. A. Hadravova, T.J. Mahoney and P. Hadrava *Acta historiae rerum naturalium necnon technicarum, 10, published (National Technical Museum: Prague).*

Falcón-Barroso J. et al. "The Kinematics of Core and Cusp Galaxies: Comparing HST Imaging and Integral-Field Observations" *The Impact of HST on European Astronomy, Astrophysics and Space Science Proceedings (ISBN 978-90-481-3399-4). Springer Science+Business Media B.V., p. 127.*

"EURO3D Spectroscopy. (XVII Canary Islands Winter School, 2005) *Eds Mediavilla E., Arribas S., Cepa J., Sánchez F. Cambridge University Press. (ISBN 978-0-521-89541-5).*

"Seismological Challenges for Stellar Structure" *Eds. Roca-Cortés T., Pallé P.L., Belmonte J.A. Astronomical Notes, 331.*

"Solar Polarization 6". Eds. Kuhn J.R., Berdyugina S.V., Harrington D.M., Keil S., Rimmele T., Trujillo Bueno J. *ASP. Conf. Ser. 437 (ISBN: 978-1-58381-745-4).*

Belmonte J.A. "Ancient Egypt en Heritage sites of astronomy and archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention" *Ed. Ruggles C., Cotte M, 117-36; ICOMOS, Paris.*

TESIS DOCTORALES MEMORIA IAC 2010

Povic M. "The Study of the Population of Active Galactic Nuclei in Deep Surveys" **311**
Directores: Dres. Ana M. Pérez García y Miguel Sánchez Portal.

González Fernández C. "Estudio espectrofotométrico del interior galáctico"
Director: Dr. Francisco Garzón López.

Comerón Limbourg S. "Morphology and physical properties of star formation in spiral galaxies"

Directores: Dr. Johan H. Knapen y Prof. John E. Beckman.

Almenara Villa J.M. "Detección de planetas en sistemas binarios eclipsantes"

Directores: Dr. Hans Deeg y Prof. Teodoro Roca Cortés.

Juncosa Serrano R. "Detección y caracterización de cúmulos de galaxias con alto desplazamiento al rojo"

Director: Dr. Carlos M. Gutiérrez.

Mesa Delgado A. "Distribución de las condiciones físicas y abundancias químicas en regiones HII a pequeñas escalas angulares"

Director: Dr. César Esteban López.

Valdivielso Casas M.L. "Búsqueda de discos protoplanetarios alrededor de enanas marrones y exoplanetas alrededor de enanas marrones"

Directores: Dres. Eduardo Martín y Hervé Bouy.

Fernández Ontiveros J.A. "Núcleos de galaxias activas a escalas de parsecs"

Directores: Dres. Almudena Prieto y José A. Acosta Pulido.

Bihain G. "Objetos subestelares en cúmulos abiertos"

Director: Prof. Rafael Rebolo López.

Lara López M.A. "Evolución química de galaxias utilizando el SDSS"

Directores: Dres. Jordi Cepa Nogué y Angel Bongiovanni.

Castro Rodríguez N. "Estudio de estrellas masivas extragalácticas"

Director: Prof. Artemio Herrero Davó.

Felipe García T. "Ondas MHD en la fotosfera y cromosfera de manchas solares"

Directores: Dres. Manuel Collados Vera y Elena Khomenko.

Fernández Lorenzo M. "Evolución de relaciones fundamentales de galaxias"

Director: Dr. Jordi Cepa Nogué.

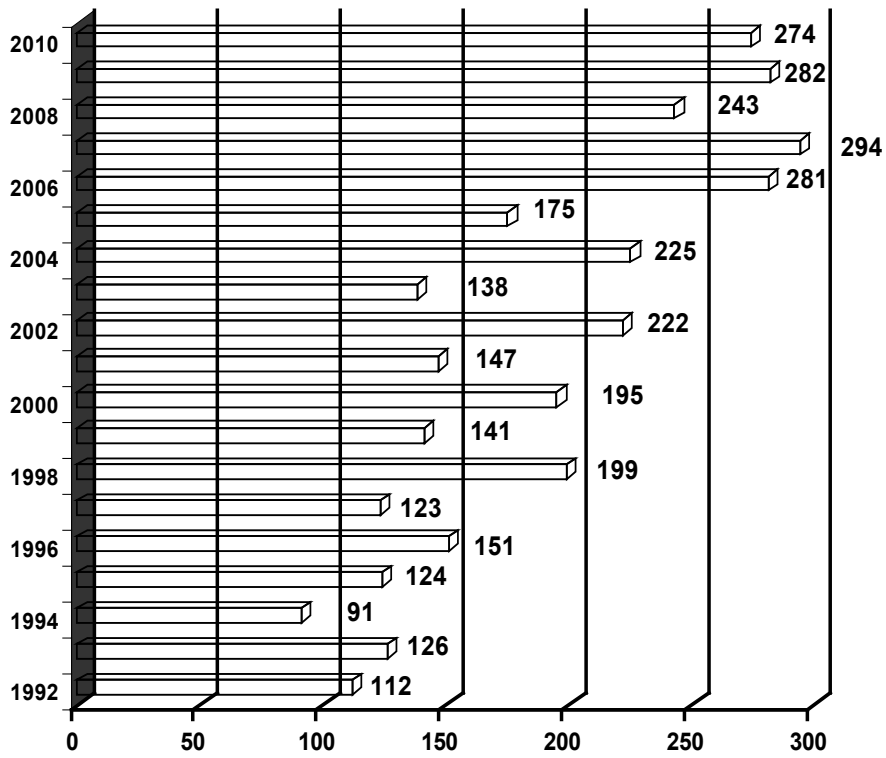
Flores Cacho I. "Efecto y caracterización de cúmulos y supercúmulos de galaxias que presentan efecto Sunyaev-Zeldovich"

Directores: Prof. Rafael Rebolo López y Dr. José Alberto Rubiño Martín.

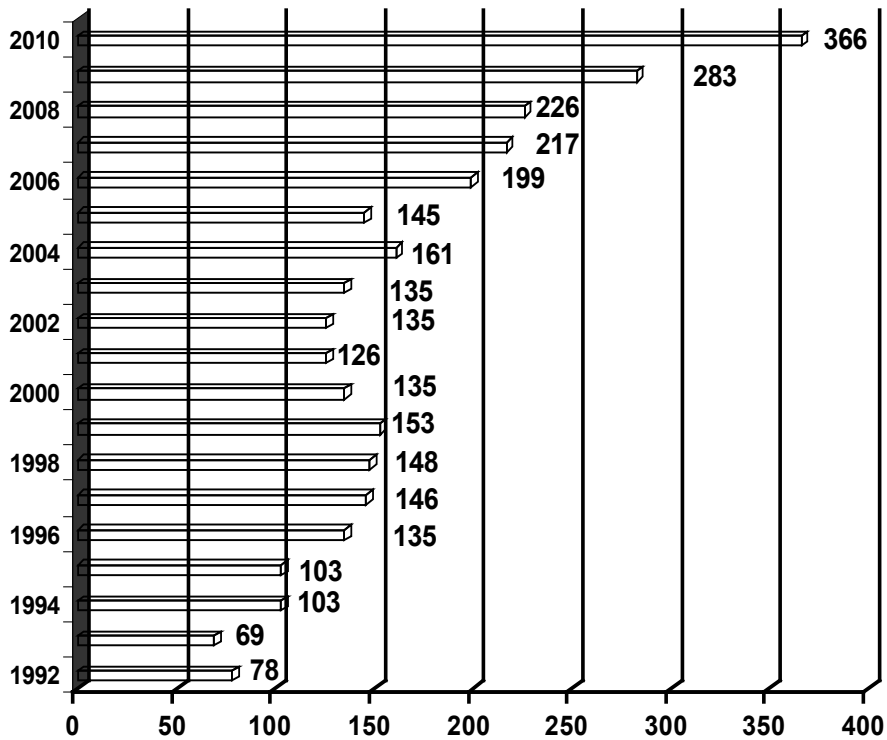
RESUMEN

MEMORIA 2010 IAC 312	ARIA	366	Artículos en revistas internacionales con árbitro.
	IR	13	Invited Reviews (Conferencias invitadas).
	CI	274	Comunicaciones a Congresos Internacionales.
	CN	59	Comunicaciones a Congresos Nacionales.
	ARIS	33	Artículos en revistas internacionales sin árbitro y comunicaciones cortas.
	ARN	0	Artículos en revistas nacionales.
	L	9	Libros y capítulos de libros.
	T	14	Tesis doctorales.

Comunicaciones a congresos internacionales



Artículos en revistas internacionales con árbitros



REUNIONES CIENTÍFICAS

“215th AAS Meeting”
Washington, EEUU. Enero.

“III Reunión Nacional AIA-IYA2009”
Granada. Enero.

“4th HELAS International Conference:
Seismological Challenges for Stellar
Structure”
Lanzarote. Febrero.

“Library and Information Services in
Astronomy VI (LISA VI) 21st Century
Astronomy Librarianship: From New Ideas to
Action”
Pune, India. Febrero.

“American Astronomical Society, HEAD 11th
Meeting”
Big Island, Hawai, EEUU. Marzo.

“Multi³ - A Cubic Approach to Dark Matter”
Padua, Italia. Marzo.

“41st Lunar and Planetary Science
Conference”
Texas, EEUU. Marzo.

“The 2nd SOLAR-C Science Definition
Meeting”
Tokio, Japón. Marzo.

“Communicating Astronomy with the Public
2010 (CAP2010)”
Cape Town, Sudáfrica. Marzo.

“Science with the William Herschel Telescope
2010-2020”
Londres, Reino Unido. Marzo.

314 “Exoplanets Rising: Astronomy and Planetary
Science at the Crossroads”
Santa Barbara, California, EEUU. Marzo-abril.

“Stellar Observations Network Group - The
Third Workshop”
Pekin, China. Marzo-abril.

“HETDEX Munich 2010”
Munich, Alemania. Abril.

“The High-Energy Emission from Pulsars
and their Systems”
Sant Cugat del Valles, Barcelona. Abril.

“Future Professional Communication in
Astronomy II”
Cambridge, Reino Unido. Abril.

“Astrobiology Science Conference 2010:
Evolution and Life: Surviving Catastrophes
and Extremes on Earth and Beyond”
Texas, EEUU. Abril.

“ADA 6 - Sixth Conference on Astronomical
Data Analysis Conference”
Monastir, Túnez. Mayo.

“ESLAB 2010: Herschel First Results
Symposium”
Noordwijk, Países Bajos. Mayo.

“EST-France 2010 Workshop”
Meudon, Francia. Mayo.

“216th AAS Meeting”
Miami, Florida, EEUU. Mayo.

“Ultra-Luminous X-Ray Sources and Middle
Weight Black Holes”
Villanueva de la Cañada. Madrid. Mayo.

“2nd Workshop on “State of the Art in Nuclear
Cluster Physics SOTANCP2”
Bruselas, Bélgica. Mayo.

“Stellar Winds in Interaction”
Lisboa, Portugal. Mayo.

“6th Solar Polarization Workshop (SPW6)”
Maui, Hawai, EEUU. Mayo-junio.

“UV Universe 2010”
San Petersburgo, Rusia. Mayo-junio.

“27th Annual Pushchino Conference:
Dynamics and Evolution of Disc Galaxies”
Pushchino, Rusia. Mayo-junio.

“Cities on Volcanoes 6th (COV6)”
Puerto de la Cruz, Tenerife. Mayo-junio.

“Faraday Discussion 147: Chemistry of the Planets”

Saint Jacut de la Mer, Francia. Junio.

“A Universe of Dwarf Galaxies; Observations, Theories, Simulations”

Lyon, Francia. Junio.

“Third Kepler Asteroseismology Workshop: Kepler Asteroseismology in Action”

Aarhus, Dinamarca. Junio.

“GAIA: Primera Reunión Científica de la REG”

San Fernando, Cádiz. Junio.

“Asymmetric Planetary Nebulae V (APN5)”

Bowness on Windermere, Reino Unido. Junio.

“Evolving Theory for Planet Formation”

Ishigaki Island, Japón. Junio.

“Central Massive Objects: The Stellar Nuclei - Black Hole Connection”

Garching, Alemania. Junio.

“Ground-based and Airborne Telescopes III” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Optical and Infrared Interferometry II” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy III” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Adaptive Optics Systems II” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Modeling, Systems Engineering, and Project Management for Astronomy IV”

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Modern Technologies in Space- and Ground-based Telescopes and Instrumentation” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“Software and Cyberinfrastructure for Astronomy” (“SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation 2010”)

San Diego, California. EEUU. Junio-julio.

“GONG 2010 - SoHO 24: A New Era of Seismology of the Sun and Solar-like Stars”

Aix en Provence, Francia. Junio-julio.

“Modified Gravity Approaches to the Dark Sector”

Strasbourg, Francia. Junio-julio.

“CL J2010: from Massive Galaxy Formation to Dark Energy - An IPMU/DENET International Meeting on Galaxy Clusters”

Kashiwa, Japón. Junio-julio.

“ESOF2010”

Torino, Italia. Julio.

“Azarquel School of Astronomy - A bridge between East and West”

Granada. Julio.

“21st UCL Astrophysics Colloquium: Extragalactic Star Formation”

Cumberland Lodge, Reino Unido. Julio.

“LIAC2010 39th Liege Astrophysical Colloquium: The Multi-Wavelength View of Hot, Massive Stars”

Liege, Francia. Julio.

“The 2010 Guillermo Haro Workshop: Compact Superstar Clusters, Birth, Evolution and Feedback”

Tonantzintla, Puebla, México. Julio.

“38th COSPAR Scientific Assembly”

Bremen, Alemania. Julio.

“TeV Particle Astrophysics 2010”

París, Francia. Julio.

**MEMORIA
IAC 2010**

315

“IAU Symp. 272: Active OB Stars: Structure, Evolution, Mass Loss, and Critical Limits”
París, Francia. Julio.

“Molecules in Galaxies Meeting”
Oxford, Reino Unido. Julio.

“Darkness Visible: Dark Matter in astrophysics and particle physics”
Cambridge, Reino Unido. Agosto.

“Why Galaxies Care About AGB Stars II. Shining Examples and Common Inhabitants”,
Viena, Austria. Agosto.

“IAU Symp. 273: Physics of Sun and Star Spots”
Ventura, California, EEUU. Agosto.

“Detection and Dynamics of Transiting Exoplanets”
Haute Provence, Francia. Agosto.

“Cool Stars 16”
Seattle, Washington, EEUU. Agosto-septiembre.

“SEAC 2010 Astronomy & Power: How Worlds are Structured”
Gilching, Alemania. Agosto-septiembre.

“JENAM 2010: The European Week of Astronomy and Space Science”
Lisboa, Portugal. Septiembre.

“IAU Symp. 274: Advances in Plasma Astrophysics”
Giardini Naxos, Italia. Septiembre.

“32nd International School for Young Astronomers (ISYA-2010)”
Byurakan, Armenia. Septiembre-octubre.

316 “IAU Symp. 275: Jets at all Scales”
Buenos Aires, Argentina. Septiembre.

“IV Congreso Ibérico de Egiptología”
Lisboa, Portugal. Septiembre.

“Zooming in the Cosmos at High Resolution - Annual Meeting of the AG”
Bonn, Alemania. Septiembre.

“IX Reunión de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)”
Madrid. Septiembre.

“SDSS-III Collaboration Meeting”
París, Francia. Septiembre.

“The 5th Zermatt ISM Symposium: Conditions and Impact of Star Formation: New Results with Herschel and beyond Zermatt”
Zermatt, Suiza. Septiembre.

“Evolution of Galaxies, their Central Black Holes and their Large-Scale Environment”
Potsdam, Alemania. Septiembre.

“Challenges in Infrared Extragalactic Astrophysics II”
Creta, Grecia. Septiembre-octubre.

“2010 International Geo-Hazards Research Society (IGRS): Scientific approach to Geo Hazard: a window to the future”
Castiglioncello, Italia. Septiembre.

“DPS42 2010”
Pasadena, California, EEUU. Octubre.

“LHC2010 Days in Split, Croatia”
Split, Croacia. Octubre.

“Comprehensive Characterization of Astronomical Sites”
Kislovodsk, Rusia. Octubre.

“VII Congreso de Patrimonio Histórico”
Arrecife de Lanzarote. Octubre.

“The Fall 2010 HETDEX Science Workshop”
Texas, EEUU. Octubre.

“Science with the Hubble Space Telescope - III, Two Decades and Counting”
Venecia, Italia. Octubre.

“Hinode-4: Unsolved Problems and Recent Insights”
Palermo, Italia. Octubre.

“IAU Symp. 276 The Astrophysics of Planetary Systems: Formation, Structure, and Dynamical Evolution”
Turín, Italia. Octubre.

“The Origin of Stellar Masses”
Adeje, Tenerife. Octubre.

“Early-type Dwarf Galaxies: Origin, Evolution,
Characteristics”
Heidelberg, Alemania. Octubre.

“GCDS Survey Science”
Niza, Francia. Noviembre.

“LARIM 2010: XIII Reunión Regional Latino-
Americana de la IAU”
Morelia, México. Noviembre.

“VI Encuentro Consolider-GTC”
Zaragoza. Noviembre.

“IV Workshop de Telescopios Robóticos en
España”
Valencia. Noviembre.

“COST Workshop: Carbon in the Solar
System”
Bruselas, Bélgica. Diciembre.

“25th Texas Symposium on Relativistic
Astrophysics”
Heidelberg, Alemania. Diciembre.

IV CONFERENCIA INTERNACIONAL HELAS

La “IV Conferencia Internacional HELAS” (Red Europea de Heliosismología y Astrosismología), tuvo lugar en el Arrecife Gran Hotel de Lanzarote, entre los días 1 y 5 de febrero, organizada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con el apoyo de la Red HELAS, el Ministerio de la Ciencia e Innovación, el Cabildo de Lanzarote y el Ayuntamiento de Arrecife.

Al encuentro acudieron más de ciento cincuenta investigadores en Sismología Solar y Estelar procedentes de más de veinte países distintos. Durante el encuentro se debatieron contenidos de Heliosismología y Astrosismología, prestando especial atención a los resultados obtenidos en los últimos proyectos observacionales. Se presentaron un total de 60 comunicaciones orales y 100 pósters.

En este evento, se dieron a conocer por vez primera los resultados de la misión espacial Kepler y se lanzará la misión SDO, ambas de la NASA, determinantes para el conocimiento del interior estelar y solar, respectivamente. Algunos de sus científicos acudieron a esta reunión en la isla canaria.

La ciencia del sonido de las estrellas

El latido de las estrellas se escuchó en Lanzarote durante la Conferencia.

La Sismología es una ventana observacional al interior de un cuerpo, bien sea la Tierra o las estrellas. Un geofísico mide variaciones



*En el Observatorio del Teide, la Pirámide “Van der Raay”,
que contiene instrumentos heliosismológicos,
con la Vía Láctea de fondo.
Foto: Daniel López (IAC).*

de la superficie terrestre colocando instrumentos en distintos lugares para estudiar el planeta en profundidad. En el caso de las estrellas esas variaciones se reflejan en su luminosidad, lo que permite conocer su estructura y dinámica internas. Cada estrella es como un instrumento musical, “suena” de manera distinta, y son sus vibraciones, los modos de oscilación, los que permiten conocerla por dentro.

A finales de los años setenta empezaron a aplicarse con éxito las técnicas sismológicas para sondear el interior del Sol y a mediados de la década siguiente para la estructura interna de otras estrellas. La red HELAS (European Helio and Asteroseismology Network - Red Europea de Heliosismología y Astrosismología) se creó en 2006 financiada por la Comisión Europea como “Red de Coordinación” bajo el Sexto Programa Marco (FP6). Desde sus comienzos, HELAS ha fomentado y apoyado las iniciativas europeas en Sismología Solar y Estelar. Con dicho fin, ha propiciado una veintena de reuniones de trabajo especializadas en las que se ha impulsado la transferencia de conocimientos y herramientas entre investigadores de distintos laboratorios y países. Asimismo, ha auspiciado tres conferencias internacionales, siendo la “IV Conferencia Internacional HELAS” la última que se celebrará en este marco.

En palabras de Pere LLuis Pallé, investigador responsable del grupo de Sismología Solar y Estelar del IAC y coordinador de una de las cinco actividades del proyecto europeo HELAS, actualmente los nuevos retos se encuentran en la Sismología Estelar y en la observación tridimensional del interior solar. Afirma que, respecto al Sol, uno de los objetivos principales es *“comprender cómo funciona su ciclo de actividad, para lo cual hay que llegar a conocer qué pasa en el entorno cercano a la estrella, en su superficie y en su interior”*. Y se congratula de que *“cada vez sabemos predecir más cuándo y cómo va a ocurrir esta actividad”*.

Un momento dulce para la Sismología Solar y Estelar

Los últimos proyectos observacionales, como Kepler, CoRoT, Picard y SDO han aportado, y aportarán, profusión de datos sismológicos para el Sol y otras estrellas que nos permitirán adentrarnos cognitivamente en las mismas.

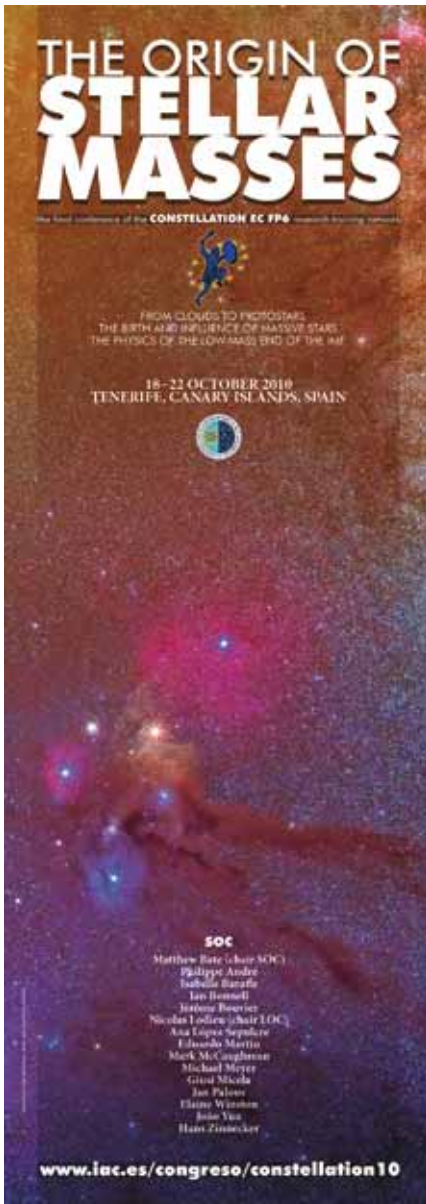
Sebastián Jiménez Reyes, investigador del IAC y gestor del Proyecto Europeo HELAS, destaca que *“gracias a Kepler y CoRoT (CONvection ROTation and planetary Transits, Rotación Convectiva y Tránsitos Planetarios) podemos por vez primera disponer de observaciones de estrellas tipo solar con una calidad similar a la que hace treinta años obteníamos para el Sol”*.

Es un momento dulce para los investigadores en este campo. La NASA hará públicos los resultados de Kepler, una misión dedicada a la búsqueda de planetas extrasolares por el método de tránsitos, basado en la disminución del brillo de una estrella cuando un planeta pasa frente a ella. Gracias a Kepler los astrosismólogos tendrán acceso a información detallada sobre muchas estrellas. Además, está previsto el lanzamiento de la misión SDO (*Solar Dynamics Observatory*, Observatorio Dinámico del Sol), SDO está diseñada para determinar la influencia del Sol en la Tierra y sus alrededores. Se trata de la primera misión lanzada en el marco del programa de la NASA “Living With a Star” (Viviendo con una estrella).

La Agencia Europea del Espacio (ESA) continuará apostando por el conocimiento del interior estelar. Dentro su programa “Cosmic Vision” (Visión cósmica), pensado para la década de 2015 a 2025, ha incluido las misiones Solar Orbiter y Plato, que cuentan entre sus objetivos científicos principales la Helio y Astrosismología, respectivamente. En ambas tiene participación el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el cual además ha elegido para su Winter School de este año la propuesta liderada por su grupo de Sismología Solar y Estelar.

CONGRESO INTERNACIONAL “EL ORIGEN DE LAS MASAS ESTELARES”

El congreso, denominado “*El origen de las Masas Estelares*” (“*The Origin of the Stellar Masses*”), organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), con el apoyo de la Red Europea Constellation, tuvo lugar entre los días 18 y 22 de octubre en el Hotel Iberostar Antheia, en Adeje, Tenerife.



Más de 150 astrofísicos de todo el mundo se concentraron en el sur de Tenerife para debatir sobre el origen y la composición de las estrellas. Durante el congreso se presentarán los resultados de diferentes estudios teóricos y observacionales sobre tres temas centrales: qué procesos controlan la transformación de nubes de gas y polvo en cúmulos de estrellas en formación; el nacimiento de las estrellas masivas y su influencia en su entorno; y la física de las estrellas de más baja masa, las enanas marrones.

Las estrellas son uno de los componentes básicos del Universo, su evolución y destino están determinados casi de forma exclusiva por un único factor: la masa. Las estrellas generan en su interior la mayor parte de los elementos químicos, son los antepasados de supernovas y agujeros negros. Asimismo, las estrellas son una pieza clave en la evolución de las galaxias, la formación de sistemas planetarios y el origen de la vida. Entender la formación de estrellas entraña grandes dificultades, ya que intervienen complejas interacciones entre la gravedad, la hidrodinámica, los campos magnéticos, la radiación y las reacciones químicas y, por tanto requiere una comprensión detallada de la medida en la que contribuye cada uno de estos factores.

Una serie de avances recientes en este campo han motivado la celebración del encuentro, del cual se espera que estimule futuras investigaciones. También se espera que la introducción de nueva instrumentación dedicada a la observación de objetos estelares acelere la obtención de resultados sobre los temas que se debatieron en este Congreso.

La Red Constellation (Red de Formación Marie Curie), en la que intervienen varios centros europeos de investigación,

se constituyó en diciembre 2006 con una duración de cuatro años, y está financiada por la Comisión Europea como “Red de Coordinación” bajo el Sexto Programa Marco (FP6). Su meta principal consiste en fomentar la colaboración entre científicos, especialmente los jóvenes, en investigaciones sobre aspectos fundamentales de la física de las estrellas, la transformación de nubes moleculares en estrellas, el nacimiento y la influencia en su entorno de las estrellas masivas. Durante el congreso, los participantes expusieron los resultados de sus investigaciones; alrededor de sesenta ponentes y otros ochenta investigadores presentaron los resultados de su trabajo de manera gráfica-pósters. Además, los participantes contaron con un espacio de tiempo amplio para la discusión.

TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
MATTEO MONELLI	8-28/1 5/9-3/10	Obs. Cerro Tololo (Chile)	Telescopios 4 y 1 m
MANUEL NUÑEZ DIAZ	15-21/1	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 3,5 m
ALESSANDRO EDEROCLITE	6-22/2	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 2,2 m
JULIO A. CARBALLO BELLO	10-22/2 9-19/3 8-20/7	ESO, La Silla (Chile) Obs. McDonald (EEUU) Obs. Cerro Las Campanas (Chile)	Telescopio 2,2 m Telescopio 0,8 m Telescopio 1 m
NICOLAS LODIEU	17/2-27/3 16-28/11	Anglo Australian Obs., Sidin Spring (Australia) Obs. Mount Graham (EEUU)	Telescopio 3,8 m Telescopio VATT
PATRICIA SANCHEZ-BLAZQUEZ ANNA FERRE MATEU	12-28/3	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
PATRICIO LAGOS	3-8/4	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio 1,2 m
REMON CORNELISSE	11/4-4/5 29/6-7/7	South African Astronomical Obs. (Sudáfrica) ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio 1 m Telescopio VLT
LUCAS LABADIE	22-30/4	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
ANTONIO SOLLIMA	12-26/5	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 2,2 m
GARIK ISRAELIAN	21-29/5 17/6-29/8	Obs. Byurakan (Armenia) National Astronomical Obs. (Japón)	Telescopio 2,6 m Telescopio OKAYAMA
JORGE GARCIA ROJAS	1-9/6	Obs. Cerro Las Campanas (Chile)	Telescopio MAGALLANES
ENRIC PALLE	19-30/6 16-24/12	ESO, Cerro Paranal (Chile) Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio VLT Telescopio SUBARU
SEBASTIAN HIDALGO	29/7-15/8	Obs. Cerro Tololo (Chile)	Telescopio 4 m
SUSANA IGLESIAS	17-21/10	Obs. de Sierra Nevada (Granada)	Radio Telescopio de 30 m
ISMAEL PEREZ FOURNON	25/10-2/11	Obs. de Sierra Nevada (Granada)	Radio Telescopio de 30 m
RAMARAO TATA	16-27/11	Obs. Mount Graham (EEUU)	Telescopio VATT
JONAY GONZALEZ	22/11-8/12	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 3,6 m
RICARDO CARRERA	25/11-13/12	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 2,2 m
PILAR MONTAÑES	16/24/12	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio SUBARU

DISTINCIONES

Galardón “Servicio a la Astronomía” por parte de la Royal Astronomical Society

La Royal Astronomical Society (RAS), concede a Francisco Sánchez Martínez, director y fundador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el galardón “Servicio a la Astronomía”.

La institución británica, de la que es miembro honorario el premiado desde 1986, reconoce su destacada promoción de la ciencia a nivel mundial valorando la labor emprendida por el Prof. Sánchez desde la década de los sesenta, cuando estudió a fondo la extraordinaria calidad del cielo nocturno en las Islas Canarias y promovió la creación de observatorios astronómicos permanentes en las cumbres de Tenerife y La Palma. Actualmente, el IAC se ha convertido en un centro científico de referencia en Europa que aglutina a 19 países y más de 60 instituciones en sus observatorios.

El premio le fue entregado en el marco del Encuentro Astronómico Nacional que se celebró en Universidad de Glasgow (Reino Unido), el 15 de marzo.



El Prof. Andrew Fabian, Presidente de la Royal Astronomical Society y el Prof. Francisco Sánchez, Director del Instituto de Astrofísica de Canarias, durante el acto de entrega del premio.

©: Stuart Campbell/Royal Astronomical Society.

Premio internacional de Astrofísica “Viktor Ambartsumian”

El presidente de la República de Armenia, Serzh Sargsyan, hizo entrega, el 17 de septiembre, en la Academia de Ciencias de Armenia, en Ereván, del premio internacional “Viktor Ambartsumian” al Dr. Garik Israelian, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) que comparte el premio con Michel Mayor y Nuno Santos.



Garik Israelian.

A la ceremonia de entrega acudieron, entre otros, el editor senior de *Nature*, el Presidente de la Unión Astronómica Internacional, el Director del IAC, el Presidente de la Academia de Ciencias de Suiza, el Director del Instituto de Astronomía de la Universidad de Cornell y el Vicerrector de la Universidad Libre de Bruselas.

El premio distingue la contribución de este equipo de astrofísicos al conocimiento de la formación de los sistemas planetarios y sus estrellas anfitrionas.

Este reconocimiento internacional, que celebra su primera edición, es considerado el galardón de mayor relevancia en el campo de la Astrofísica, después del premio Nobel.

**MEMORIA
IAC 2010**

321

In Memoriam

En diciembre de 2010 falleció Elena Torres Delgado, secretaria del Área de Instrumentación desde sus inicios. Elena llevaba varios años padeciendo problemas físicos que la habían obligado a permanecer de baja durante largos períodos de tiempo, pero eso no había minado su jovialidad permanente y la alegría que despertaba en los que la rodeaban. Organizadora tenaz de los “pucheros” con la gente del Área cuando llegaban los primeros fríos del año, dejó una huella imborrable en todos los que tuvimos el placer de conocerla y trabajar con ella.

RECURSOS HUMANOS

A. Ruigómez.

M.R. Galván González, C. García de Sola y L. Manadé.

PERSONAL FUNCIONARIO

Efectivos a 31 de diciembre (fuente DARETRI): 27

En julio de 2010, tomo posesión como funcionario de carrera a la plantilla del IAC, de la Escala de Investigadores Titulares de los Organismos Públicos de Investigación de la OEP 2009 con nivel 26, el Dr. José Alfonso López Aguerri, que se incorporó a su plaza en julio de 2010, Investigadores Titulares de OPIS (Organismos Públicos de Investigación).

Durante 2010 el Ministerio de Ciencia e Innovación convoca 1 plaza con destino en el IAC correspondiente a la Escala de Investigadores Titulares de los Organismos Públicos de Investigación, correspondiente a la Oferta Pública de Empleo de 2010. En la actualidad pendiente de nombramiento y toma de posesión.

PERSONAL LABORAL

Efectivos a 31 de diciembre de 2010 (fuente DARETRI):

Personal laboral fijo:	143
Personal laboral temporal:	118
Total personal Laboral	261

Fuera de Convenio	
1	Ingeniero (Informática gestión)
1	Ingeniero (Servicios Informáticos Investigación)
2	Ingenieros senior (Desarrollo tecnológico)
Dentro de Convenio	
1	Jefe de Taller
1	Técnico de sistemas junior
1	Jefe Administrativo
1	Subjefe Administrativo

FORMACIÓN

Becas

Becas de formación

- 8 becas de verano dirigidas a estudiantes universitarios, que estén cursando los últimos cursos de la carrera para su formación en la investigación astrofísica.
- 4 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 dirigida a licenciados recientes, para su formación en el uso de telescopios dedicados a la enseñanza especializada.
- 1 beca dirigida a estudiantes de Astrofísica, para su formación en el uso de los programas informáticos utilizados en las prácticas de Astrofísica.

Becas de personal investigador en formación.

- *Programa de Astrofísicos Residentes del IAC*

- 6 becas del Programa de Becas Predoctorales para la formación de personal investigador, en el Marco del programa de formación de Astrofísicos Residentes.

Oferta empleo Público 2010

En la OEP 2010, no fue aprobada ninguna plaza de personal laboral del IAC. Durante 2010, finalizaron los procesos selectivos en proceso durante 2009:

Cursos

El INAP, aprobó una subvención al IAC para formación continua de 42.566,80 €, la cual se gestionó casi en su totalidad, a excepción de tres cursos que no fue posible su impartición por diversas causas. Se impartieron los siguientes:

- Formación integral en la prevención del acoso moral, sexual y por razones de sexo
- Conducción en condiciones peligrosas
- Curso avanzado de primeros auxilios
- Dreamweaver
- Administración de Redes de Área Local
- Adobe Acrobat 9.0
- Administración de SQL Server 2008
- Migración a Adobe InDesign CS4
- Formación en PCB y Soldadura por Reflow LPKF
- Gestión del tiempo

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Formación Continua* son: M. Ávila, J.M. Ramos y A. Ruigómez (CD); C. Alvarez y H. Gabino (CE).

ACCIÓN SOCIAL

Se continuó el Plan de Acción Social 2010.

El presupuesto para Ayudas del Plan de Acción Social para 2010 fue de 80.000 €, con el siguiente desglose:

- Ayuda guardería/ciclo infantil (de 0 a 3 años) - 12.000 €
- Ayuda material escolar (de 3 años a COU/FP) - 20.000 €
- Ayuda dentista y tratamientos bucodentales - 25.000 €
- Ayuda óptica - 16.400 €
- Ayuda calzado ortopédico, audífonos - 2.500 €
- Ayuda para estudios: matrícula universitaria y formación profesional - 2.000 €
- Ayuda por jubilación al personal - 300 €
- Ayuda para cuidado mayores de 70 años y minusválías – 1.800 €
- Seguro de accidentes, préstamos y anticipos

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Acción Social* son: A. Lamata, A. Oscoz y J.M. Ramos (CD); C. Morell, L. Pérez e I. Plasencia (CE).

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Durante el año 2010 se han realizado las siguientes actividades en materia de Prevención de Riesgos Laborales:

Organización e integración de la prevención

Integración

Se puso en marcha el Equipo Técnico de Prevención de Riesgos Laborales, realizándose en el año 3 reuniones de dicho equipo.

Gestión del cambio

Se llevaron a cabo las Evaluaciones de Riesgos de puestos de trabajo pendientes de realizar, completándose con ello la totalidad de las evaluaciones de riesgos de los puestos.

Comunicación

Se ha habilitado en un servidor con acceso exclusivo de los miembros del CSS y se ha preprado una hoja de Excel compartida para llevar el seguimiento de asuntos del CSS.

Se recibieron cinco consultas a través de la dirección de correo upri@iac.es, las cuales fueron resueltas.

En la página Web de la UPRL del IAC se han ido publicando los procedimientos del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales. Estos procedimientos han pasado por una revisión crítica de personas que se considera serán las que mayor responsabilidad tendrán en su aplicación, de forma que sean coherentes con la organización y funcionamiento de sus áreas

de trabajo. Durante 2010 se ha trabajado en la adaptación del Sistema procedimental al RD 67/2010.

Se creó la lista de correo electrónico *upri@iac.es* para que cualquier trabajador pueda contactar con la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales.

Se crea igualmente la página interna de la unidad de prevención y una hoja de cálculo para el seguimiento de las acciones y actuaciones derivadas de las evaluaciones de riesgos y notas de prevención, así como el mantenimiento de los datos relativos a seguridad y salud del personal.

Consulta y participación

4 reuniones del CSS. Se mantuvieron las reuniones del grupo de trabajo del CSS para la elaboración del protocolo de prevención del acoso laboral cuyo texto final queda aprobado en reunión del CSS de 09 de junio de 2010, dándose traslado del mismo a la Dirección del IAC para su aprobación.

Los procedimientos del SGPRL que se han elaborado a lo largo del año, dieciséis, han sido previamente sometidos a comentarios por parte de los Delegados de Prevención.

En las visitas realizadas por la técnico del SPA para evaluación de riesgos se ha contado con la asistencia de al menos un delegado.

Evaluación y planificación

Estrategia de evaluación

MEMORIA
2010 IAC

324

A lo largo del año se ha completado la revisión de las evaluaciones de riesgos de los puestos comenzada el año anterior. De los resultados de estas evaluaciones deberán establecerse actuaciones del CSS además de las propias de los mandos y responsables directos de los puestos evaluados.

En el informe del SPA sobre la implantación y aplicación del plan de prevención se concluye que *“el documento Plan de Prevención*

de Riesgos Laborales es completo y está adaptado a la realidad del IAC y que ha sido completamente implantado”.

Desde noviembre de 2009 a octubre de 2010 se tomaron fichas de datos de 61 puestos, 25 equipos y/o instalaciones, un informe de ruido, unos de iluminación, tres simulacros y varias visitas a los Observatorios.

Con el “luxómetro” adquirido por la UPRL se realizaron medidas en 22 puestos repitiendo en 20 de ellos en cinco fechas diferentes y diferentes horas de la jornada. Con los datos de una medida simultánea con el SPA se compararon ambos luxómetros dando una respuesta muy similar.

El “sonómetro” ha sido utilizado en tres ocasiones para establecer si el nivel de ruido en dos puestos implicaba la necesidad de solicitar una sonometría del SPA, en uno de ellos se decidió solicitarla aunque los niveles detectados no superaban el discomfort.

Se adquiere un “tensiómetro digital” que está a disposición del personal en la Recepción.

Se asiste a los trabajos de preparación del aluminizado de un espejo y se realiza el correspondiente informe con lo observado.

A la revisión de puestos realizada, se le ha complementado con una evaluación de riesgos psicosociales.

Planificación

El SPA hizo entrega de la propuesta de programación para el año.

En enero, marzo y julio se realizaron reuniones con el Equipo Técnico de PRL donde se trataron diferentes temas y se les proyectaron presentaciones sobre PRL.

Formación e información

Se organiza desde la UPRL la formación de los miembros del CSS, del EPSA y los mediadores en prevención del acoso laboral. A continuación se relaciona la formación impartida:

- Access
- Auditorías Prevención Riesgos Laborales
- Básico PRL 50Hrs On Line
- Conducción 4x4 en asfalto
- Información trabajadores funciones y responsabilidades
- Primeros auxilios
- Protocolo llenado desde depósito criogénico
- PVD+ Manipulación manual cargas
- Riesgos Psicosociales
- Riesgos y medidas preventivas en almacén
- Riesgos y medidas preventivas SIC
- Seguridad manejo plataformas elevadoras teórico-práctico
- Trabajos eléctricos
- Turnicidad

Asistieron 168 personas a las diferentes acciones formativas.

Medidas de emergencia e investigación de daños a la salud

Medidas de emergencia

Se realizó un simulacro de emergencia por accidente en el Observatorio del Teide.

Se contrata la instalación de 10 detectores de gas Radón que se colocan en lugares de poca ventilación. En febrero de 2011 estos detectores serán enviados para su análisis y elaboración del correspondiente informe.

Vigilancia de la salud

De acuerdo con el artículo 37.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención, se clasifican las evaluaciones de salud según sean de carácter inicial, por asignación de nuevas tareas, tras baja laboral o periódico.

Tipo de reconocimiento	Número
Periódico	183
Inicial	12
Embarazadas	2
Retorno a trabajo	1

Los miembros del *Comité de Seguridad y Salud* son: J. Calvo, I. Fernández, L. Manadé, C. Martín Galán y G. Pescador (CD); A. Bacallado, I. Corona, J.J. González, S. López González-Coviella y L. Pérez (CE).

IGUALDAD

Tras la finalización del autodiagnóstico durante 2009, en mayo de 2010, fue aprobado por el Comité de Dirección del IAC, presentado por la Comisión permanente de Igualdad. Conforme al mismo, los objetivos básicos de los mismos son:

- Asegurar el respeto de los principios de igualdad de trato de mujeres y hombres en los procesos de selección y contratación de nuevo personal investigador, en el crédito a la autoría de los trabajos profesionales en los diferentes ámbitos de actuación del personal del IAC, y en el reconocimiento institucional de los méritos, lo que finalmente ha de concluir en la justa promoción dentro del IAC.

- Garantizar la incorporación en términos paritarios de mujeres a los comités, grupos de trabajo, cargos designados y órganos de selección de personal dentro del IAC. En términos cuantitativos, la paridad ha de entenderse aquí de forma que, en el conjunto a que se refiera, las personas de cada sexo ni superen el sesenta por ciento ni sean menos del cuarenta por ciento.

- Velar por la equidad (a igualdad de méritos) en la distribución de medios y recursos, tanto internos como externos al IAC, pues así se incrementan las perspectivas de las mujeres para competir en igualdad de oportunidades en la obtención de plazas y promociones. El IAC debe estimular a las mujeres a liderar proyectos, pues es obvio que los medios de que dispone el personal para el desarrollo de su labor son herramienta fundamental para el avance de sus carreras profesionales.

- Velar para que todos los mandos del IAC, gestores de proyectos e investigadores principales respeten los principios de igualdad de trato de mujeres y hombres. En este sentido, se debe dirigir una especial atención a los procesos de reclutamiento de nuevo personal, a la división del trabajo dentro de los proyectos, a la igualdad en las condiciones de trabajo e igualdad en el reconocimiento de sus logros.

PERSONAL

El personal del IAC refleja la estructura consorcial del Instituto. Para especificar su procedencia, junto a cada una de las personas figuran unas referencias, cuya clave puede encontrarse al final de este apartado.

DIRECCIÓN

Director

* Francisco Sánchez Martínez (ULL)

Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CL)

M. Nieves Villoslada Dionis (CL)

Robert Campbell Warden (CL)

GABINETE DE DIRECCIÓN

Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)

Gestora

Laura Calero Hernández (CL)

Jefa de Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

Web

Concepción Anguita Fontecha (CL)

Asesor científico

Alfred Rosenberg González (CL)

Soporte audiovisual

Inés Bonet Márquez (CL)

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)

SUBDIRECCIÓN

Subdirector

* Carlos Martínez Roger (PO)

RECURSOS HUMANOS

Responsable

Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)

Gestión Administrativa

Carmen García de Sola Moyano (CL)

Unidad de Prevención de Riesgos Laborales

Rosa Miriam Galván González (CL)

Luis Manadé Borges (CL)

BIBLIOTECA

Documentalista/Encargada

Monique María Gómez (CL)

Gestión Administrativa

Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

Jefe

Jesús Burgos Martín (CL)

Ingenieros

Montserrat Regas Casanovas (CLT)

Anselmo C. Sosa Méndez (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)

Responsable del Grupo

Antonio J. Díaz China (CL)

Ingenieros

Ubay Dorta Guerra (CL)

Francisco Orta Soler (CL)

Jorge Goya Pérez (CL)

Diego M. Sierra González (CL)

Justo Luna López (CL)

Estrella Zatón Martín (CL)

GRUPO DE DESARROLLO Y WEB (GDW)

Responsable del Grupo

Carlos Westendorp Plaza (CL)

Ingenieros

Susana Delgado Marante (CL)

Ricardo Díaz Campos (CL)

Técnico

José Manuel Ramos Aguilar (CL)

GRUPO DE OPERACIONES Y CENTRO DE ATENCIÓN AL USUARIO (GOP + CAU)

Supervisor del CAU

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)

Encargado de Operaciones

Francisco J. López Molina (CL)

Técnicos

Irene Corona Hernández (CL)

Víctor Plasencia Darías (CL)

Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CL)

Isabel M. Plasencia García (CL)

Juan Javier Rodríguez Expósito (CLT)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Coordinador

* Arturo Manchado Torres (CSIC)

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 (CLT)

Soporte

Ángel M. de Vicente Garrido (CLT) Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)

OPERACIONES TELESCÓPICAS

Jefe

Alejandro Oscoz Abad (CL)

Astrónomo de Soporte

Rafael D. Barrena Delgado (CLT) M. Pilar Montañez Rodríguez (CLT)
Jorge García Rojas (CLT) Cristina Zurita Espinosa (CLT)

Observadores

Santiago López González-Coviella (CL) Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Operadores

María Cebrián Renau (CLT) Juan Ernesto Ribot Hernández (CLT)
Miguel Chioare Díaz Martín (CLT) Sergio Rodríguez Llano (CLT)
Roc Martín Valls (CLT) Meritxell Visus Llobet (CLT)

SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)

Miguel Briganti Correa (CL) Gabriel A. Pérez Díaz (CL)

SERVICIO DE CORRECCIÓN LINGÜÍSTICA (SCL)

Terence John C. Mahoney (CL)

PROYECTO DIMM

Pablo Bonet Márquez (CLT) José Rojas Peña (CLT)
Julio Castro Almazán (CLT) Antonia M. Varela Pérez (CL)

PERSONAL INVESTIGADOR

Astrofísicos

- * José Antonio Acosta Pulido (V)
- * Carlos Allende Prieto (PO)
- * Antonio Aparicio Juan (ULL)
- * M. Jesús Arévalo Morales (ULL)
- * John E. Beckman (CSIC)
- * Juan A. Belmonte Avilés (PO)
- * Juan E. Betancort Rijo (ULL)
- * José Antonio Bonet Navarro (PO)
- * Jorge Casares Velázquez (PO)
- * Jordi Cepa Nogué (ULL)
- * Manuel Collados Vera (ULL)
- * Romano Corradi (PO)
- * Hans Deeg (PO)
- * M. Carmen Gallart Gallart (PO)
- * Ignacio García de la Rosa (PO)
- * Francisco Garzón López (ULL)
- * Jesús González de Buitrago Díaz (ULL)
- * Ignacio González Martínez-Pais (ULL)
- * Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (PO)
- * Artemio Herrero Davó (ULL)
- * Garik Israelian (PO)
- * Jesús Jiménez Fuensalida (PO)
- * Johan H. Knapen (PO)
- * Carlos Lázaro Hernando (ULL)
- * José Alfonso López Aguerri (PO)
- * Antonio Mampaso Recio (PO)
- * Valentín Martínez Pillet (PO)
- * Evencio Mediavilla Gradolph (ULL)
- * Fernando Moreno Insertis (ULL)
- * Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
- * Pere Lluís Pallé Manzano (PO)
- * Ismael Pérez Fournon (ULL)
- * Fernando Pérez Hernández (ULL)
- * Almudena Prieto Escudero (PO)
- * Mercedes Prieto Muñoz (ULL)
- * Rafael Rebolo López (CSIC)
- * Clara Régulo Rodríguez (ULL)
- * Teodoro Roca Cortés (ULL)
- * José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)
- * Basilio Ruiz Cobo (ULL)
- * Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
- Tariq Shahbaz (PO)
- * Héctor Socas Navarro (PO)
- * Javier Trujillo Bueno (CSIC)
- Alejandro Vazdekis Vazdekis (PO)
- * Manuel Vázquez Abeledo (PO)

Becarios y contratados

- Christian Beck (CLT)
- Luca Belluzzi (CLT)
- Karsten Berger (CLT)
- Ángel M. Bongiovanni Pérez (CLT)
- Ricardo Jesús Carrera Jiménez (CLT)
- Nieves Dolores Castro Rodríguez (CLT)
- Antonio Cava (CLT)
- Remon Cornelisse (CLT)
- Carlos Domínguez-Tagle Paredes (CLT)
- Igor Drozdovsky (CLT)
- Alessandro Ederoclite (CLT)
- Massimiliano Esposito (CLT)
- Damian Fabbian (CLT)
- Jesús Falcón Barroso (CLT)
- Bruno Femenía Castella (CLT)
- Patrizia Ferrero (CLT)
- Juan Font Serra (CLT)
- M. Mercedes Franqueira Pérez (CLT)
- Miriam García García (CLT)
- Domingo Aníbal García Hernández (CLT)
- Begoña García Lorenzo (CLT)
- Antonio García Muñoz (CLT)
- César A. González García (CLT)
- Jonay González Hernández (CLT)
- Félix Gracia Temich (CLT)
- Salvatore Guglielmino (CLT)
- Angela Hempel (CLT)
- Susana Iglesias Groth (CLT)
- Olena Khomenko (CLT)
- Mina V. Koleva (CLT)
- Lucas Labadie (CLT)
- Patricio Andrés Lagos Lizana (CLT)
- Bihain Alexandre Laken (CLT)
- Javier Licandro Goldaracena (CLT)
- Nicolás Cedric Lodieu (CLT)
- Luis López Martín (CLT)
- Valentina Luridiana (CLT)
- Rafael Manso Sainz (CLT)
- M. Jesús Martínez González (CLT)
- Jairo Méndez Abreu (CLT)
- Szabolcs Mészáros (CLT)
- Matteo Monelli (CLT)
- Frank Müller Sánchez (CLT)
- Enric Pallé Bago (CLT)
- Ana M. Pérez García (CLT)
- Jonathan Germain Pochon (CLT)
- Irene Olga Puerto Giménez (CLT)
- Elena Ricciardelli (CLT)
- M. Ángeles Rodríguez Hernández (CLT)
- José Alberto Rubiño Martín (CLT)
- Víctor Sánchez Béjar (CLT)
- Miguel Ángel Sánchez Conde (CLT)
- Sergio Simón Díaz (CLT)
- Jiri Stepan (CLT)
- Ramarao Tata (CLT)
- Brandon West Tingley (CLT)
- Ignacio Trujillo Cabrera (CLT)
- Jesús María Varela López (CLT)
- Lofti Yelles Chaouche (CLT)

Afiliados

Carlos A. Álvarez Iglesias (V)
Marc Ballcels Comas (V)
Antonio Luis Cabrera Lavers (V)
Lucio Crivellari (V)
David García Álvarez (V)
Bettina Gerken (V)

Gabriel Gómez Velarde (V)
José Miguel González Pérez (V)
Daniel Reverte Paya (V)
Riccardo Scarpa (V)
Ovidiu Vaduvescu (V)

Colaboradores

Emilio Casuso Romate (V)
Antonio Eff-Darwich Peña (V)
Alejandro García Gil (V)

Inés Márquez Rodríguez (V)
José Manuel Rodríguez Ramos (V)

ÁREA DE ENSEÑANZA

Coordinador

* César Esteban López (ULL)

Secretaría

M. Lourdes González Pérez (CL)

ASTROFÍSICOS RESIDENTES

Residentes 2º IAC

Judith Bakos (AR)	Eduardo Guerras Valera (AR)
Josefa Becerra González (AR)	Christoph Kuckein (AR)
Elisa Delgado Mena (AR)	M. Trinidad Tapia Peral (AR)

Residentes 1º IAC

Edgar Samuel Carlín Ramírez (AR)	Mireia Montes Quiles (AR)
Anna Ferré Mateu (AR)	Karla Yulién Peña Ramírez (AR)
Carlos Hugo López Carballo (AR)	José Ramón Sánchez Gallego (AR)

Beca 2º IAC

Manuel Díaz Alfaro (AR)	Iván Oteo Gómez (AR)
Marcela E. Espinoza Contreras (AR)	Agnieszka Rys (AR)
Ana Belén Morales Luis (AR)	M. Esther Sanromá Ramos (AR)

Beca 1º IAC

Víctor Manuel Alí Lagoa (AR)	Paloma Inés Martínez Navajas (AR)
Santiago Erroz Ferrer (AR)	Javier Zaragoza Cardiel (AR)
Emma Fernández Alvar (AR)	Stefano Zarattini (AR)

UE RocPACS

Parviainen Hannu (CLT)	Felipe Murgas Alcaino (CLT)
------------------------	-----------------------------

Becarios y colaboradores

David Abreu Rodríguez (V)	Beatriz González Merino (V)
Julio A. Carballo Bello (V)	Ingrid Patricia Meschin (V)
Rosa Clavero Jiménez (V)	Manuel Felipe Núñez Díaz (V)
Paul Compère (V)	Carmen Pilar Padilla Torres (V)
Jesús M. Corral Santana (V)	Irene Pintos Castro (V)
Adriana de Lorenzo Cáceres Rodríguez (V)	Luis Peralta de Arriba (V)
Andrés del Pino Molina (V)	Manuel Perger (V)
Alicia Diago Ortega (V)	Carlos Cristo Quintero Noda (V)
Carolina Domínguez Cerdeña (V)	Sebastián Andrés Ramírez Alegría (V)
Rosa M. Domínguez Quintero (V)	Nayra Rodríguez Eugenio (V)
Miriam Fernández Lorenzo (V)	Carolina Sabín San Julian (V)
Inés Flores Cacho (V)	

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Coordinador

* Ramón J. García López (ULL)

Secretaría

Rocío Mesa Martínez (CL)

M. Pilar Rivero López (CLT)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Héctor D. Rodríguez Rodríguez (CL)

INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)	Roger Hoyland (CL)
Haresh Mangharam Chulani (CL)	Enrique Joven Álvarez (CL)
José Miguel Delgado Hernández (CL)	Yolanda Martín Hernando (CLT)
José Javier Díaz García (CL)	Miguel Ángel Núñez Cagigal (CLT)
S. Taho Dorta Pérez (CLT)	Teodora A. Viera Curbelo (CL)

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

Ingenieros

Patricia Fernández Izquierdo (CLT)	Pablo Redondo Caicoya (CL)
Elvio Hernández Suárez (CL)	Samuel Santana Sschudi (CLT)
Angel Mato Martínez (CLT)	Fabio Tenegi Sanginés (CLT)
José Peñate Castro (CLT)	Nauzet Vega Reyes (CLT)

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

Jefe

José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

Ingenieros

Ariadna Zares Calcines Rosario (CLT)	Roberto López López (CL)
Ana Belén Fragoso López (CL)	Iciar Montilla García (CLT)
Maidor Insausti Mugica (CLT)	Jorge Sánchez-Capuchino Revuelta (CL)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)	José Marco de la Rosa (CLT)
M. Francisca Gómez Reñasco (CL)	Heidy Moreno Arce (CL)
Pablo López Ramos (CL)	Esperanza Páez Mañá (CL)
José Carlos López Ruiz (CL)	Josefina Rosich Minguell (CLT)

MEMORIA
IAC 2010

333

PROYECTOS

Jefe

Marcos Reyes García-Talavera (CL)

Gestores

Ángel Alonso Sánchez (CL)	Christine Danielle Grivel-Gelly (CLT)
Manuel Amate Plasencia (CL)	José Miguel Herreros Linares (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL)	Jesús Patrón Recio (CL)
Víctor M. González Escalera (CL)	M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)

PRODUCCIÓN

Jefe

Juan Calvo Tovar (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)

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)	Ángel L. Morales Ayllón (CL)
Agustín R. Casanova Suárez (CL)	José Ramón Olives Mora (CL)

Almacén

J. Gerardo Rodríguez Cándido (CL)

TALLER DE MECÁNICA

Jefe

Francisco Llarena García (CL)

Técnicos

Nauzet Cabrera García (CLT)	Esteban González Díaz (CL)
Juan José Dionis Díaz (CL)	Pablo González Gómez (CL)
Carlos A. Flores García (CL)	Cristóbal Morell Delgado (CL)
Higinio Gabino Pérez (CL)	Ricardo Negrín Martín (CL)
Jesús Felipe García López (CL)	

Almacén

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

ADMINISTRACIÓN DE LOS SERVICIOS GENERALES

Administrador

* Rafael Arnay de la Rosa (PO)

Secretaría

Diana C. Paredes Martín (CL)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

José M. Pérez Menor (CL)

REGISTRO

Rosa María González Gómez (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)

GERENCIA ADMINISTRATIVA

Gerente

Luisa Margarita Ávila Miranda (CL)

Jefe Departamento

Dionisio Pérez de la Rosa (CL)

GESTIÓN PRESUPUESTARIA

Ruth Fernández Ribera (CL)

M. José González Díaz (CL)

Sonia Fumero de Sande (CL)

Yolanda Zamora Expósito (CL)

A. Delia García Méndez (CL)

TESORERÍA

Lydia de Araoz Vigil (CL)

José M. Rodríguez Acosta (CL)

Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CL)

M. Luz Sánchez Rodríguez (CLT)

PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)

M. Belén Rodríguez González (CL)

Ana M. Lamata Martínez (CLT)

CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CL)

DIETAS Y VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

GERENCIA OPERACIONAL

Gerente

Germán R. Pescador Rodríguez (CL)

MANTENIMIENTO GENERAL

Jefe

Sergio Medina Morales (CL)

Técnico

Ramón Hernández Mendoza (CL)

Conductores

Cándido Álvarez García (CL)

Juan Manuel Martín Pérez (CL)

DELINEACIÓN GENERAL

* Ramón Castro Carballo (CSIC)

TELEFONISTA/RECEPCIONISTA

M. Eulalia Alsina Casals (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

Yasser M. El Bouayaidi Mohamed (CLT)

Moisés Hilario Lubary Rodríguez (CLT)

Ignacio González Gutiérrez (CLT)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

Administrador

Juan Carlos Pérez Arencibia (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)

Conductor

José Adolfo Hernández Sánchez (CL)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Aytami Y. Peñate Rodríguez (CL)

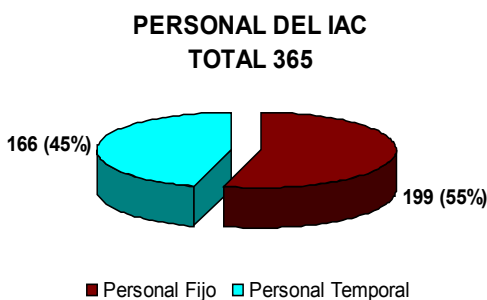
DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2010)

	PO	CL	CLT	ULL	CSIC	AR	V	TOTAL
Astrofísicos	25	3	63	20	4		17	132
Técnicos	1	93	34	1	1			130
Administrativos	1	50	3					54
Doctorandos			2			24	23	49
TOTAL	27	146	102	21	5	24	40	365

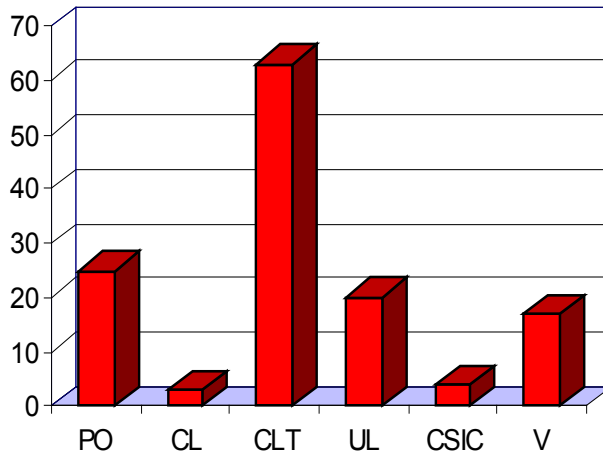
	PO	ULL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	27	21	5	1	54
PERSONAL NO FUNCIONARIO				311	311
TOTAL	27	21	5	312	365

PERSONAL FIJO	199
PERSONAL TEMPORAL	166
TOTAL	365

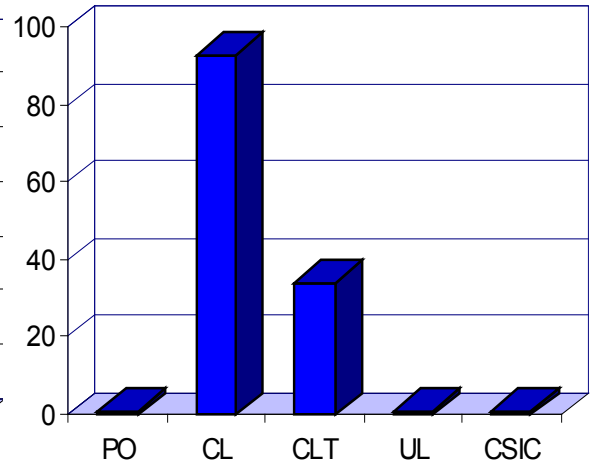


- * = Personal Funcionario
- PO = Plantilla Orgánica del IAC
- CL = Contrato Laboral
- CLT = Contrato Laboral Temporal
- ULL = Universidad de La Laguna
- CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- AR = Astrofísicos Residentes
- V = Varios (becas, colaboradores, etc.)

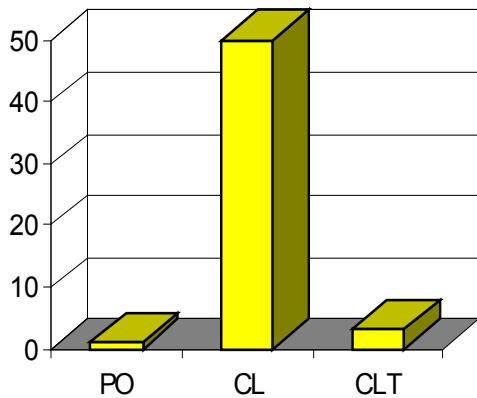
ASTROFÍSICOS



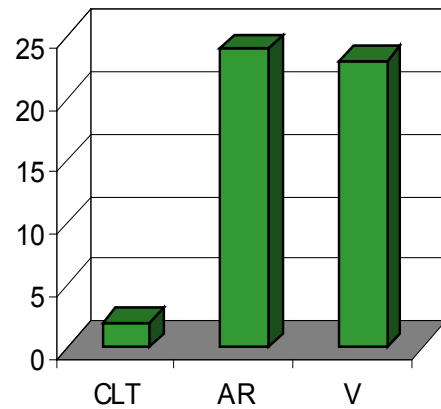
TÉCNICOS



ADMINISTRATIVOS

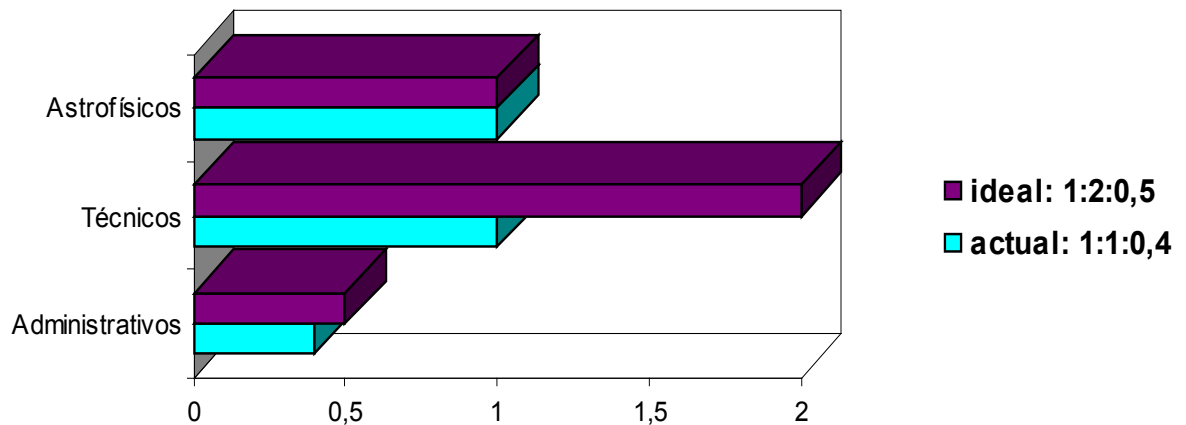


DOCTORANDOS



RELACIÓN

Astrofísicos: Técnicos: Administrativos



DIRECCIONES Y TELÉFONOS

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n
E-38205 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-605200
Fax: (34) 922-605210
E-mail: postmaster@iac.es
Web: <http://www.iac.es>
Sala de vídeo-conferencias



OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329100
Fax: (34) 922-329117
E-mail: teide@iac.es
Web: <http://www.iac.es/ot>



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) 922-425700
Fax: (34) 922-425701
E-mail: recepcalp@iac.es
Web: <http://www.iac.es/gabinete/calp>
Sala de vídeo-conferencias



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail: adminorm@iac.es
Web: <http://www.iac.es/orm>
Sala de vídeo-conferencias

