



**MEMORIA
2005**

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

GABINETE DE DIRECCIÓN

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



Foto portada: Galaxia NGC 7023 tomada por Misha Shrimmer en blanco y negro, virada a azules.

Indice general

5	- PRESENTACIÓN
6	- 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)
16	- ACUERDOS
21	- Gran Telescopio CANARIAS (GTC)
26	- ÁREA DE INVESTIGACIÓN
28	- Estructura del Universo y Cosmología
38	- Estructura de las galaxias y su evolución
58	- Estructura de las estrellas y su evolución
73	- Materia Interestelar
79	- El Sol
93	- El Sistema Solar
99	- Historia de la Astronomía
102	- Óptica atmosférica y Alta resolución espacial
118	- Instrumentación óptica
125	- Instrumentación infrarroja
133	- Astrofísica desde el espacio
147	- ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN
148	- Ingeniería
156	- Producción
159	- Acciones de apoyo tecnológico
165	- Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
176	- ÁREA DE ENSEÑANZA
176	- Cursos de doctorado
177	- Seminarios científicos
179	- Seminarios del Director
179	- Coloquios
180	- Becas
182	- XVII Escuela de Invierno: "Espectroscopía 3D"
184	- ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES
184	- Instituto de Astrofísica
185	- Observatorio del Teide
186	- Observatorio del Roque de los Muchachos
187	- Centro Común de Astrofísica de La Palma
187	- Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo
189	- Ejecución del Presupuesto 2005
190	- GABINETE DE DIRECCIÓN
190	- Ediciones
193	- Web
194	- Comunicación y divulgación
211	- SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)
214	- BIBLIOTECA
216	- PUBLICACIONES CIENTÍFICAS
216	- Artículos en revistas internacionales con árbitros
222	- Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
224	- Comunicaciones a congresos internacionales
231	- Comunicaciones a congresos nacionales
231	- Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
232	- Artículos en revistas nacionales
232	- Publicaciones del IAC
232	- Libros y capítulos de libros
233	- Tesis doctorales
234	- REUNIONES CIENTÍFICAS
240	- TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS
241	- DISTINCIONES
244	- VISITANTES
248	- ORGANIZACIÓN Y PERSONAS
251	- PERSONAL
263	- DIRECCIONES Y TELÉFONOS

PRESENTACIÓN

Como ya el IAC va teniendo historia, empezamos a disponer de efemérides que recordar. Así el 2005 ha sido un año de aniversarios destacables, empezando por el de la "I Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica", que hace justo treinta años se celebró en Tenerife, cuando el IAC acababa de instalarse en los barracones, en el solar que hoy ocupan las facultades de Física y Matemáticas. Una década más tarde, en 1985, el Instituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios eran inaugurados solemnemente por la Familia Real española y seis jefes de Estado europeos, con la presencia de ministros y autoridades de Europa y astrofísicos de todo el mundo, entre ellos cinco Premios Nobel. Con su asistencia reforzaban la confianza de futuro puesta en este centro astrofísico que, 20 años después, se ha convertido en un instituto con sólido prestigio y que mantiene una buena actividad en todas sus áreas, como pone de manifiesto la presente Memoria.

Precisamente, la Ministra de Educación y Ciencia, en la reunión de julio pasado de nuestro Consejo Rector, subrayó este desarrollo vigoroso y sostenido del Instituto de Astrofísica de Canarias. En esta ocasión se aprobó el Plan Estratégico del IAC para el período 2005-2008, en el que se proyecta el futuro de nuestra actividad. También se inauguró el CALP (Centro de Astrofísica de La Palma). Esta sede del IAC en la Isla de la Palma constituye un elemento básico para favorecer y enriquecer la cooperación internacional y para aumentar nuestra presencia en la Isla.

Resulta inevitable la referencia al Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Aunque no será posible alcanzar el objetivo de tener "primera luz" en la primavera del 2006, cada vez está más cercano el momento de su entrada en servicio: ya hay terminadas un sinnúmero de tareas clave, como la instalación de su enorme estructura mecánica en el Observatorio del Roque de los Muchachos, y ya se han recibido bastantes de los elementos fundamentales, como el espejo terciario, la cámara de adquisición y guiado y casi todos los segmentos del espejo primario.

Hay razones de peso para explicar esta realidad (proveedores que no cumplen los plazos de entrega contratados, inclemencias meteorológicas excesivas, etc.), pero no se computarían como retrasos si los vehementes deseos de terminar pronto no hubiesen hecho las planificaciones tan súper ajustadas. En definitiva, los tiempos de ejecución gastados en algunas tareas del telescopio y en la fabricación de sus componentes han sido muy superiores a las estimaciones iniciales realizadas. Esto pasa con demasiada frecuencia en los proyectos de "gran ciencia". Es el momento de felicitar a todas las personas de GRANTECAN S.A. por su buen hacer y animarles en esta difícil recta final.

CONSORCIO PÚBLICO

"INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS"

El Consorcio Público "Instituto de Astrofísica de Canarias" está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología), 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 del 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 europeos.

La participación de las instituciones de los diversos países en los Observatorios se realiza a través del Comité Científico Internacional (CCI). Se produce un "Informe Anual" en el cual se recoge la actividad científica desarrollada en los Observatorios y las mejoras en sus instalaciones. Este informe tiene una amplia difusión internacional.

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 Asignación de Tiempo (CAT) reparte cuidadosamente entre las numerosas peticiones formuladas por los astrofísicos españoles.

El IAC lo integran:

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

Se estructura en áreas:

Investigación
Instrumentación
Enseñanza

El Real Decreto 557/2000, de 27 de abril, creó el **Ministerio de Ciencia y Tecnología** como Departamento responsable de la política científica y tecnológica, de las telecomunicaciones y del impulso de la sociedad de la información.

En virtud del Real Decreto 696/2000, de 12 de mayo, por el que se establece la estructura orgánica básica del Ministerio, el Instituto de Astrofísica de Canarias se relacionará administrativamente con el Departamento a través de la **Secretaría de Estado de Universidades e Investigación**, que asume las competencias en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico.

REUNIONES CELEBRADAS

Reunión del Consejo Rector

M. Jesús Sansegundo, Ministra de Educación y Ciencia, y Adán Martín, Preidente del Gobierno de Canarias, presidieron, el pasado 27 de julio, la reunión del Consejo Rector. Esta reunión tuvo lugar en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), nueva sede del IAC en el municipio de Breña Baja, en la isla de La Palma, que fue inaugurado a continuación.

Esta sede, construida por GRANTECAN S.A., es el resultado de la colaboración de diversas entidades públicas, como son el Ayuntamiento de Breña Baja, el Cabildo de La Palma, el Gobierno de Canarias y el IAC. Además de servir como base administrativa a los grupos que tienen telescopios en el Observatorio del Roque de los Muchachos, el CALP afianza la presencia del IAC en la isla con un acercamiento directo a la ciudadanía tanto con actividades científicas y tecnológicas como culturales.

La Ministra de Educación y Ciencia junto con el Presidente del Gobierno de Canarias, y el Director del IAC, Francisco Sánchez, ofrecieron una rueda de prensa a los medios de comunicación para dar a conocer los acuerdos alcanzados en la reunión del Consejo Rector. En esta reunión se trató entre otros temas la aprobación del "Plan Estratégico" del IAC para el período 2005-2008.

El Consejo Rector del IAC es el órgano decisorio en materia administrativa y económica a través del cual ejercen sus respectivas competencias sobre el Consorcio Público IAC la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).



Un momento de la reunión.



La Ministra de Educación y Ciencia junto con el Presidente del Gobierno de Canarias y el Director del IAC, durante la rueda de prensa.

Asistieron a la reunión:

- M. Jesús Sansegundo, Ministra de Educación y Ciencia
- Adán Martín, Presidente del Gobierno de Canarias
- Juan M. Fernández de la Bastida, Vicepresidente de Investigación Científica y Técnica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en representación del Presidente
- Carmen M. Evora, Vicerrectora de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad de La Laguna, en representación del Rector
- Salvador Barberá, Secretario General de Política Científica y Tecnológica
- Carlos Alejalde, Director General de Política Tecnológica
- Isaac C. Godoy, Consejero de Educación, cultura y Deportes del Gobierno de Canarias
- Ricardo Melchior Navarro, Presidente del Cabildo de Tenerife
- José Luis Perestelo Rodríguez, Presidente del Cabildo de La Palma
- Pedro Álvarez Martín, Director de GRANTECAN S.A.

MEMORIA
2005 IAC

8



*La Ministra
M. Jesús
Sansegundo.*

INAUGURACIÓN DEL CALP (Centro de Astrofísica de La Palma)

La evolución de la operación del Observatorio del Roque de los Muchachos y la llegada del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) son razones añadidas para disponer, en la Isla de La Palma, en un lugar bien comunicado y de fácil acceso, de una sede del Instituto de Astrofísica de Canarias.

Denominado "Centro de Astrofísica en La Palma" (CALP), este centro corresponde a la demanda de las instituciones usuarias del Observatorio del Roque de los Muchachos de un espacio común a nivel del mar donde puedan instalar su infraestructura de soporte para dar servicio a sus instalaciones telescópicas.



Distintos momentos de la inauguración.



El CALP se considera un elemento básico para enriquecer la atmósfera de cooperación, que es fundamento del European Northern Observatory (ENO). Además permitirá aumentar la presencia del IAC en La Palma, impulsar la tecnología y la difusión de la ciencia en la isla y, en definitiva, potenciar el acercamiento del Observatorio a la sociedad palmera.

El centro ha sido construido en el municipio de Breña Baja (La Palma), en terrenos situados entre el barranco de "Amargavinos" y la "Cuesta de San José", que han sido cedidos por el Ayuntamiento de Breña Baja y el Cabildo de La Palma, aprovechando el edificio nunca terminado del Albergue Juvenil.

Entre sus instalaciones cuenta con una zona de despachos y oficinas para los astrónomos y el personal que lleva la gestión de las instalaciones telescópicas, una biblioteca, salas de reuniones y de conferencias y facilidades informáticas y de telecomunicaciones. Los talleres, laboratorios y almacenes permitirán a los usuarios el mantenimiento y desarrollo de instrumentación científica.

MEMORIA
IAC 2005

9



Reuniones del Comité Científico Internacional (CCI)

El 27 de mayo, en el Rectorado de la Universidad de John Moore de Liverpool (Reino Unido), el CCI celebró su reunión número **53**. Durante la misma se trataron temas relacionados con el desarrollo de los Servicios Comunes de los Observatorios, el progreso del GTC, así como los planes de desarrollo del servicio de banda ancha de telecomunicaciones para unir los observatorios con el IAC y el exterior. También se discutió sobre el desarrollo del Proyecto "OPTICON", la financiación disponible para las Actividades de la Red de Colaboración ENO, y sus proyectos correspondientes. En esta reunión se resaltó la especial relevancia de la actividad de acceso transnacional; organizado por el IAC a favor de toda la comunidad astronómica europea. El CCI acordó asignar un año del Tiempo Internacional del 5% al Proyecto "The Star Formation History of Dwarf Galaxies".

La reunión número **54** del CCI se celebró, el 7 de octubre, en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el municipio de Breña Baja, La Palma. En la reunión se trataron, entre otros temas, los informes de sus Administradores y de los dos Subcomités de Operaciones y de Finanzas, así como el estado de los nuevos proyectos, entre ellos el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y el telescopio solar GREGOR.

Reunión del Comité de Dirección de la revista científica *Astronomy & Astrophysics*

En el mes de mayo se reunió en Tenerife el "Board of Directors" (Comité de Dirección) de la revista científica *Astronomy & Astrophysics* por invitación del IAC. En esta revista se publican una parte importante de los resultados de investigación del IAC.

La revista que fue creada y dirigida mayoritariamente por países europeos; se encuentra entre las tres revistas científicas de Astrofísica más importantes del mundo. España es uno de los países promotores. Fernando Moreno-Insertis, Catedrático de la Universidad de La Laguna e

investigador el IAC, es miembro del Comité de Dirección de la revista y fue el responsable principal de la organización de la reunión.

Dinamarca cede a España el liderazgo europeo en Astronomía de Posición

El pasado 8 de septiembre, en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP) del IAC, en Breña Baja, tuvo lugar la reunión de clausura del Comité de Dirección del telescopio Círculo de Tránsitos Automático (ATC, siglas en inglés de Automatic Transit Circle), comité que desde 1984 ha dirigido y dictado sus líneas de investigación de este instrumento.

Danés en su origen y en la actualidad propiedad del IAC, este telescopio será operado totalmente por el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA), de San Fernando (Cádiz).

En esta reunión participaron los componentes actuales del Comité y el Dr. Carlos Martínez, Subdirector del IAC. Asistieron también como invitados otros algunos antiguos miembros del comité y astrónomos que han participado en las investigaciones con este telescopio en La Palma en el transcurso de los años.

Historia de un telescopio

El Círculo de Tránsitos Automático se instaló en el Observatorio del Roque de los Muchachos en 1984. Desde entonces ha estado observando ininterrumpidamente en dicho emplazamiento operado conjuntamente por varias instituciones: el Observatorio de la Universidad de Copenhague (CUO, propietario del instrumento); el Observatorio Real de Greenwich (RGO) hasta su desaparición, en que fue sustituido por el Instituto de Astronomía de la Universidad de Cambridge (IoA), que aportó los equipos informáticos y cofinanció la construcción del edificio; y, por parte española, por el Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA).

En 2002, el IoA abandonó su participación en las operaciones del telescopio en La Palma y en octubre de 2004 lo hizo el CUO, aunque ambos continúan colaborando en la elaboración del CMC14, último catálogo confeccionado con datos



LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS



OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)

- **Superficie:** 50 hectáreas
- **Altitud:** 2.390 m
- **Situación:** Isla de Tenerife (Islas Canarias/España)
- **Longitud:** 16°30'35" Oeste
- **Latitud:** 28°18'00" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
10	Telescopio STARE	HAO Boulder (EEUU)	2001
30	Telescopio robótico Bradford	Univ. de Bradford (RU)	2005
30	Telescopio TELAST	IAC (E)	2006
40 x 2	Red de telescopios ópticos (OTA)	Sociedad del Telescopio (EEUU)	2004
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 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. Göttingen (A) Inst. Postdam (A)	2007
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) IAC (E)	2002
	Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15	IAC (E)	1996
	Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR:		
	- Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1978
	- Espectrofotómetro ECHO-T	HAO Boulder (EEUU)	2000
	- Tacómetro de Fourier GONG	NSO (EEUU)	1996
	- Fotómetro de alta resolución TON +	Univ. Tsing-Hua (Taiwán)	1993
	- Fotómetro estelar de gran campo PASS	IAC (E)	2005

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

SERVICIOS

- **Comunicaciones:** Red IBERCOM, sistema de radio-enlace con estación de base y a bordo de vehículos, línea de datos a 34 Mbps.
- **Alojamientos:** Residencia = 24 plazas.
- **Vehículo:** 6 adscritos a las instalaciones telescópicas y 4 todo-terreno.
- **Energía:** 3 centros de transformación con 660 KVA y 3 grupos electrógenos con 295 KVA.
- **Centro 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 seeing (DIMM)	IAC-Univ. Niza (E-FR)	1984
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 Jacobus Kapteyn (JKT)	PPARC (RU-PB-IR)	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)	PPARC (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)	PPARC (RU-PB-E)	1987
1.040	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EEUU-M)	2007
1.700 x 2	Telescopio Cherenkov MAGIC I y MAGIC II	Consorcio MAGIC**	2005 y 2007

*Consorcio WASP:

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

**Consorcio MAGIC:

Inst. Física d'Altes Energies (E); Univ. Autónoma Barcelona (E); Obs. de Crimea (U); Univ. California (EEUU); Univ. Göttingen (A); Univ. Lodz (P); Univ. Complutense de Madrid (E); Inst. Nuclear Research (R); Inst. Max-Planck Munich (A); Univ. Padua (IT); Univ. Potchefstroom (PB); Univ. GH-Siegen (A); Univ. Siena (IT); Obs. Tuorla (FI); Univ. Würzburg (A); Inst. Física Yerevan (AR)

A= Alemania; AR= Armenia B= Bélgica; D= Dinamarca; E= España; EEUU=Estados Unidos; FI= Finlandia; FR=Francia; IR= Irlanda; IT= Italia; M= México; N= Noruega; PB= Países Bajos;

P= Polonia; RU= Reino Unido; R= Rusia; S= Suecia; U= Ucrania; IS= Islandia

SERVICIOS

- Comunicaciones: Red IBERCOM, sistema de radio-enlace con estaciones de base y a bordo de vehículos, línea de datos a 34 Mbps.
- Alojamientos: Residencia = 29 habitaciones (24 individuales y 5 dobles); Anexo = 30 habitaciones (9 individuales y 21 dobles).
- Vehículos: 3 todo-terreno, 1 turismo. 1 camión (quitanieve y contraincendios) y 1 ambulancia.
- 4 Helipuertos.
- Otras instalaciones: Zona de Servicios con despachos, Laboratorio de Electrónica, Taller de Mecánica, Almacén,

COMISIÓN PARA LA ASIGNACIÓN DE TIEMPO (CAT) en los Observatorios del IAC

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

Sala diurna

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

NOTA: Las resoluciones del CAT, con las

propuestas seleccionadas, aparecen detallados en la siguiente direcciones electrónicas:

- telescopios solares

<http://www.iac.es/cat/diurno/HOJA.html>

11, 12 y 13 de mayo

Presidente:

Juan A. Belmonte, del IAC

Vocales del IAC:

- *Casiana Muñoz-Tuñón*

- *César Esteban*

Vocales de la Comunidad Nacional:

- *Ruth Carballo*, de la Univ. de Cantabria

- *M. Rosa Zapatero*, de LAEFF

- *Guillem Anglada*, del IAA

Representante del Comité Científico

Internacional:

Oscar Strainero, del Obs. de Téramo (Italia)

Vocales de Tiempo Adicional:

Tatiana Karthaus, del IAC, como Secretaria.

- telescopios nocturnos

http://www.iac.es/cat/index_noc.html

por lo que para evitar repeticiones no se incluirán en esta Memoria. (Información: Tatiana Karthaus,

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

Sala nocturna

son fijadas por el Consejo Rector del IAC. 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.

9, 10 y 11 de noviembre

Presidente:

Juan A. Belmonte, del IAC

Vocales del IAC:

- *Casiana Muñoz-Tuñón*

- *César Esteban*

Vocales de la Comunidad Nacional:

- *Luis Goicoechea*, de UNICAN

- *M. Rosa Zapatero*, de LAEFF

- *Guillem Anglada*, del IAA

Representante del Comité Científico

Internacional:

Oscar Strainero, del Obs. de Téramo (Italia)

Vocal de Tiempo Adicional:

MEMORIA
2005 IAC

14

28 de enero

Presidente:

José A. Bonet, del IAC

Vocal del IAC:

Manuel Vázquez

Vocales de la Comunidad Nacional:

- *Vicente Domingo Codoñer*, de la Univ. de Valencia

- *José L. Ballester*, de la Univ. de Palma de Mallorca

Representante del Comité Científico

Tatiana Karthaus, del IAC, como Secretaria.

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), de la que van formando parte toda la comunidad astrofísica española. Las normas sobre su composición y funcionamiento

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

*El factor de sobrepetición expresa el número de noches solicitadas por cada noche concedida.
El factor de sobreconcesión expresa el número de noches concedidas por cada noche solicitada.*

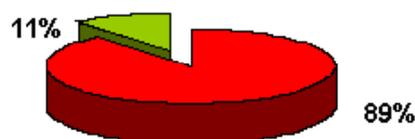
194 noches solicitadas en el
telescopio TCS (OT)



■ concedidas

Factor de sobreconcesión: 1,03
Se han concedido 200,7 noches, 5,7 más de las solicitadas en un principio

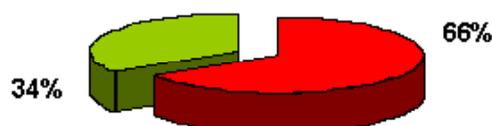
284 noches solicitadas en el
telescopio IAC-80 (OT)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 1,1 (110%)

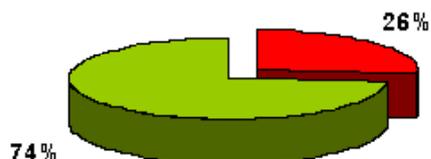
147 noches solicitadas en el
telescopio INT (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición: 1,5 (150%)

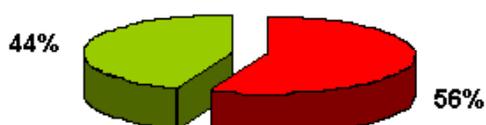
299 noches solicitadas en el
telescopio WHT (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 3,8 (380%)

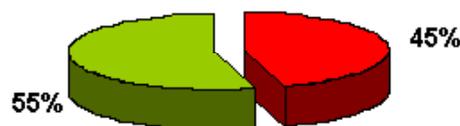
106,2 noches solicitadas en el
telescopio NOT (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición: 1,8 (180%)

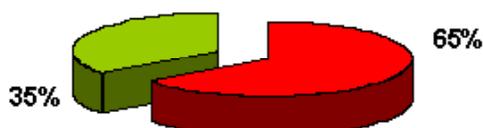
127,7 noches solicitadas en el
telescopio TNG (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 2,2 (220%)

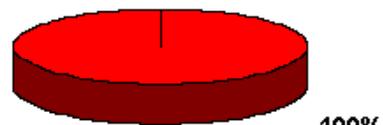
66 noches solicitadas en el
telescopio MERCATOR (ORM)



■ concedidas ■ denegadas

Factor de sobrepetición 1,5 (150%)

31,6 noches solicitadas en el
telescopio LT (ORM)



■ concedidas

Factor de sobreconcesión 1,06
Se han concedido 33,6 noches, 2 más de las solicitadas en un principio

ACUERDOS

El 12 de diciembre, en la Residencia del Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio de Garafía, en la isla de La Palma, una delegación del Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) y el IAC firmaron un Convenio de Colaboración. En nombre del BSC-CNS firmó su Director y Catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Mateo Valero, mientras que por parte del IAC lo hizo el Subdirector de este Instituto, Carlos Martínez Roger, por delegación del Director. También estuvieron presentes varios miembros del BSC-CNS: Felipe Lozano, Business Development Manager, Jesús Labarta, Director del Área de IT y Catedrático de la UPC, y Sergi Girona, Director de Operaciones, todos ellos acompañados de Fernando Moreno-Insertis, Catedrático de la Universidad de La Laguna e investigador del IAC, Rafael Rebolo, Profesor de Investigación del CSIC e investigador del IAC, y Juan Carlos Pérez Arencibia, Administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos. Previamente al acto de la firma, los asistentes visitaron las instalaciones de este Observatorio.

Capacidad de cálculo

El BSC-CNS es un centro que tiene por objeto investigar, desarrollar y gestionar la tecnología para facilitar el progreso científico. Dispone de la mayor capacidad de cálculo de alto rendimiento de Europa y ha sido establecido por un consorcio formado por el Estado español, la Generalitat de Catalunya y la UPC para proporcionar un incremento cuantitativo y cualitativo en lo referente al uso de la simulación numérica. Por su parte, el IAC dispone del mayor conjunto de instalaciones telescópicas en el suelo europeo así como grupos de investigación puntera en muchos campos de la Astrofísica Computacional. De ahí el interés común por ambas partes en firmar este convenio de colaboración, que tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre de 2007, siendo renovado automáticamente por períodos de dos años.



En virtud de este acuerdo, el IAC y el BSC-CNS, mediante jornadas conjuntas, darán a conocer a la comunidad científica las posibilidades de utilización de este Centro de Supercomputación. Como primera iniciativa en este sentido, el 13 de diciembre, la delegación del BSC-CNS, a la que se sumaron José María Cela y Guillaume Houzeaux, del Departamento de Matemática Aplicada del BSC-CNS, visitaron el Instituto de Astrofísica en La Laguna. Posteriormente, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, presentaron el Barcelona Supercomputing Center y las capacidades del Supercomputador Mare Nostrum a los investigadores del IAC, con quienes mantuvieron reuniones a lo largo del día.

MEMORIA
2005 IAC

16

El IAC propondrá al BSC-CNS, mediante procedimientos establecidos previamente de mutuo de acuerdo, una relación de proyectos con requerimientos de cálculo que superen las posibilidades del IAC. Asimismo, este Instituto se constituirá como colaboradora de una o más de las líneas de e-ciencia que se van a desarrollar en el seno del BSC-CNS, particularmente en las áreas de Astrofísica Computacional, y científicos del IAC participarán en la estructura de investigación del BSC-CNS.

Como proyecto inicial de especial interés se establece la colaboración en el desarrollo y optimización de códigos de cálculo MHD (Magnetohidrodinámica) para supercomputación masivamente paralela con AMR (Adaptive Mesh Refinement), entre otros.

Para la planificación, coordinación y seguimiento de las actividades también se ha constituido una Comisión de Seguimiento de la colaboración que se reunirá, al menos, una vez al año y que estará formada, por parte del IAC, por el Director y un astrofísico especialista, y por parte del BSC-CNS, por el Director y el Director de Operaciones.

EL AYUNTAMIENTO DE GARAFÍA CEDE TERRENOS PARA EL PARQUE CULTURAL DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

El pasado 11 de agosto, en los Llanos de Aridane y ante el notario Pablo Otero Afonso, tuvo lugar el acto de entrega de la parcela del término municipal de Garafía (La Palma) para la construcción del "Parque Cultural del Roque de los Muchachos", proyecto que el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) lleva años tratando de sacar adelante.

Al acto asistieron por parte del Ayuntamiento de Garafía, su alcalde, Vicente Peñate García, y por parte del IAC, su director, Francisco Sánchez Martínez, el Administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos, Juan Carlos Pérez Arencibia, y el Jefe del Gabinete de Dirección, Luis A. Martínez Sáez.

Con la entrega de estos terrenos se da un paso decisivo en el proyecto para la construcción y explotación de un Parque de divulgación basado en la Astronomía y abierto al público, en el término municipal de la Villa de Garafía, donde también se encuentra instalado el Observatorio del Roque de los Muchachos.

La parcela seleccionada para ubicar el Parque Cultural ocupa un área triangular de 50.000 m², delimitada en dos de sus lados por la carretera LP-22 que conduce desde Mirca hasta Garafía, entre los puntos kilométricos PK 34.200 y PK 34.850. Corresponde a terreno rústico, en la zona denominada Lomo del Llano, situado al norte del barranco de Briestas. El terreno está comprendido entre las cotas 2.045 y 2.090 m sobre el nivel del mar.

La divulgación de la Ciencia

La divulgación de la Ciencia, como parte importante de la Cultura, ha sido una preocupación constante del IAC, que precisamente incluye entre sus fines la difusión de los conocimientos astronómicos. De ahí el anhelo de poner en marcha Centros de Visitantes en los Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma), denominados "Estellarium" y "Parque Cultural del Roque de los Muchachos", respectivamente.

El Parque Cultural del Roque de los Muchachos pretende satisfacer, en primer lugar, la demanda turística diurna que surge de los visitantes que transcurren por la vía dorsal de la isla de La Palma, así como la de la población permanente de la isla y, de manera especial, la de los escolares palmeros. Alrededor de 80.000 visitantes llegan a la cima del Roque de los Muchachos cada año y muchos de ellos manifiestan su deseo de entrar en las instalaciones telescópicas del Observatorio palmero.

La Agrupación Astronómica Isla de La Palma podrá ubicar en el entorno del Parque sus telescopios para poder realizar sus propias observaciones.

El IAC realizará la obra mediante la forma de concesión de obra pública dentro de los límites de la parcela.

Por otra parte, se estimulará al empresariado para generar infraestructuras hoteleras en Garafía que faciliten el hospedaje a los visitantes del Parque. Las construcciones se integrarán en el entorno natural, reduciendo al mínimo el impacto paisajístico y garantizando un adecuado sistema de vertidos y residuos. El "parque" también incorporará una sala temática relacionada con los recursos naturales y patrimonio de la Villa de Garafía.

COLABORACIÓN ENTRE EL CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN DE BARCELONA Y EL IAC

seis programas científicos dentro del marco del programa EARA (European Association for Research in Astronomy).

COLABORACIÓN CON LA REBIUN

El IAC y la Red de Bibliotecas Universitarias REBIUN (CRUE) han firmado un convenio de colaboración para la integración y actualización de datos bibliográficos automatizados.

COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE DEUSTO

El IAC ha firmado un Convenio de Colaboración con la Universidad de Deusto para la implementación del Modelo de Innovación denominado MICAG.

COLABORACIÓN CON LA FECYT

El IAC y la FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) han firmado un Convenio Específico de Colaboración para realizar actividades de divulgación y para la preparación de proyectos de carácter didáctico.

COLABORACIÓN CON EL INTA

El IAC ha firmado un convenio específico de colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), para el Desarrollo de Proyectos de Instrumentación Científica.

CONVENIO CON EL MUSEO DE LA CIENCIA Y EL COSMOS

El IAC ha firmado un convenio con el Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife, para las Actividades Didácticas de la "Cosmoneta" del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife.

AURA INVITA AL IAC A INGRESAR COMO MIEMBRO ASOCIADO

La Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía de Estados Unidos (AURA, de Association of Universities for Research in Astronomy) ha invitado al IAC a ingresar como miembro asociado en esta organización. Su presidente, William Smith, se reunió el pasado 1 de abril con el director e investigadores del IAC con el fin de que nuestro Instituto solicite su adhesión a dicha organización como "International Affiliate Member". William Smith también se entrevistó con el Rector de la Universidad de La Laguna y miembro del Consejo Rector del IAC, Ángel Gutiérrez.



AURA es un consorcio formado por universidades y centros de investigación, encargado de operar observatorios astronómicos de primer nivel (Gemini Observatory, National Optical Astronomy Observatory-NOAO, National Solar Observatory-NSO, Space Telescope Science Institute-STScI, New Initiatives Office-NIO). En la actualidad, AURA está constituida por 31 instituciones estadounidenses y 5 afiliados internacionales.

El objetivo de AURA (www.aura-astronomy.org) es

COLABORACIÓN CON EL CABILDO DE TENERIFE PARA LA ESCUELA DE INVIERNO

Este acuerdo, para la financiación de la "Canary Islands Winter School of Astrophysics", se firmó el pasado 16 de diciembre, en el Cabildo Insular de Tenerife.

El pasado 16 de diciembre, en la Sala Borges de la sede del Cabildo, en Santa Cruz, tuvo lugar la firma del Convenio de Colaboración del Cabildo Insular de Tenerife con el IAC para la financiación de la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" (Escuela de Invierno de Astrofísica de Canarias). En nombre del Cabildo de Tenerife firmó su Presidente, Ricardo Melchior, y por parte del IAC sul Director, Francisco Sánchez.

En virtud de este acuerdo, el Cabildo Insular de Tenerife contrae la obligación de aportar la cantidad de diez mil euros anualmente, para colaborar en la financiación de la celebración de los Congresos Científicos que forman parte de la serie anual de la Escuela de Invierno de Astrofísica de Canarias, en el Centro de Congresos del Cabildo Insular de Tenerife del Parque Taoro, en el Puerto de La Cruz. Por su parte el IAC se compromete a reconocer específicamente el patrocinio del Cabildo en cada Escuela de Invierno que se celebre mientras dure el acuerdo.

Desde 1989, el IAC organiza anualmente, en la isla de Tenerife, la "Canary Islands Winter School of Astrophysics", que reúne a estudiantes de doctorado, docentes e investigadores especialistas en la investigación astronómica de todos los países del mundo y sobre un tema diferente cada año. El alto nivel científico y el prestigio de estas conferencias astronómicas hacen que el IAC precise instalaciones modernas -con los más avanzados sistemas de apoyo de conferencia, ordenadores con línea RDSI, vídeo multisistema, etc.- donde celebrar estas reuniones. Por otro lado, al tratarse de un evento internacional costoso, recogido posteriormente en forma de libro por la editorial Cambridge University Press, el IAC necesita financiación. De ahí el Convenio del IAC con el Cabildo de Tenerife, al que pertenece el Centro de Congresos del Casino Taoro, un Centro vanguardista que ofrece las infraestructuras y medios necesarios para el desarrollo de estas Escuelas de Invierno del IAC.

ACUERDO PARA EL PATROCINIO DE LOS ENCUENTROS ASTROFÍSICOS "BLAS CABRERA"

El IAC ha firmado un acuerdo con el Grupo Santander, el Ministerio de Educación y Ciencia y la Universidad Nacional Autónoma de México para desarrollar la iniciativa denominada Encuentros Astrofísicos "Blas Cabrera" que pretende estimular las sinergias entre las comunidades astrofísicas de los dos países.

CONCIERTO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

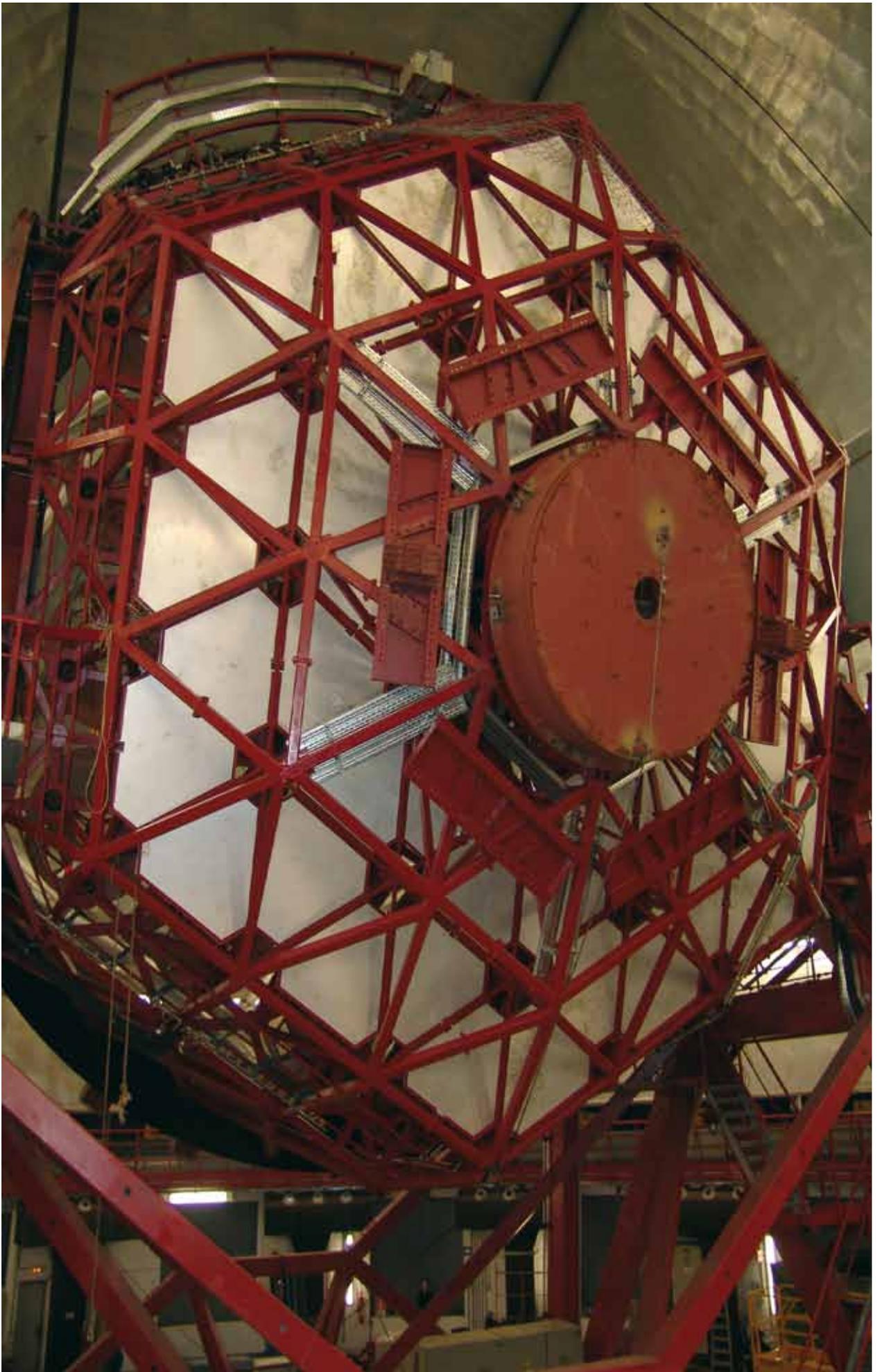
El IAC y el IES César Manrique han firmado un concierto específico de colaboración para la realización de un programa formativo del módulo profesional de formación en centros de trabajo, por el que alumnos de este centro docente realizarán prácticas en el IAC.

ACUERDO DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA Y EDUCACIONAL COOPERACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE PADUA

El IAC y la Universidad de Padua (Italia) han firmado un acuerdo de colaboración científica y educacional para la formación de alumnos de doctorado y jóvenes investigadores por medio de



William Smith presidente de AURA con el investigador del IAC Pere Lluís Pallé.



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) a través de GRANTECAN S.A., empresa pública participada por el Estado Español, a través del Ministerio de Educación y Ciencia, y el Gobierno Autónomo de Canarias, a través de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes. También son coparticipes del proyecto, 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). Este telescopio, con un espejo primario segmentado de 10,4 metros de diámetro equivalente, se está actualmente construyendo en el Observatorio del Roque de Los Muchachos, en la Isla de La Palma.

En el año 2005 se han instalado sobre la estructura mecánica del telescopio los mecanismos necesarios para su movimiento: cojinetes hidrostáticos, codificadores y motores. Han llegado ya al Observatorio los treinta y seis segmentos que forman el espejo primario, y el espejo terciario. Sin embargo, el espejo secundario no ha podido entregarse en este año y es, actualmente, el elemento que acumula mayor retraso.

LA ESTRUCTURA MECÁNICA DEL TELESCOPIO EMPIEZA A COBRAR VIDA

Se instalaron y alinearon las subceldas que hacen de interfase entre la celda del espejo primario y los segmentos del espejo quedando estas listas para recibir estos segmentos en las fechas previas a la primera luz. Las treinta y seis subceldas han quedado fijadas en su posición final dentro de la precisión requerida. Para este alineamiento fue necesaria la utilización de métodos de triangulación con dos teodolitos trabajando simultáneamente.

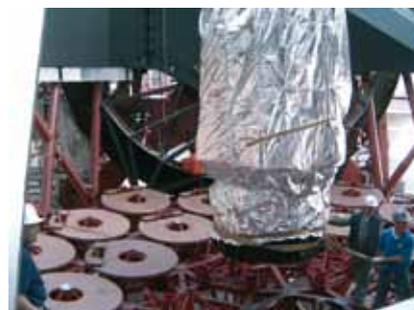
Se montó en su situación definitiva, sobre la celda del espejo primario, la torre del espejo terciario. Se alineó con respecto a los ejes del telescopio y se comprobó el correcto funcionamiento de todos sus mecanismos. Al final de este proceso, se verificó el

procedimiento de montaje y desmontaje del espejo real en esta torre, proceso que ya ha quedado cerrado para ser ejecutado de forma definitiva en fechas próximas a la Primera Luz. Y, finalmente, se han montado los equipos electrónicos propios de esta torre, con los que se controlan sus movimientos y sensores, y se ha comenzado a probar y poner a punto la parte del sistema de control del GTC asociada a esta torre.

Para poder realizar la puesta en marcha de los sistemas de movimiento del telescopio se procedió al equilibrado del tubo utilizando contrapesos y masas que simulan los espejos, sus mecanismos y los instrumentos que ha de soportar en el futuro. Con el tubo ya equilibrado se procedió a la puesta en marcha del sistema definitivo de aceite y al ajuste de los cojinetes hidrostáticos de azimut y de elevación. A partir de ese momento, la estructura



A la izquierda, la grúa procede a introducir la torre del espejo terciario a través de las compuertas de observación. A la derecha, la torre del espejo terciario está situada en el centro del espejo primario.



El software del sistema de control en desarrollo se encuentra instalado en el Observatorio. Este software, junto con los elementos electrónicos que se van completando, se está probando y depurando frente a los sistemas finales a controlar. Durante el año 2005 se han realizado las primeras pruebas con los mecanismos del espejo terciario y con los del espejo secundario, se ha continuado con las pruebas de las cajas de adquisición y guiado y con la cúpula, y se ha concluido con las relacionadas con los mecanismos del espejo primario dejando esta parte del sistema de control listo para sus pruebas en Primera Luz.

LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

El GTC contará, desde su puesta en operación, con dos instrumentos científicos de primera generación: **OSIRIS** y **CanariCam**. Además, estará disponible **ELMER**, un instrumento concebido para minimizar los riesgos ante la posibilidad de que los instrumentos de Día Uno no estén a punto. Todos estos instrumentos están en un avanzado estado de fabricación. Algunos ya han iniciado su integración en laboratorio y otros lo harán en breve.

Alrededor de estos instrumentos se está desarrollando una intensa actividad científica de preparación de programas de observación, ya que el propósito es que el impacto científico del GTC sea importante desde el comienzo.

El primer instrumento de segunda generación, **EMIR**, ha progresado de forma importante en su diseño y desarrollo de prototipos. En breve está previsto realizar una revisión externa de todos estos avances.

Un segundo instrumento ha sido ya seleccionado: **FRIDA**. Está concebido para explotar las capacidades de alta resolución espacial que suministrará la Óptica Adaptativa del telescopio y su fecha prevista para ser instalado en el GTC es el año 2011.

OSIRIS

OSIRIS (*Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy*, Sistema Óptico para Imagen y Espectroscopía Integrada de Resolución Baja/Intermedia), es un instrumento en el rango visible para obtener imágenes directas del cielo así como espectroscopía de baja resolución de varios objetos a la vez.

OSIRIS incorpora detectores CCD (*Charge Coupled Device*, dispositivo de carga acoplada) de última generación, combinados con filtros sintonizables. El instrumento combina su capacidad de hacer espectrofotometría rápida con un amplio campo de visión para espectroscopía multiobjeto con máscaras, con lo que será uno de los instrumentos más versátiles y potentes de su clase.

El grupo de científicos e ingenieros de **OSIRIS**, liderado por el Dr. Jordi Cepa-Nogué (IAC), está haciendo un gran esfuerzo por llevar a buen término este proyecto de carácter internacional, con participación, fundamentalmente, de España y México.

A lo largo del año 2005, **OSIRIS** ha avanzado de forma significativa en la fabricación de sus componentes. Como consecuencia de los elevados



Introducción de la araña del espejo secundario a través de la compuerta de observación.

requisitos de este instrumento algunos contratistas han tenido dificultades que han requerido de más tiempo del inicialmente previsto para solventarlas. Tal es el caso del recubrimiento del colimador, entre otros. Por estas razones, el inicio de la integración del instrumento en laboratorio está ahora previsto para iniciarse durante el año 2006.

OSIRIS, entre otros resultados, proporcionará nuevos datos a los científicos en diversas áreas de conocimiento de la Astrofísica, como las atmósferas de los planetas del Sistema Solar; los objetos compactos emisores de rayos X, posibles agujeros negros; las supernovas muy lejanas que sirven de referente para conocer la edad del Universo;

del telescopio pudo moverse a cualquier posición para permitir realizar el montaje de los codificadores y motores.

La instalación y puesta en marcha de los codificadores de los ejes de azimut y elevación no resultó una tarea sencilla. Requirió de varios intentos por parte de la empresa especializada encargada de esta tarea, que se llevaron a cabo entre los meses de julio y noviembre. Finalmente los codificadores han quedado funcionando a plena satisfacción. El codificador del eje de azimut, con más de 17 metros de diámetro, es seguramente el mayor y más preciso del mundo.

El montaje y ajuste de los motores de los ejes, especialmente los del eje de elevación, ha sido, junto con el montaje y ajuste de los ejes del telescopio en el pasado, una de las tareas más laboriosas de las realizadas en el montaje del telescopio en las instalaciones del GTC en el Observatorio. Las dificultades han sido las propias del ajuste de unos elementos de grandes dimensiones para cumplir con unas prestaciones muy exigentes. El tiempo requerido para alcanzar estas prestaciones ha superado todas las estimaciones realizadas. Al finalizar el año los motores se encontraban casi completamente montados y alineados permitiendo así que se pueda proseguir con el ajuste de los servos de movimiento del telescopio, ya en el año 2006.

En paralelo con estos montajes y ajustes se ha realizado el grueso de la instalación, a través de toda la estructura del telescopio, de las conducciones necesarias: red eléctrica, tanto estabilizada como no, para todos los elementos eléctricos y electrónicos que se han de instalar en el propio telescopio y sus instrumentos, tuberías de aceite a presión para los cojinetes hidrostáticos y los correspondientes retornos de baja presión, tuberías para el suministro y retorno de agua a diferentes temperaturas para la refrigeración de los sistemas eléctricos, tuberías para el suministro de aire seco a presión para los instrumentos científicos y los sensores de borde del espejo primario, la instalación y cableado de los sensores de temperatura a lo largo de toda la estructura y las fibras ópticas para las comunicaciones digitales entre los distintos ordenadores instalados en el telescopio y los equipos informáticos de la sala de

control. Esta tarea ha requerido de la instalación, a lo largo del telescopio y de los acoples que permiten la rotación de este, de kilómetros de cables, tuberías y fibras ópticas.

LOS ELEMENTOS OPTICOS

Durante el año 2005 continuó el suministro regular de segmentos del espejo primario. Al finalizar el año se habían recibido treinta y seis segmentos con lo que se dispone ya de la superficie completa del espejo primario. Sólo resta el suministro del séptimo lote de seis segmentos, también denominados "de repuesto". Todos estos segmentos se encuentran almacenados en el edificio del GTC, en áreas provisionalmente preparadas para ello ya que nunca se pensó en tener que acumular tantos segmentos fuera del telescopio.

En los últimos meses del año se inició a la actividad de preparación de la manipulación y el aluminizado de los espejos, incluyendo el entrenamiento del personal que se verá involucrado en estas delicadas tareas.

La delicada y laboriosa tarea del pulido del espejo secundario se concluyó a finales de año. Finalmente, a pesar de las dificultades encontradas a lo largo del largo proceso para su fabricación, el espejo secundario ha alcanzado las prestaciones requeridas. Su recepción en el Observatorio está prevista para los primeros meses del año 2006. Cuando esto ocurra, se iniciarán las labores de ajuste de los servos de los mecanismos de movimiento de este espejo, recibidos en el Observatorio a principios del año, con el espejo final. Esta es una labor que, aunque bien definida, va a requerir de varios meses de trabajo, al tratarse de un proceso de prueba y error, hasta lograr la correcta sintonía.

Como estaba previsto, el espejo terciario se recibió en el Observatorio a principios del año y se realizaron y ajustaron los protocolos para su correcta manipulación y montaje en el telescopio. De esta forma sólo resta su aluminizado para su instalación definitiva en el telescopio, en fechas próximas a la Primera Luz.

EL SISTEMA DE CONTROL

A lo largo del año 2005 se ha incrementado la actividad relacionada con la fabricación y montaje de los sistemas eléctricos y electrónicos para el control de la instalación. Esto ha sido posible al haberse cerrado con los contratistas muchas interfaces pendiente de ser cerradas y que, una vez concluidos sus trabajos, ya son definitivas.

óptica, hace que **ELMER** pueda ser un instrumento relativamente versátil a pesar de su simplicidad, y uno de los más sensibles.

Este instrumento se encuentra totalmente integrado en los talleres del IAC, donde se han realizado la totalidad de pruebas de sus subsistemas. En el año 2005 se han realizado las pruebas a nivel de sistema y se ha iniciado la fabricación de los armarios finales que contienen los elementos electrónicos. Estos quedarán completados en el año 2006.

La ciencia que podrá hacerse con **ELMER** abarca desde el estudio del Sistema Solar, variables cataclísmicas, pulsares, objetos violentamente variables y brotes de rayos gamma, pasando por galaxias activas, cúmulos de galaxias y Cosmología.

Más información sobre **ELMER** puede encontrarse en la página del Proyecto: <http://www.gtc.iac.es>
EMIR

EMIR (*Espectrógrafo Multiobjeto Infrarrojo*) es un espectrógrafo multi-objeto con capacidad de imagen. Es el primer instrumento de segunda generación del GTC y el primero que trabajará en el infrarrojo cercano, un instrumento clave para el estudio de la historia de la formación de estrellas en el Universo.

EMIR es un instrumento ambicioso y, como tal, complejo. Su gran reto está en conseguir un campo de visión grande que permita observar muchos objetos simultáneamente al usar el método de máscaras multirrendija, que permite seleccionar la parte del campo visible que se quiere observar. Esta característica lo dotará de una gran eficiencia observacional para muchos tipos de proyectos en los que se necesita observar un número elevado de galaxias o estrellas.

El Dr. Francisco Garzón (IAC) es el investigador principal de **EMIR**, quien lidera un equipo altamente motivado de científicos e ingenieros de varias instituciones, además del IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y el Laboratoire d'Astrophysique - Observatoire Midi-Pyrénées (LAOMP, Francia).

Las características principales de **EMIR** son su gran campo de visión, necesario para realizar espectroscopía multi-objeto, su rango espectral hasta la banda K, y su relativamente alta dispersión. Todas estas necesidades hacen que se lleve al límite el diseño óptico. Además, **EMIR** ha de enfriarse a temperaturas criogénicas (200° bajo cero) para disminuir el fondo térmico infrarrojo, por lo que la gran ventana de entrada en un instrumento criogénico es todo un reto de diseño. También es un reto el mecanismo que se utilice para cambiar las máscaras sin necesidad de calentar el instrumento cada vez que se haga un cambio. **EMIR** es un instrumento complejo, pero único, un instrumento que abrirá el camino de la espectroscopía multi-objeto infrarroja.

Los objetos típicos observados serán galaxias débiles, estrellas poco masivas, objetos estelares jóvenes, enanas marrones, regiones de HII y zonas de formación estelar, supernovas distantes, núcleos galácticos y galaxias primordiales.

A lo largo de 2005 **EMIR** ha completado gran parte de su diseño de detalle, ha completado la fabricación de la mayor parte de los prototipos necesarios para resolver los aspectos tecnológicos críticos en este instrumento, y ha iniciado la fabricación de los elementos ópticos del instrumento. En el año 2006 se realizará una revisión externa del diseño realizado para contrastar los pasos realizados. **EMIR** se espera que llegue al telescopio en el año 2008.

Más información sobre **EMIR** puede encontrarse en la página del Proyecto: <http://www.iac.es/project/emir/emir.html>

ÓPTICA ADAPTATIVA

A lo largo del año 2005 se ha progresado en el diseño de detalle del sistema de Óptica Adaptativa para el GTC. Este avance ha sido menor en los aspectos de control de este sistema debido a las prioridades establecidas que se centran actualmente en la puesta en marcha del telescopio. A lo largo del próximo año 2006 se espera realizar

las llamadas explosiones de rayos gamma, unas tremendas emisiones de energía cuyo origen se desconoce y que es preciso identificar; o la formación y evolución de las galaxias y los cúmulos de galaxias.

Más información sobre **OSIRIS** puede encontrarse en la página del Proyecto: <http://www.iac.es/proyect/OSIRIS/>

CanariCam

CanariCam es un espectrógrafo con capacidad de imagen en el infrarrojo térmico que podrá “detectar” el calor de las estrellas. Será capaz de obtener imágenes, hacer espectroscopía, polarimetría y coronografía en el rango espectral del infrarrojo medio, capacidades que confieren a este instrumento aspectos únicos dentro de su clase. El equipo de **CanariCam** está liderado por el Prof. Charles Telesco (Univ. de Florida, EEUU) y se está construyendo en su totalidad en dicha Universidad.

CanariCam permitirá llevar a cabo observaciones espectroscópicas con resolución baja e intermedia en las bandas de 10 y 20 μm , entre unos valores bastante más bajos que los límites alcanzados por los satélites de infrarrojos lanzados hasta ahora. Además será el único coronógrafo existente en un telescopio de gran tamaño y capaz de trabajar en la banda de 10 μm . La coronografía en el rango del infrarrojo medio puede ser muy útil para, entre otros proyectos, la detección de posibles planetas de baja masa en torno a estrellas de secuencia principal. Por último, **CanariCam** podrá realizar polarimetría en 10 y 20 μm .

En el año 2005 se ha realizado la integración en laboratorio y se ha realizado gran parte de la caracterización y puesta a punto del instrumento. Durante este proceso han surgido algunas dificultades, como es el caso de flexiones en algunas partes del instrumento al orientarlo en diferentes posiciones, que han impedido completar estas labores en el año 2005. Se espera completar el instrumento en el laboratorio en el verano de 2006.

CanariCam será un instrumento ideal para el estudio de zonas de formación estelar, tanto galácticas como extragalácticas, para aportar nuevas claves en el análisis de la conexión entre

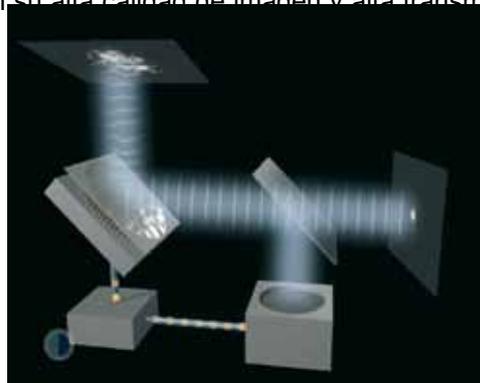
actividad nuclear y formación estelar, o para el estudio de galaxias lejanas, sin dejar de lado la observación de objetos de baja masa, tales como enanas marrones, objetos protoestelares, o planetas extrasolares.

Más información sobre **CanariCam** puede encontrarse en la página del Proyecto: http://electron.astro.ufl.edu/CanariCam/canaricam_home.htm

ELMER

ELMER es un instrumento pensado para hacer imagen y espectroscopía de baja resolución en el rango visible a un costo reducido, en términos tanto monetarios como de riesgo. Es, por definición, un instrumento de emergencia. Responde a una recomendación del Comité Científico Asesor (SAC) para tener un instrumento simple en la Primera Luz. La experiencia en otros grandes telescopios indica que los primeros instrumentos, debido a su complicidad y ambición desde el punto de vista científico, suelen retrasarse en llegar al telescopio, por lo que es necesario contar con un instrumento simple, cuya construcción no ofrezca dificultades innecesarias, listo para ser usado en caso necesario.

ELMER será capaz de obtener imágenes convencionales con filtros de banda ancha y estrecha que permitirán hacer comprobaciones de calibración del propio telescopio, espectroscopía de rendija larga, fotometría rápida, espectroscopía rápida de rendija corta, espectroscopía sin rendija o espectroscopía multiobjeto. Esto, combinado con su alta calidad de imagen y alta transmisión



La Óptica Adaptativa corrige las aberraciones que trae consigo la luz, producidas al atravesar la atmósfera.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

su tiempo a estas labores de soporte.

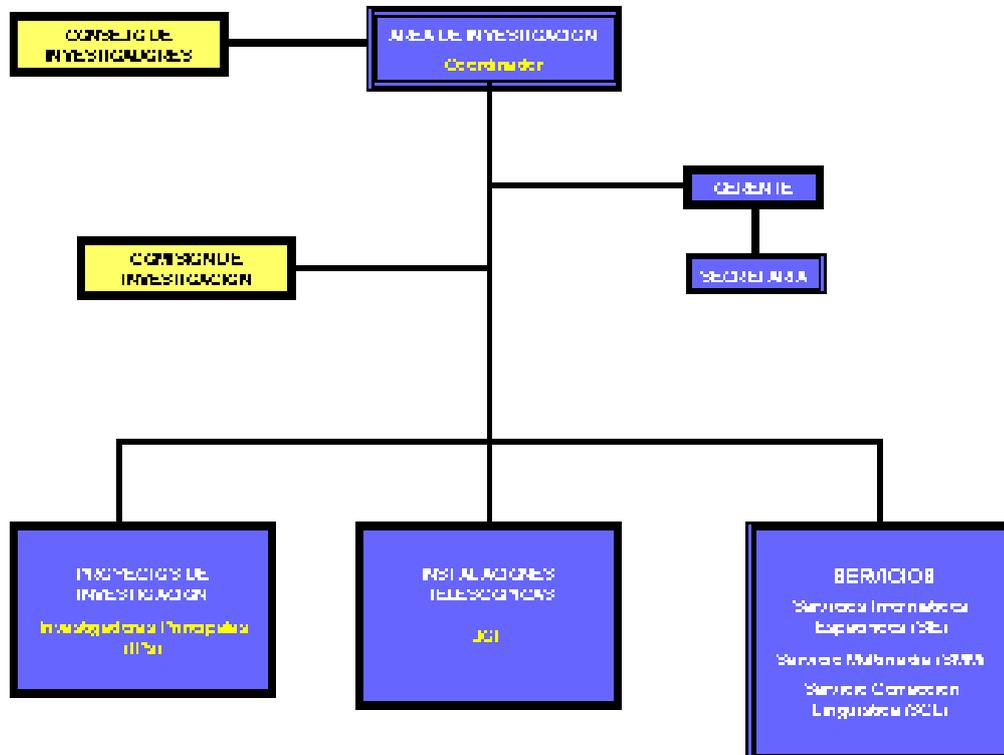
- **Servicio MultiMedia (SMM)**. Ofrece apoyo a los usuarios en todo lo referente a temas gráficos, tratamiento de imágenes, elaboración de ilustraciones o pósters y trabajos de vídeo o de infografía 3D. El Servicio está compuesto por tres técnicos especializados y es coordinado por un investigador senior 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 en la materia. El servicio está formado por un técnico especializado.

Proyectos de Investigación

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se engloban en once 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; Estructura de las Galaxias y su Evolución; Estructura de las Estrellas y su Evolución; Materia Interstelar; El Sol; Sistema Solar; Historia de la Astronomía; Óptica atmosférica y Alta Resolución Espacial; Instrumentación Óptica; Instrumentación Infrarroja y Astrofísica desde el Espacio.

Cada uno de los 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



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 y cinco doctores del centro, uno de ellos elegido por los estudiantes de Doctorado. 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. El **Gerente**, que dirige la Secretaría, tiene como misión la de 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 al 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 la 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 y los "Astrónomos de Soporte"- investigadores contratados con dedicación parcial a labores concretas relacionadas con los telescopios y con su instrumentación. Los avances en este servicio pueden encontrarse en el informe del correspondiente Proyecto de Investigación.

Servicios

- **Servicios Informáticos Específicos (SIE).** Su misión 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 que dedican una buena parte de

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGÍA

ANISOTROPÍA DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS (P5/86)

R. Rebolo.

J.A. Rubiño, S. Hildebrandt, C.M. Gutiérrez, S. Iglesias Groth, C. Padilla, R. Génova Santos y E. Battistelli.

R. Watson, R. Davis y R. Davies (Jodrell Bank, Reino Unido); M. Hobson, R. Saunders y K. Greinge (Cavendish Astrophysics Group, Reino Unido); J. Dellabrouille y G. Patachon (College de France, Francia); F. Atrio (Univ. de Salamanca); E. Martínez-González y J.L. Sanz (IFCA, Cantabria); P. Lubin y P. Meinhold (Univ. California en Santa Bárbara, EEUU); R. Sunyaev (MPA, Alemania); M. de Petris y L. Lamagna (Univ. La Sapienza, Roma, Italia).

Introducción

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas en un amplio rango de escalas angulares que van desde pocos minutos de arco hasta varios grados. Las fluctuaciones primordiales en la densidad de materia, que dieron origen a las estructuras en la distribución de materia del Universo actual, debieron dejar una huella impresa en el Fondo de Microondas en forma de irregularidades en la distribución angular de su temperatura. Experimentos como el COBE o el de Tenerife han mostrado que el nivel de anisotropía a escalas angulares de varios grados está en torno a 1×10^{-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. El Proyecto concentra sus esfuerzos en realizar medidas a más alta resolución espacial y sensibilidad que las obtenidas por este satélite utilizando para ello el experimento interferométrico Very Small Array, y en tratar de entender los agentes de emisión galáctica que contaminan las medidas

cosmológicas a grandes escalas con los datos que proporciona el experimento COSMOSOMAS. El Proyecto comienza una nueva fase con la que se pretende explorar el potencial de las medidas de polarización. Los estudios de la polarización del Fondo Cósmico de Microondas permitirán romper la degeneración respecto algunos parámetros cosmológicos que las medidas en intensidad no pueden discernir por sí solas.

Algunos resultados relevantes

Se han obtenido mapas de alta sensibilidad con el experimento COSMO-11. Cubren una región de más de 7000 grados cuadrados con una resolución de ~ 0.9 grados a una frecuencia de 10.7 GHz. Se han obtenido unos 100 días útiles de observación. La sensibilidad alcanzada a final de año era de aproximadamente 60 microK por haz, comparable a los resultados obtenidos con el experimento COSMO-15 a frecuencias más altas. La correlación con WMAP muestra que el experimento de baja frecuencia también detecta con claridad el Fondo Cósmico de Microondas. Las correlaciones entre COSMO-11 y DIRBE muestran la existencia de una señal a alta latitud galáctica correlacionada con polvo térmico. La dependencia espectral de esta señal no puede ser explicada por procesos de emisión tipo sincrotrón o libre-libre, encaja, sin embargo, bastante bien con los modelos que predicen emisión dipolar eléctrica de partículas o moléculas con alta velocidad de rotación en el medio interestelar.

Evolución del Proyecto

Se ha llevado a cabo la instalación de las nuevas antenas de VSA y se han probado y obtenido los primeros resultados. Concretamente se ha obtenido un mapa del complejo molecular de Perseo para investigar el origen de la emisión anómala de microondas detectada por el experimento COSMOSOMAS y un mapa del supercúmulo de Corona Boreal donde el VSA con su anterior configuración había detectado a más baja resolución una desviación notable de la gaussianidad del Fondo Cósmico de Microondas.

Se ha continuado una colaboración con el Inst. de Física de Cantabria (IFCA) iniciada en el año 2004 para llevar a cabo un análisis de la gaussianidad de los datos tomados por el VSA. Para ello, el método "Smooth Tests of Goodness of Fit" ha

sido adaptado para su aplicación a experimentos interferométricos, y posteriormente ha sido aplicado a los datos del VSA durante este año. Este estudio ha permitido caracterizar, con un método alternativo, la señal no-gaussiana asociada a los mapas obtenidos con VSA en el supercúmulo de Corona Boreal. Los resultados del nuevo estudio son compatibles con los análisis realizados con anterioridad por nuestro grupo.

Se han realizado observaciones del supercúmulo de Corona Boreal con el telescopio milimétrico (MITO) en colaboración con el Dpto. de Física de la Univ. La Sapienza. Se ha encontrado evidencia de que el decremento en la intensidad del Fondo Cósmico de Microondas detectado por VSA hacia el centro de este supercúmulo es probablemente debido a una combinación de señal primordial negativa y del efecto Sunyaev-Zeldovich. Es poco probable que este efecto esté asociado a un cúmulo de galaxias no identificado. Los datos sobre poblaciones galácticas que se han recopilado tampoco indican la presencia de un cúmulo. Se maneja como hipótesis más probable que existe gas de temperatura relativamente elevada ($T \sim 0.1-1$ keV) en regiones supracumulares con una densidad suficiente para causar este efecto. Este gas podría contener una cantidad de bariones comparable a la que existe en las galaxias de los cúmulos conocidos en Corona Boreal. Se continúa el estudio de la población de galaxias y cúmulos de galaxias en la región donde se detectó el decremento más intenso de la señal del Fondo Cósmico de Microondas utilizando datos del Sloan Digital Sky Survey.

El consorcio VSA y el equipo del Cosmic Background Interferometer de Caltech han realizado una comparación exhaustiva de los datos obtenidos por ambos experimentos de forma independiente en las mismas regiones de cielo. El acuerdo de ambos experimentos es muy bueno.

En colaboración con R. Sunyaev se han estudiado los procesos físicos que dan lugar a rasgos espectrales observables en la RCM, tanto de la época de recombinación ($z \sim 1.000$) como de la época de reionización ($z \sim 6-30$). En particular, se ha realizado una predicción teórica de cuales son los rasgos espectrales procedentes de recombinación que se esperan ver impresos en las anisotropías del Fondo Cósmico de Microondas. Con la sensibilidad anunciada por los experimentos

de nueva generación que medirán las anisotropías de la RCM, estos rasgos serán observados, por lo que constituirán un test fundamental para el modelo cosmológico.

ASTROFÍSICA RELATIVISTA Y TEÓRICA (P6/88)

E. Mediavilla.

J. Buitrago, J. Betancort, M. Serra, A. Oscoz, C. Abajas, S. Patiri y R. Barrena.

Colaborador del IAC: J. Lisandro.

L.J. Goicoechea y R. Gil-Merino (Univ. de Cantabria); R. Schild y E. Falcó (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); E. Simonneau (IAP, Francia); A. Ferriz Mas (Univ. de Vigo); F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca); L. Popovic, M. Dimitrievic y E. Bon (Obs. Astronómico Belgrado, Rep. Serbia); M. Ramella (Obs. de Trieste, Italia); C. Giammanco (Univ. Roma II. Tor Vergara, Italia); G. Lewis (Univ. de Sidney Australia); C.S. Kochanek (Univ. de Ohio, EEUU); P. Gómez (GTC); T. Mediavilla (EUFTV); C. González-Morcillo y V. Bruno (UCLM); O. Ariza (UCA).

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 λ_0 y Ω_0 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 cústicas, y, por otro lado, aproximaciones que permitan tratar la formación de cústicas.

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.

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.

Algunos resultados relevantes

Se ha detectado *microlensing* cromático en Q2237+0305 a partir de observaciones de banda estrecha llevadas a cabo en el telescopio NOT en condiciones excepcionales de *seeing*. Estas observaciones son totalmente consistentes con la existencia de variabilidad asociada a *microlensing* y se explican con un modelo de cruce por cústica. Este trabajo de investigación permite acceder al estudio de la región nuclear no resuelta de los cuásares que se supone que alberga un agujero negro supermasivo. Un resultado directo de las observaciones es que la materia se encuentra estratificada alrededor del agujero negro dependiendo de su temperatura.

Evolución del Proyecto

Lentes Gravitatorias

Continúa la investigación en las líneas prioritarias del grupo: extinción en galaxias lente y *microlensing* cromático, espectroscopia 2D, seguimiento fotométrico y *microlensing* en las líneas de emisión anchas, y se ha abierto una nueva línea para la mejora de los algoritmos y códigos para la computación de patrones de magnificación. En lo que respecta a las colaboraciones se está participando activamente en la red europea ANGLES y se mantienen estrechas relaciones con las Universidades de Valencia y Cantabria y con el CfA y la Univ. de Ohio. En lo que respecta a la actividad de los estudiantes, se ha terminado la escritura de la tesis de C. Abajas y se ha dado un importante impulso a la tesis de P. Gómez con la finalización del trabajo sobre J 1004.

Se ha avanzado substancialmente en el estudio de la extinción en galaxias lente. Con nuevas observaciones de LIRIS se ha extendido el espectro de las dos componentes de SBS 0909+532 hacia el infrarrojo y se ha ajustado todo el espectro, desde el UV hasta el IR, con los modelos de Fitzpatrick & Massa. También se han analizado las observaciones con filtros estrechos de B 1600 obtenidas con el telescopio NOT y caracterizado su curva de extinción con un ajuste de CCM. De los datos obtenidos con el HST se infiere que una de las galaxias, una espiral vista de lado, tiene una extinción muy parecida a la de la Vía Láctea, aunque otras dos se aproximan más a los resultados conocidos para la nubes de Magallanes. Estos trabajos están abriendo un nuevo camino para el estudio de las propiedades del polvo en el Universo y de su evolución.

Las nuevas observaciones de SBS 0909+532 con LIRIS han servido para comparar la emisión en un gran número de líneas con la del continuo permitiendo la detección fiable de efectos dependientes de la longitud de onda (cromáticos) asociados al *microlensing*. Estos efectos cromáticos son una manifestación de la estructura no resuelta del cuásar fuente y se pueden usar para acceder al estudio del disco de acreción. Los análisis utilizando un modelo analítico de cruce por cáustica son compatibles con la estratificación espacial de la emisión con la longitud de onda predicha por el modelo de disco de acreción de Sakhura & Sunyaev. Un estudio del mismo tipo se ha hecho a los datos obtenidos con el telescopio NOT de QSO 2237 en los que se ha detectado *microlensing* cromático. Este análisis ha confirmado la detección de un evento de alta magnificación en el seguimiento fotométrico de este sistema.

Se han enviado para su publicación los resultados de la espectroscopia 2D obtenida con INTEGRAL del nuevo sistema lente de gran separación J1004 que indicaban una extraña recurrencia de la variabilidad de la parte azul de las líneas de alta ionización en la componente A. Las observaciones de este objeto se piensan continuar este año con tres noches más de INTEGRAL para confirmar o desestimar la variabilidad en cortos periodos de tiempo de este sistema que parecen muy difíciles de explicar ya sea por efecto *microlensing* o por variabilidad intrínseca de la fuente. El análisis de los datos de HE 1104 parece indicar que este objeto está pasando por un evento de *microlensing* de larga duración que se manifestó en una época dada con una intensa cromaticidad. Se están analizando los datos fotométricos y espectroscópicos de este objeto de los últimos diez años con un modelo de cruce por cáustica. Estos trabajos, así como el estudio de la espectroscopia 2D (ya reducida) de los cuádruples 0435 y 1115 forman el núcleo de la tesis de P. Gómez.

En cuanto a las campañas de seguimiento fotométrico, la situación ha sido análoga a la del año anterior. A pesar del considerable trabajo rutinario que implica y de las objetivas limitaciones de dedicación del grupo a esta tarea, se ha continuado con las campañas de observación con el telescopio IAC-80, con la reducción semanal y con el análisis de los datos para determinar las curvas de luz. Se ha dado prioridad a las observaciones de Q 0957+561 y J 1004. El re-análisis basado en el uso de fotometría PSF de los datos de Q 0957+561 ha permitido comprobar que los resultados anteriores eran válidos, con un pequeño *offset* constante,

en la campaña examinada. La mayor limitación de este programa de seguimiento fotométrico ha sido el escaso número de observaciones recibidas del telescopio LT, telescopio básico para llevar a cabo los planes del grupo.

El estudio del efecto *microlensing* en condiciones de alta profundidad óptica es probablemente la línea de investigación que ha registrado mayor actividad durante este año. Se han enviado para su publicación dos trabajos sobre la variabilidad de líneas de emisión inducida por el *microlensing*. Uno de ellos está dedicado a analizar el tipo de perturbaciones que el *microlensing* induce en las líneas de emisión de un modelo bicónico de BLR. El segundo describe la influencia del *microlensing* en la línea de FeK α que se supone generada en una zona de dinámica relativista cerca del horizonte del agujero negro supermasivo que hay en el núcleo de los cuásares. Se ha abierto una nueva línea de investigación para el estudio de la distribución de masas estelares a partir del estudio estadístico de los eventos de alta magnificación de la línea de FeK α . Este trabajo se ha presentado como trabajo de investigación del DEA por T. Mediavilla en la UCA. También se ha dedicado un gran esfuerzo a mejorar los algoritmos y códigos para el cálculo de la magnificación inducida por el efecto microlente. A este respecto se ha colaborado con la Escuela Superior de Informática de la UCLM y con el Dpto. de Matemáticas de la Univ. de La Laguna. Se están paralelizando los códigos para ejecutarlos en Mare Nostrum.

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

Durante el año 2005 se ha seguido trabajando sobre los nuevos aspectos de la electrodinámica clásica en lenguaje spinorial. Entre otras cosas, se ha obtenido la lagrangiana que conduce a las ecuaciones spinoriales del movimiento de una partícula en un campo externo. El próximo año se piensa profundizar en los nuevos grados de libertad relacionados con el *spin* y en el tratamiento hamiltoniano. Resultado de estos trabajos es la presentación del DEA de S. Hajjawi.

En la línea de investigación de estudio de cúmulos de galaxias se han publicado los resultados de la detección de galaxias a *redshift* intermedios con el algoritmo de Voronoi. Paralelamente se ha abierto una nueva línea de trabajo para la detección de cúmulos a alto *redshift* ($z \sim 1$). Los cúmulos objetivo tienen emisión en rayos X, con lo que una estimación fotométrica de sus *redshift* posibilitaría completar los conocimientos de la función de luminosidad en rayos X para cúmulos distantes. En la actualidad ya se han realizado

estudios en rayos X a partir de imágenes del archivo público de Chandra y ahora se observará en el visible (banda V, telescopio NOT) y en el infrarrojo (LIRIS, telescopio WHT).

GALAXIAS Y “REDSHIFTS”: FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN (P9/97)

C.M. Gutiérrez.

I. García de la Rosa, M. López Corredoira, R. Juncosa y N. Castro.

H. Arp (MPIA, Alemania); M. Burbidge (Univ. de California, EEUU); J. Funes (Steward Obs., EEUU); O. López-Cruz (INAOE, México); A. Fernández-Soto (Univ. de Valencia); M.S. Alonso (CONICET, Argentina); K.K. Ghosh (USRA, NASA-MSFC/NSSTC, EEUU).

Introducción

Dentro del Proyecto se distinguen tres líneas de investigación diferentes: por una parte el estudio de los procesos físicos que gobiernan el estado y la evolución de las grandes estructuras del Universo, por otra, el diseño y realización de diversos tests cosmológicos, y finalmente el estudio de la naturaleza de las fuentes de rayos X de luminosidad intermedia (ULXs).

En la primera línea se analizan sistemas en diversas escalas y estados de agregación desde grupos pobres a cúmulos ricos de galaxias tratando de determinar cuáles son las influencias relativas de los procesos físicos internos y de los efectos del medio ambiente en la evolución y estado dinámico de las galaxias pertenecientes a estas estructuras. Estos estudios son, en general, de carácter estadístico y se realizan mediante el análisis de las propiedades fotométricas de las galaxias que componen estos sistemas. Las observaciones se llevan a cabo con imágenes ópticas en bandas anchas y estrechas. En la actualidad se están estudiando las propiedades de galaxias satélites en torno a espirales gigantes y cúmulos de galaxias lejanos en el rango $0.5 < z < 1$.

Dentro de la línea relacionada con los *redshifts* anómalos (posibles asociaciones de objetos con *redshifts*, y por tanto distancias cosmológicas, muy diferentes), en 2005 se ha dado el salto desde el estudio de objetos individuales al estudio estadístico de grandes muestras de objetos extraídas de Surveys como el del Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

Los ULXs han sido encontrados por satélites de

rayos X como ROSAT, Chandra, etc., en el halo de galaxias cercanas. Su naturaleza continua siendo incierta, ya que sus luminosidades en rayos X son intermedias entre las observadas en las estrellas binarias y las de los núcleos de galaxias activos. Se ha propuesto que los mismos constituyen la manifestación de agujeros negros de masa intermedia (100-1.000 masas solares). Existe un amplio consenso acerca de que uno de los medios esenciales para avanzar en el estudio de este tipo de objetos es a través de la identificación y caracterización de sus contrapartidas en otros dominios espectrales, aspecto en el que el grupo está haciendo un gran esfuerzo.

Evolución del Proyecto

Estructura y evolución de galaxias

Este año se ha finalizado el estudio de la formación estelar en galaxias satélites de espirales aisladas. El impulso final vino propiciado por la estancia de tres meses en el IAC de M.S. Alonso quien obtuvo una beca Marie Curie. En una muestra de unos 30 objetos, se mostró que todas las galaxias con características morfológicas de tipo espiral o irregular mostraban formación estelar actual con valores entre 0.68 y 3.66 masas solares por año. Los satélites con mayor formación estelar resultaron ser aquéllos que se encuentran en interacción con otros satélites, lo cual indica que estas interacciones actúan como detonadores de la misma. Sin embargo no se han encontrado indicios de formación estelar en las colas de marea que se generan en estas interacciones. Además en dos casos de interacciones se ha observado evidencia de transferencia de gas de una de las galaxias a la otra.

R. Juncosa finalizó la construcción de los catálogos del survey DLS (4 grados cuadrados, en los filtros *BVRz* con profundidades típicas $R \sim 25.2$ mag). Mediante diversas técnicas que incluyen la estimación de desplazamientos al rojo fotométricos, y algoritmos para la búsquedas de sobre densidades, se ha generado un catálogo de unos 40 candidatos a cúmulos de galaxias con desplazamientos al rojo $0.5 < z < 1$. Desgraciadamente la campaña de confirmación espectroscópica en el telescopio TNG no se pudo llevar a cabo por mal tiempo.

I. García de la Rosa estuvo como Profesor Invitado, en el IAG (Inst. de Astronomía, Geofísica e Ciencias Atmosféricas, Sao Paulo, Brasil). Su trabajo estuvo centrado en el estudio de poblaciones estelares en galaxias elípticas aisladas y en grupos compactos. El resultado más destacable fue la detección de episodios de truncación en la formación estelar

de galaxias de grupos compactos.

Desplazamientos al rojo anómalos

El estudio estadístico con datos del cartografiado SDSS de la distribución en ángulo polar de cuásares alrededor de galaxias cercanas ha mostrado un resultado sorprendente: en separaciones de hasta 3 grados respecto a la galaxia principal, existe una acumulación significativa estadísticamente de cuásares a alto *redshift* en torno a los ejes menores de dichas galaxias. En la actualidad se está analizando la compatibilidad de dichos resultados con diversos modelos de amplificación gravitatoria o de extinción en el halo de la galaxia principal, y otros dentro de cosmologías no estándares.

Naturaleza de las fuentes de rayos X de luminosidad intermedia (ULXs)

Se ha realizado un estudio estadístico acerca de la contaminación por objetos de fondo en los catálogos existentes de este tipo de objetos. El estudio muestra que aproximadamente 2/3 de los objetos catalogados como ULXs son objetos de fondo (principalmente cuásares). Esto hace muy importante la identificación y caracterización de los mismos en otras bandas espectrales. En dos campañas con el telescopio de 1,93 m del Obs. de Haute-Provence OHP (Francia) se han identificado y caracterizado las contrapartidas ópticas de varios de estos objetos. Algunos de ellos han resultado ser cuásares de fondo, pero hay al menos un caso en el que la contrapartida muestra un espectro con líneas de emisión al *redshift* de la galaxia padre pero en el que se observa también líneas de emisión de alta energía como Hell (4686 Å) que difícilmente pueden ser resultado de ionización por estrellas de tipo O y que podría constituir un buen candidato a agujero negro. En la actualidad se trabaja en el modelado de este espectro.

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROCESOS ASTROFÍSICOS (311303)

F. Moreno-Insertis.

J. Trujillo Bueno, M. Balcells Comas, V. Archontis, A. Asensio Ramos, C. González y M.C. Eliche Moral.

A. Hood y M. Morris (Univ St. Andrews, Escocia); K. Galsgaard (Univ de Copenhague, Dinamarca); M. Cheung y M. Schüssler (MPI for Solar System Research, Alemania); A. Burkert (Obs de Munich, Alemania); L. Ciotti (Univ de Bolonia, Italia); R. Peletier y T.S van Albada (Kapteyn Astronomical Inst., Groningen, Países Bajos); N. Shchukina

(Obs. de Kiev, Ucrania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU).

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 han hecho accesible a los centros de investigación de tamaño medio esta rama de la investigación, a caballo entre la Física teórica y la experimental. La Astrofísica no es excepción a lo anterior, habiéndose desarrollado desde finales de los 70 una especialidad de la misma, la *Astrofísica Computacional*, que ha permitido llegar a comprender gran variedad de fenómenos inaccesibles a la investigación teórica pura y dar cuenta de observaciones hasta entonces 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. 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 evolución estructural y formación estelar en galaxias.

Algunos resultados relevantes

Se ha logrado visualizar y estudiar *plasmoides*

tridimensionales en la capa de corriente entre regiones de plasma magnetizado con campo magnético de orientación diferente en una simulación numérica de colisión de regiones magnéticas en la atmósfera solar. Los *plasmoides* se forman como consecuencia del desarrollo de inestabilidades de plasma (*tearing mode*), estudiadas también para los experimentos de fusión nuclear en laboratorios terrestres. La dificultad de ver y estudiar estas estructuras en un experimento numérico tridimensional radica en que se forman en capas de corriente muy delgadas, por lo que se tropieza con gran dificultad de resolución espacial y, para verlos, hay que utilizar poderosos métodos de visualización tridimensional. Estos objetos han sido estudiados en configuraciones simples (típicamente bidimensionales). Sin embargo, sus propiedades en sistemas 3D y, en particular, su desarrollo, estructura y evolución temporal son muy poco conocidas. El estudio permite deducir su estructura de solenoide alargado en la dirección principal de la capa de corriente, la dependencia de sus propiedades con las diferentes orientaciones mutuas del campo magnético en ambas regiones y la fuerte tendencia a ser eyectados de la capa de corriente en fases avanzadas de su desarrollo.

Evolución del Proyecto

Dinámica de gases magnetizados

Se ha avanzado sustancialmente en el estudio de la interacción en tres dimensiones entre el plasma magnetizado emergente desde el interior solar con el campo magnético coronal preexistente y, en particular, la formación de jets o chorros bipolares de alta temperatura y velocidad, visibles en rayos X, que surgen de la región de contacto entre ambos sistemas y comparten muchas características con los chorros observados con el telescopio de rayos X SXR a bordo del satélite Yohkoh (F. Moreno-Insertis, V. Archontis, K. Galsgaard, A.W.Hood, publicado en *Astrophysical Journal Letters*). Este estudio se ha realizado a partir de simulaciones numéricas tridimensionales, resolviendo las ecuaciones de la MHD en ordenadores masivamente paralelos (Cluster de 200 CPUs en la Univ de St Andrews, Cluster Beowulf de 32 CPUs del IAC).

Se ha confirmado mediante simulación numérica la existencia del fenómeno conocido como "*continuous reconnection*", predicho teóricamente hace pocos años, pero no comprobado hasta ahora en cálculos realistas (F. Moreno-Insertis, V. Archontis, publicado en *Astrophysical Journal*). En una situación tridimensional y con conductividad eléctrica finita, la reconexión no tiene lugar de la forma predicha en los casos elementales, sino que las líneas de campo cambian su conectividad

de forma continua, dando lugar a un movimiento aparente de alta velocidad de las líneas de campo que se puede confundir con movimientos materiales reales. El grupo ha probado la aparición de este fenómeno en la reconexión que tiene lugar en la corona solar, utilizando técnicas complejas de visualización de estructuras en tres dimensiones. Se ha introducido la conducción térmica en el código de Nordlund-Galsgaard para estudiar su influencia sobre los fenómenos de erupción de plasma magnetizado en el Sol (F. Moreno-Insertis, K. Galsgaard, V. Archontis). La conductividad térmica es de importancia básica en la corona solar, debido a las altas temperaturas y a la potencia $5/3$ con que depende el coeficiente de conductividad con la temperatura en plasmas totalmente ionizados. Se han realizado los primeros experimentos numéricos y superado las dificultades de inestabilidad numérica iniciales (y esperadas). Se están analizando los datos obtenidos y obteniendo resultados.

Se ha estudiado la dinámica del movimiento de tubos magnéticos en un interior estelar fuertemente estratificado mediante el código MHD FLASH del Argonne Lab. y Univ. de Chicago (EEUU), utilizando técnicas de red adaptativa, conocidas como AMR (F. Moreno-Insertis, con Mark Cheung y M. Schüssler). La utilización de red adaptativa abre la puerta para el estudio en detalle de las capas límite (boundary layers) en la interfase entre zona magnética y fluido desmagnetizado, así como la complicada estructura de vórtices que va dejando atrás el tubo magnético en su avance. También permite alcanzar números de Reynolds mucho más elevados que antes del uso de estas técnicas, aproximándose, por tanto, a la situación relevante en interiores estelares. Se han obtenido resultados concernientes a la trayectoria en zig-zag de los tubos magnéticos y, además, se confirman plenamente los resultados anteriores obtenidos por el grupo en este campo (publicación en *Astronomy & Astrophysics*).

Se ha terminado la primera fase del estudio de magnetoconvección con transporte radiativo fotosférico realista (F. Moreno-Insertis, con Mark Cheung y M. Schüssler). A partir de una capa de granulación calculada de forma autoconsistente mediante un código 3D MHD con transporte radiativo fotosférico y ecuación de estado realistas (incluyendo ionización parcial), se inyectó un tubo magnético en la base del dominio para estudiar la interacción entre campo magnético y flujos convectivos y las consecuencias observacionales. Se obtuvieron comportamientos diferenciados dependiendo del flujo total inyectado. Para el caso de flujo correspondiente a una región

activa pequeña, los mapas de intensidad y magnetogramas sintéticos a nivel fotosférico tienen un gran parecido con los procedentes de observaciones de alta resolución de emergencia de elementos magnéticos en la fotosfera.

Se ha finalizado un estudio de la formación y eyección de *plasmoides* en la capa de corriente entre dos sistemas magnetizados en direcciones distintas y con estructura intrínsecamente tridimensional (V. Archontis, F. Moreno-Insertis, A. Hood, enviado a *Astrophysical Journal Letters*). Utilizando complejas técnicas de visualización tridimensional avanzada, se han detectado y estudiado (por primera vez en la literatura) estas estructuras en las capas de corriente en forma de arco obtenidas como resultado natural de la colisión entre un sistema emergente y un sistema magnético uniforme preexistente (situación relevante para la dinámica y calentamiento de la corona solar). Los *plasmoides* resultan del desarrollo de la llamada tearing instability de la física del plasma; son estructuras que influyen fuertemente en la interacción entre sistemas magnéticos distintos en contacto. Al ser eyectadas, pueden dar lugar a fenómenos impulsivos. Este estudio abre la puerta a investigar, usando mayor resolución de red y con mejores medios computacionales a nuestro alcance, la relación entre este fenómeno y observaciones de fenómenos impulsivos de la atmósfera solar.

Se ha comenzado a adaptar el código de Lindau-Chicago para el estudio de emergencia de flujo magnético desde el interior solar hasta la corona incluyendo transporte radiativo fotosférico realista (F. Moreno-Insertis, A. Tortosa). Objetivo a medio plazo es el estudio de la repercusión del término fuente debido a la radiación en las inestabilidades del plasma en la fotosfera, en el ascenso del mismo a través de la baja atmósfera solar e, indirectamente, en su evolución posterior hacia capas superiores (región de transición, corona).

Transporte de radiación y señales de polarización en líneas espectrales en base a modelos atómicos y moleculares realistas y los efectos Hanle y Zeeman

Se ha generalizado el formalismo de la probabilidad de escape con vistas a incluir efectos de acoplamiento no locales (A. Asensio Ramos, con Moshe Elitzur, Univ de Kentucky, EEUU; publicación en *Monthly Notices Royal Astron. Soc.*). Este formalismo se aplica con bastante frecuencia para resolver de forma aproximada algunos problemas de transporte radiativo. Las nuevas ecuaciones resultantes (Coupled Escape Probability) son muy similares a las del formalismo

anterior de la probabilidad de escape, lo que hace muy simple incluir esta mejora en los códigos existentes.

Se ha avanzado significativamente en el desarrollo de una investigación basada en simulaciones numéricas de la polarización lineal que procesos de "scattering" en presencia de campos magnéticos caóticos inducen en la multitud de líneas espectrales del titanio neutro (J. Trujillo Bueno con N. Shchukina). Tales experimentos numéricos de transporte radiativo (sin suponer equilibrio termodinámico local) en modelos 3D de la fotosfera solar (resultantes de costosas simulaciones hidrodinámicas realizadas por A. Nordlund y R. Stein) tienen por primer objetivo la modelización teórica de observaciones espectropolarimétricas en las 13 líneas espectrales del multiplete 42 del titanio neutro, pues ello permitirá mejorar nuestro conocimiento empírico sobre la presencia y distribución de campos magnéticos caóticos en las regiones aparentemente en calma de la fotosfera solar y determinar los procesos físicos responsables de su generación

Evolución estructural y formación estelar en galaxias

Se ha finalizado el estudio de la formación de estructuras cinemáticas y su evolución en galaxias enanas que interactúan con galaxias gigantes (C. González García, M. Balcells, J.A. López Aguerri; publicación en *Astronomy & Astrophysics*). Para ello se han llevado a cabo simulaciones numéricas con paralelización MPI utilizando el cluster Beowulf del IAC.

Se ha finalizado el estudio de la distribución de velocidades de las galaxias elípticas (C. González García, M. Balcells). Estudios observacionales encuentran que estas galaxias presentan una correlación entre ciertos parámetros de su distribución de velocidades. En el estudio realizado se ha intentado observar el comportamiento de estas estructuras en galaxias formadas por fusiones de disco o fusiones de elípticas.

Se ha completado el estudio de la evolución estructural y dinámica de galaxias de disco sujetas a procesos de acreción de galaxias menores (M.C. Eliche Moral, M. Balcells, J.A. López Aguerri, C. González García). La fusión lleva a la concentración de material del disco principal hacia las partes centrales, incluso en el caso en que el satélite se destruye antes de llegar al centro como resultado de las fuerzas de marea. La concentración de material del disco en el centro lleva a un aumento de la relación bulbo-disco, que va acompañada

por un aumento del índice de Sérsic del bulbo. La transformación lleva a una evolución sistemática de los parámetros globales bulbo-disco de la galaxia, que reproducen las tendencias detectadas observacionalmente. Se han computado nuevos modelos de fusión, usando galaxias con relaciones bulbo-disco iniciales menores que las de los modelos anteriores. Se ha comprobado que los bulbos iniciales menores son más frágiles frente a procesos de acreción, y que su transformación es más rápida.

Se ha comenzado la implantación de gas en modelos de N-cuerpos de galaxias para cálculos hidrodinámicos (C. González García, M.C. Eliche Moral). Se ha implantado el nuevo código numérico GADGET-2, que usa SPH, para su ejecución en el Beowulf del IAC. Este nuevo código permite una mejor prescripción de los procesos hidrodinámicos al calcular las interacciones entre las partículas gaseosas de manera que la entropía se conserva. Se han obtenido modelos casi estables que permitirán construir condiciones iniciales para experimentos de fusión de satélites.

Se ha continuado el estudio sobre el efecto de subestructura en los halos en discos (C. González García, M. Balcells). Como resultado de simulaciones cosmológicas se ha puesto de manifiesto la existencia de subestructura, en forma de subhalos, en los halos de galaxias. Estos subhalos pueden en principio tener consecuencias observacionales que estudios anteriores, realizados con baja resolución, no han puesto de manifiesto.

Se ha seguido con el estudio del número de nebulosas planetarias que es previsible encontrar en la población intracumular (C. González García en colaboración con A. Manchado y L. Stanghellini, NOAO, EEUU). Se ha completado la muestra de simulaciones y escrito los resultados en un artículo para *Astrophysical Journal*.

Se ha continuado el estudio de la evolución de galaxias de disco en cúmulos de galaxias (C. González García junto con el grupo de J.A. López Aguerri). Según las observaciones realizadas por este grupo en Coma las galaxias de disco parecen sufrir una modificación en su estructura al caer en el cúmulo. Para modelar este tipo de suceso se han realizado simulaciones de encuentros rápidos entre galaxias de disco y elípticas sin fusión de las estructuras finales.

Se ha abierto una línea de colaboración con el grupo de Astrofísica Computacional del Obs. de la Univ. de Munich (Alemania), A. Burkert, para comparación de métodos y resultados de ambos grupos en temas de formación y evolución galácticas. En el marco de esta colaboración, se celebró en el IAC el Workshop "Making Galaxies: Dynamical Studies at Obs. Muenchen and IAC" del 6-8 abril. El Workshop incluyó un simposio abierto a los miembros del IAC consistente en las ponencias del primer día.

FÍSICA DE LA MATERIA OSCURA – COSMOPARTÍCULAS (3I2005)

J. Betancort Rijo.

E. Mediavilla Gradolph, M. López-Corredoira y S. Patiri.

Colaborador del IAC: A.D. Montero Dorta.

A.J. Cuesta Vázquez, F. Prada, M.A. Sánchez Conde (IAA, Granada); A. Dobado (UCM, Madrid); S. Gottlöber (Astrophysical Inst. Potsdam, Alemania); A. Klypin (Univ. de Nuevo México, EEUU); J.A. Muñoz (Univ. de Valencia).

Introducción

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 se observan 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 se observa y que interactúa con los bariones gravitatoriamente.

Para resolver este problema se estableció el concepto de materia oscura fría (CDM), que crea los pozos de potencial primigenios donde se formaron las galaxias. 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).

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), 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 del ORM.

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 se desarrollarán 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 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 aún preliminares y no abarcan todo el rango de distancias necesario. El objetivo 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.

ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCIÓN

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 nos permitirán entender algunos aspectos de los procesos físicos que determinan el agrupamiento de la materia bariónica.

Algunos resultados relevantes

Se demostró la dependencia de las estadísticas de los vacíos en la estructura a gran escala del Universo con el desplazamiento al rojo.

Se demostró la existencia de orientaciones preferenciales de los ejes de rotación de las galaxias espirales que residen en los bordes de los vacíos.

Se derivó analíticamente la distribución de probabilidad para el valor de la densidad a una distancia dada del centro de un objeto colapsado.

Evolución del Proyecto

Se ha completado el desarrollo de los códigos complementarios de búsqueda de vacíos en la estructura a gran escala del Universo. Además, se han usado para obtener las estadísticas de vacíos en los mejores y más completos catálogos de la actualidad: el 2dF Galaxy Redshift Survey y el Sloan Digital Sky Survey. Del análisis estadístico realizado sobre estos resultados se concluyó que las muestras de las diferentes regiones del cielo son estadísticamente compatibles así como también que existe una dependencia importante de los vacíos con el desplazamiento al rojo, esto es, hacia edades más tempranas del Universo.

Asimismo, se han estudiado las propiedades

ESTUDIOS CINEMÁTICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICIÓN, DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALÁCTICOS (P3/86)

J.E. Beckman.

A. Vazdekis, C. Giammanco, C. Carretero, R. Azzolini, V. Buenrostro
Colaboradores del IAC: E. Casuso, R. Génova y P. Edwin.

A. Zurita, M. Relaño (Univ. de Granada); J. Knapen y E. Brinks (Univ. de Hertfordshire, Reino Unido); B. Jones y A. Cardwell (Open Univ., Reino Unido); I. Shosman (Univ. de Kentucky, EEUU); V. Quilis (Univ. de Valencia); F.J. Lockman (NRAO, EEUU); M. Pohlen (Kapteyn Inst., Países Bajos); O. Hernández, O. Daigle y C. Carignan (Univ. de Montreal, Canadá).

Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es estudiar la evolución de las galaxias y de su estructura con énfasis en el papel desempeñado por el medio estelar e intergaláctico y sus interacción con la componente estelar de la galaxia. Hace tiempo que el origen del Proyecto sobre el estudio detallado del Medio Interestelar Local ha llegado a ser de interés principalmente histórico, aunque la base física de entendimiento de las fases del Medio Interestelar que proporciona este estudio continúa dando lugar a avances. En la actualidad el Proyecto abarca estudios sobre el propio Medio Interestelar, la Física Estelar y su contribución a la Física de las Galaxias, el Medio Intergaláctico y aspectos cosmológicos.

Los objetivos más concretos del Proyecto incluyen dos líneas principales de investigación: el estudio fotométrico de las galaxias externas mediante sus líneas de emisión que provienen de su gas ionizado y neutro y el estudio dinámico y morfológico de las componentes gaseosa y estelar de las galaxias espirales. La primera proporciona información sobre el Medio Interestelar y sobre la distribución del gas dentro y fuera de las galaxias, abordando aspectos del gas intergaláctico y del problema de la materia oscura bariónica del Universo. La segunda trata el problema de la construcción

progresiva de las galaxias en el marco de los modelos cosmológicos, a través de la adquisición de material mediante agregación. Lo habitual es dar peso a las fusiones de galaxias en este contexto, pero en este Proyecto se toma en serio la posibilidad de que la evolución de las galaxias en los últimos 7-10 años se haya impulsado más por la adquisición de masa en la forma de nubes subgalácticas (con sus correspondientes halos de materia oscura). Otros temas relacionados con los anteriores que también se estudian en el contexto del Proyecto son: poblaciones estelares y la información inferida (fotométrica y espectroscópicamente) sobre la formación y evolución de sus estructuras, las barras en las galaxias barradas y sus efectos en la evolución de sus zonas nucleares.

Algunos resultados relevantes

Escenarios interpretativos de las fluctuaciones de temperatura en las regiones HII

Se ha demostrado que en las regiones HII gigantes la ionización por rayos cósmicos de la componente neutra dominante puede dar lugar a las fluctuaciones de temperatura medidas. También se ha mostrado que incluso en las regiones más pequeñas y casi totalmente ionizadas la reconexión de los campos magnéticos creados por la turbulencia del medio sería capaz de dar lugar a fluctuaciones de la magnitud observada. (C. Giammanco y J.E. Beckman).

Se ha propuesto una explicación para la formación de los cúmulos globulares de "alta" metalicidad asociados con el disco de la galaxia

Según este escenario los cúmulos globulares son los componentes más masivos de un continuo de cúmulos formados en la Galaxia. (E. Casuso y J.E. Beckman).

Novedades en la interpretación de los perfiles de brillo superficial de las galaxias

Se ha encontrado que las partes internas de una fracción grande de galaxias no tienen bulbo esferoidal, sino zonas más gruesas interiores que son continuaciones de los discos, y que no forman una componente separada. Se les han llamado "seudobulbos". Se ha encontrado que en

muchas galaxias los discos exponenciales bajan continuamente en su densidad columnal, mucho más allá que los límites supuestamente observados anteriormente, lo que quita una gran parte del valor de las teorías que se habían desarrollado para explicar un corte abrupto en la población estelar en los bordes de los discos (P. Erwin, M. Pohlen y J.E. Beckman).

Evolución del Proyecto

En 2005 los principales avances se realizaron en el campo de la dinámica interna de las regiones HII. Usando detección bidimensional a través del método Fabry-Pérot se habían obtenido mapas íntegros de galaxias espirales en su gas ionizado, análogos a los mapas clásicos obtenidos en HI mediante la emisión en 21 cm. La técnica permitió obtener resolución en velocidad similar a la disponible en HI, es decir del orden de 10 km s⁻¹, pero con una resolución angular típica de ~1 segundo de arco, casi 5 veces mejor que el equivalente en el gas neutro. En 2004 se habían utilizado este tipo de medidas para cartografiar los gradientes de velocidad alrededor de la barra de una galaxia, en 2005 se culminaron trabajos sobre la dinámica interna de las poblaciones completas de regiones HII luminosas en una serie de galaxias tardías. Se infirieron dos tipos de resultados: los perfiles de las líneas de H α emitidas por las regiones HII consisten en general de dos componentes, una central con una anchura sigma del orden de 15-25 km s⁻¹, y otra compuesta de dos rasgos en las alas, en el azul y en el rojo, separadas por 100 a 200 km s⁻¹.

Con el primero se ha resuelto el problema de si las regiones HII están en equilibrio virial, que ha ocupado bastante atención en la literatura. Se ha mostrado que la mayoría de las regiones no están en equilibrio virial, pero que un grupo específico, que se encuentra en la envoltura del diagrama de sigma v. luminosidad en H α , si lo están. El razonamiento pasa por inferir la razón de las masas de gas ionizado y neutro vía un modelo nuevo que tiene en cuenta la fuerte inhomogeneidad de las regiones. La segunda componente representa una cáscara en plena expansión. Se calcularon las masas y las energías de expansión de estas cáscaras, y se llevaron a cabo modelos de ellas basados en los efectos dinámicos de los vientos estelares y las supernovas. Los modelos funcionan razonablemente, salvo en los casos de las cáscaras

más energéticas que parecen necesitar fuentes de energía mayores de las disponibles sólo por los vientos y las supernovas.

Se ha completado una serie de modelos nuevos de la transferencia de la radiación en el Medio Interestelar inhomogéneo. Con ellos se ha podido recalcular algunas de las expresiones básicas usadas en la deducción de las abundancias de los elementos mediante líneas en emisión procedente del ISM, mostrando discrepancias con los modelos clásicos de hasta 0.5 dex en los casos extremos. Con los mismos modelos se ha podido calcular cómo el espectro de la radiación se modifica al atravesar distancias largas desde su origen en las estrellas calientes hasta un punto general en el ISM difuso, centenares o miles de parsec distante de la fuente. Es un paso para entender porque el gas interestelar ionizado lejos de los planos de las galaxias se muestra más caliente que el gas en el plano cerca de las estrellas ionizantes.

En otra faceta de la investigación sobre la naturaleza y los parámetros básicos de las regiones HII se investigó el efecto de los rayos cósmicos en la ionización débil de la fracción neutra de las regiones HII muy luminosas. La finalidad era la búsqueda de una explicación por las fluctuaciones en temperatura encontradas dentro de las regiones, cuya explicación retaba a los expertos. La importancia de este punto, aparentemente muy fino, es que la deducción de las abundancias químicas en las regiones HII, sobre todo la del helio primordial, con su fuerte impacto cosmológico, depende del reconocimiento e interpretación de estas fluctuaciones. Se comprobó que los electrones de alta energía producidos por aceleración alrededor de las estrellas OB son capaces de ionizar el componente neutro en un nivel de una parte en cien mil, suficiente para producir el efecto observado. Se está elaborando un modelo más generalizado de las fluctuaciones de temperatura para acotar las propiedades de los mecanismos implicados en el caso general del fenómeno.

pendientes exteriores más escarpadas que los interiores y en ningún caso se ve un truncamiento abrupto, siempre un cambio de pendiente. Estas observaciones cambiarán las perspectivas sobre la formación de los discos de las galaxias en general. Es la primera fase de un estudio más completo del tema.

Se ha modelado el impacto de una nube grande intergaláctica que cae sobre el gas en el plano de una galaxia, mostrando de forma simple el grado de aumento del ritmo de formación estelar producido en el disco de gas galáctico. Es un paso en este programa para investigar la importancia de la acreción de gas en la evolución de las galaxias en general.

Se ha investigado el balance de fotones ionizantes en las regiones II de la galaxia M51, usando imágenes de banda ancha y de banda estrecha del HST, ACS. Se ha podido inferir de forma razonable la extinción por el polvo estelar y su variación a través de una región HII grande, y estimar la fracción de fotones que se escapan de las regiones. Es la primera fase de un estudio más comprensivo.

Se ha trabajado sobre la metodología para comparar la morfología de la formación estelar en galaxias cercanas y de desplazamiento al rojo moderado. La base de datos que se utilizará para la comparación se ha obtenido de los archivos del HST y del cartografiado «Sloan» y se ha hecho la selección de los objetos en preparación para su análisis.

Se han reducido los espectros obtenidos de las galaxias en seis cúmulos usando el telescopio TNG, con el fin de investigar la dependencia del ritmo de formación galáctica de la riqueza del cúmulo y para perfeccionar el uso de los modelos propios dando edades y metalicidades de galaxias en la base de índices espectrales seleccionados. Es la primera fase del trabajo que finalizará en 2006 con el análisis de estos datos.

GALAXIAS ACTIVAS Y CUÁSARES: MORFOLOGÍA Y CINEMÁTICA DEL GAS EXTRANUCLEAR (P10/86)

I. Pérez Fournon.

E. Hatziminaoglou, A. Afonso Luis y A. Hernán Caballero.

Colaborador del IAC: J.A. Pérez Prieto.

MEMORIA
2005 IAC

40

Se ha trabajado sistemáticamente sobre los perfiles de brillo de las galaxias, con énfasis en sus zonas exteriores. Se ha mostrado que los discos de las galaxias en general no sufren un truncamiento abrupto, tal y como se había propuesto desde los años 70, mediante medidas de los perfiles de galaxias observadas de canto. Se ha analizado una muestra de 65 galaxias tempranas barradas, encontrando una mayoría que no muestran cambios de pendiente en sus perfiles hasta radios de más de cinco longitudes de escala, o que tienen perfiles que cambian de pendiente en un radio dado, pero con pendientes exteriores más graduales que las interiores (antitruncamientos). Sólo una cuarta parte de los objetos muestran cambios de pendiente a

Colaboración ELAIS (European Large Area ISO Survey); Proyecto SWIRE de Legado Científico del satélite SPITZER; Proyectos Herschel/SPIRE y Herschel/PACS; Proyecto European SPICA Instrument (SPICA/ESI).

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. Los proyectos principales son:

- "The Spitzer Wide Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)", el mayor proyecto del telescopio espacial infrarrojo SPITZER de NASA
- "European Large Area ISO Survey (ELAIS)"
- Observaciones de galaxias ultraluminosas ELAIS con el espectrógrafo IRS del satélite SPITZER
- Estudios de gran campo con el satélite Herschel (SPIRE y PACS)

Observaciones de seguimiento con telescopio GTC y otros grandes telescopios de galaxias distantes seleccionadas en el infrarrojo y en ondas mm/submm

- Se participa en el desarrollo de instrumentación del Observatorio Espacial Herschel de la ESA y en el diseño de uno de los instrumentos del futuro telescopio espacial infrarrojo japonés SPICA

Algunos resultados relevantes

Galaxias infrarrojas lejanas y procesos de formación estelar en galaxias en interacción

Los datos SWIRE, junto con los de ACS, han permitido estudiar en detalle la galaxia cercana UGC10214 así como cientos de galaxias distantes en el pequeño campo de visión de la cámara ACS.

Los principales resultados de estos dos estudios son: la detección de formación estelar intensa en el disco, brazos espirales y cola de marea de UGC 10214; la cola de marea contiene cúmulos estelares supermasivos con emisión intensa a 24 micras; la masa de los cúmulos estelares supermasivos es muy alta, comparable con la masa de los cúmulos globulares más grandes de la Vía Láctea y con las galaxias enanas de marea, y las imágenes profundas ACS han permitido identificar las contrapartidas de las galaxias SWIRE distantes y llevar a cabo su análisis morfológico y la comparación con modelos de formación de galaxias.

Evolución del Proyecto

Proyecto SWIRE ("SPITZER Wide-area Infrared Extragalactic Survey")

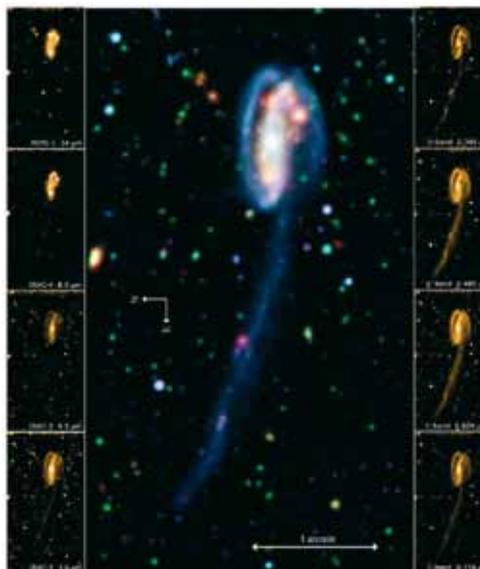


Imagen pancromática de UGC10214. En el centro se presenta una combinación de 8 bandas (U, g', r', i', Spitzer IRAC 3.6, 4.5, 8.0 y MIPS 24.0) y en los bordes las imágenes individuales (Jarrett et al.)

El Proyecto *SWIRE* es el mayor de los proyectos de Legado Científico del satélite SPITZER, con un total de 851 horas de observación de SPITZER y varias semanas de observación con telescopios en tierra. Sus objetivos científicos principales son:

- 1.- Estudio de la evolución cosmológica de galaxias con formación estelar intensa para determinar la historia de la formación galáctica y de la formación estelar global en el Universo en el contexto de la formación de estructuras en el Universo.
- 2.- Estudio de la distribución espacial de galaxias evolucionadas, de galaxias con formación estelar intensa y de galaxias activas y su relación con la distribución de materia oscura.
- 3.- Determinación de la contribución de las galaxias activas (procesos de acrecimiento de materia alrededor de agujeros negros supermasivos) y de las galaxias con formación estelar intensa (nucleosíntesis) a los fondos de radiación cósmicos.

El Consorcio SWIRE, con la participación del grupo SWIRE del IAC, ha continuado este año la reducción de los datos, la creación y validación de catálogos, y la explotación científica. La base de datos final del Proyecto SWIRE estará disponible para la comunidad científica internacional a finales de 2006 en el archivo público "NASA/IPAC Infrared Science Archive (IRSA)" del Centro de Procesado y Análisis de Datos Infrarrojos de NASA (IPAC, Caltech). Contendrá imágenes en el visible y en el infrarrojo de un total de 50 grados cuadrados en los 6 campos SWIRE observados con las dos

cámaras de SPITZER (IRAC y MIPS) y catálogos de unos dos millones de objetos emisores en el infrarrojo. Esta base de datos pública es uno de los principales legados científicos del Consorcio SWIRE y del satélite SPITZER y constituye la principal fuente de selección de galaxias infrarrojas para su seguimiento espectroscópico con grandes telescopios en tierra. El grupo SWIRE del IAC ha participado activamente en los últimos años en la creación y validación de las bases de datos SWIRE, en 2006 se hará la contribución final a este legado de SPITZER.

SWIRE ha dado lugar a un gran número de proyectos complementarios, que incluyen, entre otros, programas de seguimiento espectroscópico con los mayores telescopios disponibles (Keck, Gemini, VLT, AAT/2df, etc.), observaciones profundas en radio y en rayos X, y observaciones en los rangos mm (IRAM 30m/MAMBO) y submm (JCMT/SCUBA). Los Consorcios Herschel SPIRE y PACS observarán los campos SWIRE en el infrarrojo lejano y ondas mm en sus programas de tiempo garantizado del telescopio Herschel. El grupo SWIRE del IAC participa activamente en estos proyectos.

Observaciones espectroscópicas en el infrarrojo con SPITZER de galaxias ultraluminosas (ELAIS-IRS)

Este Proyecto está orientado al estudio de los procesos físicos en galaxias ultraluminosas de z alto ($z > 1$) por medio de espectroscopía infrarroja con el instrumento IRS de SPITZER, y es uno de los mayores proyectos de SPITZER en el primer año de observaciones de uso general. La muestra de 70 galaxias fue seleccionada a partir de nuestros estudios con el satélite ISO en el proyecto ELAIS y cuenta también con fotometría multibanda en las 7 bandas de las cámaras IRAC y MIPS de SPITZER.

Los objetivos de este Proyecto son investigar en detalle:

- El origen de las altas luminosidades bolométricas de los objetos más luminosos en el Universo distante
- La física del polvo y gas en objetos de z alto utilizando herramientas de diagnóstico espectral para el infrarrojo medio
- La relación de las galaxias luminosas con la formación de galaxias y de estructuras cósmicas
- La conexión entre actividad nuclear y formación estelar en galaxias

Todas las observaciones con SPITZER de este Proyecto han sido completadas en 2005 y están siendo analizadas junto con otras observaciones de esta muestra de galaxias.

GRUPO DE ESTUDIOS DE FORMACION ESTELAR "GEFE" (P1/92)

C. Muñoz-Tuñón.

M. Prieto, J.M. Rodríguez Espinosa, J.A. Acosta Pulido, J.A. López Aguerri, N. Caon, B. García Lorenzo, L.M. Cairós, A.M. Varela, I. Martínez Delgado, R. Amorín Barbieri y V. Melo.

Colaboradores del IAC: M.L. García Vargas, E. Delgado Donate y A. Prieto.

A. Monreal Ibero (Postdam, Alemania), J. Iglesias (Obs. Astronomía Espacial; Marsella, Francia); G. Tenorio Tagle y S. Silich (INAOE, México); E. Simmoneau (IAP, Francia); M. Mas Hesse (LAEFF, Madrid); J.M. Vilchez (IAA, Granada); M. Santos Lleó (XMM, Villafranca, Madrid), A. Moiseev (SAO-Rusia) y resto equipo Estallidos.

Introducción

El objetivo central del Proyecto es el estudio observacional y teórico de brotes masivos de formación estelar, o *starbursts*, y su impacto en las galaxias que los albergan. La intención es definir el alcance de estos eventos así como encontrar los parámetros que llevan a la realimentación, o "feedback", y por tanto a la formación de futuras generaciones de estrellas. Para ello se ha seleccionado una muestra de galaxias *starbursts* que cubre un amplio rango, desde *starbursts* nucleares en galaxias espirales grandes cercanas, a los encontrados en galaxias enanas, pasando por las regiones HII Gigantes en galaxias espirales e irregulares, así como los que suceden en galaxias con núcleos activos. Se diferencian objetos aislados y que por tanto constituyen un ecosistema cerrado, de aquellos que se encuentran en entornos más densos, como las 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 plantea tiene su muestra de objetos característicos.

Los brotes estelares también juegan un papel fundamental en los modelos de formación y evolución de galaxias. La disyuntiva entre los modelos jerárquicos o monolíticos para la formación de las galaxias puede ser explorada en el Universo próximo mediante el estudio de la morfología y la formación estelar en galaxias en cúmulos. Por esta razón se incluyen también cúmulos cercanos entre la muestra, lo que permite

además incluir el estudio de la formación estelar en relación con el entorno (este bloque se trata en el Proyecto interno 3I2404).

Algunos resultados relevantes

Se han catalogado los SSC del *starburst* activo de la galaxia M82 analizando imágenes en $H\alpha$ del HST. Los resultados han sido publicados en la revista *Astrophysical Journal* (Melo et al.) Se han identificado 197 cúmulos estelares caracterizados por ser muy compactos ($3 < R(\text{pc}) < 9$) y masivos ($4 < \log M(\text{Mo}) < 6$). Se ha presentado un catálogo de los SSC donde se dan las coordenadas, radios, flujos, luminosidades, masas, anchuras equivalentes, extinciones, etc. para cada cúmulo. Las separaciones entre cúmulos son muy pequeñas, del orden de 2-3 veces el radio medio de los mismo, siendo un aspecto clave a la hora de formar los filamentos de los SVG tal y como proponen Tenorio-Tagle et al.

Se ha encontrado que las propiedades de los supercúmulos estelares son críticas para definir su evolución. En determinadas condiciones de densidad, masa y metalicidad, los SSCs evolucionan en el régimen que denominamos de "enfriamiento catastrófico". Cuando esto sucede, toda la evolución del material procesado se confina a pequeños volúmenes, inhibiéndose así su interacción con el medio circundante y, por tanto, la producción de supervientos galácticos. Así se podrían llegar a formar grandes sistemas estelares (de masas de galaxias) en los que todo el material procesado ha quedado atrapado y ha sido usado con gran eficiencia para formar estrellas.

Evolución del Proyecto

Impacto de los starbursts nucleares. Disparo y confinamiento

Este apartado ha estado centrado en análisis de observaciones del archivo del HST de galaxias masivas y brillantes (trabajo de tesis de V. Melo, que se presentó en junio) y en la caracterización de brotes estelares de una muestra de galaxias compactas azules (DEA de I. Martínez Delgado), a partir de imágenes de telescopios en tierra.

También se ha trabajado en los aspectos teóricos relativos a la evolución e impacto de los supercúmulos estelares jóvenes. En colaboración con colegas teóricos se han publicado dos artículos en la revista *Astrophysical Journal* con los resultados del estudio. Se ha encontrado que las propiedades de los supercúmulos estelares son críticas para definir su evolución. En trabajos

anteriores se ha demostrado cómo la acción conjunta de SSCs producen la autocolimación de los vientos estelares y conllevan a la producción de estructuras de supervientos galácticos como los que se ven en la imagen del SUBARU de la galaxia M 82. Se ha seguido explorando el espacio de parámetros y se ha encontrado que en determinadas condiciones de densidad, masa y metalicidad, los SSCs evolucionan en el régimen que denominamos de enfriamiento catastrófico. Cuando esto sucede toda la evolución del material procesado se confina a pequeños volúmenes, inhibiéndose así la interacción del material procesado con el medio circundante y, por tanto, la producción de supervientos galácticos. Las consecuencias de este modelo pueden llegar a ser muy importante ya que suponen que la retroalimentación de la formación estelar, en las condiciones descritas en los artículos publicados, es siempre positiva. Así se podrían llegar a formar grandes sistemas estelares (de masas de galaxias) en los que todo el material procesado ha quedado atrapado y ha sido usado con gran eficiencia para formar estrellas.

Se ha catalogado los SSC del *starburst* activo de la galaxia M 82 analizando imágenes en $H\alpha$ del HST. Los resultados han sido publicados en la revista *Astrophysical Journal* (Melo et al., 619, 270). Se han identificado 197 cúmulos estelares caracterizados por ser muy compactos ($3 < R(\text{pc}) < 9$) y masivos ($4 < \log M(\text{Mo}) < 6$). Se presentó un catálogo de los SSC donde se dan las coordenadas, radios, flujos, luminosidades, masas, anchuras equivalentes, extinciones, etc. para cada cúmulo. Las separaciones entre cúmulos son muy pequeñas, del orden de 2-3 veces el radio medio de los mismo, siendo un aspecto clave a la hora de formar los filamentos de los SVG tal y como proponen Tenorio-Tagle et al. También se han catalogado los SSC de la galaxia (48 en el *starburst* de la galaxia), con características similares a la de los cúmulos encontrados en M 82. Los radios, luminosidades, masas, etc. toman valores similares a los de M 82. La única diferencia significativa se ha encontrado en la separación entre los SSC que es el doble de los cúmulos de M 82, aún así son lo suficientemente cercanos para ser capaces de formar filamentos según Tenorio-Tagle et al.

Con los catálogos de SSC de NGC 253 y M 82 y las características morfológicas de ambas galaxias se han hecho conclusiones en cuanto a las estructuras formadas en el halo de las mismas. En M 82 tenemos casi 200 SSC que han desarrollado una compleja estructura de filamentos de superviento galáctico que excede los límites de la galaxia. En NGC 253 no se han formado tantos SSC, además

esta galaxia esta rodeada de un extenso halo de polvo frío que impide que los materiales formados en el *starburst* alcancen el medio intergaláctico.

También se han catalogado los SSC de NGC 4631, encontrando 102 SSC. Se ha deducido que los cúmulos de esta galaxia son muy similares en masa y luminosidad a los de las otras dos galaxias estudiadas (M 82 y NGC 253) pero presentan una característica muy diferente, son menos compactos, los radios típicos están en el rango de 10 a 45 pc.

En la muestra de galaxias BCDs que constituyen la muestra en estudio de la tesis de I. Martínez Delgado, se han identificado y caracterizado los diferentes brotes en cada galaxia. Los resultados confirman la diversidad en la morfología de las BCDs, con galaxias con un único brote central y otras en las que se encuentran hasta 60 brotes. Desafortunadamente la resolución de las imágenes desde tierra no permiten saber si los brotes masivos centrales son también conglomerados de SSCs con en el caso de M 82.

También se ha hecho el análisis separado de la luz difusa (aquella emisión que no se atribuye a los brotes) y se han encontrado correlaciones entre los parámetros catalogados (tamaño, luminosidad y número de brotes de cada galaxia) con la cantidad de luz difusa. De los resultados se están obteniendo conclusiones definitivas, al menos para algunas las "clases" estudiadas. Las cometarias, por ejemplo, presenta una fracción despreciable de luz difusa. Este resultado incide en el objetivo último: determinar qué clases de BCDs pueden perder metales mediante supervientos galácticos. Se concluye que las cometarias, por ejemplo, no lo harán y además que el proceso mismo que dispara las formación estelar en esta clase (confinamiento del gas por presión) inhibe la posterior interacción con el medio intergaláctico.

Se está identificando una muestra posible de BCDs ya observadas con el HST para incidir en los "detalles" de los *starbursts* en BCDs para corroborar si también en estos casos la existencia de una población de SSCs presenta propiedades diferenciadas como sucede en las galaxias cercanas y masivas ya analizadas. Este trabajo de compilación y búsqueda es el trabajo de fin de carrera de Markus, estudiante de la Univ. de Kiss (Alemania), actualmente con una beca Erasmus en la Univ. de La Laguna.

Parámetros estructurales de galaxias y formación estelar

Se han investigado los parámetros fotométricos

de los bulbos correspondientes a una muestra de 13 galaxias barradas de tipo temprano (SB0). Dichos parámetros se han obtenido a partir de la descomposición de los perfiles radiales del brillo superficial de las galaxias en las diferentes estructuras morfológicas que forman las galaxias: bulbo, disco y barra. Los perfiles de brillo superficial de los bulbos de esas galaxias han sido ajustados según una ley de Sersic, resultado ser todos ellos perfiles casi exponenciales ($n \sim 1$), similares a los bulbos presentes en galaxias espirales tardías. Se ha calculado la posición de los bulbos de las galaxias SB0 en el plano fundamental descrito por galaxias elípticas brillantes y bulbos de galaxias S0 no barradas. Todos los bulbos, excepto uno, de las galaxias SB0 caen en el mismo plano fundamental que el descrito por las E y bulbos de galaxias S0 no barradas. El plano fundamental es reflejo de los procesos de formación de las galaxias, el resultado obtenido indica que los bulbos de las galaxias SB0 estudiadas han tenido procesos de formación similares a los de las galaxias elípticas o bulbos de galaxias S0 no barradas. Esto pone de manifiesto que la barra en estas galaxias no ha influido en la formación de los bulbos mediante procesos seculares. Los resultados aparecen en la revista *Astronomy & Astrophysics* (Aguerri et al., 434, 109).

Sobre las galaxias compactas azules

Se realizó un estudio sistemático y detallado de la estructura de la componente subyacente de bajo brillo en una muestra de 8 galaxias enanas compactas azules (BCD), utilizando imágenes profundas en el óptico. Verificamos, de manera exhaustiva, la validez del modelo de Sersic y su sensibilidad a las posibles fuentes de error, resaltando especialmente la importancia de excluir del ajuste la región de formación estelar. La comparación de los parámetros estructurales derivados para las galaxias de la muestra con los parámetros de enanas elípticas e irregulares y galaxias de bajo brillo superficial, sugiere la existencia de conexiones evolutivas entre las BCDs y los diferentes tipos de galaxias enanas. Los resultados están publicados en Caon et al., *Astrophysical Journal Supplement Series*, 157, 218.

Tras el resultado anterior, que establece la ley de Sersic como idónea para el análisis de los perfiles radiales de brillo en la galaxia subyacente de BCDs, se implementaron los modelos bidimensionales de ajuste para el análisis de este tipo de galaxias. Este trabajo (presentado como DEA por R. Amorín Barbieri), ha resultado muy importante permitiendo explorar y disminuir las fuentes de error de los análisis tradicionales, por ejemplo, área de muestreo, ajuste del cielo, y contaminación

por la emisión de *starburst*. Para comparar se ha elegido la misma muestra ya analizada y publicada por el equipo y el resultado coincide en muchos de los casos, si bien permite soluciones con más certeza (errores mucho menores). Además, casos que en Caon et al., eran difíciles de resolver han sido esclarecidos usando la técnica 2D. El análisis bidimensional (Amorín et al.) será enviado a publicar próximamente.

El Proyecto del Plan Nacional tiene establecida la coordinación a través de mini-congresos que están planificados, uno cada año del Proyecto.

El IV Workshop del proyecto "Estallidos de formación estelar en galaxias", se tituló "Una aproximación multifrecuencia a la formación estelar en galaxias" y se celebrará en Madrid, del 26-27 de enero de 2006 – con el CIEMAT como anfitrión.

Como en los otros tres casos anteriores las contribuciones se publicarán en edición electrónica.

POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P3/94)

A. Aparicio.

C. Gallart Gallart, A. Rosenberg González, I. Drozdovski, A.C. González García, M. Monelli, S.L. Hidalgo Rodríguez, N. Noël, R. Carrera, E. Bernard y P.I. Meschin.

S. Cassisi (Teramo, Italia); P. Demarque y R. Zinn (Yale, EEUU); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); G. Piotto y A. Recio (Univ. de Padua, Italia); I. Saviane (ESO, Chile); P. Stetson (Univ. Victoria, Canadá); M. Zoccali (PUC, Chile); E. Hardy (NRAO, EEUU), R. Méndez y E. Costa (Univ. de Chile), E. Pancino (Bologna, Italia); K. Exter (ESO, Alemania); E. Skillman (Univ. de Minnesota, EEUU); N. Tikhonov (SAO, Rusia).

Introducción

Se está en una era apasionante en el estudio de la formación y evolución de las galaxias a través de estudios a alto desplazamiento al rojo. El Hubble Deep Field (Williams et al. 1996, *Astrophysical Journal* 112, 1335) y otras imágenes profundas, han proporcionado estupendas instantáneas del proceso de evolución de las galaxias. Una de las dificultades de este enfoque es cómo relacionar objetos a diferente desplazamiento al rojo entre sí y en una secuencia evolutiva, para obtener una idea coherente de la evolución de las galaxias. Otra dificultad es el bajo nivel de detalle con que se pueden estudiar estos objetos tan distantes. Los objetos suficientemente cercanos para ser

resueltos en estrellas individuales ofrecen una alternativa: para ellos, se puede usar la teoría de evolución estelar, junto con la espectroscopía y fotometría de sus estrellas individuales, para delinear en detalle su evolución, desde su formación hasta el momento actual.

En este contexto, el objetivo general de este Proyecto es el estudio de la estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias a través de las poblaciones estelares, de su luz integrada y de su cinemática. Sin dejar de prestar atención al estudio de galaxias muy lejanas, como las del Hubble Deep Field, la investigación 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 todas las galaxias y pueden considerarse como una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan.

El Proyecto puede dividirse en cuatro líneas principales:

Galaxias enanas: poblaciones estelares y estructura primordial

Las galaxias enanas surgen de forma natural como los primeros objetos en formarse en las teorías sobre la materia oscura fría. 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 y en particular, 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. Se tienen datos que demuestran la existencia de gradientes de poblaciones y estructuras extendidas en varias galaxias. El estudio detallado de estas estructuras junto con modelos de dispersión de velocidades arroja luz sobre su origen y naturaleza.

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

El hecho de que los cúmulos globulares sean los objetos más viejos del Universo y que su edad pueda ser medida con cierta precisión, hace de ellos verdaderos fósiles que contienen información sobre el proceso de formación de la Vía Láctea y, por extensión, de otras grandes

galaxias. Tal proceso podría ser reconstruido a partir del estudio de las edades, posiciones y composiciones químicas de cada cúmulo. El largo debate abierto sobre el tema, con las dos posiciones que se podría decir están lideradas por los artículos seminales de Eggen, Lynden-Bell & Sandage (1962) (formación mediante colapso rápido) y Searle & Zinn (1978) (formación mediante aglutinamiento gradual y prolongado de muchos fragmentos protogalácticos) pone de manifiesto la importancia del tema y, al mismo tiempo, que no existe una solución completamente satisfactoria. Es necesario señalar que, ambos artículos tienen ya cierta antigüedad, por lo que es erróneo suponer que las alternativas sobre las que actualmente se debate sean estrictamente las originalmente planteadas en ellos. No obstante, a mediados de los años 90, parecía estar madurando la idea de que el proceso de formación del halo era algo muy lento (Chaboyer, Demarque & Sarajedini 1996). Los resultados publicados entre 1999 y 2000 mostraron que ese no era el caso, sino, más bien, todo lo contrario.

Mediante el estudio de las edades relativas de los cúmulos globulares, se concluyó que, lo que ahora constituye el halo interno de la Vía Láctea (los 20 kpc centrales) se formó mediante un colapso rápido (de menos de 1 Ga), aunque se han encontrado varios cúmulos que son o pueden ser excepciones a este resultado. Se está trabajando en la extensión del análisis al halo externo para estudiar si existe un gradiente de edades en los cúmulos globulares, indicando una posible formación más tardía del halo externo o, incluso, trazas de las interacciones entre nuestra galaxia y sus satélites.

Formación y evolución de las Nubes de Magallanes

Entre las galaxias más próximas, esto es, el sistema de galaxias satélites de la Vía Láctea, hay dos tipos bien diferenciados de objetos, que a su vez son representantes de sendos grandes tipos de galaxias en, por lo menos, 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.

Es precisamente esta actividad de formación estelar y el alto contenido en gas lo que hace de las Nubes de Magallanes un laboratorio astrofísico especialmente interesante. En ellas, además de poder investigar las poblaciones estelares más viejas y los procesos de evolución de galaxias, es posible estudiar el proceso de formación estelar

y la interacción entre la componente estelar y la gaseosa. 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 Nube Grande 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 han utilizado las Nubes de Magallanes como laboratorios para el estudio de diferentes aspectos de la formación estelar y formación y evolución de galaxias. En un enfoque que busca conectar lo local con lo global, esta línea comprende desde la observación de cúmulos estelares hasta la comparación de resultados obtenidos a partir de síntesis espectral y diagramas color-magnitud (DCM), pasando por el estudio de las poblaciones estelares de campo y de cúmulos a partir de DCM profundos y espectroscopía, el estudio de la interacción entre las estrellas jóvenes y el Medio Interestelar y el estudio de los movimientos propios de las Nubes de Magallanes para acotar los parámetros e historia de la interacción Vía Láctea, LMC y SMC.

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 diagrama color-magnitud sintético es la herramienta más poderosa para el análisis de las galaxias más cercanas, donde las estrellas individuales son resolubles. En este caso, el diagrama color-magnitud, 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 espectroscopía.

Se ha 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, y resolución de la historia de la formación estelar mediante diagramas color-magnitud, basada en un algoritmo genético. Un tercer elemento, que está por concluir 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.

Algunos resultados relevantes

Se ha obtenido la distribución de metalicidades en 4 campos de la LMC y se encontró que a medida que nos alejamos del centro, el número de estrellas más metálicas, y por tanto más jóvenes, disminuye. Esto da lugar a que la metalicidad promedio de cada campo disminuya al alejarnos del centro, originando un gradiente de metalicidad.

Se ha caracterizado de la población de estrellas variables en la galaxia enana del Grupo Local Pegaso.

Se ha obtenido la historia de formación estelar de la galaxia enana del Grupo Local Fornax. La fase principal de formación estelar en Fornax se ha extendido hasta épocas más recientes en su región central. Se ha detectado un pequeño brote de formación estelar a una edad de 2 Gyr, que podría estar en relación con un encuentro sufrido por Fornax con otra galaxia.

Se ha encontrado que la región de formación estelar en la galaxia irregular enana del Grupo Local IC1613 ha reducido progresivamente su tamaño con el paso del tiempo. Esto es consistente con un escenario "menguante" ("Shrinking scenario") para la formación y evolución de la galaxia. Los resultados para la galaxia enana del Grupo Local Phoenix favorecen también un escenario de tipo menguante.

Se han encontrado evidencias de que la galaxia enana NGC 3109 es una espiral del tipo de M 33. Posee un disco de 30' (12 kpc), poblado por estrellas de todas las edades y una componente externa compuesta de estrellas vieja-intermedias con una distribución radial y con morfología de halo. Se ha establecido que su distancia es de 1.36 Mpc y la metalicidad media de su población estelar $Z=0.0006$. Su tamaño es de 50' x 24' (20 kpc. x 9.5 kpc.).

Se han encontrado evidencias de la presencia de discos gruesos en las galaxias espirales IC 2233, IC 5052, NGC 4631 y NGC 5023.

Se ha producido una base de datos de gran extensión (120.000 estrellas) para la población estelar de la galaxia esferoidal enana de Carina.

Se ha encontrado y caracterizado un gradiente

en el contenido estelar de la Nube Pequeña de Magallanes, no hallándose, sin embargo, un "halo" similar al galáctico a una distancia galactocéntrica de 4°.

Evolución del Proyecto

Se presentó un proyecto de observación para el HST para el estudio en profundidad de cuatro galaxias enanas del Grupo Local, con el título "The Onset of Star Formation in the Universe: Constraints from Nearby Isolated Dwarf Galaxies" e involucrando a colegas de Estados Unidos, Canadá, Italia, Países Bajos y Suiza, además del grupo en el IAC. Se obtuvieron 97 órbitas para este Proyecto, liderado por el grupo (C. Gallart). Otro proyecto de observación complementario, liderado por un colaborador externo (A. Cole), ha obtenido 16 órbitas para el estudio específico de la galaxia enana del Grupo Local Leo A. Se espera obtener datos de la máxima calidad sobre estas galaxias que permitan determinar su evolución, desde las fases tempranas, a través de un análisis completo de sus poblaciones estelares. Una de las galaxias, LGS3 fue ya observada en el mes de septiembre. Se ha obtenido su DCM, que tiene la calidad que se esperaba. En un análisis preliminar, se han encontrado también en esta galaxia numerosas candidatas a estrellas variables.

Se presentó otro proyecto de observación (liderado por A. Sarajedini, Univ. de Florida, EEUU) para realizar un extenso survey de cúmulos globulares, con el título "An ACS Survey of Galactic Globular Clusters". El Proyecto ha obtenido 134 órbitas. Las observaciones se iniciarán en 2006. El objetivo es proporcionar la base de datos más extensa y profunda sobre cúmulos globulares de la Vía Láctea con el objetivo de estudiar las edades, distancias y cinemática de los cúmulos. Esto posiblemente permitirá desarrollar un esquema mucho más preciso que el actual sobre la formación y evolución de la Vía Láctea.

Se ha completado el análisis del triplete de CaII en una muestra de estrellas RGB de 29 cúmulos (15 abiertos y 14 globulares). Como resultado destacable, se ha encontrado que la anchura equivalente de estas líneas está correlacionada con la metalicidad de la estrella, independientemente de su edad. Esto permite aplicar esta técnica para estimar metalicidades en grandes campos de las galaxias cercanas en un tiempo de telescopio razonable. Estos resultados serán publicados en breve.

Se ha aplicado la técnica anterior a cuatro campos externos del disco de la LMC obteniendo metalicidades para cerca de 400 estrellas. Se ha encontrado la presencia de un gradiente de

metalicidad a lo largo del disco de esta galaxia, lo que proporciona claves muy interesantes acerca de su evolución química. Se han observado también cerca de 400 estrellas en distintos campos repartidos a lo largo de la SMC.

Se concluyó y presentó el trabajo de I. Meschin conducente a la obtención del DEA sobre estrellas variables en la galaxia enana de Pegaso.

Se terminó el análisis de la historia de la formación estelar de Fornax. Se presentaron los resultados en el congreso "Near-field Cosmology with Dwarf Elliptical Galaxies".

Se llevó a cabo el análisis de las poblaciones estelares de la galaxia irregular enana del Grupo Local IC1613 y de su distribución espacial, mediante imágenes de gran campo. Se utilizaron diagramas sintéticos basados en el código IAC-STAR, desarrollado por el grupo.

Se ha ampliado la base de datos de cúmulos abiertos (se dispone de 40), y se ha hecho espectroscopía preliminar con el telescopio WHT en el triplete de Ca II de varias estrellas del cúmulo Be 17.

Se presentó el trabajo conducente al DEA de N. Noël, sobre la población estelar de la Pequeña Nube de Magallanes. Se encontró un gradiente de poblaciones en el sentido de que las regiones de esta galaxia más próximas a la Gran Nube de Magallanes contienen una mayor proporción de estrellas jóvenes.

Se realizó un estudio fotométrico de las poblaciones estelares de la galaxia enana post-starburst NGC 1705, utilizando datos del HST.

Se realizó fotometría óptica de los púlsares XTE 1807-294 y XTE 1814-338, con períodos en el rango de los milisegundos. Se han definido las contrapartidas ópticas.

Se inició el estudio de las poblaciones estelares de la galaxia esferoidal de Carina. Como primer paso, se ha construido un catálogo de 120.000 estrellas, basado en un total de 3.000 imágenes.

Se han realizado trabajos sobre la presencia de halos estelares y discos gruesos en las galaxias IC 2233, IC 5052, NGC 4631 y NGC 5023.

Se ha concluido el análisis de las poblaciones estelares y su distribución espacial en las galaxias del Grupo Local Phoenix y NGC 3109.

ESPECTROSCOPIA BIDIMENSIONAL CON FIBRAS ÓPTICAS DE GALAXIAS ACTIVAS (P4/94)

E. Mediavilla.

**J.A. Acosta Pulido, B. García Lorenzo, K. Exter
y V. Agra.**

Colaborador IAC: L.M. Cairós.

M. Rodríguez (INAOE, México); S. Arribas (STScI, EEUU), V. Motta (Univ. de Montevideo, Uruguay); L. Colina (IFCA, Santander); P. Felenbok (Obs. París-Meudon, Francia); R. Díaz y S. Lípari (OAC, Argentina); M. Roth (IAP, Francia); E. Battaner, A. Castillo, A. Guijarro, E. Florido y J. Jiménez (Univ. de Granada).

Introducción

El objetivo último 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. En el marco de este Proyecto, se pretende introducir nuevos desarrollos instrumentales, tales como la extensión al infrarrojo cercano, el uso de microlentes, o el diseño de nuevos sistemas.

Algunos resultados relevantes

Se ha aplicado la espectroscopía 3D a la detección del tránsito de planetas extrasolares, demostrando experimentalmente que la espectroscopía 3D es una poderosa técnica para obtener las series temporales de alta razón señal a ruido necesarias para llevar a cabo esta detección.

Se ha detectado la captura y fusión de una galaxia satélite por M 83 que ha ido disparando la

formación estelar en su movimiento orbital. Este raro fenómeno transitorio (aún no se ha completado una órbita completa de la galaxia capturada) puede ayudar a comprender los mecanismos de la formación de galaxias.

Evolución del Proyecto

Este año ha destacado por el gran esfuerzo dedicado a la colaboración Euro3D y, sobre todo, a la Escuela de Invierno de 2005 sobre "Espectroscopía 3D". Se ha participado activamente en la red europea, fomentando la elaboración de programas de observación para INTEGRAL, prestando soporte en el telescopio y ayudando con la reducción y el análisis de los datos. Con este propósito se ha recibido (y se ha visitado) a varios estudiantes de otras instituciones que han sido instruidos acerca de los métodos 3D. Los resultados de la Escuela de Invierno han sido evaluados muy positivamente por el coordinador de la red. El programa de entrenamiento práctico con datos y programas de espectroscopía 3D ha sido una de las actividades con más éxito de la Escuela.

Este año se ha abierto una nueva línea de investigación: las observaciones de tránsitos de planetas extrasolares a partir de espectroscopía 3D. Utilizando observaciones reales hechas con INTEGRAL en 2004, se han estudiado las líneas Na D en el sistema HD 209458b. Se han utilizado 30.000 espectros obtenidos en 150 exposiciones durante un período de 7 horas. Los resultados indican que la espectroscopía 3D tiene tres ventajas con respecto a los métodos tradicionales: mejora de la razón señal a ruido al repartir la señal en todo el CCD, posibilidad de autocalibración para eliminar efectos instrumentales y del fondo de cielo y posibilidad de de-correlar las inestabilidades fotométricas inducidas por la variación de la *Point Spread Function*.

En colaboración con R. Díaz, se ha completado un trabajo sobre la captura de una galaxia satélite en M 83. Las imágenes y la espectroscopía integral han permitido estudiar la génesis de un gigantesco arco de formación estelar detectado en M 83. Esta galaxia presenta dos núcleos que han sido caracterizados cinemáticamente. Se supone que uno de ellos es una galaxia satélite capturada por M 83 que en su trayectoria va disparando la formación estelar.

DISTRIBUCIÓN Y DINÁMICA DE POBLACIONES ESTELARES EN GALAXIAS (P5/94)

F. Garzón.

M. López Corredoira, A. Cabrera, C. González, A. Di Cesare, N. Castro, P.L. Hammersley y T. Mahoney.

Colaborador IAC: B. Vicente.

M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); E. Battaner (Univ. de Granada); A Robin (Obs. Besançon, Francia); O. Gerhard (Obs. De Basilea, Suiza).

Introducción

El Proyecto de cartografiado IR del plano y bulbo galácticos se enmarca dentro de la investigación en Astrofísica observacional 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. Los catálogos profundos y extensos de cielo son una herramienta fundamental de partida para una amplia variedad de investigaciones posteriores. En particular, el grupo está trabajando sobre poblaciones estelares específicas en el plano ecuatorial de la Vía Láctea. 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 interno, bulbo externo, disco, brazos espirales, etc. Esta base de datos tiene unas características superiores a la de los catálogos 2MASS y DENIS, tanto en resolución espacial como en sensibilidad, lo que resulta muy conveniente para el análisis de las estructuras más profundas de las regiones centrales de la Galaxia. De hecho, se ha utilizado de forma muy conveniente la combinación de datos propios, más profundos, con los catálogos públicos, que ofrecen una mayor cobertura espacial. A lo largo de 2005 se han realizado, utilizando datos combinados de del catálogo y 2MASS, diversos estudios sobre la distribución vertical y horizontal de la población estelar de la Vía Láctea.

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 las 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. Adicionalmente, se está obteniendo información fotométrica más detallada de la que se dispone, con mayor resolución espacial y sensibilidad, en aquellas áreas más densamente pobladas del interior galáctico.

Además, se ha incluido entre las metas del grupo el estudio de la estructura y poblaciones estelares en galaxias espirales próximas, a partir de la fotometría superficial infrarroja, utilizando la cámara CAIN en el telescopio TCS. En este apartado del Proyecto, se cuenta con la colaboración activa del grupo de E. Battaner (Univ. de Granada). Durante 2005 se ha continuado ampliando la base de datos con observaciones de nuevas galaxias, aunque aún queda mucho por hacer en este sentido, pues la muestra observada es todavía pequeña.

Algunos resultados relevantes

Se han obtenido los primeros resultados del seguimiento espectrofotométrico del catálogo TCS-CAIN.

Se ha aplicado el método de inversión directa de la ecuación fundamental de la estadística galáctica a las cuentas de 2MASS.

A partir de las cuentas TCS-CAIN y 2MASS, se han determinado los parámetros de escala de la estructura del disco grueso.

Evolución del Proyecto

El Proyecto ha continuado su evolución durante 2005, si bien a un ritmo más lento de lo habitual debido a varias circunstancias. 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: P.L. Hammersley es científico asociado de GTC, y muy involucrado en el comisionado del mismo, aspecto que ha merecido toda su atención durante 2005 debido a la proximidad del arranque de la tarea. F. Garzón es IP de EMIR, el espectrógrafo infrarrojo multiobjeto del telescopio GTC, que ha pasado un año crucial durante 2005, especificando y lanzando la fabricación, bien vía contratos o en el IAC, de la mayoría de sus sistemas. C. González comparte su dedicación al Proyecto con un trabajo intenso dentro del grupo instrumental ERMI, donde está encargado de realizar la calibración del detector

y pruebas del sistema de lectura, además de ser miembro del grupo de astronomía y participar en labores de AIV. Por otro lado, varios miembros del equipo han presentado, o están a punto de hacerlo, los resultados de su trabajo en forma de tesis y DEA. Tras la defensa de su tesis, A. Cabrera es ahora miembro del equipo de Astrónomos de Soporte del telescopio GTC, con lo que su dedicación al Proyecto ha disminuido sustancialmente desde mediados de año.

Sin embargo, se ha avanzado en la consecución de los objetivos propuestos, que se describen a continuación. La puesta a punto de la base de datos CAIN, calibrada fotométrica y astrométricamente, que se llevó a cabo en 2004, ha permitido una mejor aprovechamiento de la información contenida en la misma. Se ha completado la descripción global del proyecto observacional y sus características principales. Desde el punto de vista observacional, se centra en dos aspectos: por un lado, complementar el cartografiado CAIN con imágenes más profundas y con mejor resolución espacial, utilizando la cámara NOTCAM, a la que se está intentando añadir el instrumento SOFI desde el Sur. Se ha solicitado tiempo a ESO para el período 77B, y aún no se tienen noticias del resultado. Es más que probable que se tenga que esperar a la entrada de España en ESO para poder completar con éxito este apartado del Proyecto. La caracterización espectrofotométrica de fuentes en el interior galáctico constituye la base del Proyecto GALEP, que formará parte del programa central de EMIR, y cuyo trabajo preparatorio comenzará con los medios observacionales disponibles actualmente.

Por último, durante 2005, se han publicado dos trabajos referentes a la estructura detallada del bulbo galáctico y de la distribución estelar vertical del disco en la vecindad solar.

GOYA: EVOLUCIÓN COSMOLÓGICA DE GALAXIAS (P5/00)

M. Balcells.

M. Prieto, J. Cepa, L. Domínguez Palmero, C. Eliche Moral, D. Abreu, C. López y M. Vallbé.

D. Cristóbal Hornillos (IAA, Granada); R. Guzmán y A. González (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, J. Gorgas, J. Zamorano y A. Gil de Paz, (UCM, Madrid); E. García-Davó (GRANTECAN, S.A.); R. Pelló y T. Contini (LAOMP, Francia); R. F. Peletier (Univ. de Groningen, Países Bajos); J. Falcón (Univ. de Leiden, Países Bajos); A. Graham (Australian National Univ., Australia); D. Carter

(Univ. de Liverpool-John Moores, Reino Unido); C. del Burgo (Dublín Inst. for Advanced Studies, Irlanda); C. Conselice (Univ. de Nottingham, Reino Unido); P. Erwin (MPI Extraterrestrial Physics, Alemania); E. Salvador Solé (Univ. de Barcelona); G. González Casado (Univ. Politécnica de Cataluña).

Introducción

Este Proyecto combina estudios de galaxias a alto z con estudios complementarios de galaxias en el Universo local.

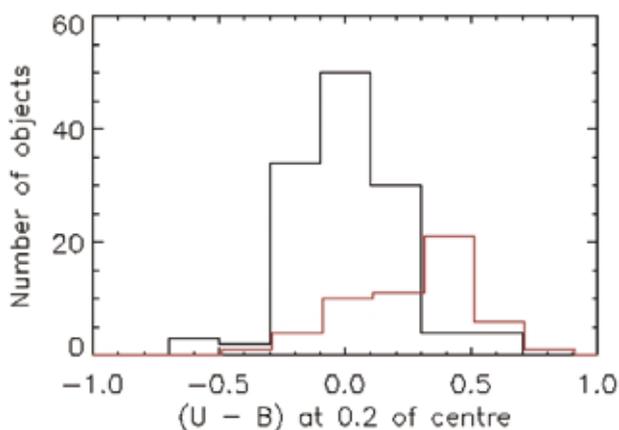
Los estudios a alto z se enmarcan en el proyecto GOYA, una colaboración dirigida por astrónomos del IAC, de la Univ. Complutense de Madrid, del Obs. de Midi-Pyrenées (Francia), y de la Univ. de Florida (EEUU), y que incluye a más de 30 colaboradores en once centros españoles, franceses, holandeses e ingleses. El objetivo central del Proyecto GOYA es utilizar EMIR en el telescopio GTC para realizar un censo de las galaxias a desplazamientos al rojo entre $z=1.5$ y $z=3$ y estudiar sus propiedades con el mismo conjunto de parámetros y diagnósticos que se emplean en el estudio de galaxias en el Universo local, es decir aquellos obtenidos en el rango visible del espectro. Más allá de $z=1.5$, el rango visible del espectro de las galaxias se observa en longitudes de onda superiores a 1.6 micras, lo que impide su detección con cámaras y espectrógrafos no criogénicos. Para permitir la observación eficiente de grandes muestras de galaxias en estas longitudes de onda, el equipo de GOYA propuso e impulsa actualmente la construcción de EMIR, una cámara-espectrógrafo multiobjeto criogénica, actualmente en construcción para el telescopio GTC por un Consorcio liderado por el IAC (Ver Proyecto EMIR). Además de las tareas de especificación y seguimiento del desarrollo de EMIR, el Proyecto GOYA se concentra en

la preparación para la explotación científica de EMIR. Para ello, está obteniendo y analizando un amplio cartografiado del cielo en bandas que van del ultravioleta hasta el infrarrojo cercano (2.2 micras), a profundidades suficientes para la selección y caracterización de las muestras de galaxias a observar en su momento con EMIR en el telescopio GTC.

El Proyecto prosigue diversas líneas de estudio de galaxias en el Universo cercano, principalmente en bulbos centrales de galaxias de disco de tipos tempranos.

Algunos resultados relevantes

Se han construido modelos de formación y evolución galácticas que ponen límites importantes en la época de aparición de las galaxias dominadas por poblaciones estelares evolucionadas. El estudio se ha concentrado en lograr que los modelos reproduzcan las cuentas de galaxias derivadas por el grupo en años anteriores. La novedad del estudio fue el ajustar simultáneamente las cuentas en tres bandas, U, B, y Ks. Las cuentas de galaxias en la banda Ks son anómalas ya que presentan un abrupto cambio de pendiente en niveles de brillo intermedios, $K_s \sim 17.5$. Los modelos requieren la aparición de las galaxias dominadas por poblaciones evolucionadas en aproximadamente $z=1.5$ (hace 9 Gaños, en la Cosmología concordante Λ CMD). Además, las cuentas sólo se reproducen si suponemos que todas las clases de galaxias, incluidas las elípticas, tenían bastante polvo a $z \sim 1$, y si hubo ritmos importantes de fusiones de galaxias. En la interpretación, la formación de elípticas a $z=1.5$ corresponde a la época de ensamblaje y finalización de la formación estelar, más que la época de formación de las estrellas de las galaxias. Se ha obtenido evidencia de que los colores de las poblaciones estelares de las regiones centrales de galaxias, a desplazamientos al rojo entre $z=0.2$ y



Distribuciones de colores (U-B) en el sistema de referencia de las galaxias, medidos a 0,2" del centro de cada galaxia, para las galaxias de disco en el campo de Groth con diámetro aparente superior a 2,8". La muestra representada en rojo incluye todas aquellas galaxias cuyo brillo central presenta un exceso, de más de 1 mag/arcsec², respecto de la extrapolación del perfil exterior. La muestra representada en negro incluye todas aquellas galaxias que presentan un perfil de brillo exponencial en todo el rango radial. Se observa que las distribuciones de color de ambas muestras son marcadamente distintas. Las galaxias con exceso de brillo central (histograma rojo) se concentran en la banda de colores rojos (U-B ~ 0.5) correspondientes a una población estelar que no forma estrellas. Entre las galaxias sin exceso de brillo central, la gran mayoría muestra colores consistentes con una población estelar que forma estrellas en la actualidad.

$z=0.9$, dependen marcadamente de la forma del perfil de brillo de las galaxias. Encuentran que las galaxias con exceso de brillo central presentan una distribución de colores intrínsecos correspondiente a la de una población estelar sin formación estelar reciente. En contraste, las muestras de galaxias cuyo perfil de brillo es exponencial en todo el rango radial, presentan una distribución de colores más sesgadas hacia el azul, y sin concentración en la banda roja.

Evolución del Proyecto

Se ha proseguido con la obtención del muestreo fotométrico GOYA y con el análisis de datos. El progreso en el lado observacional se ha visto afectado por una alta incidencia de malas condiciones meteorológicas. El análisis de datos se ha centrado en cuatro líneas. Dos de ellas, modelado de cuentas de galaxias, y mediciones de colores de bulbos galácticos, se describen en la sección de "Algunos resultados relevantes". Otras líneas tratadas se describen en los párrafos siguientes.

En el marco del proyecto de DEA de D. Abreu, se ha construido un catálogo limitado en magnitud K_s para el campo de Groth. El catálogo contiene 2.500 fuentes detectadas en las imágenes K_s , en áreas cubiertas por las imágenes en las otras bandas, así como las mediciones de fotometría de apertura en las otras bandas para las mismas posiciones. Para este catálogo, se han computado desplazamientos al rojo fotométricos usando el paquete HyperZ, obteniéndose resultados de calidad, con media de errores $\Delta z/(1+z) = 0.074$ hasta $z \sim 1.5$. La precisión de los z_{phot} para el rango alto, $2 < z < 4$, está siendo estudiada. El catálogo limitado en K_s proporciona la base para todos aquellos estudios que precisan muestras de galaxias pesadas por la masa estelar.

Se ha iniciado una línea de estudios de galaxias en estado de fusión a desplazamientos al rojo hasta $z \sim 2$. Este trabajo, que se incluye en el proyecto de DEA de C. López, medirá la incidencia de fusiones en dos campos de GOYA, el campo de Groth y el de GOODSN. Se aplican dos diagnósticos distintos para ello, uno basado en pares de galaxias, y otro basado en asimetrías en la distribución de luz. Para ello, se han incorporado las imágenes y catálogos públicos del muestreo GOODSN con la cámara ACS del HST.

Las imágenes y catálogos del campo de GOODSN se han usado para definir muestras de galaxias de disco en este campo, con criterios de selección idénticos a los usados para la muestra de galaxias de disco en Groth (Ver "Algunos resultados relevantes"). Este trabajo, desarrollado por R. Kirkland (estudiante de verano de la Univ. de Florida) y L. Domínguez, ha permitido concluir

que las poblaciones de galaxias en Groth y GOODSN son distintas, con una marcada ausencia de galaxias con colores rojos en el campo de GOODSN.

Se ha invertido gran esfuerzo en la estandarización de los procesos de tratamiento de datos y los formatos para información astrofísica, desde cabeceras de imágenes hasta logs de reducción. Este esfuerzo ha llevado a la definición del "GOYA Data System", un conjunto de especificaciones para el tratamiento y almacenamiento de datos. Se ha creado una base de datos MySQL para almacenar catálogos de fuentes de los muestreos, a partir del formato típico del programa SExtractor. Se ha creado asimismo una base de datos de documentación para el almacenaje y fácil acceso a toda la documentación del Proyecto.

En el terreno de planificación científica, el Proyecto GOYA tuvo su tercera reunión científica en el mes de mayo en Toulouse (Francia). El grupo ha crecido, con 36 científicos de 11 instituciones en 5 países. Hay que destacar la entrada de la Univ. de Florida (EEUU), que ha propuesto dar estatus de Proyecto Clave al Proyecto GOYA, y así otorgarle tiempo garantizado tanto en el telescopio GTC como en otros grandes telescopios en los que dispone de tiempo garantizado ligado a su instrumento Flamingos-2.

OTELLO: OSIRIS TUNABLE EMISION LINE OBJECT SURVEY (3I1602)

J. Cepa Nogué.

M. Balcells, M. Prieto, H. Castañeda, S. Iglesias Groth, A.M. Pérez García, A. Vazdekis, J.L. Cervantes y J.M. González Pérez.

Colaborador del IAC: B. Cedrés.

E. Alfaro (IAA, Granada); J. Bland-Hawthorn (AAO, Australia); J. Gallego (UCM, Madrid); I. González-Serrano (IFCA-UNICAN, Cantabria); J. González (UNAM, México); H. Jones (Mt. Stromlo, Australia), M. Sánchez-Portal (UPSAM).

Introducción

El acrónimo OTELO (OSIRIS Tunable Emission Line Object Survey) designa un cartografiado de los objetos con líneas de emisión en sus espectros, que se efectuará utilizando los filtros sintonizables del instrumento OSIRIS (Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy) del telescopio GTC. Para ello se observará en un rango espectral definido por ventanas atmosféricas que presentan una baja emisión, en distintas zonas del cielo en las cuales nuestra galaxia extingue poco la luz visible. Las altas prestaciones de los filtros

sintonizables, la gran eficiencia del instrumento OSIRIS y el área colectora proporcionada por el telescopio GTC, permitirán obtener el cartografiado de objetos en emisión más profundo del mundo y con mayor cantidad de objetos, debido al gran volumen de Universo explorado. Se espera detectar decenas de miles de galaxias, cantidad que permitirá estudiar la evolución de los objetos que componen el Universo desde el instante actual hasta la época en que el Universo tenía solamente la décima parte de la edad que tiene en la actualidad. Además, debido a la estrategia de observación utilizada, los objetos de OTELO reflejarán fielmente las propiedades del Universo, puesto que proporcionan una muestra de objetos en volúmenes perfectamente definidos de universo a un flujo límite conocido para cada uno de ellos y evitando efectos de varianza cósmica.

OTELO permitirá abordar una gran variedad de estudios acerca de: las propiedades y distribución de las galaxias más lejanas del Universo, los cúasares más lejanos y las galaxias activas, la formación estelar en galaxias poco luminosas, la evolución química del Universo, la escala de distancias, las estrellas activas de la Vía Láctea, etc.

El cartografiado en líneas de emisión de OTELO se complementa con otro cartografiado auxiliar en banda ancha de las mismas zonas del cielo, que se encuentra en la actualidad en fase avanzada de ejecución. Este cartografiado auxiliar permitirá la identificación morfológica y de la línea espectral de las galaxias observadas. Finalmente, los objetos detectados en OTELO serán también estudiados en otras líneas de emisión utilizando OSIRIS, así como en el infrarrojo lejano con PACS y SPIRE (HERSCHEL).

Algunos resultados relevantes

Los estudios efectuados durante 2005 indican que la función inicial de masas de las estrellas que se forman en los brazos de galaxias espirales de gran diseño (continuos, bien definidos) es distinta de la correspondiente a las estrellas que se forman en los brazos floculentos (discontinuos, parcheados, poco definidos). Los brazos de gran diseño forman una mayor fracción de estrellas masivas que los floculentos. Es la primera vez que se aportan evidencias observables de esta diferencia, que podría ser causada por el entorno de mayor densidad que inducen las ondas de densidad causantes de los brazos espirales en las galaxias de gran diseño.

Asimismo durante 2005 se ha avanzado en la comprensión de la misteriosa emisión anómala de microondas detectada recientemente en el complejo molecular de Perseo. Dicha emisión podría ser debida a la emisión bipolar eléctrica de mezclas de fullerenos de distintos niveles de hidrogenación.

Finalmente se ha establecido la existencia de un gradiente radial de edad y composición química en la galaxia M 32, y se han cuantificado sus límites. Las discrepancias encontradas por otros autores en anteriores estudios son posiblemente debidas a la contaminación por la luz difusa procedente del núcleo de esta galaxia.

Evolución del Proyecto

Durante el año se han corregido de efectos instrumentales todos los datos del cartografiado auxiliar de banda ancha que se han obtenido hasta la fecha, y se han calibrado en flujo y astrométricamente los datos del campo GROTH. En la actualidad se están analizando los resultados a fin de obtener las funciones de luminosidad y el ajuste a los modelos correspondientes. Asimismo se están estudiando las propiedades de la fracción estelar encontrada en el cartografiado.

En 2005 OTELO ha sido seleccionado, tras competir en una evaluación científica externa, como Proyecto Estratégico del IAC para los próximos 5 años. Es el primer Proyecto de esta categoría, al que solamente pueden acceder un máximo de dos proyectos simultáneamente.

Durante 2005 se ha concretado la participación de OTELO en el cartografiado extragaláctico que llevarán a cabo los instrumentos PACS y SPIRE de la misión HERSCHEL de la ESA. Parte del equipo de OTELO participa en este cartografiado, que por parte española también lidera el IP de OTELO. Esta combinación permitirá complementar la base de datos de OTELO con observaciones en el rango de 60 a 600 micras, ampliando el alcance de casos científicos como el de la evolución de la densidad de formación estelar. También se ha estado desarrollando una labor de investigación en la línea del Medio Interestelar, para utilizar los resultados de PACS a fin de conocer la extinción y cuáles son los agentes causantes de ella, tanto en nuestra Galaxia como en las galaxias a alto desplazamiento al rojo.

EVOLUCIÓN DE GALAXIAS EN CÚMULOS (3I2404)

**J.A. López Aguerri.
C. Muñoz Muñón y R. Sánchez Janssen.**

J.M. Vilchez, M. Moldes Villamate y J. Iglesias Páramo (IAA, Granada); M. Membrado (Univ. de Zaragoza); M. Arnaboldi y O. Gerhard (MPIA, Alemania).

Introducción

El Universo visible es altamente inhomogéneo, estando la materia luminosa condensada en estrellas, las cuales a su vez se agrupan formando galaxias. Las galaxias pueden evolucionar de forma aislada, formando la llamada población de campo, o pueden unirse gravitacionalmente con otras galaxias y formar asociaciones que van desde pequeños grupos hasta cúmulos de galaxias masivos y supercúmulos. Estas son las estructuras virializadas más grandes que se conocen en el Universo. Durante décadas, los cúmulos de galaxias se han usado con el fin de determinar las propiedades a gran escala del Universo, y confirmar o refutar las diferentes teorías cosmológicas. Han sido también utilizados con el fin de entender los procesos de evolución de las galaxias. Mientras que las galaxias de campo evolucionan pasivamente, las galaxias en cúmulos evolucionan dependiendo del entorno. Uno de los grandes retos de la Astrofísica moderna es obtener una buena teoría sobre la evolución de las galaxias, siendo el papel que juega el entorno en la evolución de galaxias una de las claves de esta teoría.

Es bien conocido desde las primeras observaciones que se hicieron de cúmulos ricos, que las propiedades de las galaxias en cúmulos son bastante diferentes de las de campo. La población en cúmulos está dominada por galaxias de tipo temprano, principalmente elípticas y S0s. Estas son la familia de galaxias más abundantes y homogénea que se encuentra en los cúmulos de galaxias, siguiendo relaciones observaciones muy fuertes como: plano fundamental o relación color-magnitud. Estas galaxias dominan las regiones centrales de los cúmulos y deberían de haberse formado antes de la virialización de los mismos. Además, presentan una población estelar vieja, la cual indica que la población de galaxias elípticas en cúmulos ha evolucionado pasivamente desde alto desplazamiento al rojo. Por el contrario, las galaxias tardías presentes en cúmulos son menos abundantes que en el campo y están localizadas en las partes más externas donde la densidad local de galaxias no es muy alta. Esta distribución de morfologías recibe los nombres de relaciones morfología-densidad o morfología-distancia radial. Las diferencias entre las galaxias de campo y en cúmulos sugirió desde un principio que las galaxias en cúmulos podrían tener procesos de formación diferentes a las de campo. Sin embargo, desde la aceptación general de las teorías jerárquicas como los modelos preferidos que explican la formación de estructuras, en los cuales las galaxias brillantes serían el resultado de fusiones e interacciones, se ha puesto toda la atención en los mecanismos

que pueden transformar galaxias de tipo tardío en entornos de alta densidad. Actualmente, el marco teórico más aceptado sobre la evolución de cúmulos de galaxias es el aquel que indica que las galaxias están continuamente cayendo a los cúmulos, y que tanto estrellas como gas son arrancados de las partes externas de las galaxias debido a encuentros entre galaxias o con el potencial cumular. Este es el llamado mecanismo de "harassment". Este proceso evolutivo puede estar activo hasta épocas presentes y proporciona un número de evidencias observacionales en galaxias que pueden ser testeadas. En particular, el escenario de "harassment" propone que los discos de las galaxias en cúmulos deben de ser diferentes que los de las galaxias de campo, debido a la parada de la formación estelar y el arrancado de estrellas; las galaxias enanas serían, según este mecanismo, objetos no primordiales, siendo su origen galaxias brillantes tardías. El material arrancado de las galaxias estaría depositado en la región intracumular, "volando" libremente bajo el potencial gravitatorio del cúmulo. Este material formaría la llamada luz difusa. Esta nueva componente cumular debería de ser una componente no relajada con el potencial gravitatorio del cúmulo, y ser más importante en cúmulos que presentaran más número de galaxias transformadas mediante el mecanismo del "harassment".

El propósito principal de este Proyecto es confirmar o refutar las predicciones observacionales anteriormente citadas de la teoría del "harassment" en una muestra de cúmulos cercanos de diferentes propiedades físicas. Esto será realizado mediante el estudio de la morfología cuantitativa de galaxias en cúmulos y las propiedades de la luz difusa. Este Proyecto de investigación proporcionará unas fuertes restricciones observacionales sobre la evolución de galaxias en cúmulos, y será una piedra angular para trabajos futuros sobre cúmulos de galaxias a alto desplazamiento al rojo.

Algunos resultados relevantes

Galaxias enanas en el cúmulo de Coma

Se ha estudiado la estructura de las galaxias enanas que se encuentran en la región central del cúmulo de Coma. Dichas galaxias se han clasificado en dos grandes grupos según las estructuras fotométricas que aparecen en sus perfiles radiales de brillo superficial. Los resultados sugieren que las galaxias dS0 no son galaxias primordiales, procediendo de la evolución de galaxias brillantes tardías debido a las interacciones gravitatorias con otras galaxias y con el potencial cumular.

Luz difusa en el cúmulo de Virgo

Se analizó la cantidad y distribución de la luz difusa en la región central del cúmulo de Virgo mediante la detección de nebulosas planetarias intracumulares en regiones libres de galaxias alrededor del centro del cúmulo de Virgo. La luz difusa constituye hasta el 10% de la luz total en la región central de Virgo, siendo su distribución altamente inhomogénea. Esto indica que el origen de la luz difusa es muy reciente y que el cúmulo de Virgo es un cúmulo dinámicamente muy joven. Este resultado es muy importante ya que es la primera vez que se ha hecho un trabajo tan amplio de estas características e indica que la luz difusa puede servir como trazadores de la dinámica de los cúmulos de galaxias.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2005 se ha seguido estudiando la influencia del entorno en la evolución de galaxias. En concreto, el objetivo de este Proyecto es encontrar evidencias observacionales que confirmen o refuten la teoría de "harassment" sobre la evolución de las galaxias en entornos de alta densidad. Durante el año se han obtenido resultados importantes sobre el origen y evolución de las galaxias enanas en cúmulos y sobre la luz difusa en el cúmulo de Virgo.

La teoría jerárquica sobre la formación de estructuras establece que las galaxias brillantes se forman por fusiones y acreciones de otras galaxias brillantes y enanas. Las galaxias enanas serían las primeras en ser formadas y constituirían las semillas de galaxias más brillantes. En los últimos años se ha puesto en duda el hecho de que las galaxias enanas que se observan en los cúmulos cercanos sean de verdad objetos primordiales. El grupo ha analizado los parámetros estructurales de las galaxias enanas localizadas en la parte central del cúmulo de Coma. Se han clasificado en dos grandes grupos atendiendo a la forma de sus perfiles radiales de brillo superficial: enanas elípticas (dE) y enanas S0 (dS0). Las galaxias dE son aquellas que presentan perfiles de brillo superficial que se pueden ajustar con una ley de Sèrsic, mientras que para las dS0 se necesita además un perfil exponencial para el ajuste de sus perfiles de brillo. En el cúmulo de Coma las galaxias dS0 constituyen el 25% de las galaxias enanas más brillantes que $m(r)=17$. Se ha visto que los parámetros estructurales de las galaxias dE siguen una relación continua con los parámetros de las galaxias elípticas brillantes (E) del cúmulo. Esto, encontrado ya anteriormente por otros autores,

indica que las galaxias dE serían galaxias similares a las E pero más débiles, compartiendo ambas familias mecanismos de formación similares. Esto no ocurre en el caso de las galaxias dS0. Estas galaxias, como se ha dicho, se caracterizan por presentar dos componentes diferenciadas en sus perfiles de brillo superficial. Las partes centrales de los perfiles (bulbos) siguen una ley de Sèrsic, mientras que la región externa (discos) se ajustan mediante una ley exponencial. Esto es similar a lo que ocurre con las galaxias espirales brillantes. Se ha descubierto que los parámetros estructurales de los discos de las dS0 están relacionados con los de los discos de las galaxias espirales brillantes. Mientras, que los parámetros de los bulbos de las dS0 son muy similares a los de los bulbos de las galaxias espirales tardías. Por todo ello, se ha concluido que las galaxias dS0 no son galaxias primordiales, procediendo de la transformación de galaxias espirales tardías debido al entorno del cúmulo. Los resultados de este estudio se publicaron en: Aguerri et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 130, 475.

Asimismo, se ha estudiado la función de luminosidad del cúmulo Abell 2151, el cual es uno de los cúmulos que forman el supercúmulo de Hércules. Debido a la profundidad y calidad de los datos observacionales, se ha podido analizar la función de luminosidad de este cúmulo hasta magnitudes muy débiles ($M_v=-14.5$) que permiten estudiar el régimen de las galaxias enanas. Se ha encontrado que la pendiente de la función de luminosidad de las galaxias de este cúmulo varía radialmente, siendo más elevada en las partes externas del cúmulo. La pendiente de la función de luminosidad está relacionada con el número de galaxias enanas presentes en el cúmulo, el resultado obtenido apunta a que hay un mayor número de galaxias enanas en las partes externas que en las internas. Además, se ha visto que el cociente entre enanas y brillantes también depende del entorno, siendo mayor en los lugares del cúmulo que presentan menor densidad local de galaxias. Esto sugiere que en los entornos de mayor densidad las galaxias enanas podrían haberse destruido como consecuencia de la presencia de las interacciones de ellas con el potencial del cúmulo o se habrían fusionado con las galaxias brillantes. Los resultados sobre la función de luminosidad en este cúmulo han sido publicados en: Sánchez-Janssen et al., *Astronomy & Astrophysics*, 434, 521.

Recientemente, se ha publicado varios casos de galaxias enanas que presentan las partes más internas desacopladas cinemáticamente de las externas. Se ha realizado un estudio teórico sobre las posibles causas de este desacople. En concreto, se han realizado simulaciones numéricas

de alta resolución, utilizando la gran capacidad de cálculo del Beowulf clúster del IAC. Las simulaciones consistieron en estudiar la interacción gravitatoria de una galaxia enana rotante con una galaxia brillante. Debido a la transferencia de momento en la interacción las partes externas de la galaxia enana contrarrotaban, dependiendo el radio de contrarrotación del parámetro de impacto de la interacción. Los radios de corrotación que se han observado en las galaxias enanas reales son del orden del 1-1.5 kpc, mediante nuestras simulaciones obtuvimos que para conseguir estos radios de corrotación tan pequeños era necesario que la interacción de la enana con la galaxia brillante fuera casi frontal, o bien que la galaxia enana tuviera poca materia oscura. Lo cual indica que las contrarrotaciones observadas se obtendrían bajo condiciones muy restrictivas según estas interacciones gravitatorias. Se realizó un estudio estadístico para un cúmulo tipo el cúmulo de Virgo y resultado que tan sólo el 1% de las galaxias enanas del cúmulo de Virgo tendrían los desacoplos cinemáticos descritos mediante las interacciones gravitatorias simuladas. Los resultados de este estudio se han publicado en el artículo: González-García et al., *Astronomy & Astrophysics*, 444, 803.

Se ha detectado que tanto las galaxias enanas como las brillantes pierden estrellas debido a las interacciones gravitacionales entre ellas mismas y/o con el potencial del cúmulo de galaxias. Debido a ello, evolucionan morfológicamente pasando de galaxias espirales tipo tardío a galaxias espirales tempranas y enanas. Esta masa perdida se deposita en la región intracumular de los cúmulos de galaxias, formando la llamada luz difusa o intracumular. Durante el año 2005 se ha analizado la cantidad de luz intracumular existente en la región central del cúmulo de Virgo. Este estudio se ha llevado a cabo mediante imágenes profundas de gran campo obtenidas con las cámaras de el telescopio 2,2 m de La Silla (Chile), el telescopio INT (ORM) y el telescopio de 8 m Subaru (Japón). Se ha obtenido que la cantidad global de la luz difusa en el núcleo del cúmulo de Virgo es del orden de un 10%, siendo su distribución muy inhomogénea. Esto apunta hacia un origen reciente de la luz difusa en el cúmulo de Virgo, y también indica que dicho cúmulo es dinámicamente muy joven. Estos resultados se han publicado en: Aguerri et al., *Astrophysical Journal*, 129, 2585.

CENTROS DE GALAXIAS A ESCALAS DE PARSECS Y TÉCNICAS DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL

A.M. Prieto.

Colaboradora del IAC: A.M. García Pérez

G. Bruneti y K.H. Mack (Inst. Radioastronomía del CNR, Italia); J. Reunanen, (Obs. de Leiden, Países Bajos); O. Marco (ESO).

Introducción

Este Proyecto esta enfocado al estudio en el IR del núcleo de las galaxias más cercanas con resoluciones espaciales en el rango de 1-10 pc, las cuales se pueden obtener en la actualidad con los grandes telescopios de tierra usando nuevas técnicas de observación. Las resoluciones conseguidas, por debajo de una décima de segundo de arco, son, por primera vez, comparables a las que se obtienen rutinariamente con el HST en el óptico y VLBI en radio. La ventaja en realizar estos estudios en el IR es que la extinción por polvo en el IR es 10 mag. menos que en el óptico.

Los objetivos de este programa son:

- Crear un grupo sólido en el IAC especializado en técnicas de alta resolución espacial en el IR, tales como "adaptive optics", "laser-guide star", "speckle and optical interferometry".

- Utilizar estas técnicas para el estudio de centros de galaxias, y sus manifestaciones energéticas, con la resolución espacial más alta posible en la actualidad. Para lograr este fin, el equipo dispone de dos grandes programas de observación ya establecidos. El objetivo es explotar estos programas en las dos líneas de investigación siguientes:

- Extracción del espectro puramente nuclear de las galaxias más cercanas y brillantes accesibles desde el Hemisferio Sur, utilizando por primera vez datos con resolución espacial equivalente: radio (VLBI), IR (estas técnicas) e óptico (HST). Este estudio se basa en la explotación del programa "The central parsec of galaxies" establecido por A. Prieto en el Max-Planck Inst. für Astronomie de Heidelberg en 2003, y basado en el uso de los instrumentos de alta resolución espacial accesibles en ESO.

- Manifestaciones energéticas en núcleos de galaxias: jets y hot-spots. El objetivo de este

programa es exploración de procesos físicos que expliquen la generación de emisión óptica, es decir, electrones con energías relativistas, en jets y hot-spots. Este estudio está basado en el programa de alta resolución espacial con VLA/HST/VLT: "Particle accelerators in space (PAIS)", establecido por A. Prieto y K.H. Mack en 2002 en ESO.

Algunos resultados relevantes

Se ha conseguido para la mayoría de las galaxias estudiadas, una aproximación al núcleo a distancias entre 1 y 10 pc, lo que representa un factor entre 15 y 50 más próximo de lo que se había podido conseguir anteriormente.

Gracias a estas escalas se ha podido visualizar directamente cómo material galáctico es conducido al verdadero centro de la galaxia para ser finalmente digerido por el agujero negro. Este es el caso de N1097 (Prieto, Maciejewsky & Reunanen, *Astrophysical Journal* 130).

En los objetos más cercanos, se está resolviendo espacialmente el radio de influencia del agujero negro. Este es el caso de Centaurus A (Haering et al., *Astrophysical Journal*).

En otros casos, se llega a sus límites. Este es el caso de Circinus donde se prueba directamente la existencia del postulado disco de polvo nuclear o "torus" (Prieto et al. 2004, *Astrophysical Journal* 614).

Se obtienen, por primera vez, distribuciones espectrales de energía del verdadero núcleo galáctico sobre la base de datos con comparable resolución espacial: radio (VLBI), IR (estas técnicas) y óptico-UV (HST).

Se ha estudiado la colimación de la radiación nuclear y su conexión con la formación de radio a estas escalas espaciales mapeando la distribución de gas altamente ionizado. Este es el caso de los conos de ionización en [Si VII] resueltos espacialmente, por primera vez, en NGC 1068, Circinus y ESO 428 (Prieto et al. 2005, *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Letters* 364).

Evolución del Proyecto

Programa: estudios de centros de galaxias a escalas de pársec

Este programa se inicia en el IAC en julio de 2005 con la incorporación de A. Prieto al centro.

Los logros conseguidos en el Proyecto son los siguientes:

Se incorpora J.A. Acosta Pulido como investigador en este programa.

En el mes de septiembre, se incorpora J.A. Fernández Ontiveros con una beca de residente del IAC para realizar su tesis sobre el tema: "Morfología de la emisión nuclear en galaxias activas: evidencia de la distribución toroidal de polvo".

Se aprueba la Comisión de Servicio para A. Prieto para trabajar en Max-Planck Heidelberg (Alemania) en la continuación y termino del MPIA –key

ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCIÓN

ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

C. Lázaro.

M.J. Arévalo Morales, I. González Martínez-Pais, J. Casares, P. Rodríguez Gil y J.M. González Pérez.

B.T. Gänsicke, T.R. Marsh, A. Aungwerojwit, M. Dillon y A. Rebassa Mansergas (Univ. de Warwick, Reino Unido); M. Pérez Torres y D. Steeghs (Harvard Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); L. Schmidtobreick, K. O'Brien y E. Mason (ESO, Chile); C. Tappert (Univ. Católica, Chile); M. Schreiber (Inst. de Astrofísica de Potsdam, Alemania - Univ. Valparaíso, Chile); P. Hakala y A. Somero (Univ. de Helsinki, Finlandia); V.S. Dhillon (Univ. de Sheffield, Reino Unido); C. Allende Prieto (Univ. de Austin, Texas, EEUU); M. López Morales (Carnegie Inst. of Washington, EEUU); I. Negueruela (Univ. de Alicante); A. Arellano Ferro (UNAM, México); D. Bramich (IoA, Univ. de Cambridge, Reino Unido).

Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Se cree que la mayoría de estrellas de la Galaxia se han formado en sistemas binarios o múltiples, por lo que entender la estructura y la evolución de los sistemas binarios es fundamental, desde el punto de vista estelar y galáctico. En muchos casos, cuando los períodos 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 o en las Variables Cataclísmicas, dos tipos de sistemas binarios 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 masas estelares.

En el Proyecto se siguen actualmente varias líneas de trabajo:

El estudio fotométrico, espectroscópico y polarimétrico de sistemas con período orbital

corto, clasificadas como Variables Cataclísmicas, dirigido a entender las estructuras de acreción que se forman a consecuencia de la transferencia de masa, así como su evolución.

La determinación de parámetros absolutos en binarias eclipsantes de tipo Algol, en base a curvas de luz en el sistema fotométrico Stromgren y en el rango infrarrojo, complementadas con observaciones espectroscópicas.

Obtención de curvas de luz en el infrarrojo de binarias separadas, formadas por estrellas de muy poca masa, 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" menos masiva.

Búsqueda y caracterización de nuevas estrellas variables y binarias en cúmulos estelares, con observaciones fotométricas CCD.

Estudio de la binaria supermasiva BD+56 8640, para determinar los parámetros absolutos de este sistema y su distancia. Este es un tipo de binaria muy raro y de gran interés, al ser una de las binarias más masivas que se conocen en nuestra Galaxia.

Algunos resultados relevantes

La primera publicación con resultados del ITP7 presenta el descubrimiento y análisis de la segunda Variable Cataclísmica más brillante que contiene una enana blanca pulsante de tipo ZZ Ceti.

El sistema SW Sextantis HS 0220+0603, descubierto a partir de los datos del "Hamburg Quasar Survey", fue encontrado en un estado de bajo ritmo de transferencia de masa por el grupo M-1 en octubre de 2004. Las primeras observaciones que se llevaron a cabo con el telescopio VLT un mes después de la caída mostraron el espectro de la estrella donante, así como el de la enana blanca, lo que se convierte en la primera detección directa del espectro de las componentes estelares en un sistema SW Sextantis. El análisis de estos espectros sugiere la presencia de una estrella donante de tipo espectral M3-4V y una enana blanca inusualmente caliente, con $T_{\text{eff}} > 25.000$ K, estimándose una distancia a la binaria de $d \sim 700 - 1000$ pc.

Las observaciones fotométricas de alta resolución

temporal, realizadas en el mes de agosto de 2005 con ULTRACAM en el telescopio WHT, han permitido resolver por primera vez la rápida ocultación de la enana blanca por la estrella donante. Estos datos, junto con los espectroscópicos y los ya obtenidos cuando el sistema se encontraba en su estado normal, permitirán calcular los parámetros orbitales del sistema, así como la temperatura de la enana blanca.

Descubrimiento de una nueva nova magnética, QV Vulpeculae, que muestra las características fotométricas de una Variable Cataclísmica de tipo polar intermedia, en la que se ha medido un período de rotación de la enana blanca de 56.5 minutos.

Descubrimiento de ocho nuevas variables RR Lyrae en el cúmulo globular M2, lo que incrementa apreciablemente el número de ese tipo de estrellas variables conocidas en el cúmulo, y determinación de los parámetros físicos absolutos de las variables RR Lyrae de ese cúmulo.

Evolución del Proyecto

Caracterización de la Población de Variables Cataclísmicas En el Sloan Digital Sky Survey (SDSS) – Tiempo Internacional

El “Sloan Digital Sky Survey” ha proporcionado un gran número (~ 200) de Variables Cataclísmicas nuevas hasta una magnitud límite de $g' \sim 22$, cubriendo varias escalas características de altura por encima del plano de la Galaxia. Esto lo convierte en el único survey prácticamente exento de efectos de selección.

La actual teoría de evolución de Variables Cataclísmicas predice, entre otras cosas, que la gran mayoría de ellas (> 90%) debe tener un período orbital cercano al mínimo período posible para sistemas ricos en hidrógeno, lo cual no se observa. En este sentido, la teoría predice un período mínimo de ~ 65 minutos, mientras que las observaciones no han proporcionado un número significativo de sistemas por debajo de ~ 80 minutos. En este régimen de períodos orbitales tan cortos se sabe que el ritmo de transporte de gas desde la estrella donante hasta la enana blanca es muy pequeño, por lo que la luminosidad generada por el acrecimiento de material es muy baja. Por tanto, es factible que esta población “perdida” de sistemas con un período orbital corto se caracterice por su pequeño brillo. El análisis de la muestra

de cataclísmicas proporcionada por el SDSS puede, sin duda alguna, confirmar o desmentir la existencia de tal acumulación de sistemas cerca del período orbital mínimo, imponiendo restricciones observacionales fundamentales a la teoría estándar de evolución de binarias compactas.

Con el objetivo principal de medir el período orbital de ~ 70 de los sistemas del SDSS, fue concedido el Tiempo Internacional de observación en los observatorios del ENO (ITP7: “*Towards a Global Understanding of Close Binary Evolution*”), una colaboración de 21 investigadores de 10 instituciones distintas, entre los que figuran 6 investigadores actualmente en el IAC.

Durante 2005 (el año del ITP7) se ha llevado a cabo las observaciones y la reducción de los datos espectroscópicos y fotométricos obtenidos. Actualmente ya se dispone de una base de datos espectroscópicos lista para su análisis, no habiendo ninguna noche de observación pendiente de reducción.

Los objetivos del programa ITP7 han sido la determinación del período orbital, subtipo y, en casos favorables, de otros parámetros dinámicos (distancia, tipo espectral y masa de las componentes de la binaria, inclinación) de unas 70 variables cataclísmicas descubiertas por el SDSS. Tras uno de los peores inviernos vividos en La Palma y las dificultades con la eficiencia del telescopio de Liverpool, se ha obtenido datos de gran calidad para unos 25 sistemas. La distribución preliminar de períodos orbitales difiere flagrantemente de la de otros surveys (ejemplo Palomar-Green, Hamburg Quasar o ROSAT), estando dominada por sistemas de período corto, cercano al período mínimo de 80 minutos.

Estados de Ritmo Bajo de Transferencia de Masa en Sistemas SW Sextantis

Al igual que ocurre con las Variables Cataclísmicas del SDSS con un período orbital cercano al período mínimo, se observa una gran acumulación de estas variables en el intervalo de períodos comprendido entre 3 y 4 horas. La tercera parte de los sistemas dentro de este intervalo muestra unas características espectroscópicas peculiares con respecto al resto y se denominan sistemas SW Sextantis. En estas cataclísmicas el ritmo de transferencia de masa desde la estrella donante es inusualmente alto, hecho sin explicación en el marco de la teoría estándar. Es precisamente

este gran ritmo de transferencia el que origina una luminosidad del disco de acrecimiento tan grande que vela cualquier otra estructura del sistema binario. La caracterización dinámica de los sistemas SW Sextantis es fundamental para comprobar si las masas de las componentes estelares son compatibles o no con las del resto de cataclísmicas en el mismo rango de períodos orbitales. Para ello, es necesario detectar la estrella donante, lo cual es imposible debido al brillo del disco. Afortunadamente, los sistemas SW Sextantis pasan por fases de pequeño ritmo de transferencia de gas (también sin explicación) en las que el brillo del disco disminuye hasta tal punto que la débil estrella donante es visible. Es en esos momentos cuando pretendemos realizar observaciones espectroscópicas y fotométricas de sistemas SW Sex eclipsantes (la mayoría lo son) usando los telescopios WHT y NOT, respectivamente, con el objetivo final de medir las masas involucradas.

La vigilancia fotométrica de un gran número de sistemas SW Sextantis es una tarea imposible de realizar desde los observatorios profesionales. Por esta razón, se ha puesto en marcha una colaboración con los astrónomos aficionados del Grupo M-1, que cuentan con el equipo CCD necesario para la detección de los estados de bajo brillo que se están buscando. En la actualidad este grupo de observadores está realizando medidas fotométricas sistemáticas de unos 30 sistemas, habiendo detectado desde abril de 2004 tres sistemas con un brillo entre 2 y 4 magnitudes más débil que su brillo normal, lo que demuestra la eficiencia del programa de vigilancia.

Estudio de Remanentes de Novas

Existe un gran número (~ 130) de variables cataclísmicas que han experimentado una explosión de nova en la historia reciente. El estudio de su distribución de períodos orbitales y, por tanto, de su distribución de ritmos de transferencia de masa, proporciona una valiosa información sobre la influencia de estas explosiones en la evolución del sistema binario progenitor. El hecho de que la mayoría de remanentes es muy débil hace que estos sistemas hayan sido casi olvidados, a pesar de su gran importancia en cuestiones como la evolución química de la Galaxia y la determinación de distancias a escala cosmológica (supernovas de tipo Ia).

Actualmente está en marcha un proyecto de obtención de curvas de luz fotométricas con resolución temporal de remanentes de nova poco estudiados, en colaboración con investigadores del CfA (Harvard) y de la Univ. de Warwick (Reino Unido). El objetivo es determinar períodos orbitales

a partir de ciertos rasgos de las curvas de luz, como eclipses, mancha caliente, "superhumps", modulación elipsoidal de la estrella donante, etc., ya que los objetos son demasiado débiles para llevar a cabo estudios de velocidades radiales. La idea es explotar al máximo las posibilidades de los telescopios de clase 2 m. En la actualidad es muy difícil llevar a cabo un estudio espectroscópico de sistemas tan débiles, ya que sería necesaria la utilización de telescopios de clase 8 m durante mucho tiempo. Hasta la fecha se han realizado observaciones en los telescopios NOT de 2.56 m, 1.2 m del FLWO (Arizona, EEUU), JKT de 1 m e IAC-80 de 0.82 m, habiendo obtenido curvas de luz fotométricas de 10 remanentes de nova y espectros de uno de ellos ($V \sim 17$), que han proporcionado valores del período orbital de 6 sistemas. Esto confirma la utilidad de la fotometría en la determinación de períodos de los remanentes de novas. Cabe destacar el descubrimiento de una nueva nova magnética, QV Vulpeculae, que muestra las características fotométricas de una Variable Cataclísmica de tipo polar intermedia, en la que se ha medido un período de rotación de la enana blanca de 56,5 minutos.

Este Proyecto ya ha proporcionado la publicación de un artículo (referencia número 7 en la sección 6) y la inminente preparación del segundo. En el futuro, y con la llegada del telescopio GTC, se planea realizar estudios de velocidades radiales de los sistemas para los que la fotometría no proporcione un valor preciso de su período orbital, con la ventaja de poseer estimaciones razonables de antemano que permitirán maximizar el aprovechamiento del tiempo de observación.

IPHAS: El INT Photometric Ha Survey Of The Northern Galactic Plane

El survey IPHAS está dedicado a la búsqueda de objetos con líneas de emisión $H\alpha$ a partir de observaciones en tres bandas del visible: r' , i' y $H\alpha$. El objetivo final es poner a disposición de la comunidad internacional un catálogo fotométrico de unos 80 millones de objetos, lo que supone un aumento de un orden de magnitud respecto a las fuentes de emisión $H\alpha$ conocidas en la región de la Galaxia cartografiada por IPHAS. Los sistemas binarios compactos, en los que se produce el acrecimiento de materia sobre una enana blanca, estrella de neutrones o agujero negro, se caracterizan en general por una intensa emisión $H\alpha$, lo que convierte a IPHAS en una potente herramienta para la búsqueda de sistemas aún desconocidos.

- Identificación y estudio de estrellas binarias compactas en IPHAS: La primera Variable

Cataclísmica que se está estudiando es IPHAS J0130+6221, de la cual ya se han obtenido datos espectroscópicos con resolución temporal, pudiendo tratarse de un nuevo sistema SW Sextantis. En un futuro cercano se espera poder identificar otras cataclísmicas, así como binarias de rayos X transitorias que estado de quietud.

- Búsqueda de remanentes de novas no identificados en quietud: Existe un número significativo de novas de las cuales no se conoce (o se conoce con mucha imprecisión) la posición de su remanente. Este Proyecto, relacionado con el descrito en la sección 3, persigue la localización de estos remanentes perdidos a partir de su emisión $H\alpha$. La profundidad de IPHAS ($r' \sim 20$; 10σ) es ideal para su identificación ya que, como se apuntó anteriormente, la mayoría de remanentes es muy débil.

Estudio de Estrellas Binarias y Variables en Cúmulos

Como resultado del estudio de estrellas variables y binarias en cúmulos, que se está llevando a cabo en colaboración con el A. Arellano Ferro de la UNAM (México), durante 2005 se ha finalizado el análisis de la fotometría de las variables RR Lyrae del cúmulo globular NGC 7089 (M2), deduciendo sus parámetros físicos ($[Fe/H]$, $\log M$, $\log Teff$, $\log R$, $\log L$) a partir de los parámetros de Fourier de sus curvas de luz. Se ha descubierto 8 nuevas variables RR Lyrae, pasando así el número de RR Lyrae conocidas en este cúmulo de 34 a 42. El análisis de los parámetros físicos de las RR Lyrae de M2, junto con las de otros cúmulos de distinta $[Fe/H]$, nos ha permitido obtener interesantes relaciones generales, aplicables a cúmulos en un amplio rango de metalicidad.

Las variables de tipo RR Lyrae son particularmente importantes para determinar las distancias y edades de sistemas estelares viejos. Su utilidad se basa en el hecho de que sus curvas de luz son fácilmente distinguibles, y su elevado brillo intrínseco permite su detección en sistemas estelares del Grupo Local. El tener una magnitud visual absoluta bien definida las convierte en uno de los indicadores básicos para establecer la escala de distancias cósmicas.

Las RR Lyrae se han utilizado también para determinar las edades absolutas de los cúmulos globulares de nuestra Galaxia, midiendo la diferencia de magnitud entre el codo de la secuencia principal y la rama horizontal, donde se sitúan las variables RR Lyrae. Al ser este un indicador libre de enrojecimiento interestelar, lo convierte en una herramienta muy útil para estudiar las etapas tempranas de formación de la Galaxia.

Eso requiere calibrar la magnitud absoluta visual de las RR Lyrae, lo que puede hacerse a partir de modelos hidrodinámicos de la pulsación y su caracterización en base al análisis de Fourier de las curvas de luz.

Parámetros Absolutos de Binarias Tipo Algol

En relación a los sistemas de tipo Algol ha sido publicado el análisis de los parámetros absolutos del sistema V505 Sgr, utilizando el código propio de análisis de binarias eclipsantes en geometría de Roche (BinaRoche). Las soluciones de las curvas de luz infrarrojas J, H y K, ha permitido obtener parámetros absolutos de las dos componentes estelares, no encontrando evidencia de exceso infrarrojo en este sistema. Los valores obtenidos indican que la estrella secundaria llena su lóbulo de Roche El análisis de medidas de velocidad radial durante el eclipse primario, conjuntamente con la solución de las curvas de luz en el infrarrojo, ha permitido calcular la velocidad de rotación de la estrella primaria, concluyendo que tiene una velocidad de rotación más rápida que la correspondiente al sincronismo orbital en un factor aproximadamente 1,20.

ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS GIGANTES (P6/95)

R. Rebolo.

G. Israelian, E.L. Martín, H. Bouy, V. Sánchez Béjar, G. Bihain, J.A. Caballero, C. Domínguez Cerdeña y A. Ecuivillon.

D. Barrado y Navascués (LAEFF, Madrid); R. Mundt y C. Bailer-Jones (MPIA, Alemania); M. Mayor (Obs. de Ginebra, Suiza); Y. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania); C. Telesco (Univ. de Florida, EEUU); A. Pérez-Garrido, I. Villo y T. López (Univ. Politécnica de Cartagena, Murcia).

Introducción

Este Proyecto tiene como principal objetivo estudiar el origen y la evolución de los objetos subestelares (enanas marrones y planetas) mediante su detección directa y caracterización fotométrica y espectroscópica en varias etapas evolutivas. Hay evidencia creciente de que el proceso de fragmentación de nubes moleculares que origina las estrellas se extiende a masas mucho menores dando lugar a enanas marrones (cuerpos del tamaño de Júpiter aunque considerablemente más densos) e incluso formando cuerpos como Júpiter. Las enanas marrones y los planetas gigantes desligados de estrellas parecen ser muy

abundantes, tanto como las estrellas de muy baja masa. El mecanismo que produce estos objetos todavía es desconocido. Podrían originarse en discos protoplanetarios como resultado de inestabilidades gravitatorias y ser eyectados debido a interacciones dinámicas con otros cuerpos del entorno o podrían formarse directamente de la fragmentación de nubes, siempre que la masa sea superior al llamado límite de opacidad, que teóricamente se establece entre una y pocas veces la masa de Júpiter. La fragmentación turbulenta de las nubes moleculares predice un comportamiento log-normal para la función de masas que puede ser verificado experimentalmente si se realizan observaciones de suficiente sensibilidad en regiones de formación estelar.

Es necesario también realizar búsquedas de planetas en órbitas mucho más distantes para completar lo que hasta ahora es una visión parcial (sesgada por la técnica de observación empleada) de la distribución de los planetas jovianos. La detección directa de planetas jovianos en órbitas con radios de decenas de unidades astronómicas es factible si las búsquedas se realizan alrededor de estrellas jóvenes como el equipo propone desde hace tiempo. Las nuevas técnicas de imagen en el infrarrojo cercano con instrumentos basados en óptica adaptativa, y las cámaras para el infrarrojo medio en telescopios de gran diámetro pueden ser cruciales para completar el escenario de formación de los planetas y sistemas planetarios. A largo plazo, se pretende determinar la evolución de las principales características físicas (temperaturas atmosféricas, gravedades superficiales, radios) de objetos en un dominio esencialmente inexplorado que va desde las masas de planetas como Júpiter (alrededor de estrellas o no) hasta las masas de las estrellas más pequeñas. Para ello se realizarán observaciones en regiones de formación estelar, cúmulos estelares y de estrellas de varias edades de la vecindad solar.

Algunos resultados relevantes

Como resultado de la correlación de datos en el óptico (I) y el infrarrojo (J) de una región de casi 2 grados cuadrados en el cúmulo de las Pléyades, se han descubierto enanas de tipo L. El seguimiento posterior de siete de estas enanas L en las bandas H y Ks ha permitido confirmar que se trata de miembros del cúmulo con movimiento propio común. Se ha caracterizado por primera vez la secuencia fotométrica de estos objetos en el cúmulo. Son las primeras enanas marrones de tipo L con edad y metalicidad bien conocida y por tanto constituyen una referencia para los modelos evolutivos de enanas marrones.

Evolución del Proyecto

Se ha continuado la búsqueda en el infrarrojo cercano (JHK_s) de nuevos objetos de masa planetaria aislados en el cúmulo de Sigma Orionis. Han sido detectados varios nuevos objetos con masas en el rango 2-8 M_{Jup}. Se ha establecido la función de masas del cúmulo con completitud hasta 8M_{Jup}, resultando creciente en el intervalo subestelar.

Se han obtenido imágenes muy profundas tanto en el óptico como en el infrarrojo (IJ) de una muestra de estrellas de baja masa y enanas marrones del joven cúmulo estelar de Upper Scorpius con el objetivo de detectar posibles planetas gigantes ligados a ellas a grandes separaciones (>100 AU). Se han establecido límites a la frecuencia de estrellas con este tipo de planetas (<20%). En esta misma asociación se ha realizado una búsqueda en el óptico e infrarrojo mediante la correlación de datos de DENIS y 2MASS (IJHKs), encontrándose más de 50 candidatos a enana marrón. Se ha participado en una nueva búsqueda con NACO, el instrumento de Óptica Adaptativa (OA) del VLT, de objetos subestelares alrededor de estrellas de baja masa y enanas marrones encontrándose varios sistemas de candidatos a enanas marrones binarios, uno de los cuales se ha podido confirmar espectroscópicamente.

Han proseguido los estudios de polarización de enanas de tipo espectral L, tanto en el óptico con datos de VLT, como en el IR, con el telescopio TNG, con el objetivo de determinar las características de los granos de polvo en las atmósferas de estos objetos.

Más de cincuenta estrellas jóvenes en la vecindad solar han sido observadas con sistemas de óptica adaptativa para detectar compañeros de masa planetaria. La búsqueda es sensible a la presencia de enanas marrones de cualquier masa. La ausencia de detecciones apunta a una muy baja frecuencia (<2%) de estos objetos alrededor de estrellas. Este resultado es consistente con medidas de otros grupos. Se continúa las observaciones de estas estrellas con cámaras de gran campo, complementarias a las de óptica adaptativa.

Se ha investigado la presencia de discos de acreción alrededor de enanas marrones del cúmulo estelar Sigma de Orión. Los espectros de baja resolución y la fotometría del objeto S Ori J053825.4-024241 indican que es un objeto de unas 60 veces la masa de Júpiter con un disco de acreción con características similares a los discos

de estrellas tipo T Tauri.

Se ha investigado la relación entre la anchura equivalente de la línea de resonancia de KI a 7699 Å y la velocidad de rotación ($v \sin i$) de 19 estrellas del cúmulo Alpha de Perseo. De este estudio se infiere que la alta rotación y la actividad cromosférica asociada no afecta apreciablemente la formación de la línea de potasio.

Se está investigando el contenido de elementos ligeros (litio y berilio) en las estrellas que tienen planetas. Se confirma que las estrellas de tipo solar que tienen planetas poseen un menor contenido de litio, posiblemente como consecuencia de un mecanismo de destrucción realizado por el mayor contenido en metales que tienen estas estrellas.

NATURALEZA Y EVOLUCIÓN DE BINARIAS DE RAYOS X (P10/97)

J. Casares.

T. Shahbaz, A. Herrero, I.G. Martínez-Pais, G. Israelian, P. Rodríguez-Gil, T Muñoz Darías y C. Zurita.

M. Pérez Torres (MIT, EEUU); P.A. Charles (SAAO, Sudáfrica); T. Marsh y B. Gaensicke (Univ. de Warwick, Reino Unido); V. Dhillon y C. Watson (Univ. de Sheffield, Reino Unido); R.I. Hynes (Univ. de Texas, EEUU); D. Steeghs (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); F. Mirabel (ESO, Chile), M. Ribó y J. Rodríguez (Saclay, CEA, Francia); J.M. Paredes (Univ. de Barcelona); J. Martí y J. Combi (Univ. de Jaén); P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); P. Bonifacio y J. González (Obs. de Paris, Francia); S. Campana y P. D'Avanzo (Merate, Italia); S. Bernabei, A. Piccioni, Bartolini (Obs. de Bolonia, Italia); E. Kuulkers (Univ. de Utrech, Países Bajos); M. Wagner (Flagstaff Obs., EEUU); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); C. Haswell (The Open Univ., RU); L. Pavlenko (Obs. de Crimea, Ucrania), I. Negueruela (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) 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 son:

Expandir la muestra de BH midiendo funciones de masa en nuevas binarias transitorias. Asimismo, determinar los cocientes de masas y ángulos de inclinación para estimar las masas de las dos componentes y, por tanto, la naturaleza de los objetos compactos. Para ello se utilizan diversas técnicas espectrofotométricas en los rangos óptico e IR.

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 nos 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 (ej. M_{\max} para NS, M_{\min} para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

Analizar la estructura y variabilidad de los discos de acreción alrededor de los objetos compactos en diferentes bandas espectrales (óptico-rayos X). La distribución espectral durante la erupción (especialmente a altas energías) y su variación temporal es esencial para restringir los modelos de erupción y la estructura física del disco (ej. radio del disco advectivo o ADAF). 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 4 BHs y 1 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- α 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.

Algunos resultados relevantes

Determinación de la masa del objeto compacto en LS 5039 que sugiere fuertemente la presencia de un BH de baja masa, entre 2.7-5.0 M_{\odot} . Esta masa se encuentra en el agujero de la distribución entre NS y BH, la segunda después de nuestro resultado con V395 Car. Sugiere que la distribución de masas entre NS y AN pudiera ser continua (como indican los modelos teóricos de Fryer & Kalogera 2001) e implicaría que la falta de sistemas podría deberse a un efecto de selección.

Demostración de la presencia de una NS masiva en X1822-371 con 1.6-2.3 M_{\odot} . Este resultado tiene importantes implicaciones para la física de la materia condensada porque permite descartar una familia de ecuaciones de estado.

Evolución del Proyecto

Proseguimos con 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 ha determinado la solución orbital de la binaria de rayos X de alta masa LS 5039. También se han establecido los parámetros estelares de la

estrella óptica que, combinados con los elementos orbitales y la hipótesis de pseudo-sincronización, implican una masa para el objeto compacto de 2.7-5.0 M_{\odot} . Este resultado sugiere fuertemente la presencia de un BH de baja masa. Con este nuevo sistema, el censo de BH con evidencia dinámica es de 18 BH; hace falta un mínimo de 20-30 sistemas para abordar estudios estadísticos de sus propiedades fundamentales. Prevemos que en unos 4-5 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. También se ha determinado la curva de velocidad radial de la estrella óptica en la binaria de rayos X de alta masa LSI +61 303 combinando datos de los telescopios INT, NTT y el 2.7 m Harlan Smith Telescope en McDonald Obs. (EEUU), para poder completar las fases del período orbital de 26,5 días. La incertidumbre en la inclinación impide discernir la naturaleza del objeto compacto, pudiendo ser tanto una NS como un BH. Los sistemas LS 5039 y LSI +61 303 son los únicos microcuásares con emisión EGRET (>100 MeV) conocida y, por tanto, tienen un interés estratégico para el estudio de la formación de jets en estos sistemas. Concretamente, en LS 5039 se ha detectado recientemente con HESS emisión a > 250 GeV y se ha propuesto que el espectro completo de este objeto (desde radio hasta muy altas energías) puede explicarse mediante emisión sincrotrón del jet y comptonización inversa de fotones UV de la estrella óptica en el jet.

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. Este año se ha avanzado en el análisis de datos VLT de las fuentes V801 Ara, V926 Sco, GX9+9 y la variable transitoria Aql X-1 que fue observada en modo ToO durante la erupción de 2004. Como se demostró con el estudio de GX 339-4, esta técnica también puede aplicarse a SXTs (Soft X-ray Transients) en erupción y medir funciones de masa de BHS antes de que caigan al estado de quietud. Para ello tenemos 1 propuesta de ToO (Tiempo de Oportunidad) aprobada en el telescopio WHT. Asimismo, se ha desarrollado un código de binaria de rayos X para interpretar las curvas de velocidad radial de las líneas de Bowen y corregirlas de efectos de irradiación (la llamada *corrección K*). Se ha aplicado nuestra simulación a datos de X1822-371 y se ha podido demostrar que contiene una EN masiva, entre 1.6-2.3 M_{\odot} . Este resultado tiene importantes implicaciones para las ecuaciones de estado de la materia nuclear.

Por otro lado, se ha avanzado en el análisis de las curvas de luz de Bowen y rayos X de Sco X-1 (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 pueden utilizarse para restringir estos. Se han presentado resultados preliminares en el Congreso COSPAR que demuestran la detección de emisión reprocesada (ecos) en la estrella compañera, cuyo retraso permite acotar la geometría de la binaria. Se continúa trabajando en la interpretación de estos datos y se ha obtenido 50ks con XTE para repetir este experimento con Cyg X-2.

Respecto al estudio de variabilidad rápida en binarias de rayos X en quietud se han obtenido nuevos datos "multibanda" con el telescopio WHT, Gemini, XMM y Radio en una campaña internacional para estudiar el espectro de la variabilidad del disco de acreción en V404 Cyg y restringir los mecanismos de formación. Se pretende profundizar en los resultados de la campaña previa con Chandra que muestran una clara correlación entre el flujo de Ha y las erupciones en rayos X. Los resultados apoyan un escenario de reprocesamiento óptico de la variabilidad X en el disco de acreción, consistente con el radio de circularización. Asimismo, se han publicado los resultados de la campaña de XTE J1118+480, usando WHT+ULTRACAM, en los que se detectan flares de minutos de duración y un espectro de variabilidad en ley de potencias con una frecuencia de corte a ~ 2 mHz (o bien una QPO) que implica un disco de acreción truncado a $\sim 10^4$ radios de Schwarzschild. También se han obtenido datos VLT+ULTRACAM del sistema N. Mus 91 que están en proceso de análisis.

En el apartado de abundancias químicas de las estrellas compañeras se han publicado los resultados de Cen X-4 en los que se detecta una sobreabundancia moderada de Ti y Ni que permite acotar la masa de corte de la estrella progenitora y son consistentes con un modelo de supernova simétrica. Como resultado colateral, se consigue medir el movimiento propio de este sistema y determinar su órbita galáctica. La cinemática de Cen X-4 es distinta de las estrellas del halo y del disco, y sugiere que fue proyectado desde el disco a su posición actual debido a la explosión de supernova que formó la NS. Por otro lado, se ha avanzado en el estudio del espectro de la tercera estrella, que ha resultado ser un problema de reducción, si bien se está elaborando un artículo sobre los elementos orbitales y el perfil de la línea

de Li.

ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)

A. Herrero.

A. Rosenberg González, G. Gómez Velarde, A. de Vicente, A. Lenorzer, C. Trundle, N. Castro, S. Simón, L.J. Corral y M.R. Villamariz.

Colaboradores del IAC: M.R. Villamariz, M.A. Urbaneja.

R.-P. Kudritzki, F. Bresolin y M.A. Urbaneja (Inst. de Astronomy, Hawai, EEUU); J. Puls y K. Butler (Obs. de la Univ. de Munich, Alemania); D.J. Lennon y C. Evans (ING, La Palma); D. Figer (STScI, EEUU); D. Gies (Univ. de Georgia, EEUU); P. Dufton, C. Trundle y S.J. Smartt (QUB, Reino Unido); F. Najarro de la Parra y J. Martín Pintado (Inst. Estructura de la Materia, CSIC); I. Negueruela, y P. Pastor (Univ. de Alicante); I. Ribas (Univ. de Barcelona); L. Deng (NOAO, China); F. Martins (MPE, Munich, Alemania).

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 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 NLTE, 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, se dispone de dichos parámetros estelares y abundancias, se puede 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, 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.

Los objetivos del presente Proyecto son los siguientes:

Estudiar estrellas en asociaciones OB, regiones HII y sistemas binarios

- Determinar la escala de temperaturas y la relación masa-luminosidad en asociaciones OB de la Vía Láctea, utilizando todo el espectro desde el UV a radio. Establecer correlaciones con la edad.

- Comprobar si los flujos emergentes de estrellas ionizantes predichos por los modelos de atmósfera permiten explicar las observaciones de la región HII circundante, en particular la emisión en H α y la abundancia de O.

- Determinar si las masas derivadas de los modelos de atmósfera coinciden con las masas dinámicas.

- Hallar la distribución de velocidades de rotación de estrellas masivas en cúmulos de diferentes edades. Imponer requerimientos sobre la evolución del momento angular de la estrella.

- Hallar abundancias de He, C, N y O para determinar la existencia o no de mezcla durante la fase de Secuencia Principal de estrellas masivas.

Estudiar los vientos de las estrellas, en particular la existencia de condensaciones y la Relación entre el Momento del Viento y la Luminosidad (WLR)

Determinar la existencia o no de inhomogeneidades en el viento estelar comparando observaciones de pérdida de masa en H α , IR y radio. En su caso, determinar el grado de inhomogeneidad (ej., a través de un factor de llenado).

Determinar la universalidad o no de la WLR (relación entre el momento del viento y la luminosidad).

Mejorar los modelos de atmósfera utilizados

Investigación de diagnósticos en el infrarrojo y radio.

Incluir recombinación dielectrónica en los modelos de atmósfera estelar.

Desarrollar e implementar nuevos o mejorados

modelos atómicos, en particular N III, IV y V; OIII; CIII; Si II, III y IV; y Fe IV, V, y el grupo del Fe.

Comparar las predicciones de CMFGEN y FASTWIND.

Desarrollar códigos de clasificación espectral y análisis automático.

Estudiar las estrellas en otras galaxias cercanas

Obtener fotometría y espectroscopía multiobjeto de baja resolución para identificar estrellas candidatas para observaciones multiobjetos con OSIRIS+GTC.

Caracterizar las asociaciones OB de galaxias cercanas. Determinar sus propiedades y la correlación con propiedades galácticas.

Determinar patrones de abundancias estelares en galaxias hasta 5 Mpc (gradientes en galaxias espirales, distribuciones en irregulares).

Estudiar la dependencia de los parámetros estelares con la metalicidad en el marco de la colaboración internacional "The FLAMES Survey of Massive Stars (LMC, SMC)".

Estudiar la formación de estrellas masivas en regiones oscurecidas de la galaxia

Obtener fotometría, generalmente IR, de regiones de formación estelar, a fin de determinar su Función Inicial de Masa.

Estudiar el comportamiento de las diferentes FIM para intentar poner límites a la masa máxima que puede tener una estrella (límite superior de la FIM).

Analizar el espectro IR de estrellas masivas para estudiar la estructura de sus atmósfera y las propiedades de las regiones de formación estelar donde se encuentran.

Algunos resultados relevantes

El resultado más importante ha sido la determinación de parámetros y abundancias en estrellas de M 33, aumentando la base para la determinación del gradiente de O en esta galaxia. Se ha obtenido que la abundancia central de O en M 33 es menor y el gradiente de O más plano de lo que se pensaba hasta ahora. Una comparación con datos de Nebulosas Planetarias permite concluir que M33 no ha sufrido un enriquecimiento importante de O en los últimos 3 Gigaños.

Evolución del Proyecto

Durante 2005 se ha avanzado en la astrometría y fotometría de M 33. Se han obtenido nuevos datos que deben contribuir a mejorar la calibración fotométrica y astrométrica. También se ha desarrollado un código del tipo "friends-of-friends" para la identificación de asociaciones OB en la galaxias. Se han puesto a punto por tanto herramientas que podrán utilizarse en otras galaxias. Asimismo, se han finalizado los análisis de observaciones en M 33. Se ha concluido la reducción de estrellas de NGC 55 observadas con VLT-FORS.

En nuestra colaboración FLAMES para estrellas masivas se ha contribuido en análisis de estrellas en NGC 6611, y al desarrollo del método automático con algoritmos genéticos, realizado por R. Mokiem y A. de Koter. Por parte del grupo se ha avanzado en el uso de redes neuronales y wavelets, de momento con éxitos parciales tan sólo.

En el análisis de estrellas masivas se ha finalizado la reducción de los datos de NGC 6611 y Cyg OB2. Se ha calculado una extensa red de modelos de atmósfera para facilitar su análisis. Se ha concluido también el análisis de HD 149757, que muestra que una rotora rápida puede no estar contaminada por el ciclo CNO en su superficie.

En el IR se ha avanzado en dos direcciones: extender la muestra de estrellas galácticas que permanecen escondidas para nosotros en longitudes de onda más cortas, y determinar sus parámetros estelares. Se espera que algunas de estas estrellas sean significativamente más jóvenes que las estrellas de campo. Una cuidadosa investigación sobre sus propiedades deberá dar pistas sobre el proceso de formación de estrellas masivas, un tema aún en debate.

Se ha estudiado la adecuación de diversos instrumentos para esta investigación. En particular, LIRIS ha resultado ser perfectamente adecuado para fotometría y lo será para espectroscopía con una mayor resolución. Se ha pedido y obtenido tiempo de observación con WHT/LIRIS, TNG/NICS y VLT/ISAAC. Está en desarrollo (próximo a finalizar) un algoritmo automático de reducción de espectros de TNG/NICS.

BIOASTRONOMÍA (3I2204)

E.L. Martín.

H. Bouy, V. Sánchez Béjar, J.A. Caballero, M. Vázquez y R. Rebolo.

Colaboradores del IAC: H. Deeg, R.J. García López, A. Manchado y F. Garzón.

L. di Fabricio y A. Magazzu (TNG, La Palma), D. Barrado y Navascués, E. Solano y M.R. Zapatero Osorio (LAEFF, Madrid); G. Basri y G. Marcy (Univ. de Berkeley, EEUU); A. Claret (IAA, Granada); J.L. Beuzit, J. Bouvier, C. Dougados, X. Delfosse, T. Forveille, F. Menard y J.L. Monin (Obs. de Grenoble, Francia); E. Caux (Toulouse, Francia), R. Campo, P. Esparza y J.A. Rodríguez Losada (Univ. de La Laguna); E. Gaidos y R. Wainscoat (Univ. de Hawai, EEUU); P. Montañés, E. Palle (Big Bear Solar Obs., EEUU); E. Lada y J. Ge (Univ. de Florida, EEUU); D. Britt, H. Campins, J. Davis, R. Deshpande y R. Tata (Univ. de Florida, EEUU); P. Ehrenfreund (Leiden, Países Bajos); Phan Bao Ngoc (Taiwán); P. Amado, A. Castro-Tirado, R. Garrido y P. Prada (IAA, Granada); E. Guenther y A. Hatzes (Tautenburg); A. Ghez (UCLA, EEUU), D. Montes (UCM, Madrid); C. Baffa y S. Randich (Orb. de Arcetri, Italia); B. Stelzer (Palermo, Italia), G. Wiedemann (Hamburgo, Alemania).

Introducción

La Bioastronomía es un nuevo campo de la Ciencia que combina conocimientos y técnicas de Astrofísica, Biología, Química, Geología y Meteorología para estudiar el origen de la vida en la Tierra, y buscar vida extraterrestre. El primer objetivo que persigue este Proyecto es la caracterización astrofísica de sistemas estelares donde se haya podido desarrollar la vida extraterrestre. Interesa pues estudiar sistemas suficientemente antiguos (edad mayor que unos 500 Ma) utilizando técnicas de imagen y espectroscopía. Se pondrá el mayor énfasis en las estrellas más análogas al Sol y también en las enanas ultrafías de la vecindad solar. Actualmente se estima que el censo de la vecindad solar hasta 10 pc está incompleto en aproximadamente un 30%. Faltan sobre todo encontrar enanas ultrafías, que se intentarán identificar usando datos de DENIS, 2MASS y Spitzer. En el año 2006 se seguirá trabajando con colaboradores en EEUU y Francia para caracterizar candidatos a enanas marrones y exoplanetas descubiertos en varios surveys.

Otro objetivo del Proyecto es la detección de planetas con masas similares a la Tierra en regiones de habitabilidad. Existen tres técnicas que se pretenden utilizar: de tránsitos, de lente gravitacional y de velocidad radial. Durante el 2004, se ha comenzado observaciones de prueba con la OGS para la búsqueda de tránsitos. Durante el 2006 se continuarán las observaciones con la OGS y se tratará de mejorar la sensibilidad usando un

filtro especialmente diseñado para reducir el fondo de cielo. En el 2006 se continuará con el estudio conceptual de NAHUAL, un espectrógrafo infrarrojo para el telescopio GTC, optimizado para medidas de velocidad radial. El tercer objetivo del Proyecto es el estudio general de la formación de estrellas de baja masa y de sus sistemas planetarios para intentar comprender mejor el origen del Sistema Solar. Se ha comenzado surveys profundos de cúmulos abiertos que extenderán el estudio de las estrellas de muy baja masa y enanas marrones hasta distancias de 2 Kpc.

Algunos resultados relevantes

Se presentó el descubrimiento de una de las pocas binarias espectroscópica T Tauri clásicas conocidas: UZ Tau East. El período orbital es de solo 19 días, y la excentricidad de la órbita es $e=0.14$. No se detectan episodios de fuerte acreción durante el periastro, lo cual restringe la validez de los modelos de binarias con discos circumbinarios.

Se ha encontrado que el sistema múltiple DENIS-P J020529.0-115925 es el primer sistema triple de estrellas de masa muy bajas y enanas marrones conocido. La secundaria de este sistema binario previamente conocido mostró un alargamiento claro en seis imágenes obtenidas a épocas diferentes con HST. Las propiedades fotométricas y espectroscópicas del sistema son consistentes con la presencia de tres componentes, con tipos espectrales L5, L8, y T0.

Se han obtenido nuevos resultados de observaciones con óptica adaptativa, para 36 estrellas de baja-masa (tipos espectrales M6.0-M7.5) cercanas ($< \sim 30$ pc), cinco de las cuales han sido resueltas como binarias. Dentro de las sensibilidades instrumentales, los resultados apoyan la tendencia global que la distribución de eje de semimayor y la frecuencia de binariedad es una función de la masa de la estrella primaria y disminuye con la masa. Estas observaciones restringen la validez de los modelos de formación de estrellas de baja masa.

Para intentar estimar la frecuencia de enanas de muy baja masa binarias con grandes separaciones, se ha buscado en muestras más amplias y se encontraron los dos primeros ejemplos: LP714-37 AB (33 AU) y DENIS-J055146.0-443412.2 (200 AU). Esto implica que las binarias de muy baja masa son raras a grandes separaciones pero no inexistentes, lo cual contradice las predicciones de algunos modelos de formación de este tipo de binarias.

Se ha presentado el estado actual de un estudio

continuado para un espectrógrafo infrarrojo echelle llamado NAHUAL para el 10.4 m GTC (Gran Telescopio de Canarias) del ORM.

Se ha presentado el catálogo en línea más grande para las enanas con tipo espectral M, L y T. Actualmente el catálogo contiene 893 objetos listados en el orden de ascensión recta. Para la mayoría de ellos los espectros pueden transmitirse del catálogo en formatos ASCII o FITS. La dirección Internet es: http://www.iac.es/galeria/ege/catalogo_spectral/.

Evolución del Proyecto

Durante el 2005, el equipo se ha reforzado considerablemente con la incorporación de dos estudiantes: L. Valdivielso, becaria residente del IAC, y A. Martínez Fiorenzano, becario EARA procedente de la Univ. de Papua (Italia). El desarrollo y resultados del Proyecto han sido bastante positivos puesto que se han organizado dos reuniones científicas y un Workshop internacional, se han publicado 18 artículos en revistas internacionales con árbitro y se han editado dos libros de proceedings.

En colaboración con la Fundación Galileo Galilei, se ha organizado un Workshop Internacional en La Palma que reunió a 70 científicos procedentes de 12 países diferentes. El tema del Workshop fue "Ultra-low-mass star formation and evolution". Se ha editado un volumen de la revista con arbitro *Astronomical Notes* que incluye la mayoría de los trabajos que se presentaron en esta conferencia.

Se ha organizado el II Workshop Internacional de ANUAL, en Segovia, donde participaron unos 15 científicos procedentes de 8 instituciones. Se presentaron varias contribuciones orales acerca de la ciencia que se podría realizar con NAHUAL y de los desafíos técnicos del Proyecto.

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

G. Israelian, R. Rebolo, R.J. García López, J.I. González Hernández, A. Ecuivillon, C. Domínguez Cerdeña y A. García Gil.

Colaboradores del IAC: J. Casares y J. Trujillo Bueno.

M. Mayor, S. Udry, A. Maeder y G. Meynet (Obs. De Ginebra, Suiza); N. Santos (Portugal); P. Bonifacio y P. Molaro (Obs. de Trieste, Italia); J. Wasserburg (Caltech, EEUU); H. Bethe (Univ. de Cornell, EEUU); J. Brown (Univ. Stony Brook, EEUU); D. Lambert (Univ. de Texas, EEUU); P-E. Nissen (Univ. de Aarhus, Dinamarca); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); C. Melo y F. Mirabel (ESO, Chile); S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia).

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). Principalmente, se han formulado dos explicaciones posibles para relacionar el exceso de metalicidad con la presencia de planetas. La primera, la hipótesis del "autoenriquecimiento", 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 visión contraria, la hipótesis primordial, 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 berilio, 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. (2001, *Nature*, 411, 163; 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 405, 753) encontraron evidencias de la caída de un planeta o de material protoplanetario sobre la estrella HD82943.

Si el "autoenriquecimiento" fuera el principal responsable del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas, eso implicaría una sobreabundancia relativa de elementos refractarios (Si, Mg, Ca, Ti, etc.) respecto a los volátiles (CNO, S y Zn). Se han llevado a cabo varios estudios espectroscópicos del hierro (Santos et al. 2001, *Astronomy & Astrophysics*, 373, 1019;

2003, *Astronomy & Astrophysics*, 398, 363; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153) y de otros elementos (Bodaghee et al. 2003, *Astronomy & Astrophysics*, 404, 715; Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 418, 703; 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; varios artículos más en prensa).

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 primera vez 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 proporciona información sobre sus ritmos de formación y nucleosíntesis en diferentes tipos de supernova. La nueva generación de telescopios de clase 4-10 metros 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 estos progresos se han descubierto nuevas 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 demostró por primera vez 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, 419, 1095). Se planea 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.

Algunos resultados relevantes

El grupo obtuvo los primeros resultados concluyentes sobre la naturaleza particularmente metálica de las estrellas con planetas. En el año 2005 se ha ampliado el conjunto analizado de estrellas ricas en metales con y sin planetas y se obtuvieron nuevos y más detallados parámetros atmosféricos y metalicidades. Estos nuevos resultados confirman la naturaleza particularmente rica en hierro de las estrellas con planetas.

Se han finalizado los primeros estudios homogéneos de abundancias de elementos volátiles y refractarios en un amplio conjunto de estrellas ricas en metales con y sin planetas. No se encontraron diferencias significativas entre las abundancias en las estrellas con planetas y las de comparación. Este resultado sugiere que el origen del exceso de metalicidad de las estrellas con planetas es primordial, es decir, que los sistemas planetarios se han formado de nubes protoplanetarias de alto contenido en metales.

Todas las determinaciones de abundancias obtenidas en estos últimos 2 años han permitido realizar el primer estudio homogéneo de las tendencias $[X/H]$ vs. T_c en un amplio conjunto de estrellas con planetas y de comparación. Los resultados aportan nuevas pruebas a favor de un origen primordial del exceso en hierro de las estrellas con planetas, aunque no permitan descartar posibles fenómenos de acreción de material planetario.

También se están obteniendo los parámetros y abundancias de las estrellas conocidas por tránsitos de planetas gigantes (OGLE).

Evolución del Proyecto

El grupo ya ha demostrado que las estrellas con planetas son en promedio más ricas en metales

respecto a las estrellas del mismo tipo espectral sin planetas conocidos (ver Santos, Israelian & Mayor 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 415, 1153). A lo largo de 2005, se ha ampliado el conjunto de estrellas con planetas y de comparación y se obtuvieron nuevos y mejorados parámetros atmosféricos y metalicidades (Santos, Israelian, Mayor et al. 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 437, 1127). Además se ha finalizado el primer estudio homogéneo de abundancias de volátiles (Ecuivillon, Israelian, Santos et al. 2004a, *Astronomy & Astrophysics*, 426, 619; 2004b, *Astronomy & Astrophysics*, 418, 703; 2006, *Astronomy & Astrophysics*, 445, 633) en un amplio conjunto de estrellas con y sin planetas. También se ha llevado a cabo un estudio completo de las abundancias de 12 elementos refractarios en 101 y 94 estrellas con y sin planetas respectivamente haciendo uso de los nuevos parámetros atmosféricos (Gilli, Israelian, Ecuivillon et al., *Astronomy & Astrophysics*, en prensa). El amplio rango de temperaturas de condensación (T_c) barrido por los elementos químicos analizados nos ha permitido derivar unas tendencias fiables de $[X/H]$ en función de T_c e investigar la importancia que tienen los fenómenos de acreción en el exceso de metalicidad global observado en las estrellas con planetas (Ecuivillon, Israelian et al., *Astronomy & Astrophysics*, en prensa). Esos trabajos proporcionan nuevas claves para esclarecer los mecanismos que intervienen en la formación y evolución de sistemas planetarios.

Hasta la fecha se han analizado tres sistemas binarios de rayos X, realizando un estudio espectroscópico y de la cinemática de las estrellas secundarias. Después del estudio pionero del sistema Nova Scorpii 1994 (Israelian et al. 1999, *Nature* 401, 142), se creó un código para agilizar el proceso de cálculo de abundancias químicas y se aplicó para estudiar los espectros observados con el telescopio VLT (Paranal, Chile) de los sistemas A0620-00 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2004, *Astrophysical Journal*, 609, 988) y Cen X-4 (González Hernández, Rebolo, Israelian et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 630, 495; González Hernández, Rebolo, et al. 2005, *Astrophysical Journal*, 435, 1185). Se ha llevado a cabo el estudio del sistema XTE J118+480 utilizando datos del telescopio Keck. El análisis de nuevos sistemas de ese tipo es fundamental para acotar la masa de corte de los objetos compactos en función de la masa de los progenitores.

Los estudios espectroscópicos que se han realizado en estrellas pobres en metales pertenecientes al halo galáctico han revelado que las estrellas supermasivas e hipernovas podrían ser las fuentes principales de oxígeno, magnesio y azufre en la galaxia temprana (Israelian et al. 2004,

Astronomy & Astrophysics, 419, 1095). También se han encontrado evidencias de la presencia de nitrógeno primario (Israelian, Ecuivillon, Rebolo et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 421, 649). Además se han analizado las abundancias de algunos elementos pesados, como Zn y Cu (Bihain, Israelian, Rebolo et al. 2004, *Astronomy & Astrophysics*, 423, 777). Estos análisis abren nuevos debates sobre la consistencia de diferentes indicadores espectroscópicos y la precisión de los parámetros atmosféricos estelares, poniendo de manifiesto que aún se desconocen las principales fuentes de muchos de los elementos más abundantes en el Universo.

PROCESOS DE TRANSPORTE EN ASTROFÍSICA (3I2205)

L. Crivellari.

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

Introducción

Las capacidades de observación de los grandes telescopios de la última generación abren hoy la vía al estudio espectroscópico de las estrellas en otras galaxias. Por ello hay un interés renovado en la Física Estelar, herramienta imprescindible para la interpretación del Universo observable. Cabe resaltar, entre los problemas astrofísicos todavía abiertos, la determinación fiable de las distancias extra-galácticas a partir de una rigurosa calibración del diagrama de Hertzsprung-Russell y la medida de las abundancias cósmicas. Se puede mencionar también la síntesis de las poblaciones estelares, que desempeña un papel muy importante en el estudio de la estructura y evolución de las galaxias. En todos estos casos, resulta necesario comparar las distribuciones espectrales observadas con los correspondientes espectros sintéticos, obtenidos a partir de modelos de atmósferas estelares, que cubran un extenso rango espectral, desde el lejano IR hasta el extremo UV.

La radiación emergente adquiere sus características espectrales en las regiones más externas de las estrellas, es decir las atmósferas estelares. A pesar de los grandes avances en las últimas décadas, mucho queda por hacer en el campo de la modelización de las atmósferas estelares. Por un lado, se debe mejorar la representación en términos físico-matemáticos de ciertos procesos que determinan la estructura de las atmósferas (ej. el transporte convectivo), por otro lado, es preciso realizar algoritmos numéricos

más adecuados para satisfacer las necesidades actuales de la interpretación de las observaciones espectroscópicas de alta resolución.

Un problema específico, muy crítico desde el punto de vista numérico, estriba en el momento de enfrentarse a la determinación auto consistente de la temperatura en una atmósfera estelar, a partir de la resolución de la ecuación de equilibrio radiativo (ER). Debido al enorme valor del coeficiente de absorción en las frecuencias del continuo y de las líneas de Lyman, la cantidad de energía radiativa ganada por absorción o perdida por emisión en estas frecuencias es mayor que la cantidad correspondiente al resto del espectro por unos veinte órdenes de magnitud, independientemente de la temperatura del medio. Además, en las regiones más internas de una atmósfera estelar el valor medio de la intensidad específica monocromática y la función fuente correspondiente coinciden numéricamente en las frecuencias de Lyman por un elevado número de dígitos significativos. Desde el punto de vista de la Física, esto implica que en las capas interiores los procesos de absorción y emisión en el continuo y las líneas de Lyman, aunque predominen en término alguna orque deben en la d

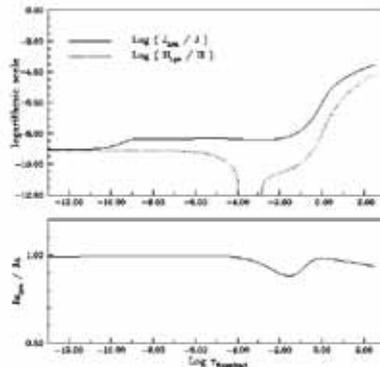
compensarse exactamente en el cálculo del balance energético. Sin embargo, en el momento de calcular numéricamente la diferencia entre los términos de absorción y emisión total, calculados por separado, aparece una dificultad muy grave: el número de dígitos significativos disponibles no es suficiente para apreciar en ellos las contribuciones de las demás frecuencias, en las cuales hay un transporte de la radiación físicamente significativo y que por lo tanto determinan la temperatura del medio. La diferencia calculada resulta ser puro ruido numérico, que falsifica el balance energético.

He aquí las principales razones para llevar a cabo el presente Proyecto de investigación, cuya finalidad última consiste en la creación de un juego de herramientas ágiles y fiables para el cálculo de modelos de atmósferas estelares y espectros sintéticos, a través de una formulación operativa de la física de las atmósferas estelares.

Algunos resultados relevantes

Se han empleado las herramientas numéricas desarrolladas para calcular un modelo que, aun simplificado, tenga pero en cuenta toda la física básica del problema de las atmósferas estelares. Un modelo de este tipo proporciona un banco de prueba inmejorable para los nuevos algoritmos.

Se quiere hacer hincapié en el hecho de que la distribución de la temperatura se consigue a



Se presenta la profundidad de formación del espectro emergente. El valor del logaritmo de la profundidad óptica media de Rosseland, por el cual la profundidad monocromática toma el valor uno, es dibujado en función del logaritmo de la frecuencia. Se indica también el valor correspondiente de la masa de una columna de base unitaria y altura igual a la profundidad geométrica de la capa. Resulta claramente que el continuo y las líneas de Lyman se forman a profundidades ópticas de Rosseland extremadamente pequeñas, correspondientes a regiones superficiales que los modelos corrientemente en uso no pueden tratar por sus limitaciones intrínsecas, tanto en el número total de capas como en los valores mínimos de la profundidad óptica que pueden alcanzar. El método Integral Implícito, al contrario, por su naturaleza algorítmica no padece de tales limitaciones.

MATERIA INTERESTELAR

NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)

A. Mampaso.
L. Cuesta, R.L.M. Corradi, P. Leisy, M. Santander y K. Viironen.

Colaboradores del IAC: S. Navarro y V. Ortega.

D.R. Gonçalves (IAG, Brasil), E.R. Rodríguez Flores (IGA, Cuba). B. Ercolano (UCL, Reino Unido); M. Perinotto y L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Drew (ICST, Londres, Reino Unido) y la Colaboración IPHAS; J.M. Vílchez (IAA, Granada); J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia); J.P. Phillips (Univ. de Guadalajara, México); M. Rodríguez, E. Recillas y G. Delgado (INAOE, México).

Introducción

Se persiguen tres objetivos principales:

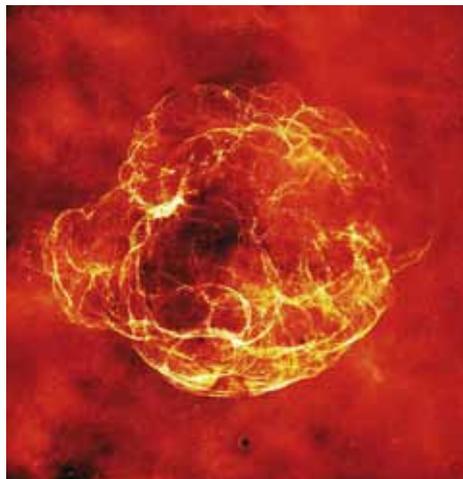
Determinar las condiciones físico-químicas de las nebulosas planetarias (NPs) con geometría bipolar, para entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y cinemática observadas. Se investigan también las nebulosas, generalmente con geometría bipolar, que aparecen alrededor de algunas estrellas simbióticas.

Estudiar las microestructuras de baja excitación en NPs, su origen (en relación con el proceso de formación de la propia NP) y sus propiedades físico-químicas y de interacción con el gas de la nebulosa.

Descubrir y estudiar nuevas NPs galácticas y extragalácticas, analizando sus propiedades físico-químicas e investigando los gradientes de excitación y de composición química a lo largo de la galaxia.

Algunos resultados relevantes

A. Mampaso, R. Corradi, K Viironen y P. Leisy, en colaboración con J.E. Drew y el resto de la Colaboración IPHAS (INT Photometric, H α Survey; Ver <http://astro.ic.ac.uk/Research/Halpha/North/>) publicaron en 2005 los primeros resultados del cartografiado del plano galáctico que se está llevando a cabo desde el ORM con el telescopio INT y su cámara de gran campo. El catálogo final

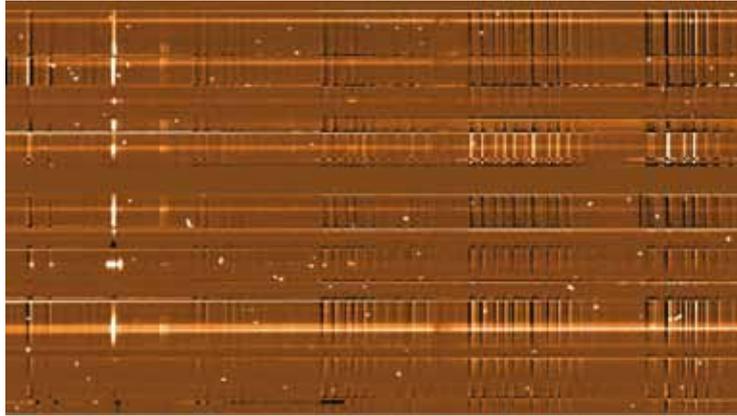


La nebulosa S147 en la constelación del Toro. Imagen en Ha obtenida con datos del proyecto IPHAS. S147 es el resto de una supernova que explotó hace unos cien mil años y que en la actualidad tiene más de tres mil años-luz de diámetro. Crédito: A. Zijlstra y J. Irwin (Colaboración IPHAS).

de estrellas tendrá más de 80 millones de objetos, y se espera aumentar en un factor diez el número de estrellas con líneas de emisión conocidas.

P. Leisy, R. Corradi y A. Mampaso, en colaboración con L. Magrini y M. Perinotto y con J.M. Vílchez han obtenido espectros muy profundos de todas las nebulosas planetarias conocidas en las galaxias irregulares del Grupo Local Sextans A y Sextans B, usando el telescopio VLT de 8 m de la ESO en Cerro Páranla (Chile). Se trata de las planetarias más lejanas (1.3 Mpc) donde se ha podido medir la línea de [OIII] en 436.3 nm, crítica para una determinación directa de la temperatura electrónica del gas ionizado, que a su vez es necesaria para un cálculo preciso de la composición química del gas. Contrariamente a otros tipos de galaxias, las nebulosas planetarias de Sextans B tienen una composición química muy similar a la de sus regiones HII, indicando que no ha ocurrido un enriquecimiento químico significativo durante una fracción importante del tiempo de vida de esta galaxia.

Por otro lado, la única planetaria existente en Sextans A ha revelado aspectos importantes en la evolución final de las estrellas de masa intermedia en entornos de muy baja metalicidad, algo que no se puede estudiar en nuestra Galaxia. La fuerte sobreabundancia de nitrógeno que se ha encontrado, junto con un enriquecimiento en oxígeno de más del doble respecto a las regiones



Espectro VLT con FORS2/MOS (la zona roja e infrarroja del espectro) de la única nebulosa planetaria conocida en la galaxia Sextans B, junto con los espectros de siete regiones HII de esa galaxia. La nebulosa planetaria muestra la línea del [NII] en 658.3 nm mucho más intensa que H α .

HII, parecen indicar la existencia de un proceso muy eficiente en el tercer dragado para los progenitores más masivos de las nebulosas planetarias.

Evolución del Proyecto

M. Santander, R. Corradi y A. Mampaso estudiaron la expansión de la nebulosa que rodea a la estrella simbiótica He2-147, usando imágenes tomadas por el HST en dos épocas separadas cuatro años. Estos datos se combinaron con espectroscopía tridimensional de alta resolución en las líneas de H α y [NII] 658.3 nm (usando el instrumento FLAMES en el telescopio VLT de ESO, Chile), y con espectros en el infrarrojo cercano del telescopio de 3.5 m NTT en La Silla (Chile). El estudio realizado demuestra que hay evidencias de choques en el gas de la nebulosa, lo que obliga a incluir este proceso en el análisis de la expansión nebular. Por otro lado, se pudo explicar un extraño descentramiento de 0.2 segundos de arco de la nebulosa respecto de su sistema binario central como resultado de la interacción orbital de las estrellas. Finalmente, se determinó una distancia de 3 kpc a la nebulosa, en excelente acuerdo con la obtenida mediante la relación periodo-luminosidad de la estrella Mira central.

P. Leisy, R. Corradi y A. Mampaso, en colaboración con L. Magrini y M. Perinotto continuaron durante 2005 la búsqueda de NPs en galaxias del Grupo Local. Se publicaron los resultados obtenidos para las galaxias irregulares enanas NGC 6822, IC 1613, WLM y GR8, y para las galaxias esferoidales NGC 147, NGC 185 y NGC 205. Se descubrieron un total de 105 NPs en estas galaxias. Su estudio permitió determinar, por primera vez, un límite inferior a la masa total de estrellas de masa baja e intermedia y compararla con la tasa de formación estelar estimada para estas galaxias. Los resultados muestran buen acuerdo con las historias de formación estelar en galaxias pequeñas.

K. Viironen, E.R. Rodríguez Flores, A. Mampaso, R. Corradi y P. Leisy examinaron la base de datos fotométricos del catálogo IPHAS en busca de nuevas NPs (tesis de K. Viironen) y de estrellas simbióticas (tesis de E.R. Rodríguez Flores) situadas en el plano de la Galaxia. Durante 2005 pusieron a punto las herramientas necesarias: el gráfico de IPHAS (H α)-R frente a R-I y el gráfico de diagnóstico infrarrojo de 2MASS, J-H frente a H-K. Además, para el caso de las NPs extensas, se inició la exploración visual de los mosaicos de imágenes, degradando la resolución original de 0.3 a 5 segundos de arco por elemento de imagen. Se examinaron más de mil candidatos, y se seleccionaron cerca de cien para observarlos espectroscópicamente. Los espectros obtenidos hasta la fecha indican que la mayoría de los candidatos seleccionados son efectivamente NPs (a veces muy enrojecidas y distantes) o estrellas con fuerte emisión en H α . La naturaleza de éstas últimas (Variables Cataclísmicas, miras, simbióticas, estrellas Be, etc.) está aun por determinar.

L. Cuesta, en colaboración con J.P. Phillips investigó durante 2005 seis NPs muy evolucionadas que muestran eyecciones múltiples y signos de interacción con el Medio Interestelar. Comprobaron que los modelos de evolución de NPs explican bien la estructura de emisión observada, que, en la mayoría de los casos, se caracteriza simplemente por volúmenes rellenos de gas con diferentes grados de ionización.

S. Navarro presentó este año su tesis doctoral "Determinación de distancias a Nebulosas Planetarias". En colaboración con A. Mampaso y R. Corradi, ha desarrollado un sistema de redes neuronales para realizar de forma automática la clasificación espectral de las más de 2.000 estrellas de campo que se habían observado, con

el telescopio WHT y el espectrógrafo multiobjeto LDSS2, alrededor de 36 NPs. Las redes neuronales se entrenaron definiendo y calibrando un conjunto de 35 índices espectrales que incluyen las principales líneas fotosféricas y que son sensibles a la temperatura (tipo espectral) y luminosidad de las estrellas. El resultado principal es que el sistema automático clasifica con precisión todas las estrellas, obteniéndose un error menor de dos subtipos espectrales incluso en espectros con S:N baja (menor de 40).

A. Mampaso y R. Corradi, en un trabajo liderado por D.R. Gonçalves y B. Ercolano, modelaron la NP NGC 7009 y sus microestructuras de baja excitación utilizando un código de fotoionización tridimensional desarrollado por B. Ercolano en su tesis. El resultado principal es que las abundancias químicas de las distintas componentes de la nebulosa (envoltura principal, jets y microestructuras) son homogéneas, resolviéndose así un importante problema, la sobreabundancia de nitrógeno en las microestructuras, para el que no se había encontrado explicación teórica desde su proposición, hace más de diez años.

REGIONES HII EXTRAGALÁCTICAS (P14/86)

C. Esteban.

A. Herrero, L. López Martín, A.R. López Sánchez y J. García Rojas.

D. Barrado y Navascués (LAEFF, Madrid); F. Bresolin (IA, Hawai, EEUU); S. Cabrit (Obs. de París, Francia); L. Carigi, A. Peimbert y M. Peimbert (UNAM, México); C. Dougados (Obs. de Grenoble, Francia); J. Hibbard (NRAO, EEUU); B. Koribalski (ATNF, Australia); V. Luridiana (IAA, Granada); A. Mesa (Univ. La Laguna); M. Rodríguez (INAOE, México); D. Schaerer (Obs. de Ginebra, Suiza); G. Stasinska (Obs. de Meudon, Francia).

Introducción

El presente Proyecto se encuadra dentro del marco general del estudio de la interacción de las estrellas con el Medio Interestelar, tanto desde el punto de vista radiativo, como químico y cinemático.

Los objetivos específicos principales son:

Detección y estudio de líneas de recombinación de elementos pesados en regiones HII galácticas y extragalácticas, con especial hincapié en la estimación de las fluctuaciones de temperatura electrónica del gas ionizado y su efecto sobre las abundancias químicas.

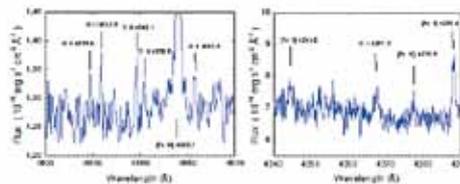
Estructura e historia de la formación estelar en

galaxias HII. El estudio del efecto de los vientos galácticos y el papel de las interacciones entre y con objetos enanos.

Estudio de la cinemática del gas y de eyecciones colimadas en nebulosas de distintos tipos.

Algunos resultados relevantes

Se está finalizando el análisis de espectros de alta resolución obtenidos con el telescopio VLT de la galaxia HII NGC 5253, que constituye el conjunto de espectros más extensos y profundos disponibles en la actualidad para un objeto de este tipo. Se ha confirmado la presencia de contaminación de nitrógeno y, posiblemente, helio en zonas localizadas del objeto, producida posiblemente por vientos de estrellas masivas de tipos Wolf-Rayet. Se ha cuantificado el enriquecimiento químico y resulta ser consistente con lo predicho por los modelos de evolución estelar disponible para estrellas masivas, siendo necesarias unas pocas estrellas Wolf-Rayet para dar cuenta de la contaminación observada. Para NGC 5253, también se ha determinado la abundancia de oxígeno y carbono a partir de líneas de recombinación, que resultan ser superiores a las obtenidas mediante líneas de excitación



Izquierda: sección del espectro obtenido para la región C de NGC 5253 mostrando las líneas de recombinación de O II en el rango 4630 – 4670 Å. Derecha: sección del espectro obtenido para la región A de NGC 5253 mostrando la línea de recombinación de C II 4267 Å.

colisional. Efecto que podría estar relacionado con la presencia de fluctuaciones de temperatura.

Evolución del Proyecto

Se ha completado el análisis de todos los espectros profundos de alta resolución (*echelle*) obtenidos en dos campañas de observación con el espectrógrafo UVES del telescopio VLT *Kueyen* de Cerro Paranal (Chile) para nueve regiones HII brillantes del disco galáctico (situadas a distintas distancias del centro de la Vía Láctea): Nebulosa de Orión, M 8, M 16, M 17, M 20, S 311, NGC 2359, NGC 3576 y NGC 3603. Estas observaciones constituyen la mejor, más profunda y completa colección de espectros de regiones HII nunca obtenida hasta la fecha. Se han identificado entre 300 y 550 líneas de emisión en cada objeto y se han determinado condiciones físicas y abundancias químicas en todos ellos con diferentes indicadores. En particular, se ha

determinado la abundancia de oxígeno y carbono a partir de líneas de recombinación y estimado el parámetro de fluctuaciones de temperatura electrónica. Estos resultados han permitido determinar, por primera vez, el gradiente a abundancias del carbono a partir de medidas de regiones HII en el disco de la galaxia. En la actualidad se está finalizando la publicación de todos los datos recogidos, junto con su análisis pertinente. Este trabajo se realizó en colaboración con M. Peimbert, M. Rodríguez, A. Peimbert y M.T. Ruiz y forma parte de la futura tesis de J. García Rojas, que será presentada a lo largo de 2006.

Se ha desarrollado un procedimiento informático para extraer, medir y analizar cientos de espectros unidimensionales a partir de espectros de rendija larga disponibles (obtenidos con el telescopio de 4,2 m WHT) de la nebulosa de Orión. Este estudio permite determinar condiciones físicas, abundancias químicas (tanto con líneas de excitación colisional como de recombinación) de ciertos iones de elementos pesados y su cinemática asociada con una resolución a nivel de seeing a lo largo de la nebulosa y en ciertos lugares escogidos, como proplyds (discos protoplanetarios) y objetos Herbig-Haro (gas excitado por choques). De especial interés es la comparación entre la abundancia de O^{++} determinada a partir de líneas de excitación colisional y de recombinación, que nos puede dar una idea de las variaciones a pequeña escala espacial (fluctuaciones) de la temperatura electrónica en el objeto (t^2) y explorar con qué otros parámetros nebulares está relacionado. Este trabajo se ha realizado con la colaboración de A. Mesa, estudiante de licenciatura de la Univ. de La Laguna y becario de verano del IAC este año. Se consiguió una noche de observación (2 de enero 2006) para realizar espectroscopía 2-D con OASIS en el telescopio WHT de zonas escogidas de la Nebulosa de Orión que incluían diversos proplyds, pero los datos son todavía muy recientes y no han podido ser reducidos y las condiciones de seeing fueron muy desfavorables (entre 2-3 segundos de arco), desgraciadamente no se esperan resultados muy relevantes.

Se finalizó un estudio espectroscópico y fotométrico de la galaxia starburst IRAS 08339+6517. Se ha encontrado rasgos de interacción entre la galaxia principal y otra enana cercana, lo que podría haber desencadenado la intensa formación estelar que presenta IRAS 08339+6517. El análisis de la cinemática del gas ionizado también muestra rasgos de interacción y revela la existencia de un objeto que puede ser candidato a galaxia enana de marea o restos de un *merger* pasado.

Los datos indican que la cola de H I detectada en radio se originó básicamente de material liberado por la galaxia principal. Se ha determinado la historia de la formación estelar así como la tasa de formación estelar actual consistentemente usando varias calibraciones y con datos de rayos-X, ópticos, infrarrojos y continuo de radio. Como conclusión más importante a este estudio, se encuentra que la galaxia IRAS 08339+6517 satisface los criterios para ser catalogada como Galaxia Luminosa Compacta Azul (LCBG), objetos raros en el universo local pero muy comunes a altos desplazamientos al rojo, siendo un objeto muy interesante para posibles estudios detallados sobre evolución y formación de galaxias. Este estudio, junto con resultados para más de 20 galaxias starburst, formará parte de la tesis de Á.R. López Sánchez.

Á.R. López Sánchez ha entablado colaboración con B. Koribalski (ATNF, Australia), especialista en observaciones radio de galaxias interactivas, con el fin de solicitar tiempo de observación al radio-interferómetro australiano ATCA. Las observaciones estudiarán dos galaxias de la muestra de galaxias que está siendo analizada en la tesis de Á.R. López Sánchez. Se pretende analizar la distribución de H I para buscar rasgos de interacción, determinar la masa del gas y la masa dinámica de las galaxias, estudiar la cinemática del gas, obtener mapas del continuo de radio para estimar la contribución térmica (de regiones HII) y no térmica (supernovas) de la emisión, obtener la tasa de formación estelar y combinar todos los resultados con los datos existentes en óptico (espectroscopía, imagen banda ancha e imagen $H\alpha$) y NIR para comprender la evolución dinámica y química de los objetos seleccionados, su historia de formación estelar y su probable evolución futura.

C. Esteban y J. García Rojas han conseguido tiempo de observación en el telescopio Keck (19 y 20 abril 2006) para observar líneas de recombinación de elementos pesados en regiones HII extragalácticas, estableciendo una colaboración con F. Bresolin (IfA, Hawai, EEUU). Este trabajo es una continuación natural de los estudios realizados en regiones HII galácticas. La muestra de objetos a observar incluye las regiones HII extragalácticas más brillantes observables desde la latitud de Hawai y con un alto contenido de elementos químicos.

L. López-Martín obtuvo tiempo de observación en el telescopio WHT con el instrumento de espectroscopía tridimensional INTEGRAL, en

colaboración con K. Exter, para la identificación y caracterización de fuentes ultraluminosas de rayos X. Los datos obtenidos están en proceso de reducción y análisis.

Con imágenes obtenidas con la WFC en el telescopio INT del ORM, L. López-Martín ha identificado nuevos objetos Herbig-Haro en una región de formación estelar. Se pretende obtener espectroscopía de estos candidatos para confirmar su naturaleza. Este trabajo se ha realizado en colaboración con D. Barrado y Navascués.

En octubre/noviembre J. García Rojas visitó el IA-UNAM y el INAOE (ambos en México) con el fin de colaborar con M. Peimbert, A. Peimbert y M. Rodríguez en distintos aspectos finales de su tesis.

En junio visitó el IAC L. Carigi (IA-UNAM, México) con la que se estudiaron distintos aspectos de la utilización de los datos observacionales de regiones HII obtenidos por el grupo en la elaboración de mejores modelos de evolución química del disco de la galaxia. También se plantearon las bases iniciales de una futura colaboración en el campo de la astrobiología, con el fin de estudiar el concepto de "zona de habitabilidad galáctica" a la luz de modelos de evolución química, tanto para nuestra galaxia como para galaxias externas.

En noviembre visitó el IAC C. Morisset (IA-UNAM, México) para trabajar con S. Simón y otros miembros del grupo en el código CLOUDY-3D, que permite la construcción de modelos de fotoionización pseudo-3D rápidos de nebulosas. Se avanzó en el análisis detallado de la región HII M 43, de la que se está preparando una publicación. La modelización cuenta además con la utilización de modelos de atmósfera realista construidos específicamente para la estrella central, lo que permite explorar el continuo ionizante que proporcionan los modelos de atmósfera de estrellas masivas con las características nebulares observadas.

En diciembre se presento la tesis doctoral de S. Simón Díaz de la que C. Esteban ha sido codirector. Se trata de un fructífero trabajo de

colaboración entre dos grupos de investigación del IAC (Proyectos 8/98 y 14/86) con el que se ha abordado el estudio de una zona de formación estelar como la Nebulosa de Orión conjugando el uso de espectroscopía estelar y nebular así como la modelización de atmósferas estelares como de las nebulosas ionizadas. En su actual etapa postdoctoral y para continuar el trabajo realizado, S. Simón se unirá en 2006 al grupo con un 0.4 EDP. Fruto de dicho trabajo han surgido interesantes colaboraciones con G. Stasinska (Obs. de Meudon, Francia) y D. Schaerer (Obs. de Ginebra, Suiza).

Durante 2005, la investigadora L. Martín Hernández (procedente del Obs. de Ginebra, Suiza) mostró su interés en solicitar una beca postdoctoral "Juan de la Cierva" para integrarse en el grupo de investigación. Finalmente consiguió la beca y se incorporará en febrero de 2006. La investigadora ha trabajado principalmente en espectroscopía nebular en el lejano infrarrojo, principalmente en datos de satélites. Una incorporación excelente para el grupo.

ESTUDIO FÍSICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

A. Manchado.
S. Iglesias Groth y M. Dobrincic.

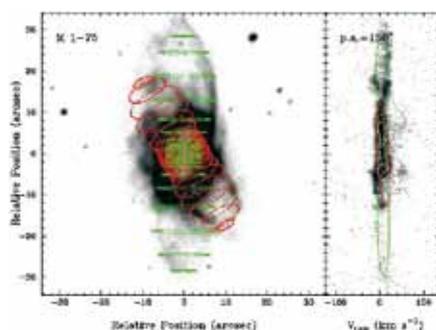
E. Villaver (STScI, EEUU); P. García Lario y A. García-Hernández (VILSPA, Madrid), M. Guerrero (IAA, Granada); L. Stanghellini (NOAO, EEUU); G. García-Segura (UNAM, México).

Introducción

En este Proyecto se estudian las últimas fases de la evolución de las estrellas de masa intermedia $M < 10 M_{\odot}$. En particular las fases entre las estrellas AGB (Asymptotic Giant Branch) y Nebulosas Planetarias (NPs). Se persigue el estudio de los mecanismos de pérdida de masa y como éstos afectan a la morfología y cinemática de las NPs. En concreto

MEMORIA
IAC 2005

77



como afectan los campos magnéticos, rotación estelar y sistemas binarios a la pérdida de masa, y por tanto en la morfología de las NPs. Asimismo, se pretende estudiar la evolución química de las envolturas tanto del material molecular como del gas ionizado y su relación con los procesos de pérdida de masa.

En particular el estudio de las NPs con capas múltiples permite investigar con mayor detalle la pérdida de masa en las últimas fases de la etapa AGB. Mediante simulaciones numéricas se puede estudiar la evolución dinámica de la pérdida de masa. Por otro lado el estudio de la química en las estrellas AGB permitirá segregar los rangos de masas que dan lugar a diferentes morfologías. El estudio de las absorciones de tipo DIBs en estrellas post-AGB nos permitirá inferir la presencia de moléculas orgánicas complejas.

Dado que las estrellas centrales de las NPs son muy luminosas permiten estudiar la población "intercluster" en los cúmulos de galaxias.

Algunos resultados relevantes

Se ha analizado la cinemática de una muestra de 11 Nps bipolares, encontrando que sus velocidades tiene una componente ecuatorial (con valores entre 3 y 16 km/s) y otra polar (con valores entre 18 y 100 km/s). Este comportamiento cinemático se puede explicar mediante un mecanismo de colimación debido al campo magnético de la estrella central.

Se han obtenido los espectros de fotoabsorción de fullerenos y buckyonions con pentágonos adyacentes y que conservan la simetría icosaédrica (80, 500, 320, 740, 1140... átomos) y se ha estudiado los diferentes contextos astrofísicos en los cuales podrían originarse estas moléculas.

Evolución del Proyecto

Se ha finalizado el análisis de una muestra de Nps bipolares. Las Nps presentaban un amplia rango de morfologías diversas desde un grado pequeño hasta otro muy alto de colimación. Las velocidades de expansión ecuatoriales medidas van desde 3 a 16 km/s mientras que las velocidades de expansión polares tienen valores de entre 18 y 100 km/s. Las edades cinemáticas indican que ninguna de las NPs es joven. La mayor parte de nuestros resultados se pueden explicar utilizando campos magnéticos como mecanismos de colimación.

Se ha estado estudiando la posible emisión anómala de microondas en la Nebulosa Dumbell, realizándose observaciones a 33GHz con el Very Small Array, VSA (OT). Las medidas indican que la mayor parte de la emisión a esta frecuencia es debida probablemente a procesos free-free.

Por su extensión angular esta nebulosa era una buena candidata para explorar con el VSA la emisión dipolar eléctrica asociada a granos de polvo rotantes que se ven afectados en su rotación por los siguientes procesos: Collision Drag, Plasma Drag, Infrared Emission, Recoil from Thermal Collisions and Evaporation and Infrared Emission.

Simultáneamente se ha continuado con el esfuerzo de intentar detectar los fullerenos y buckyonions en el Medio Interestelar. En este sentido se han obtenido los espectros de fotoabsorción de fullerenos y buckyonions con pentágonos adyacentes y que conservan la simetría icosaédrica (80, 500, 320, 740, 1140... átomos) y se ha estudiado los diferentes contextos astrofísicos en los cuales podrían originarse estas moléculas. Con estos nuevos espectros y los obtenidos durante el año pasado, se han ampliado los resultados publicados en junio de 2004 en *Astrophysical Journal Letters* y está previsto hacer otras dos

EL SOL

MAGNETISMO, RADIACIÓN Y FLUIDOS EN ASTROFÍSICA (P5/96)

J. Trujillo Bueno.

F. Moreno-Insertis, V. Archontis, A. Asensio Ramos, M. Derouich, R. Centeno, L. Merenda y L. Belluzzi.

Colaborador del IAC: P. Fabián.

M. Bianda y R. Ramelli (IRSOL, Suiza); R. Casini, R. (HAO, EEUU); M. Cheung (Lockeed Research Center; EEUU); K. Galsgaard y A. Nordlund (Niels Bohr Inst., Copenhagen, Dinamarca); A. Archontis, A. Hood y M. Morris (Univ. St Andrew, Escocia); L. Belluzzi y E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); N. Shchukina (Kiev, Ucrania); M. Schüssler (MPI, Lindau, Alemania); H. Uitenbroek (NSO, EEUU).

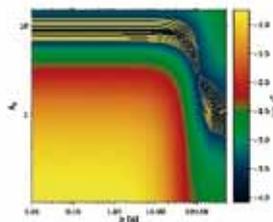
Introducción

El presente Proyecto tiene como objetivo general el estudio de procesos hidrodinámicos y radiativos en sistemas astrofísicos, con especial énfasis en aquellos aspectos en que el campo magnético juega un papel relevante. Se ha planteado resolver las ecuaciones de la hidrodinámica y física del plasma, por un lado, y del transporte radiativo y física atómica por otro, para entender (a) la generación del campo magnético en interiores estelares, con especial énfasis en el Sol, su transporte hacia la superficie y su erupción hacia la corona; (b) la generación y transferencia de radiación en plasmas astrofísicos magnetizados, con especial interés en investigar el magnetismo solar y en el diagnóstico de campos magnéticos en Astrofísica mediante la interpretación de observaciones espectropolarimétricas (c) varios fenómenos de dinámica de gases en el medio interestelar dominados o fuertemente influidos por el campo magnético, (d) la transferencia de radiación en líneas moleculares con vistas al desarrollo de técnicas de diagnóstico en Astrofísica Molecular. Aunque fundamentalmente teórico, este Proyecto da importancia a la referencia observacional, llevando a cabo observaciones espectropolarimétricas con telescopios terrestres, usando datos de observación de satélites y manteniendo estrechas colaboraciones con grupos observacionales.

Algunos resultados relevantes

El análisis del efecto Hanle en líneas moleculares

permite obtener información sobre la presencia de campos magnéticos ocultos (por tener polaridades bien mezcladas por debajo del límite de resolución de los telescopios actuales) en las regiones granulares de la fotosfera del Sol en calma (véase Trujillo Bueno, Shchukina y Asensio Ramos 2004; *Nature*, Vol. 430, 326). El hito escogido para este año es que las colisiones con átomos de hidrógeno neutro parecen ser muy eficientes depolarizando los niveles rotacionales de las líneas de la molécula MgH. Esto tiene una consecuencia muy interesante: en las regiones granulares de la fotosfera solar la intensidad media de dicho campo magnético oculto no puede ser significativamente mayor que 10 gauss, suponiendo el caso más simple de un campo magnético microturbulento que llena la totalidad del volumen ocupado por los gránulos convectivos. Alternativamente, un ajuste teórico igualmente bueno de las señales de polarización lineal observadas en líneas moleculares puede lograrse suponiendo que dichas colisiones son ineficientes, pero entonces se requieren campos magnéticos demasiado intensos para lo que es admisible esperar en tales regiones granulares. Estas ligaduras refuerzan la conclusión (véase Trujillo Bueno et al. 2004) de que existe una enorme cantidad de energía magnética en las regiones intergranulares del Sol en calma, la cual es debida a campos magnéticos caóticos que con los telescopios actuales permanecen invisibles al



Esta figura demuestra que, en principio, hay dos posibles combinaciones de colisiones depolarizantes y campos magnéticos microturbulentos para explicar las señales de polarización lineal (debidas a procesos de "scattering") observadas en las líneas espectrales de la molécula de MgH: (1) un caso dominado por depolarización colisional con $\delta=9$, pero con un campo magnético microturbulento de intensidad media $B<10$ gauss, o bien (2) un caso dominado por depolarización magnética con $B>200$ gauss, pero en el que las colisiones juegan sólo un papel marginal (caso con $\delta=0.9$). Sin embargo, el resultado obtenido previamente por Trujillo Bueno et al. (2004) de que tales señales de polarización lineal en líneas moleculares provienen fundamentalmente de las regiones granulares de la fotosfera solar, nos ha llevado a escoger la opción (1) como la más fiable, dado que no es realista pensar que todo el volumen de tales regiones granulares este lleno de un campo magnético caótico tan intenso (con $B>200$ gauss). Estas ligaduras refuerzan la conclusión (véase Trujillo Bueno et al. 2004) de que existe una enorme cantidad de energía magnética en las regiones intergranulares de la fotosfera del Sol en calma, la cual fue lograda gracias a un análisis conjunto del efecto Hanle en líneas atómicas y moleculares.

MEMORIA
IAC 2005

79

efecto Zeeman (Asensio Ramos y Trujillo Bueno 2005; *Astrophysical Journal Letters*, 635, L109).

Evolución del Proyecto

Magnetismo Solar y Espectropolarimetría

Se ha desarrollado un método de inversión que permite inferir el vector campo magnético de las protuberancias solares a partir de observaciones espectropolarimétricas de los efectos Hanle y Zeeman en las líneas del multiplete del helio neutro a 1083,0 nm. Su aplicación a los perfiles de Stokes observados en una protuberancia polar sugiere que el vector campo magnético que confina el plasma de dichas gigantescas estructuras de plasma frío y denso embebido en la corona solar no es siempre horizontal, contrariamente a lo que se venía pensando hasta ahora (L. Merenda y J. Trujillo Bueno, en colaboración con E. Landi Degl'Innocenti y M. Collados).

Se ha realizado una cuidadosa investigación sobre la propagación de ondas en distintas estructuras magnéticas de la atmósfera solar, incluyendo la umbra de las manchas solares. La medida simultánea de las líneas de Si I (10827 Å) y He I (10830 Å), que muestrean respectivamente la fotosfera y la cromosfera del Sol, permiten obtener la evolución temporal de las propiedades del plasma (velocidad, temperatura, intensidad y orientación de campo magnético, etc.) simultáneamente en ambas regiones. El análisis de los espectros de potencias y de fases de la velocidad, junto con la modelización teórica de propagación de ondas en medios magnetizados, ha permitido obtener resultados muy interesantes respecto a cómo se produce la propagación de las perturbaciones desde la fotosfera hasta la cromosfera solar. Aunque algunas propiedades varían de una estructura a otra, es común a todas ellas que las oscilaciones de velocidad observadas en la cromosfera están claramente correlacionadas con aquéllas medidas en la fotosfera. Esto permite inferir que las variaciones cromosféricas no aparecen como interacciones no lineales de los modos fotosféricos, es decir, que la propagación se produce básicamente en el régimen lineal. (R. Centeno, M. Collados y J. Trujillo Bueno).

Se ha avanzado considerablemente en el desarrollo de una investigación teórica, basada en la teoría cuántica de la polarización, cuyo primer objetivo ha consistido en determinar la sensibilidad de los perfiles de Stokes de la línea D2 del bario ionizado a un campo magnético como consecuencia de la acción conjunta de los efectos Hanle y Zeeman. Esto ha requerido tener en cuenta que el 18% de los isótopos del bario tienen estructura hiperfina y que los niveles F correspondientes se cruzan en un régimen de intensidad de campo magnético que va desde 50 hasta 500 gauss, aproximadamente. Se

ha demostrado que tales cruzamientos de niveles dan lugar a sorprendentes efectos medibles en las señales de polarización lineal, los cuales son de gran interés para estudiar los campos magnéticos de la fotosfera y cromosfera del Sol (L. Belluzzi y J. Trujillo Bueno).

Generación y transporte de luz polarizada

Se ha iniciado una investigación teórica sobre la formación del triplete del helio neutro a 10830 Angstroms, mediante la utilización de un sofisticado código numérico que resuelve la ecuación de transporte radiativo para multitud de transiciones y las ecuaciones de equilibrio estadístico para modelos atómicos complejos en un modelo semi-empírico de atmósfera estelar. El primer objetivo es estudiar la influencia de la radiación coronal UV en la formación del triplete, comparando las síntesis con observaciones, tanto para estructuras del plasma sobre el disco solar (regiones activas) como fuera del limbo (espículas). Esta investigación permitirá diagnosticar con mayor fiabilidad los campos magnéticos de tales estructuras cromosféricas y coronales (R. Centeno y J. Trujillo Bueno, en colaboración con M. Collados y H. Uitenbroek).

Se ha formulado e iniciado una investigación teórica cuyo objetivo es averiguar si las transiciones colisionales entre niveles del titanio neutro con distinto momento angular total son capaces de competir con la depolarización debida a un campo magnético caótico a través del efecto Hanle. Esto permitirá una determinación cuantitativa precisa de la intensidad del campo magnético "oculto" en la fotosfera del Sol en calma, el cual es invisible al efecto Zeeman con los telescopios actuales por tener polarizadas bien mezcladas por debajo del límite de resolución (M. Derouich y J. Trujillo Bueno).

Se ha avanzado considerablemente en el desarrollo de un código que permite realizar tanto síntesis espectral como inversiones de perfiles de polarización inducidos por la acción conjunta del efecto Zeeman, procesos de "scattering" y el efecto Hanle en una variedad de líneas espectrales de interés para el diagnóstico de campos magnéticos en varios contextos astrofísicos. Esta nueva herramienta de diagnóstico será aplicada primero a observaciones espectropolarimétricas de la atmósfera solar con vistas a obtener información empírica sobre la geometría del vector campo magnético y fenómenos de reconexión en la cromosfera y corona (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

Magnetohidrodinámica y física de plasmas

Se ha estudiado la geometría y topología de la

capa de corriente formada en la interacción entre regiones ascendentes de plasma magnetizado y campo magnético coronal en la atmósfera solar (V. Archontis, F. Moreno-Insertis). Se ha detectado la formación de bolsas fotosféricas para el campo magnético coronal: debido a reconexión múltiple, líneas de campo coronal acaban enlazadas con líneas de campo que bajan hasta la fotosfera y retornan a la corona. Estas estructuras sirven para atrapar materia y confinarla y pueden permitir la explicación de fenómenos observados en la atmósfera solar.

Se han estudiado las posibilidades de observación de alta resolución espacial y temporal de evolución temporal de regiones activas pequeñas. Estudiar dichas regiones desde el mismo momento de su aparición en la superficie es fundamental para la comparación con modelos teóricos, especialmente si se puede realizar un estudio cuasi-simultáneo en diferentes niveles de la baja atmósfera. Se ha concluido la viabilidad de un programa de observación como el indicado con los medios observacionales disponibles en el ORM y se ha obtenido tiempo de observación para llevarlas a cabo durante 2006 (F. Moreno-Insertis y J.A. Bonet).

Astrofísica Molecular

La teoría cuántica de la polarización en líneas espectrales ha sido aplicada para investigar la sorprendentemente grande rotación de la dirección de polarización lineal observada en los maser de SiO detectados en envolturas circumstelares mediante observaciones interferométricas obtenidas mediante la técnica VLBI. Esta investigación, llevada a cabo en colaboración con E. Landi Degl'Innocenti, ha permitido descartar el campo magnético (a través del efecto Hanle) como el principal responsable de las mayores rotaciones observadas. Se ha concluido que tales rotaciones del plano de polarización han de ser debidas a cambios locales en las propiedades de anisotropía del campo de radiación. Esto podría deberse a las fluctuaciones en la densidad y/o temperatura del gas asociadas a inhomogeneidades en el medio. (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

Se han realizado cálculos ab-initio para obtener, por vez primera, los ritmos colisionales depolarizantes de los niveles rotacionales de la molécula de SiO, así como los ritmos colisionales entre distintos niveles rotacionales. Uno de los resultados más interesantes de esta investigación es la dependencia de tales ritmos colisionales con el momento angular total J del nivel inferior de cada transición molecular, pues esto es clave con vistas a una interpretación rigurosa de las señales de polarización por procesos de "scattering" en líneas

moleculares (M. Derouich).

Se ha publicado en la revista *Astrophysical Journal* una teoría general para el tratamiento de los efectos Zeeman y Paschen-Back en líneas moleculares, incluyendo el desarrollo y descripción de un código numérico que permite calcular el desdoblamiento de cada nivel rotacional y las fuerzas de cada componente Zeeman individual. Esta basado en la diagonalización numérica del Hamiltoniano efectivo molecular. Los elementos de matriz del Hamiltoniano se calculan eficientemente mediante la aplicación del álgebra de Racah del momento angular. El código desarrollado hace factible la modelización numérica del efecto de un campo magnético arbitrario en las propiedades de polarización de las líneas espectrales de moléculas diatómicas (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

ESPECTROPOLARIMETRÍA SOLAR (P2/99)

M. Collados.

V. Martínez Pillet, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruiz Cobo, E. Khomenko, R. Centeno, M.J. Martínez y C. Campos.

Colaborador del IAC: A. Sainz.

H. Balthasar (AIP, Alemania); L.R. Bellot Rubio, J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada); C. Beck y R. Schlichenmaier (KIS, Alemania); A.Lagg y S. Solanki (MPA, Alemania); B.W. Lites y H. Socas Navarro (HAO, EEUU); K. Puschmann (USG, Alemania); T. Shimizu (JAXA, Japón); H. Uitenbroek (NSO, EEUU).

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 fuera de la red fotosférica 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.

Evolución del Proyecto

Durante 2005 se han llevado a cabo los siguientes trabajos de investigación:

Prolongación de la estructura filamentosa de la penumbra más allá del borde de las manchas

Tras el análisis de 10 horas de magnetogramas tomados con el instrumento SOHO/MDI, se ha podido encontrar evidencias claras de que los filamentos horizontales de la penumbra continúan más allá del final mismo de las manchas. En el anillo que rodea a éstas, llamado foso, se conocía la existencia de un flujo divergente de materia y la presencia de elementos magnéticos bipolares que seguían este flujo. De acuerdo con el estudio realizado en este trabajo, todos estos fenómenos son debidos a la continuación del flujo penumbral de materia (flujo Evershed) y de las líneas de campo más allá del límite visible tradicional de la mancha. Estos fenómenos pueden estar relacionados con procesos de pérdida de masa y flujo magnético que serían importantes para la dinamo solar. (En colaboración con A. Sainz).

Espectropolarimetría de bombas de Ellerman

Se han analizado observaciones obtenidas con el espectropolarímetro SPINOR en la región IR del Ca II (850 nm) en regiones alrededor de manchas solares y en donde se detectan flujos descendentes de materia del orden de 10 km/s. La inversión LTE realizada de estos datos y la posterior síntesis de la línea de H α ha mostrado que las conocidas como bombas de Ellerman se corresponden con los perfiles observados del Ca II. Esta identificación abre las puertas al análisis de este fenómeno usando estas líneas cuyo análisis es sustancialmente más simple que el de la línea del hidrógeno. (En colaboración con H. Socas Navarro y B. Lites).

Intensidad del campo magnético en filamentos de regiones activas

Usando observaciones realizadas en el telescopio VTT con el espectropolarímetro TIP en la región del He 1083 nm, se han observados filamentos de regiones activas donde se han obtenido campos magnéticos del orden de 500 G, dominados por señales Zeeman. Estos campos son entre 5 y 10 veces mayores que los que se conocían hasta el momento en filamentos observados en zonas en calma. (En colaboración con T. Shimizu).

Estudio de la propagación de ondas en distintas estructuras magnéticas solares

La medida simultánea de las líneas de Si I (10827A) y He I (10830A), que se forman, respectivamente, en la fotosfera y la cromosfera solares, permite obtener la evolución temporal de las propiedades de la atmósfera (velocidad, temperatura, intensidad y orientación de campo magnético, etc.) simultáneamente en ambas regiones. El análisis de los espectros de potencias y de fases de la velocidad, junto con el modelado teórico de propagación de ondas en medios magnetizados, ha permitido inferir resultados muy interesantes respecto a cómo se produce la propagación de perturbaciones desde la fotosfera hasta la cromosfera solar. Algunas propiedades varían de una estructura a otra. Sin embargo, es común a todas ellas que las oscilaciones de velocidad observadas en la cromosfera estén claramente correlacionadas con aquéllas medidas en la fotosfera, de lo que se deduce que las variaciones cromosféricas no aparecen como interacciones no lineales de los modos fotosféricos, es decir, que la propagación se produce básicamente en el régimen lineal. (En colaboración con J. Trujillo Bueno y H. Socas-Navarro).

Variación de las propiedades físicas de estructuras granulares

A partir de la inversión de espectrogramas de rendija de alta resolución, se ha podido determinar las variaciones espaciales, en dos dimensiones, de las magnitudes termodinámicas, así como su velocidad. Por una parte, esto ha permitido construir la estructura de un gránulo promedio, de gran interés para futuras comparaciones con los resultados de experimentos hidrodinámicos. El estudio se ha completado con el de estructuras particulares, de pequeño y gran tamaño. Se ha confirmado que la fluctuaciones de temperatura desaparecen a una altura de unos 170 km por encima de la superficies, invirtiéndose por encima de esta cota. Las velocidades, por el contrario, mantienen su coherencia hasta la capa más alta analizada (unos 370 km). Las estructuras más pequeñas muestran un poder de penetración más pequeño hacia las capas altas. (En colaboración con K. Puschmann, M. Vázquez y J.A. Bonet).

Comparación de simulaciones de magnetoconvección con observaciones de regiones solares en calma

Los perfiles de Stokes sintetizados a partir de simulaciones realistas de magnetoconvección han revelado que estos reproducen gran parte de las propiedades observadas en regiones solares en calma. En particular, las simulaciones reproducen los perfiles de intensidad de diversas líneas espectrales, las asimetrías en área y amplitud de sus perfiles de polarización circular, V, así como la fracción de perfiles irregulares observados. La comparación de las amplitudes de V en líneas espectrales visibles (630 nm) e infrarrojas (1.56 μm) revela que estas son compatibles con una intensidad promedio de campo magnético de 20 Gauss. Asimismo, de estos estudios, se deriva la importancia de realizar observaciones simultáneas en diferentes ventanas espectrales bajo las mismas condiciones de "seeing", ya que, de lo contrario, se pueden obtener resultados aparentemente contradictorios. (En colaboración con S.K. Solanki, C. Beck y otros).

Observaciones simultáneas de regiones de Sol en calma en visible (630 nm) e infrarrojo cercano (1.56 μm)

El análisis de observaciones simultáneas de regiones de Sol en calma, obtenidas en igualdad de condiciones de "seeing" (a través del mismo telescopio y con los espectropolarímetros infrarrojo TIP y visible POLIS) ha revelado la extrema coherencia de los resultados obtenidos en ambos dominios espectrales. Ésta se revela en la misma polaridad de las estructuras observadas, los mismos flujos magnéticos aparentes y las mismas asimetrías de los perfiles de polarización (ver figura 1), en contraposición con resultados de trabajos previos publicados. Asimismo, se ha encontrado que las posibles limitaciones de la pareja de líneas espectrales visibles en 630 nm a la hora de determinar la intensidad del campo magnético en este tipo de estructuras, que dan lugar a señales de polarización extremadamente débiles, suponen un gran inconveniente cuando se observan aisladas. (En colaboración con C. Beck).

Modelo de polarización instrumental del telescopio VTT del OT a partir de medidas in situ y en laboratorio

Se ha construido un modelo para el telescopio VTT que describe sus propiedades de polarización, y la dependencia de éstas con el tiempo. El modelo del telescopio se ha cuantificado en forma de matriz de Mueller, que depende de la disposición geométrica de los espejos del telescopio y de la forma cómo la luz incide sobre ellos. Las propiedades de los espejos se han derivado in situ, con polarizadores lineales colocados en diversas posiciones del camino óptico, y a partir de medidas de laboratorio, con muestras de espejos aluminizadas simultáneamente a los espejos del telescopio. Este tipo de modelos es esencial para poder recuperar el estado de polarización real de

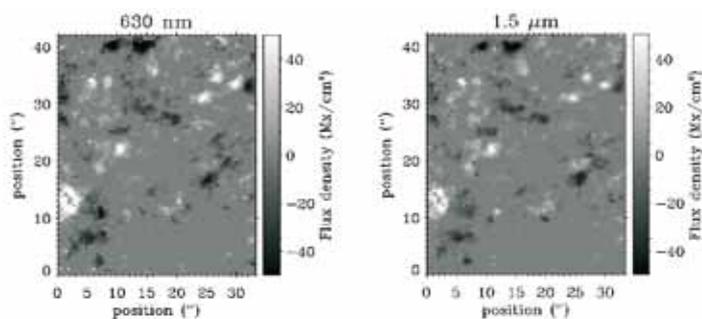


Figura 1. Campo magnético (o densidad de flujo magnético) medido en 630 nm (izquierda) y 1.56 μm (derecha), a partir de observaciones simultáneas en ambos dominios espectrales realizadas con los espectropolarímetros POLIS (visible) y TIP (infrarrojo) del telescopio VTT del OT. La extrema coherencia de los campos magnéticos derivados y sus polaridades muestran que ambas regiones espectrales son sensibles a las mismas estructuras magnéticas.

la luz, tal y como incide en el telescopio, y poder determinar con precisión las propiedades físicas del elemento solar que ha dado lugar a la radiación. (En colaboración con C. Beck, L.R. Bellot Rubio y R. Schlichenmaier).

Campaña de prospección para el “Advanced Technology Solar Telescope (ATST)”: análisis de los datos de “seeing”

Tras más de dos años de obtención de medidas de turbulencia y de datos meteorológicos en seis potenciales ubicaciones para ATST, se ha presentado la metodología de análisis de los datos utilizada para determinar la estratificación con la altura de la turbulencia atmosférica. Para ello, se han desarrollado dos códigos de inversión independientes, que han dado resultados equivalentes. La validez de las inversiones ha sido comprobada, adicionalmente, con medidas directas in situ de la turbulencia. La muestra de datos analizada revela que los observatorios situados al borde de lagos presentan unas características de la turbulencia diferentes del resto. (En colaboración con ATST).

Determinación del campo magnético en estructuras cromosféricas: espículas

Por primera vez, se ha determinado el campo magnético en espículas solares, a partir de un modelado teórico adecuado que tiene en cuenta los efectos Hanle y Zeeman. Se ha encontrado que el campo magnético en las espículas (situadas a unos 200 km por encima de la superficie solar) es de unos 10 Gauss y está inclinado unos 35° respecto a la vertical, lo que impone restricciones a su origen y deberá ser tenido en cuenta en futuras simulaciones magnetohidrodinámicas de estas estructuras. (En colaboración con J. Trujillo Bueno y L. Merenda).

Bajo un punto de vista instrumental, los principales avances han sido:

- Imaging Magnetograph eXperiment (IMaX)

El instrumento IMaX ha avanzado en su grado de definición hasta el punto de llegar a la fase de CDR. Esta última se tiene pensado pasarla por subsistemas dado la enorme complejidad que tendría un CDR del instrumento completo. Estas revisiones están a la espera de la finalización del proceso de aceptación de elementos críticos como los etalones, cámaras CCD y prefiltro que fueron contratados al principio del Proyecto.

- Solar Orbiter

Se han continuado las actividades relacionadas con la definición del instrumento VIM de esta misión, tanto dentro del “Payload Working Group” de la ESA como en el Consorcio Internacional que aspira a construir este instrumento. Se mantuvo una reunión en el mes de febrero de 2005 en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en la que participaron 6 instituciones públicas de investigación, el PNE y el CDTI por parte de los Ministerios involucrados para definir una participación española en este instrumento de alrededor del 40%. Esta participación sería liderada por el IAC.

- Tenerife Infrared Polarimeter II (TIP-II)

Conjuntamente con el Max Planck Institut für Sonnensystemforschung de Lindau (Alemania), se ha continuado con el desarrollo de TIP-II. Todas las campañas de observación de 2005 en el telescopio VTT se han desarrollado con la nueva cámara. Si bien todavía quedan algunas mejoras instrumentales por llevar a cabo, se puede

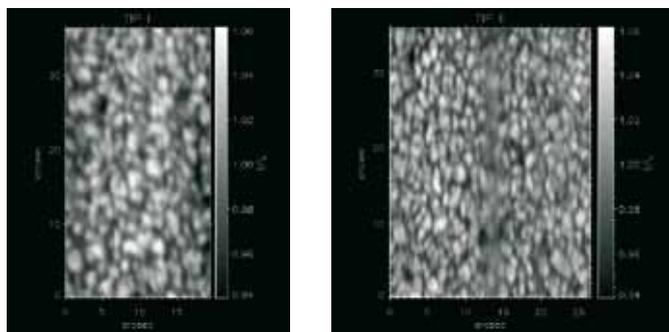


Figura 2. A la izquierda, se muestra la imagen de continuo en 1.56 micras reconstruida a partir del barrido realizado en la dirección perpendicular a la rendija con el sistema TIP. El muestreo es de 0.36 segundos de arco por píxel. La estabilización de la imagen fue hecha con el correlador del IAC-KIS. A la derecha, se presenta otra imagen de continuo reconstruida de la misma manera y en la misma longitud de onda, pero esta vez obtenida a partir de datos de TIP-II. El muestreo es de 0.18 segundos de arco por píxel. La estabilización de la imagen fue hecha por el sistema de óptica adaptativa KAOS (“Kiepenheuer Adaptive Optics System”). La mejora de la calidad de imagen permitida por el nuevo sistema TIP-II, junto a la operación de Óptica Adaptativa, es evidente, obteniendo una resolución cercana al límite de resolución del telescopio (0.56 segundos de arco).

decir que TIP-II será, desde ahora, el instrumento usado preferentemente para las observaciones espectropolarimétricas de referencia en el infrarrojo cercano en el OT, permitiendo una clara mejora de la resolución espacial (ver figura 2).

- Espectrógrafo para el telescopio GREGOR

Se ha finalizado el diseño conceptual del espectrógrafo para el telescopio GREGOR, y así ha sido presentado en una reunión del Proyecto que ha tenido lugar en Freiburg (Alemania) en octubre de 2005. En estos momentos, se está realizando el diseño detallado, así como las últimas compras de material.

SISMOLOGÍA SOLAR Y ESTELAR Y BÚSQUEDA DE EXOPLANETAS (P8/00)

P.L. Pallé.

J.A. Belmonte, T. Roca Cortés, A. Jiménez, F. Pérez Hernández, C. Régulo, S. Jiménez Reyes, H. Deeg, R. Simoniello, R. Alonso, H. Vázquez Ramió, R.M. Domínguez Quintero, R. Oreiro Rey y J.M. Almenara.

Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich, J. Patrón, L. Fox Machado, J. de la Cruz y T. Monserrat.

E. Fossat (Univ. de Niza, Francia); G. Grec y T. Corbard (Obs. Cote d'Azur, Francia); D.O. Gough (Univ. De Cambridge, Reino Unido); Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwán); F. Hill, J. Leibacher e I. González Hernández (NSO, EEUU); R.K. Ulrich (Univ. de California, EEUU); S. Korzennik (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); R. García Bustinduy y S. Turck-Chieze (DSM/DAPNIA, Francia); Elsworth, B. Chaplin (Univ. de Birmingham, Reino Unido); C. Frolich y C. Wehrli (PMOD/WRC, Suiza); O. Creevey y T. Brown (HAO, EEUU); A. Gabriel, P. Boumier, F. Baudin y T. Appourchaux (Ins. d'Astrophysique Spatiale, Francia); L. Doyle (SETI, EEUU); C. Moutou y M. Deleuil (Lab. d'Astronomie Marsella, Francia); K. Horne y K. Alsubai (Univ. St. Andrews, Reino Unido), R. Garrido (IAA, Granada); B. Tingley (Mount Stromlo Obs., Australia).

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 Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado:

- La instrumental, en la que ya se ha trabajado intensamente en el pasado y aún se sigue trabajando mediante participaciones en nuevos proyectos tanto de instrumentación espacial como en tierra.

- La observacional, en la que se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias redes mundiales de estaciones heliosismológicas 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 se puede 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), requiere de técnicas instrumentales y estrategias de observación que actualmente aún se encuentran en el límite cercano a poder ser efectivas. El Proyecto pues constituye un duro aprendizaje en todos los aspectos, tanto el teórico (modelización estelar) como el instrumental y/o observacional (redes robóticas de observación, futuros 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 cómo 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.

Algunos resultados relevantes

Se han obtenido resultados sólidos acerca de la variación del grado de asimetría en el perfil de los modos acústicos solares: su correlación con el grado de actividad magnética del Sol y su dependencia con la altura en la atmósfera solar.

Se ha realizado el primer análisis independiente (base de datos observacionales y técnicas de reducción y análisis) de la variación del espectro de modos acústicos de grado angular intermedio ($l < 100$) que confirman, en general, resultados anteriores pero que mejoran sensiblemente la precisión de aquellos.

Se ha obtenido evidencia de estructura de modos acústicos en una estrella de SP (Procyon) en datos del satélite MOST, al utilizar técnicas de análisis específicas y originales desarrolladas por el grupo. En caso de confirmarse los resultados, éstos estarían en desacuerdo con los obtenidos por el grupo científico asociado al satélite MOST.

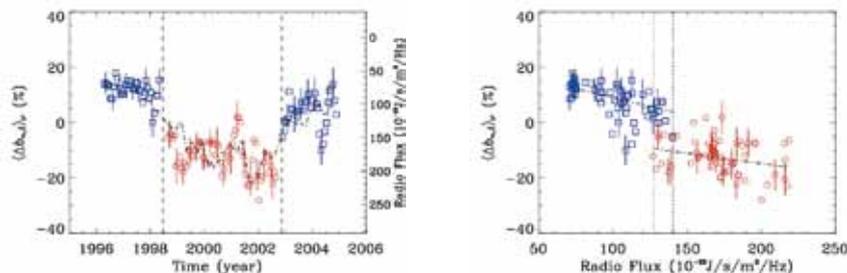
Se ha detectado por vez primera emisión térmica procedente de un exoplaneta, TrES-1, midiendo la disminución de flujo infrarrojo, en 4.5 y 8 micras, causada por el ocultamiento del planeta tras la estrella (eclipse secundario). Con esto, se ha obtenido una medida de la temperatura efectiva del planeta ($1060 \pm 50K$), así como de su albedo y su excentricidad.

Dos nuevos instrumentos han sido instalados en el Laboratorio Solar (TON+ y PASS) del OT y están listos para entrar en su fase de observación rutinaria para su posterior explotación científica. Asimismo, se ha concluido con éxito la realización de las complejas componentes mecánicas de la celdilla del instrumento GOLF-NG.

Evolución del Proyecto

Variaciones del espectro de modos acústicos del Sol de grado bajo ($l < 3$) a lo largo de un ciclo magnético solar (~ 22 años)

Haciendo uso de la exclusiva base de observaciones de un mismo instrumento (Mark-I en el OT) heliosísmico, operando en condiciones estables y continuas desde 1980, se ha obtenido una serie única de las variaciones de frecuencia de los modos acústicos solares de grado bajo a largo de los últimos 25 años. La peculiaridad estriba en que hasta la fecha sólo se disponía de información de dichas variaciones a lo largo de un solo ciclo de actividad solar (~11 años). Con la actual base de datos observacional, se está en condiciones de abordar el estudio (inédito hasta la fecha) considerando un ciclo magnético del Sol (Ciclo de Hale) que es de unos 22 años. La explotación de esta base de datos se llevará a cabo a lo largo de 2006.



Variación de las asimetrías de los modos de l -bajo extraídas de las observaciones del instrumento GOLF (SoHO). Los distintos colores de los símbolos indican aquellos datos obtenidos en el ala azul y en la roja de la línea espectral del sodio. En línea discontinua se muestra el mejor ajuste de la variación del radio flujo solar (indicador de la actividad solar), que muestra una significativa correlación (anti-correlación). El valor de la asimetría no sólo cambia con el grado de actividad solar (radio flujo) sino también con la altura en la atmósfera solar (salto entre ala azul y ala roja).

Consistencia de las sutiles variaciones de las asimetrías del perfil de los modos acústicos del Sol de grado bajo ($l < 3$)

Los perfiles de resonancia de los modos acústicos en el espectro de frecuencias presenta cierta asimetría. Esta asimetría esta relacionada con diferentes procesos físicos, como son la ubicación y las propiedades de las fuentes que originan (excitan) los modos. El trabajo llevado a cabo muestra, por vez primera, evidencias claras de una variación de las asimetrías a lo largo del ciclo de actividad del Sol. Esto ha sido posible contrastando los datos proporcionados por diferentes instrumentos heliosísmicos: GOLF, VIRGO y MDI (SoHO) y BiSON (red terrestre). Como información adicional de este trabajo y aprovechando el cambio en sensibilidad (profundidad en la atmósfera solar) del instrumento GOLF como consecuencia de un cambio en su modo de operación (ala azul y roja de la línea espectral del sodio), se constata la variación de la asimetría de los perfiles no sólo con el grado de actividad solar sino también con la profundidad en la fotosfera solar.

El espectro de pseudo-modos solares y su variación con el ciclo de actividad

Se ha completado el único estudio existente sobre el comportamiento de esta clase especial de modos (por encima de la frecuencia acústica de corte de los modos propios) en el Sol visto como una estrella ($l < 3$), utilizando datos de GOLF (velocidad Doppler) y VIRGO (irradiancia a tres longitudes de onda) en SoHO. No se ha detectado ningún cambio en sus características en distintas fases de actividad del Sol y se están analizando en profundidad las diferencias observadas en función de la longitud de onda a la que son detectados (Jiménez et al., 2005, *Astrophysical Journal*, 623,1215).

Se ha desarrollado un novedoso método para determinar de modo preciso la frecuencia acústica de corte del Sol, que marca la frontera entre los modos propios globales y los pseudomodos. Dicho método hace uso tanto de las propiedades intrínsecas de los pseudo-modos como de la coherencia de éstos cuando se observan como fluctuaciones en la velocidad Doppler y, simultáneamente, como fluctuaciones en irradiancia.

Se ha completado un extenso trabajo acerca de la calibración del instrumento GOLF en SoHO. Este trabajo, junto con uno anterior (Ulrich et al. 2002), son referencia obligada para investigadores que

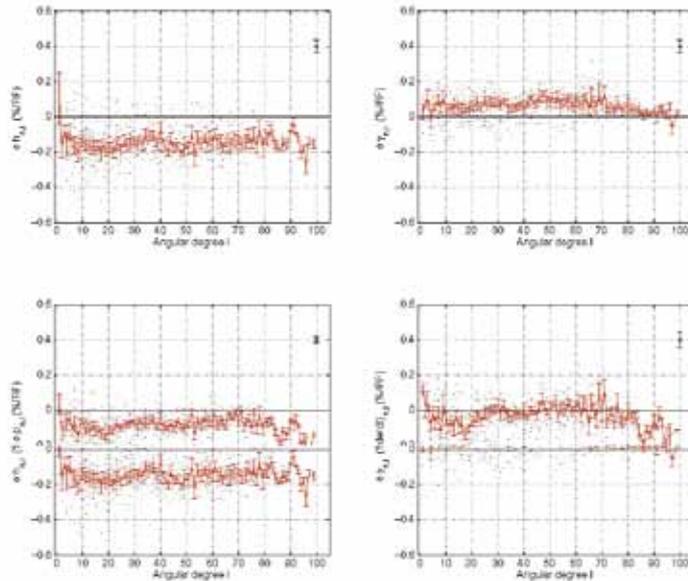
lleven a cabo la explotación científica de datos de GOLF. (R. García et al. 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 442,385).

En el dominio de los modos gravitatorios, se ha profundizado en el análisis de los datos de GOLF para identificar rasgos de las propiedades asintóticas que los modos g debieran de poseer en diversas regiones espectrales entre 50 y 140 microHz (períodos entre 2 y 5 horas). El trabajo en curso muestra la persistencia y la alta significancia estadística de una estructura que bien podría corresponder a la equidistancia en periodo entre modos g de grado $l=1$. En paralelo, se ha intensificado el grado de participación e involucración dentro del grupo internacional "Phoebus": una iniciativa para abordar el estudio y la detección de los modos g del Sol desde un punto de vista global (uso de todas las bases de datos y técnicas disponibles).

En el marco del grupo internacional FLAG (Fitting at Low-Angular degree Group), se ha concluido el primer trabajo común consistente en un estudio profundo sobre la fiabilidad de las diferentes técnicas numéricas y estrategias para determinar el desdoblamiento rotacional ("splitting") de modos acústicos solares de grado bajo y por ende aplicable a datos similares en estrellas. (Chaplin et al., "FLAG hare and hounds: on the extraction of rotational *p*-mode splittings from seismic, Sun-as-a-star data", MNRAS, en prensa). En curso, un segundo trabajo acerca de la precisión en la determinación de las frecuencias propias de oscilación.

En el dominio de los modos acústicos solares de grado intermedio ($l < 100$), a partir de los datos de LOWL obtenidos desde 1994, se ha llevado a cabo un extenso trabajo relacionado con la excitación de los modos acústicos así como el efecto del ciclo de actividad solar sobre las frecuencias de los modos acústicos. La extensión del presente trabajo, lo es no sólo por el gran volumen de datos utilizado, sino porque se ha estudiado de modo simultáneo un rango amplio de modos. El trabajo realizado supone el primero completamente independiente de los resultados de los grupos GONG y MDI. Para ello, se han desarrollado herramientas propias para el análisis y la extracción de los parámetros que caracterizan los modos acústicos, además del ya por si diferente tipo de observación (Filtro Magneto-Óptico en el caso de LOWL frente a Tacómetro de Fourier en GONG). Los resultados obtenidos confirman en general los trabajos anteriores si bien se han reducido notablemente las incertidumbres, sobre todo en el rango de modos de l -bajo, donde parece que las observaciones utilizadas (LOWL) son de

De izquierda a derecha y de arriba a abajo, se muestra la variación en tanto por ciento normalizada por el cambio de radio flujo solar de: la amplitud, la anchura, la energía y el ritmo de energía suministrada, para modos de grado angular l entre 0 y 100, integrada en el rango de frecuencias entre 2000 y 3500 microHz. Los resultados indican un aumento del amortiguamiento de las oscilaciones solares a medida que la actividad solar incrementa. Además, la energía de las oscilaciones disminuye mientras que el ritmo de energía inyectada a los modos de oscilación permanece constante. Estos resultados permiten dibujar un escenario más aproximado de los mecanismos que originan el ciclo de actividad solar y de su propio desarrollo.



mejor calidad.

En cuanto a la incipiente "Sismología Local", el grupo del IAC en conjunción con sus colaboradores en el CfA (Center for Astrophysics, Boston, EEUU) y el NSO (National Solar Obs., Tucson, EEUU) han iniciado el desarrollo de un código independiente para el análisis Tiempo-Distancia de los modos acústicos. Dicho código está enfocado a su aplicación a los datos que los instrumentos de "Solar Orbiter" (ESA) van a proporcionar en un futuro, ya que, por primera vez, las observaciones provenientes de la instrumentación a bordo de este satélite serán sensibles a los campos de velocidad (oscilaciones) en latitudes superiores

dependencia con el tipo espectral. En total, unas 180 estrellas han sido analizadas (F,G,K y M) a partir de observaciones fotométricas prolongadas a lo largo de casi dos meses. (Régulo et al., 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 443, 1013).

En cuanto a la Astrosismología de estrellas de la SP se ha estudiado la serie fotométrica, obtenida por el microsatélite MOST, de Procyon con una metodología nueva para encontrar la huella de los modos p en observaciones de baja relación S/R. Se obtiene la separación entre modos p de 54.5 microHz, que concuerda con lo esperado para esta estrella. No obstante, no puede descartarse completamente que se tenga alguna influencia debida a la leve presencia de luz difusa terrestre, que introduciría ruido con la periodicidad orbital del satélite MOST y la de sus armónicos (ej. $T/3 = 54.8$ microHz). El método se aprecia que funciona bastante bien al ser la primera vez que se aprecia esta característica en esta serie analizada anteriormente por otros investigadores. (Régulo, C. et al., 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 444, L5). Estimaciones precisas de metalicidad, edad y modulo de distancia del cúmulo de las Pléyades, a partir de la observación de pulsaciones propias en seis estrellas δ Scuti del cúmulo.

Observaciones de la estrella HD 174532 (de unas 1.7 masas solares saliendo de la Secuencia Principal), perteneciente a los campos de observación de la misión COROT, han permitido la detección de hasta siete frecuencias propias de oscilación que, tras comparar con los modelos más avanzados, se identifican como modos acústicos (p) y gravitatorios (g) de bajo orden (n).

Descubrimiento de un nuevo sistema binario



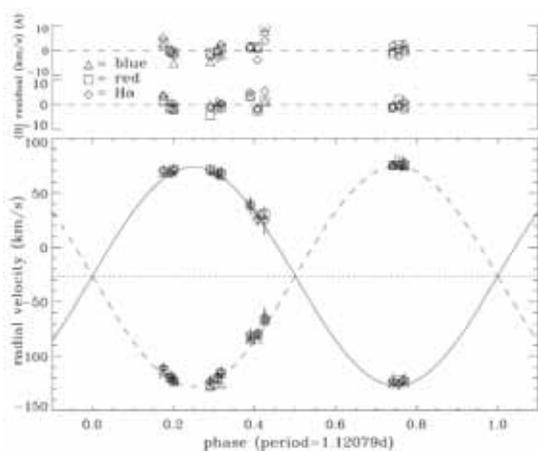
Componentes del instrumento GOLF-NG realizadas en el IAC y que corresponden a la envoltura y soporte de la celdilla de sodio del instrumento así como el alojamiento de las 47 fibras ópticas que miden la luz dispersada.

a los 45 grados.

En el marco del nuevo Proyecto GOLF-NG (prototipo de instrumento descendiente de GOLF en SoHo, que será instalado en el OT a lo largo de 2006), se han llevado a cabo actividades en varios frentes. En el instrumental, se está procediendo

a la integración del instrumento en DAPNIA/CEA (Saclay). El IAC (Área de Instrumentación) realizó varias piezas mecánicas de la parte de la celdilla de vapor (el verdadero corazón del instrumento). Dichas piezas, de complejidad considerable, fueron aceptadas por el Proyecto sin ningún contratiempo. Asimismo, se llevaron a cabo observaciones en el verano de 2005 en el telescopio THEMIS (15 días) a fin de mejorar la caracterización dinámica y magnética de la línea espectral del sodio (D1) que GOLF-NG va a utilizar. Por último, se está llegando a la completa definición de una versión espacial de GOLF-NG denominada "DynaMICS" (Dynamics and Magnetism of the Inner Core of the Sun) y que podría ubicarse en una futura misión MicroSat del CNES en torno al año 2011.

El análisis del "Espectro de Fondo de la Irradiancia Solar" (Background Solar Irradiance Spectrum) se ha llevado a cabo utilizando las extensas observaciones multi-banda (B,G,R) proporcionadas por el instrumento VIRGO en SoHO a lo largo de los últimos diez años. De dicho análisis se concluye la posible existencia de dos escalas espaciales y temporales distintas para la



Curva de la velocidad radial del sistema binario TrES-Her0-07621 observada en el telescopio HET a lo largo de cuatro noches consecutivas en periodos de una hora y con exposiciones de 20 minutos, para tres longitudes de onda distintas (azul, rojo y H α).

"granulación solar". La existencia de una nueva escala para la granulación, con menor tiempo característico de vida, que podría estar asociada a los "puntos brillantes" (estructuras magnéticas cromosféricas). Los valores encontrados para ambos campos de velocidad aperiódicos no muestra dependencia significativa con el ciclo de actividad del Sol. (Vázquez Ramio, H. et al., 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 443,L11).

Como extensión natural de lo anterior, se ha abordado el estudio del "espectro de fondo" en estrellas de la Secuencia Principal a fin de intentar caracterizar la "granulación estelar" y su posible

eclipsante de estrellas enanas M. El descubrimiento inicial de tal sistema (el quinto conocido y estudiado hasta la fecha) se llevó a cabo con la red de telescopios TrES (uno de cuyos nodos es STARE en el OT) y posteriormente se completó con espectroscópicos desde el Hobby-Eberly Telescope, permitiendo una determinación precisa de sus masas y radios. (Creevey O.L. et al., 2005, *Astrophysical Journal Letters*, 625, L127).

A partir de las observaciones en el telescopio IAC-80 con el fotómetro TCP, se han detectado diversos modos de pulsación en la estrella sdB Balloon 090100001. Comparando con los modelos mejor desarrollados para este tipo de estrellas, se ha concluido la existencia simultánea de modos acústicos (p) y gravitatorios de baja frecuencia (g) para dicha estrella, siendo junto con HS 0702+6043, las dos únicas sdB en mostrar esta característica. Dada su peculiaridad e importancia, se ha organizado una campaña coordinada de observación en la que intervienen siete telescopios distribuidos a lo largo de todo el globo. (Oreiro R. et al., 2005, *Astronomy & Astrophysics*, 438, 257). Se ha detectado por vez primera emisión térmica procedente de un exoplaneta, TrES-1. Utilizando el telescopio espacial Spitzer, se midió la disminución de flujo infrarrojo, en 4.5 y 8 micras, causada por el ocultamiento del planeta tras la estrella (eclipse secundario). Con esto, se ha obtenido una medida de la temperatura efectiva del planeta ($1060 \pm 50K$), así como de su albedo y su excentricidad. (Charbonneau, D. et al 2005, *Astrophysical Journal*, 626, 523).

Se ha llevado a cabo espectroscopía de transmisión del tránsito de Venus en 2004, utilizando la torre solar VTT (OT) y el espectropolarímetro infrarrojo TIP. Esta técnica permite detectar componentes en la atmósfera de los planetas, mediante el estudio de la dependencia del radio del planeta con la longitud de onda, siendo actualmente la más prometedora para estudiar las atmósferas de los exoplanetas transitantes. En el caso de Venus, se ha detectado, por vez primera con esta técnica, la presencia de líneas de absorción debidas al $^{12}CO_2$ y $^{13}CO_2$ en su atmósfera.

MEMORIA
IAC 2005

Se llevó a cabo una campaña específica de observación durante 8 noches en el telescopio INT con el fin de detectar planetas "tipo Neptunos calientes" en un campo estelar a ser observado por la misión Kepler. Los datos están actualmente en proceso de reducción y se está punto de conseguir las curvas de luz con una precisión fotométrica excelente.

89

En vistas a la futura detección de exoplanetas en la misión COROT, se han completado las observaciones preparatorias de sus campos con fotometría multi-color en el telescopio INT con la cámara WFC. Con la próxima finalización de

la reducción de estos datos, se habrá creado un catálogo de unos 12 millones de estrellas en campos cerca del Ecuador Galáctico, con fotometría en 4 colores y completo hasta magnitudes $V \sim 20$. Este catálogo constituirá la principal base de datos para la selección detallada de las observaciones de tránsitos de COROT, además de constituir un importante recurso para la evaluación de detecciones durante la misión.

En el mes de abril tuvo lugar una importante reunión organizada por la ESA (en "39th ESLAB Symp.: Trends in Space Science and Cosmic Vision 2020", 19-21 abril, Noordwijk, Países Bajos), en la que se presentaron potenciales programas científicos espaciales e en dominio de la Astrofísica, para el programa "Cosmic Vision 2020" de la Agencia. Dos de las ponencias (misión sucesora de "Eddington" -utilizando principios parecidos a los del prototipo PASS para el análisis de tránsitos en estrellas brillantes en campos extensos, y misión continuadora de GOLF y VIRGO en SoHO denominada "DynaMICS", extensión de los principios del prototipo GOLF-NG.

A lo largo de 2005, los instrumentos ubicados y operados en el Laboratorio Solar por el grupo, de naturaleza ligeramente distinta, pero todos relacionados directamente con la investigación que se realiza en este Proyecto, merecen un comentario diferenciado:

- Mark-I: funcionó de modo continuado y regular a lo largo de todo el año. Las mejoras introducidas en el sistema de control y archivo de datos en 2005, han dado el resultado previsto en el sentido que minimizar los problemas instrumentales.

- GONG: Funcionando normal y continuamente a lo largo del año. Se concluyó el desarrollo de los protocolos para proporcionar en tiempo real los datos necesarios para, conjuntamente con las otras cinco estaciones de la red, llevar a cabo las predicciones sobre la actividad solar que se genera en la cara no visible del Sol y poder predecirla cuando aparezca en el lado visible y pueda influenciar al entorno terrestre.

- ECHO-T: Los graves problemas técnicos habidos en 2005 y la falta de soluciones efectivas condujo a una casi ausencia de datos utilizables a finales de 2005. Es por ello que el grupo decidió dar por finalizado este Proyecto y las observaciones que implicaba.

- STARE: El instrumento funcionó de modo precario en el primer trimestre del año. En ese momento se agudizaron los problemas (cámara de guiado) y finalmente cesaron completamente

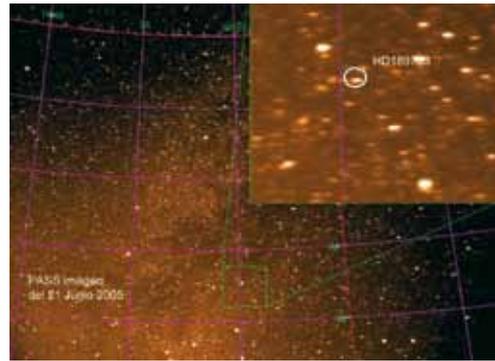


Imagen de la cámara PASS tomada el día 21 de junio del 2005, con un campo de 30 x 30 grados. En la parte ampliada se ve la estrella HD189733 en la que el 15 de septiembre de 2005 fue descubierto un planeta con tránsitos (Bouchy et al., 2005, Astronomy & Astrophysics, 444, L15).

obtenido por los distintos programas presentados por miembros del grupo, alcanzó la cifra de 112 (100 noches y 12 días), lo que muestra la fuerte componente observacional y su importancia crítica para el desarrollo y la obtención de los objetivos científicos que se habían propuesto. Desgraciadamente, el año 2005 no fue bueno desde el punto de vista meteorológico ni tampoco desde el punto de vista de la cantidad de problemas técnicos que tuvieron lugar en varios de los telescopios en los que se disponía de observaciones lo que ha influido claramente en el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos.

MAGNETOMETRÍA SOLAR (3I1502)



Primera imagen de un campo estelar obtenida con el instrumento TON+ en agosto 2005. Corresponde a HD182919 (5 Vulpecula) con una integración de 12 s. y sin corregir de flat-field.

Proyecto (31%), el propio personal investigador (12%) y un becario de verano del programa del IAC (6%). Para 2006, se prevé un nuevo modelo en el servicio prestado por los Operadores en el OT, y es de esperar que la contribución total de éstos aumente significativamente.

Observaciones en tiempo CAT en telescopios ENO

En 2005, el total de tiempo de observación

las observaciones. La oficina del Proyecto (HAO) elaboró un completo plan de reforma (actualización sistema operativo, nueva cámara de guiado, nueva montura mecánica y una cámara CCD más sensible) que se ejecutará en la primavera de 2006. El objetivo es el de que esté todo a punto para iniciar la campaña coordinada de observación de verano, dentro del marco de la red TrES.

- PASS: Desde el mes de mayo (en que se instaló una cúpula permanente al instrumento) se ha observado de modo continuo y rutinario sin mayores problemas. Las observaciones cesaron con la llegada de la tormenta Delta en el mes de noviembre, ya que la cúpula sufrió desperfectos y la cámara resultó afectada. En el período anterior, se observó un total de 160 noches. Asimismo, se desarrollaron procedimientos para el tratamiento inicial y archivo de los datos (unos 1.8 Terabyte hasta la fecha). Esto incluye un procesamiento astrométrico y una clasificación según su calidad (pendiente de factores como la presencia de nubes, de la Luna, y de la estabilidad mecánica de la cámara). Una primera "pipeline" fotométrica fue desarrollada por el colaborador K. Alsubai.

- TELAST: Ante la imposibilidad de alcanzar los requerimientos deseados con el telescopio (básicamente por problemas de estabilidad mecánica) se optó por la adquisición de una nueva montura más robusta y precisa. Es de esperar que en febrero de 2006 se disponga ya de la misma y se instale a la mayor brevedad posible.

- TON +: La operación rutinaria y remota prevista con el instrumento (tanto en las observaciones lunares como estelares) se ha demorado más de lo previsto (problemas con la cámara y con la adaptación del software de control al caso estelar). En agosto de 2005 se obtuvieron las primeras imágenes de campos estelares y se procedió a desarrollar los procesos de calibración de las mismas. Está previsto iniciar las campañas de observación en campos estelares en el mes de febrero de 2006.

Dado el alto grado de estabilidad del instrumento Mark-I, su operación continuada en el OT desde 1978, su fiabilidad y la información que proporciona, éste suele usarse habitualmente como indicador de las condiciones atmosféricas para la observación solar (diurna). Para el presente año, se han obtenido un total de 2014 horas útiles de observaciones con el espectrofotómetro Mark-I, lo que significa el 46% de las horas posibles de Sol.

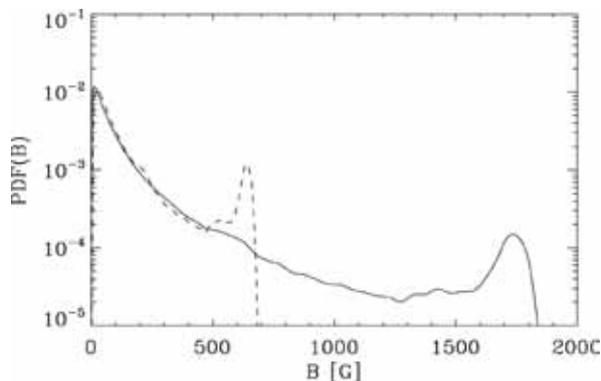
El esfuerzo que requiere la operación continuada a lo largo del año en el Laboratorio Solar, se ha llevado a cabo aunando las contribuciones de los Operadores de OT (51% de días de observación), becarios de colaboración financiados por el

J. Sánchez Almeida.

I. Domínguez Cerdeña.

Colaboradores del IAC: J. A. Bonet e I. Márquez.

F. Kneer y K. Puschmann (Univ. de Gotingen, Alemania); H. Socas Navarro (HAO, EEUU); V.



Probabilidad (PDF) de que el "Sol en calma" tenga una determinada intensidad de campo magnético (B). Es la primera vez que se determina empíricamente en todo el rango de valores posibles desde 0 G hasta 2kG. En línea continua se muestra la PDF en la base de la fotosfera, y en línea discontinua en la parte alta. Las estructuras con campos intensos (> 1kG) ocupan sólo una pequeña fracción de atmósfera pero contienen la mayor parte de la energía y flujo.

Domingo e I. Cabello (Univ. de Valencia); F. Berrili, B. Viticchiè, Silvia (Univ. Tor Vergara, Roma, Italia); I. Emolli (Obs. Astronómico de Roma, Italia).

Introducción

La mayor parte de la superficie solar es en apariencia no magnética. Sin embargo contiene un campo magnético cuya energía y flujo parecen ser mucho mayores que los de todas las demás estructuras magnéticas juntas (manchas, plages, etc.). El magnetismo solar que se ha estudiado hasta la fecha podría representar sólo "la punta del iceberg". Las propiedades magnéticas de este "Sol en calma" están aún por determinar debido a los problemas técnicos que presenta. El Proyecto ataca el problema desde varios frentes, usando todas las herramientas disponibles: verificando la fiabilidad de las técnicas de diagnóstico a utilizar, confrontando predicciones teóricas sobre la generación del magnetismo del Sol en calma con observaciones, y midiendo directamente sus propiedades físicas y las variaciones de éstas a lo largo del ciclo solar.

Algunos resultados relevantes Evolución del Proyecto

La intensidad del campo magnético del "Sol en calma" presenta un rango de valores que van desde

cero hasta 2kG. Para caracterizar este amplísimo rango es necesario recurrir a una función densidad de probabilidad (PDF), que describe qué fracción de atmósfera solar tiene un determinado campo magnético. Es imposible hacer medidas directas de esta PDF, ya que cada medida individual es sensible sólo a un pequeño rango de intensidades magnéticas y está sesgada. Se ha desarrollado una técnica que permite estimar la PDF sin sesgos a partir de medidas individuales sesgadas. Combinando medidas Zeeman y Hanle, se ha determinado por primera vez la PDF del "Sol en calma". Conforme a esta determinación la mayor parte de la superficie solar tiene campo débil (< 500G). Los campos intensos ocupan sólo una pequeña fracción de superficie (<10%), aunque parecen ser los más importantes desde un punto de vista físico. Contienen la mayor parte del flujo y la energía, y son los candidatos obvios para conectar la fotosfera solar con el campo magnético que da forma a la corona solar no activa.

Las penumbras de las manchas solares tienen un campo magnético intenso y horizontal que, a diferencia de lo que pasa en las umbras, no es capaz de suprimir el flujo de energía proveniente del interior solar. El mecanismo que permite el transporte energético es desconocido, y ha de estar relacionado con la presencia de intensos flujos de materia llamados genéricamente efecto Evershed. Estos flujos se conocen desde hace unos 100 años, pero su origen y función son aún un misterio. Muy probablemente la dificultad para entenderlos y para entender el funcionamiento de las penumbras está relacionada con la escala espacial a la que ocurren los movimientos, más pequeña que las más pequeñas que podemos resolver. Se ha analizado espectros de penumbras tomados con el nuevo telescopio solar sueco del ORM, que proporcionan una resolución espacial sin precedentes (0.2"). Su análisis permite inferir movimientos verticales del plasma penumbral asociados con las variaciones de brillo. La correlación es semejante a la observada en el Sol no magnético, en donde el transporte de energía se produce por convección. En consecuencia la observación apoya el origen convectivo de la estructura penumbral y del flujo Evershed, en la línea de los rollos convectivos de Danielson, de los resultados de las inversiones MISMAS de penumbras (Sánchez Almeida 2005), y los movimientos propios observados por Márquez et al. Resultados preliminares han sido presentados por Márquez et al. en el Congreso SPW4.

I. Márquez, J. Sánchez Almeida y J.A. Bonet estudian movimientos propios en la penumbra de una mancha solar usando imágenes únicas por su resolución espacial. Además de los movimientos radiales conocidos, encuentran una componente azimutal nueva. Esta se encarga de amontonar el plasma de los filamentos brillantes sobre filamentos oscuros. Es un movimiento similar al observado en la granulación y, por tanto, sugiere la naturaleza convectiva de la estructura penumbral. Los filamentos oscuros actuarían como sumideros, semejantes los intergránulos de la granulación no magnética.

En una colaboración que involucra a J.A. Bonet, I. Cabello, V. Domingo, I. Domínguez Cerdeña, y J. Sánchez Almeida, se ha medido con el nuevo telescopio solar sueco del ORM la variación centro-limbo de los puntos brillantes que caracterizan a los campos magnéticos intensos del "Sol en calma". El propósito es determinar si el magnetismo del "Sol en calma" podría jugar algún papel relevante en la variaciones de irradiancia solar. El trabajo está enmarcado dentro de la tesis de I. Cabello, y aún se encuentra de fase de análisis.

RELACIÓN SOL-TIERRA (3I1003)

**M. Vázquez.
J.A Bonet.**

J. Vaquero (Univ. de Extremadura); J.J. Curto (Obs. del Ebro); A. Hanselmeier (Univ. de Graz, Austria); E. Pallé Bag y P. Montañés Rodríguez (Big Bear Obs., EEUU); F. de Ory (Inst. Nacional de Meteorología, Tenerife); R. Casas (Obs. de Sabadell).

Introducción

Iniciar una línea de investigación sobre relaciones Sol-Tierra.

Redacción de libros y artículos revista a nivel académico y semi-popular sobre diferentes temas que implican la consideración de la Tierra como un objeto astronómico, estudiando su relación con su vecindad más próxima y su posible consideración como una nueva piedra de Rosetta para la caracterización de los futuros exoplanetas

EL SISTEMA SOLAR

de tipo terrestre.

Algunos resultados relevantes

Se ha publicado el libro "*Ultraviolet Radiation in the Solar System*" por M. Vázquez y A. Hanslmeier.

También se ha publicado el libro "*Fundamentals and Challenges in Astrobiology*" por Research SignPost, que en 11 capítulos resume los contenidos del curso de doctorado sobre Exobiología, que se ha impartido en los últimos cuatro años, junto con unos trabajos complementarios sobre aspectos biológicos.

Evolución del Proyecto

M. Vázquez en colaboración con J. Vaquero y J.J. Curto han concluido el estudio de los parámetros

FÍSICA DE LA MATERIA INTERPLANETARIA (P4/00)

J. Lisandro.

A. Osoz, M. Serra Ricart y J. de León Cruz.

N. Pinilla Alonso (TNG, La Palma); L. Lara, P. Gutiérrez, J.L. Ortiz Moreno y L. Bellot-Rubio (IAA, Granada); H. Campins y Y. Fernandez (Univ. de Arizona, EEUU); J. Fernández, G. Tancredo y N. Sosa (Univ. de la República, Uruguay); H. Rickman (Obs. de Uppsala, Suecia); L. Jorda (Lab. d'Astrophysique de Marsella, Francia); E. Dotto y M. Di Martino (Obs. de Torino, Italia); G.P. Tozzi (Obs. de Arcetri, Italia); R. Gil-Hutton (CASLEO, Argentina); D. Lázaro y A. Alvarez, (Obs. Nacional de Río, Brasil), R. Duffard (MPI, Alemania); G. Strazzulla y R. Brunetto (Obs. de Catania, Italia).

Introducción

El caso científico

Este Proyecto pretende estudiar 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 meteoroides, 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), 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. Sus principales componentes son el hielo (principalmente de agua y otros volátiles como CO y CO₂) y el polvo (silicatos y materiales orgánicos). La baja densidad de TNOs, que impidió el rápido proceso de acreción que dio lugar a los planetas gigantes, y las bajas temperaturas en el cinturón transneptuniano, son

la causa de que los materiales constituyentes permanezcan en su estado original, y son portanto, 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. La Nube de Oort se formó con los planetesimales que no llegaron a acretar en la región de los planetas gigantes, los que por la acción gravitatoria de estos fueron difundidos en orbitas aleatorias hasta los confines del Sistema Solar, dando lugar a la distribución esférica actualmente observable. 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). Las perturbaciones planetarias sobre los LP provocan que algunos queden capturados en orbitas de menor período como el cometa C/1995 O1 (Hale-Bopp) o como los cometas tipo Halley. Como se puede apreciar, todos estos objetos, TNOs, Centauros y cometas, tienen un origen común en la zona externa del disco protoplanetario, y su estudio 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. De hecho, la única diferencia reseñable entre estos es que a los cometas se les reconoce porque desarrollan coma y cola, pero esto se debe únicamente al hecho de que estos se aproximan lo suficientemente al Sol como para que las temperaturas que alcanzan permitan la sublimación de los volátiles presentes en su superficie. Sólo para el caso de un par de Centauros (2060 Chiron es el más estudiado) se ha detectado sin duda alguna, actividad cometaria.

que ocupan actualmente, sino que provienen mayormente del Cinturón Principal de asteroides, y en menor medida, de la población de cometas FJ. Las colisiones mutuas que se producen en el Cinturón Principal provoca la formación de cuerpos más pequeños cuyas órbitas se ven perturbadas respecto del cuerpo padre, y en algunos casos se transforman en NEOs. Por otra parte, el desgaste físico de los cometas FJ tras varios pasajes por las cercanías del Sol, provoca que, al formarse extensos mantos de polvo en sus superficies, algunos núcleos cometarios se desactiven y el cometa presente únicamente un aspecto asteroidal. Se sospecha que una población de entre 5-10% de los NEOs son cometas desactivados, pero este porcentaje está aún lejos de estar bien determinado. 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 esta compuesta. También porque son, junto con los cometas, los precursores de la enorme mayoría de los meteoritos y meteoros, y, principalmente, porque son objetivos de diversas misiones espaciales. En efecto, 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 estas 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. Actualmente no se puede entender el origen y evolución de la vida terrestre sin considerar el papel que han tenido las colisiones con NEOs. El ejemplo más importante es el del asteroide que supuestamente provocó la desaparición de los dinosaurios. 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.

Los meteoroides son partículas de polvo emitidas

Otros cuerpos de interés son los objetos cercanos a la Tierra (conocidos como NEOs), 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

por los cometas en su acercamiento al Sol. Al entrar en la atmósfera terrestre se queman dando lugar a los meteoros. El estudio de la actividad meteórica produce importante información sobre las partículas de polvo que emiten los cometas (composición, estructura interna) y sobre su interacción con la atmósfera terrestre. Desde un punto de vista más práctico, los meteoroides son potencialmente peligrosos para los satélites espaciales en órbita terrestre, por lo que el estudio de las lluvias meteóricas (cantidad y densidad de partículas, épocas de aparición) es importante para determinar estrategias de salvaguarda de estos ingenios.

Experiencia

El grupo tiene amplia experiencia en diversas áreas del estudio de los objetos menores del Sistema Solar, lo que incluye trabajos sobre:

- Propiedades rotacionales de cometas y asteroides.
- Distribución de tamaños de los núcleos cometarios.
- Propiedades superficiales de TNOs, Centauros, y núcleos de cometas.
- Propiedades del polvo y gas en las comas cometarias.
- Mapeo y modelización de actividad meteórica y detección de impactos de meteoroides en la Luna.

Estos trabajos implican una amplia experiencia en la aplicación de diferentes técnicas observacionales (imagen y espectroscopía en el visible e infrarrojo cercano), en el uso de grandes instalaciones telescópicas (incluido el VLT), y en la interpretación mediante modelos teóricos de los resultados. Por otra parte este grupo ha diseñado y construido en el IAC el sistema automático de detección de meteoros TIMES (*Tenerife Imaging Meteor System*) instalado en el OT.

Ha sido especialmente destacable la participación de varios miembros en recientes congresos como ser el "Asteroids, Comets, Meteors 2002" (Berlín, julio 2002) donde se presentaron 8 trabajos donde alguno de los miembros fue autor principal o co-autor (incluyendo 2 presentaciones orales), y el "DPS Meeting" 2003 y 2004 (Monterey, México, julio de 2003, Kentucky, EEUU, septiembre de 2004) donde se presentaron 5 trabajos, 2 de ellos de forma oral, el "COSPAR 2004" (5 presentaciones, 3 orales), y el "ACM 2005" (11 presentaciones, 4 orales).

Se ha trabajado en una serie de 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 de los objetos a grandes distancias heliocéntricas donde se los presume sin actividad cometaria, asumiendo un valor para el albedo se estima el radio efectivo. El estudio de la distribución de magnitudes se realiza en base a observaciones del grupo y a las publicadas en la literatura, y proporciona valiosa información sobre los procesos que han dado lugar a los objetos observados actualmente (acreción primordial, procesos colisionales posteriores, etc..) y permite realizar una estimación de la población de objetos. En la tesis de J. Licandro se presentaron varios resultados, incluyendo una primera determinación de la distribución de tamaños. Actualmente se están ampliando los resultados con observaciones realizadas y concedidas (aún no realizadas) en diversos telescopios (incluyendo VLT, TNG, NTT). Estas campañas han sido especialmente diseñadas para obtener datos de los objetos donde la distribución anterior mostraba más carencias observacionales (núcleos pequeños y cometas con orbitas más alejadas del Sol). La reciente publicación de numerosos resultados observacionales de otros grupos está permitiendo ampliar y mejorar notoriamente los resultados anteriormente publicados. El estudio de las propiedades rotacionales proporciona valiosa información sobre la estructura interna del núcleo (distribución de momentos de inercia, densidad y calidad del material). En particular los núcleos cometarios están sometidos a diversos torques tanto de marea por aproximaciones a los planetas, como el producido por su actividad cometaria (la que da lugar a chorros de gas y polvo que sale de zonas activas del núcleo). Estos torques pueden producir variaciones en las propiedades rotacionales del núcleo, cuyo estudio (utilizando los modelos presentados en la tesis de P. Gutiérrez), permitirá obtener información detallada de su estructura interna. En la tesis de J. Licandro se plantea el problema de la rotación de los cometas y se estudian los métodos observacionales que permiten su estudio.

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 medio de la fotometría multibanda o la espectroscopía visible e infrarrojo. En los últimos dos años el grupo está llevando a cabo un programa espectroscópico con exitosos resultados en el infrarrojo cercano utilizando principalmente el telescopio TNG, al que se ha complementado con espectroscopía en el visible tanto en los telescopios TNG como en el WHT y NOT. La espectroscopía en el infrarrojo es particularmente importante porque 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 han estudiado en detalle posibles variaciones espaciales de sus propiedades superficiales. De especial destaque es 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 continuarse para obtener resultados sobre un número significativo de objetos que nos permita trabajar con modelos de formación de mantos de radiación y efectos colisionales como el de Gil-Hutton. También estos estudios sirven para relacionar las propiedades de las distintas poblaciones con sus diversas evoluciones físicas y dinámicas. A modo de ejemplo, los cometas FJ presentan un manto superficial formado por el polvo que no ha podido ser eyectado por los gases durante los períodos de actividad, mientras que los TNOs y Centauros presentan un manto superficial de materiales altamente procesados por la radiación de alta energía (radiación UV del Sol, rayos cósmicos) que les ha bombardeado desde sus orígenes ya que, salvo para casos aislados de algunos Centauros, no se puede esperar

ningún tipo de actividad cometaria. El grupo está interesado especialmente en obtener espectros y fotometría simultánea visible e infrarroja de núcleos de cometas inactivos, dado que la información que existe actualmente al respecto es escasísima. Los cometas suelen estar activos y cuando no lo están es porque se encuentran muy alejados del Sol y, por tanto, se ven muy débiles. Este trabajo será la base de la tesis de N. Pinilla Alonso, quien utilizando modelos teóricos de dispersión de la luz superficial, y experimentos de laboratorio para determinar las constantes ópticas de materiales irradiados que posiblemente se encuentran en los TNOs, realizará un estudio mineralógico de la superficie de estas poblaciones.

Propiedades superficiales y rotacionales de los NEOs y asteroides en órbitas cometarias

El estudio de las propiedades rotacionales de los NEOs y de asteroides en órbitas cometarias que se ha comenzado en 2002 incluye la determinación de colores simultáneos visible e infrarrojo cercano utilizando los telescopios IAC-80 y TCS simultáneamente para determinar la curva de luz rotacional y los colores, y con ello determinar el tipo espectral de un grupo significativo de objetos y su período de rotación. Igualmente se ha utilizado el telescopio OGS para obtener curvas de luz rotacionales. Este estudio ha sido dirigido así mismo en los últimos meses a la población de asteroides en órbitas cometarias con especial énfasis en los NEOs en órbitas cometarias, de modo de obtener una base de datos de estos objetos que nos permita comparar su distribución de tipos espectrales y períodos de rotación con poblaciones relacionadas (cometas, asteroides Troyanos e Hildas, NEOs no cometarios) y así determinar su naturaleza (asteroide o cometa). El estudio de las propiedades rotacionales de los miembros de la población, y su relación con la distribución de tamaños, también provee de importante información sobre su evolución colisional. El estudio de las propiedades superficiales se realiza en base a los colores superficiales medidos con los telescopios IAC-80 y TCS y principalmente con observaciones espectroscópicas en el visible e infrarrojo utilizando los telescopios NOT y TNG para hacer una determinación más precisa del tipo y propiedades mineralógicas de un grupo más restringido de objetos particularmente interesantes, de manera similar a lo que se hace con los TNOs. Los estudios mineralógicos se llevarán a cabo utilizando 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). Este trabajo será la base de la tesis de J. de León y los objetivos son: estudiar, en base a la información espectral obtenida y de las propiedades dinámicas de los asteroides observados, la diferente contribución de las distintas partes del Cinturón Principal de asteroides y cometas FJ a la población de NEOs, y los mecanismos que transportan constantemente objetos a esta región desde los orígenes mismos del Sistema Solar; estudiar la naturaleza asteroidal o cometaria de los asteroides en órbitas cometarias. Durante 2004 el estudio espectroscópico se amplió para el caso de algunos objetos en particular a la región entre 3 y 5 micras utilizando el telescopio IRTF (Hawai, EEUU). Esta región, a pesar de las dificultades observacionales que conlleva, permitirá hacer un estudio mineralógico más detallado ya que en ella los orgánicos complejos y los silicatos hidratados presentan profundas bandas de absorción.

Propiedades del polvo y el gas en las comas cometarias

En este 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 es proveniente 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 ser color y tamaño. Todo esto brinda importante información sobre la composición de los cometas y los procesos físico-químicos que tienen lugar en la coma cometaria. Se está utilizando la amplia base de datos observacionales obtenidos principalmente con los telescopios IAC-80 y TCS entre 1996-2000 durante la tesis de J. Licandro, observaciones realizadas en el infrarrojo con el telescopio TNG y nuevas observaciones que se han realizado con los filtros interferenciales en el telescopio JKT en 2002-2003, así como observaciones realizadas en el Obs. de La Silla, Chile (imagen y espectros visible e infrarrojo). Se aplican modelos de polvo y de producción y vida de especies moleculares como el de Haser o el de Festou, en colaboración principalmente con L. Lara y F. Moreno del IAA, Granada y G. P. Tozzi del Obs. de Arcetri, Italia.

Algunos resultados relevantes

Se realizó una amplia campaña internacional de observación del cometa 9P/Tempel 1 en soporte de la misión Deep Impact de la NASA utilizando los telescopios WHT, TNG y NOT del ORM. J. Licandro lideró un grupo de astrofísicos internacional que utilizó el telescopio TNG en los meses previos al impacto y los tres telescopios mayores del ORM de forma simultánea en los días inmediatamente anteriores y posteriores al experimento. Las observaciones pre-impacto permitieron caracterizar la actividad del cometa, y las posteriores determinar los efectos que causó el impactador. Se pudo estudiar la evolución de la nube de polvo eyectada, determinar la velocidad de expansión así como la cantidad de polvo.

Los primeros resultados fueron presentados en un artículo en la revista *Science*, donde se resumen los principales resultados de la campaña internacional coordinada por K. Meech en la que participaron casi todas las grandes instalaciones alrededor del mundo, y donde se destacan, entre otras, las observaciones realizadas por el grupo.

Se probó, mediante observaciones espectroscópicas en el visible e infrarrojo, que la superficie de uno de los grandes TNOs recientemente descubiertos, 2005 FY9, presenta una abundante cantidad de hielo de metano. El espectro de este objeto es muy similar al de Plutón, lo que implica que su composición superficial es parecida, y que, dado su brillo, su tamaño debe ser del orden de 0.7 veces el de Plutón. Junto con el TNO 2003 UB313, cuyo espectro fue publicado casi simultáneamente por Brown et al. (2005), 2005 FY9 aparece como un objeto similar a Plutón, tanto en tamaño como en composición. Posiblemente, al igual que Plutón, 2005 FY9 tenga una atmósfera ligada al planeta, siendo este el único caso conocido aparte del de Plutón. El estudio detallado de este objeto permitirá comprender mucho mejor los procesos internos y de la superficie que tienen lugar en los cuerpos helados gigantes que pueblan el cinturón trans-neptuniano y, en particular, estudiar los mecanismos que dan lugar a posibles atmósferas.

Evolución del Proyecto

Durante 2005 el grupo ha publicado 4 artículos en revistas con árbitro, hay 4 más en prensa, 3 enviados y al menos 4 en un estado muy avanzado de preparación.

Se ha acudido a un Congreso y un Workshop internacionales. En el primero, el "ACM 2005", se presentaron 11 trabajos (4 de ellos orales, 2 presentados por miembros del grupo). J. Licandro asistió al Workshop sobre los primeros resultados de la misión Deep Impact, donde Mc.Fadden y J. Licandro hicieron una presentación invitada. Asimismo, hay 3 presentaciones en el DPS meeting de las cuales son co-autores.

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de NEOs:

- Se completó el análisis de la base de datos existente utilizando el método de Gaffey y se analizaron varios utilizando el MGM. Se presentaron resultados en el "ACM 2005" (de León et al.). Hay un artículo en prensa (de León et al.).
- Se obtuvieron nuevos espectros que amplían la muestra en los telescopios TNG y NOT.
- Se avanzó una colaboración con A. Morbidelli, especialista en dinámica de asteroides, para hacer un análisis conjunto de las propiedades espectrales y dinámicas.
- Se publicó un trabajo donde se revisa la calibración del método de Gaffey logrando una calibración basada en una base de datos de espectros de meteoritos en el visible e infrarrojo mejor y más completa (Duffard, Lazzaro y de León).

Para el caso del programa de propiedades superficiales y rotacionales de los asteroides en órbitas cometarias y objetos transicionales asteroide-cometa:

- Se finalizó el análisis de las propiedades espectrales de los primeros y su comparación con las propiedades de posibles progenitores. Se publicó un artículo con resultados preliminares. Se realizó una presentación con estos resultados en el "ACM 2005" (Licandro et al.) y hay un artículo con dicho análisis en preparación. Visitó el IAC en dos ocasiones A. Alvarez-Candal del grupo de D. Lazzaro (Brasil), quien estuvo trabajando con J. Licandro en este tema.
- Se realizó un análisis de la distribución de tamaños de los asteroides en órbitas cometarias, comparativo con la de los posibles objetos progenitores. El artículo está casi listo para enviar (Alvarez-Candal y Licandro).
- Se avanzó en el estudio de las curvas de luz rotacionales de los asteroides en órbitas cometarias,

y se presentaron resultados preliminares en el "ACM 2005" (Alvarez-Candal et al.).

- Se obtuvieron nuevos espectros de asteroides en órbitas cometarias, esta vez de objetos en órbitas tipo Halley, también conocidos como Damocloides. Esto permitirá una futura comparación con los asteroides en órbitas tipo cometas de la FJ.
- Se presentaron los resultados obtenidos para dos casos paradigmáticos de asteroides transicionales, Hidalgo (Campins et al.) y Phaeton (Licandro et al.) en el "ACM 2005" y el "DPS 2005". En ambos casos hay artículos en avanzado estado de preparación. Asimismo, se avanzó en la utilización de los modelos de scattering superficial aplicado a asteroides. Visitaron el IAC el H. Campins (Univ. de Florida, EEUU) y T. Mothe Diniz. (Obs. de Paris-Meudon) con quienes se trabaja en ambos temas.
- Se aplicaron modelos de scattering al estudio de los espectros de dos asteroides en órbitas cometarias, resultados que fueron presentados en el "ACM 2005" y "DPS 2005" (Zhiffer et al.), y se ha enviado un artículo (Zhiffer et al.).
- Se determinaron las propiedades espectrales de una serie de asteroides.

Troyanos en órbitas inestables observados durante 2005. Resultados preliminares se presentaron en el "ACM 2005" (Melita, Williams y Licandro). Hay un artículo con los resultados finales prácticamente listo para enviar.

Para el caso del programa de propiedades superficiales de TNOs, Centauros y núcleos cometarios:

- Se obtuvieron espectros de varios TNOs y Centauros. Especialmente se observaron los nuevos TNOs brillantes dados a conocer en julio de 2005, 2005 FY9, 2003 EL61 y 2003 UB313. Es de destacar que en el primer caso se ha descubierto que su superficie es similar a la de Plutón, se envió una "setter" a la revista *Astronomy & Astrophysics*.
- Finalmente se publicó el artículo con el análisis de la composición e inhomogeneidades superficiales del Centauro Thereus (Licandro y Pinilla 2005).
- Se completó el análisis de los espectros del núcleo del cometa 162P/Siding-Spring, cuyos resultados fueron presentados en el "ACM 2005" y "DPS 2005" (Campins et al.). Hay un artículo prácticamente listo para enviar (Campins et al.).
- J. Licandro y N. Pinilla visitaron, en octubre y noviembre respectivamente, el Obs. de Catania, Italia para establecer una colaboración con el

HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA

grupo de Strazzulla. Dicho grupo trabaja en experimentos de laboratorio relacionados con las propiedades espectrales de diversos materiales posiblemente componentes de la superficie de TNOs y asteroides, y los efectos que sobre estas tiene la irradiación por partículas energéticas provenientes del Sol y el Medio Interestelar. J. Licandro dio una conferencia y N. Pinilla hizo una presentación de su trabajo para los integrantes de dicho grupo. En el primer viaje quedó establecida una colaboración en dos temas fundamentales: la determinación de la composición de TNOs y asteroides, y la determinación observacional de los efectos de space weathering en los NEOs. Para avanzar en la primera, N. Pinilla en una estancia de 10 días participó en experimentos de irradiación de diversos hielos componentes de los TNOs y de los espectros obtenidos determinará las constantes ópticas aplicando los modelos de scattering superficial que se utiliza para el análisis mineralógico de los TNOs. Esta colaboración abre importantes perspectivas para la tesis de N. Pinilla.

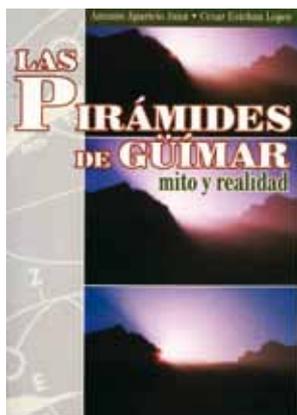
En lo relativo al programa de propiedades nucleares de cometas:

- El artículo sobre la distribución de tamaños de los cometas de la FJ (Tancredi et al.) que se envió en enero 2005, está actualmente en prensa en *ICARUS*.

En lo relativo al programa de comas cometarias:

- Se planificó y llevó adelante la campaña de seguimiento del experimento Deep Impact desde el ORM, campaña liderada por J. Licandro, que implicó el uso simultáneo entre el 2 y el 10 de julio de los telescopios WHT, TNG y NOT. Los logros obtenidos se describen en la sección "Algunos resultados relevantes". Se presentaron resultados preliminares en el "ACM 2005" (Licandro et al.), y

Portada del libro sobre las pirámides de Güímar. En ella se recoge el fenómeno de la doble puesta de sol en el borde sur de la Caldera de Pedro Gil descubierto en 1991.



ARQUEOASTRONOMÍA (P7/93)

J.A. Belmonte.

C. Esteban, C. González, N. Miranda y M. Delgado.

Colaboradores del IAC: A. Aparicio y R. Génova.

L. Costa Ferrer (La Laguna); B. Costay J. Fernández (Museo Arqueológico, Ibiza); E. Edwards (Univ. de Chile); J.L. Escacena (Univ. de Sevilla); M. Hoskin (Churchill College, Reino Unido); D. Kolev (Inst. Astronomía, Academia Búlgara); S. Moret y J. Pérez Ballester (Univ. de Valencia); M.A. Perera (Cabildo de Lanzarote); M.T. Ruiz González (Cabildo del Hierro); R. Schlueter (UNED, Las Palmas de Gran Canaria); M. Shaltout (Univ. Minufiya, Egipto); A. Tejera (Univ. de La Laguna); M. Zedda (Soc. Archeofila Sarda, Cerdeña, 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 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.

Algunos resultados relevantes

Se ha publicado el libro "Las Pirámides de Güímar. Mito y Realidad" (Aparicio y Esteban 2005), una obra largamente esperada, que recoge y discute lo que se sabe y lo que se especula sobre estos controvertidos monumentos canarios. Los autores presentan al público los resultados de los trabajos arqueoastronómicos publicados hace ya más de diez años, comentan los distintos datos que se conocen sobre su posible origen, las hipótesis y especulaciones que se han vertido sobre ellas y, finalmente, proponen una hipótesis plausible sobre su construcción que explica también su curiosa orientación astronómica. Esta hipótesis se basa en la pertenencia a la masonería del propietario de la finca en las fechas más probables de construcción de las pirámides.

Evolución del Proyecto

Este ha sido un año especialmente denso en actividades. A finales del invierno se comenzó con una campaña arqueoastronómica en Egipto. El objetivo de esta campaña era medir las orientaciones de los templos en los oasis del Desierto Oriental, con la intención de falsar la hipótesis nilótica que se había planteado en la campaña anterior en el Alto Egipto y, también, observar la salida del sol equinoccial en la esfinge de Guiza y en el templo solar de Niuserre en Abu Gurob. Ambos objetivos se cumplieron. En particular, el análisis de los datos de unos 60 monumentos medidos en los oasis de El Fayum, Bahariya, Dakhla y Kharga ha permitido llegar a la conclusión de que, cuando no hay Nilo, las orientaciones son predominantemente astronómicas. Los resultados de este trabajo serán publicados en un artículo que ya ha sido aceptado por la revista *Journal for the History of Astronomy*.

Sin salir del Antiguo Egipto, se ha profundizado en dos aspectos interesantes de los conocimientos astronómicos de esta antigua civilización. En uno de ellos, en colaboración con M. Zedda, se ha puesto de relieve una posible relación entre el diseño y la construcción de las pirámides de Egipto y la formalización de un calendario solar de 365 días en el Reino Antiguo. El otro ha sido tratar de dilucidar una vieja controversia sobre la representación del cielo más antigua que se conoce (el techo astronómico de la tumba de Senenmut en Deir el Bahari), la ausencia del planeta Marte (ver figura 2). Se ha demostrado que dicha ausencia está más relacionada con cuestiones simbólicas e iconográficas que con una supuesta ausencia del planeta en el cielo en el instante que, teóricamente, se había querido plasmar en dicha representación. Ambos trabajos fueron presentados en el Congreso Anual de la SEAC que se menciona a continuación.

Grandes esfuerzos se dedicaron a la organización del Congreso Anual de la SEAC que, bajo el título "Light and Shadows in Cultural Astronomy" se celebró en Isili (Cerdeña, Italia) en la semana a caballo entre los meses de junio y julio. El IP del Proyecto estuvo a cargo, entre otras actividades, de la planificación y ejecución del programa científico. También hay que destacar la importante participación de los investigadores del grupo en dicho programa, quienes presentaron nada menos que 5 comunicaciones orales y 2 murales, que serán publicados en las actas correspondientes que actualmente están en proceso de edición.

Uno de los murales sirvió de presentación de la nueva estudiante de doctorado del Proyecto, N. Miranda, que se incorporó a las tareas investigadoras en el mes de mayo (si bien su incorporación formal fue a partir del 1 de agosto). En este trabajo se sentaban las bases de lo que será su trabajo de tesis centrado en el estudio de la diosa egipcia de la escritura y del computo, Seshat. Se ha de destacar que la incorporación de N. Miranda al Proyecto marca un hito no sólo para éste, sino para todo el IAC, pues su formación de base es egiptológica y no astronómica. Su tesis se realizará bajo la dirección conjunta del profesor de egiptología de la Univ. de La Laguna M.A. Molinero, que supervisará las cuestiones de epigrafía e iconografía egipcias, y del IP de este Proyecto que se encargará de supervisar las cuestiones astronómicas. Se espera que esta suma de esfuerzos desde varias disciplinas redunde en beneficio del Proyecto y que abra nuevas vías



Representación de cuatro de los planetas conocidos en la antigüedad, junto a los llamados "decanos triangulares", en el techo astronómico de la tumba de Senenmut en Deir el Bahari (Egipto). Marte está ausente.

para el futuro. En Isili también se presentaron los resultados definitivos sobre el estudio realizado en las Domus de Janas de Cerdeña, en colaboración con M. Zedda. En él se ha demostrado que estas tumbas rupestres no obedecen a una orientación aleatoria dictada por la topografía, como se creía hasta ahora, sino que siguen un determinado patrón que es muy similar al de otros monumentos de factura similar en otros lugares del Mediterráneo Occidental y que recuerda al de otros monumentos exentos, como las Tombe di Giganti, de la propia Cerdeña.

Este año se ha hecho realidad una vieja aspiración, la elaboración de un programa informático (VENUSLUNA.PRO, realizado en IDL) que permite

el modelado de las posiciones de orto y ocaso de la Luna en diversas fases, para varios días y en diversas condiciones de visibilidad, para diferentes épocas. El programa también permite estudiar los movimientos del planeta Venus.

Como corolario de lo anterior, se ha aplicado el programa en el modelado de las distribuciones de orientaciones de los dólmenes del sur de Francia (Provenza y Languedoc), las Tombe di Giganti y los dólmenes del norte de Túnez. Estos monumentos presentan orientaciones características que han sido tradicionalmente relacionadas con los ortos y ocasos solares, o bien con el Sol ascendiendo o descendiendo en el cielo. El modelado permite obtener distribuciones de patrones de visibilidad de la primera luna tras la fase de luna nueva (o de la última visibilidad justo antes de esta fase) que para épocas significativas del año (solsticios y equinoccios) ajusta bastante bien las distribuciones de las orientaciones de los diversos monumentos estudiados. Estos resultados además muestran que el modelo del Sol ascendente/descendente no es capaz de explicar las distribuciones de estos monumentos. Este resultado fue expuesto en el congreso anual de la SEAC celebrado en Isili (Cerdeña) como una contribución oral.

Por otra parte, se ha continuado el estudio sobre las orientaciones de los templos y los enterramientos en las necrópolis fenicio-púnicas de Ibiza. En abril se finalizará la toma de datos en la necrópolis del Puig des Molins (Ibiza; la mayor necrópolis fenicio-púnica del Mediterráneo Occidental) y en dos necrópolis rurales de la isla en colaboración con L. Costa-Ferrer y los Dres. J. Fernández y B. Costa. También se han estudiado y realizado medidas de varios santuarios en la isla. Estos datos se han combinado con otros procedentes de medidas realizadas en la isla de Cerdeña, en colaboración con M. Zedda, así como otras medidas de necrópolis púnicas del Mediterráneo Occidental para obtener una idea del patrón de orientaciones seguido por esta cultura en sus enterramientos. Los resultados indican un patrón característico que tiene una contrapartida clara en la organización del calendario de este pueblo. Este patrón ha sido puesto en relieve por primera vez en este estudio. Estos resultados fueron defendidos también en el congreso anual de la SEAC celebrado en Isili (Cerdeña) con una contribución oral. Una versión mucho más completa de los resultados se enviará para su publicación como un monográfico en la serie de publicaciones del Museo Arqueológico de Ibiza.

Dentro de la misma línea, pero en otro ámbito diferente, se ha continuado el estudio de las orientaciones de los sepulcros de corredor neolíticos del área del norte de Holanda y Alemania, pertenecientes a la cultura TRB. En un estudio anterior se encontró que la orientación de los sepulcros situados en Holanda presentan un patrón compatible con una explicación de tipo astronómico. En el mes de mayo se llevó a cabo una campaña en Alemania para completar la muestra de medidas de orientaciones de los dólmenes del área de la ciudad de Osnabrück. Se está redactando el artículo correspondiente que será enviado en breve para su publicación en *Journal for the History of Astronomy*.

Como una última y singular aplicación del programa VENUSLUNA.PRO, se ha modelado la distribución de orientaciones de los templos griegos estudiados en la tesis de E. Boutsikas (Univ. de Leicester, Reino Unido). Los resultados de este modelado están aún en estudio y se espera poder enviar los resultados para su publicación en una revista con árbitro.

También ha llevado su tiempo la realización de correcciones del artículo enviado a *Archaeoastronomy* sobre la reforma del calendario de Julio César en el año 46 a. de C. En esta reforma Julio César fija el año e introduce el año bisiesto. Para fijar el año decreta que el equinoccio de Primavera ha de caer en el 25 de marzo. Se ha estudiado a qué equinoccio se podía referir. En nuestro estudio queda claro que una definición como la usada actualmente pudo no ser la utilizada, se propone cual pudo ser y un método para su obtención. Igualmente, en las revisiones sucesivas, se ha establecido que las duraciones de los meses es altamente probable que fueran las mismas que son ahora, aclarando una larga controversia en este sentido.

Finalmente, comentar que durante una visita privada a la India se decidió aprovechar esa magnífica oportunidad para realizar algunos estudios pertinentes a los intereses del Proyecto. Así, por ejemplo, se han obtenido datos sobre la orientación de más de 120 templos hinduistas y jainistas a lo largo y ancho de la geografía india; en particular de monumentos históricos erigidos en la época de esplendor de esta cultura entre los siglos VI y XVII d.C., es decir, antes del control musulmán de casi toda la región bajo los emperadores Mogoles. Asimismo, el grupo se ha

ÓPTICA ATMOSFÉRICA Y ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL

CARACTERIZACIÓN DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (7I2301)

C. Muñoz-Tunón.
A.M. Varela Pérez, B. García Lorenzo y P. Bonet
Márquez.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M.
Collados y L.F. Rodríguez.

Jean Vernin (Univ. de Niza, Francia), Neil
O'Mahoney (ING, La Palma).

Introducción

Actividades conjuntas y coordinadas, reforzadas por la complementariedad y difusión de resultados, se están desarrollando para la profundización en la caracterización de los Observatorios y sacar de ella el máximo provecho. Desde 2004 estos objetivos se gestionan y coordinan a partir de una red de cooperación internacional (Co-ordination and Integration of ENO facilities) dentro de Optical Infrared Co-ordination Network for Astronomy (OPTICON), en particular actividades de investigación y nuevas técnicas innovadoras relacionadas con el site testing para telescopios gigantes o Extremely Large Telescopes (ELT) se conducen desde un proyecto denominado Joint Research Activity : Site Characterisation of the Canarian Observatories.

El objetivo es coordinar esfuerzos individuales que se llevan a cabo para tener una visión más completa y consistente de la calidad del cielo del más importante observatorio astronómico de Europa. Aunque con diferente grado de implicación, todos los socios de esta actividad coordinada se benefician de esta completa caracterización de sitio estableciendo y promocionando acciones conjuntas y teniendo acceso a los resultados que se ponen en común. Esta caracterización de sitio es esencial tanto para los telescopios operativos en la actualidad como para la instalación de otros nuevos.

La cuantificación y estadística de la turbulencia atmosférica es crucial y el valor del seeing es uno de los parámetros fundamentales a tener

en cuenta para determinar la clasificación de un lugar para la observación astronómica. También es importante conocer la anchura y la altura de las capas atmosféricas responsables de la turbulencia. El perfil vertical de turbulencia CN2 es el parámetro necesario para implementar técnicas para compensar los efectos en la degradación de la imagen. Se está en muy buena posición para implementar técnicas estándar conjuntas para medir la turbulencia atmosférica durante la noche; parte del equipo participa en propuestas que han sido pioneras en el diseño y desarrollo de técnicas e instrumentos.

Básicamente esta red pretende hacer disponible la información entre todos los participantes y posibilitar medidas coordinadas de los parámetros tales como el perfil vertical de viento y la turbulencia. Se pretende asegurar la continuidad de los datos almacenados y su difusión, ambas importantes si se tiene en cuenta que se trata de parámetros atmosféricos que son sólo de uso científico dentro del contexto de bases de datos estadísticas largas.

La lista de paquetes de trabajos y tareas se describen en <http://www.otri.iac.es/files/na2/na2-9GsB0.PDF>. Los documentos correspondientes al primer Informe Anual 2004 del Networking Activity (NA2) dentro del Proyecto OPTICON están enlazados en <http://www.otri.iac.es/na2/> (en General Documents [na2-annual-report.html](#)).

Medidas del seeing nocturno

Se ha continuado la campaña de caracterización en Degollada del Hoyo Verde (DHV), al suroeste de GTC, donde se trabaja desde 2002. Este lugar ha sido preseleccionado para la búsqueda del mejor enclave para albergar un futuro giga telescopio europeo (60-100m) o ELT. Las medidas de seeing se realizan con un instrumento basado en la técnica de movimiento diferencial de imagen o DIMM. Se ha utilizado una cámara CCD ST-237 de Santa Bárbara Instruments instalada en el 2004. Un nuevo software se implementó para fijar el hardware. El análisis de los datos permitió detectar un error matemático en el software que daba lugar a una discrepancia entre las varianzas horizontal y vertical del movimiento diferencial de imagen superior a las esperadas. Este error fue corregido y nuevos parámetros de control han

Month	Ndata	Mean (")	std (")	Median (")	Min (")	Max (")
1	5882	0.88	0,42	0.75	0.29	3.08
2	909	0.94	0.43	0.84	0.42	3.55
4	1416	0.67	0.23	0.62	0.32	1.64
5 *	1516					
6	4329	0.67	0.31	0.60	0.19	2.54
7	3356	0.55	0.15	0.52	0.23	1.61
8	6238	0.62	0.21	0.59	0.21	2.36
9	2811	0.69	0.48	0.49	0.23	3.84
10	111	0.56	0.13	0.54	0.31	1.13
11	2226	1.18	0.76	0.89	0.37	7.60

Tabla 1. Estadística mensual del seeing en la DHV (ORM) durante el año 2005.

*Los datos de mayo están aún bajo estudio. Muestra dos regímenes de seeing reflejados en una función doble pico. Una de las causas puede ser un cambio drástico en la dirección del viento (para más información sobre este efecto véase *New Astronomy Reviews* 42 (1998) 409-416 y la página Web del Proyecto <http://www.otri.iac.es/sitesting/index.php?flash=1&pag=8-47>). No hay datos de marzo (3) ni diciembre (12) debido a condiciones meteorológicas adversas y a problemas técnicos.

sido implementados en el nuevo software (registro de la posición de los centroides, grabación de imágenes, control de foco, etc.) para evitar efectos perturbadores en las medidas. Estos parámetros se implementarán como control en el DIMM automático (DIMMA).

Datos y estadísticas del seeing están ahora disponibles en la página Web del Proyecto <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html> en "Statistics and Data" - "Seeing Results". Esta es la primera base de datos dinámica de seeing y meteorología disponible en un observatorio astronómico.

La Tabla 1 resume la estadística mensual obtenida

en el 2005. Las principales conclusiones son:

- La DHV satisface las condiciones de excelencia ópticas obtenidas en otros lugares del ORM en años anteriores.
- El comportamiento estacional del seeing, mejores (menores) valores del seeing se obtiene en los meses de verano debido a la semipermanencia del alisio.

La figura 1 muestra la estadística anual del seeing (función de distribución y frecuencia acumulada). El valor medio y mediana del seeing correspondiente al año 2005 es 0.77" y 0.64" respectivamente. El mínimo valor alcanzado del seeing es 0.19". Valores excelentes del seeing (menores que 0.5") se obtuvieron en un 29% de las medidas; valores buenos del seeing, i.e. mejores que 1.0"

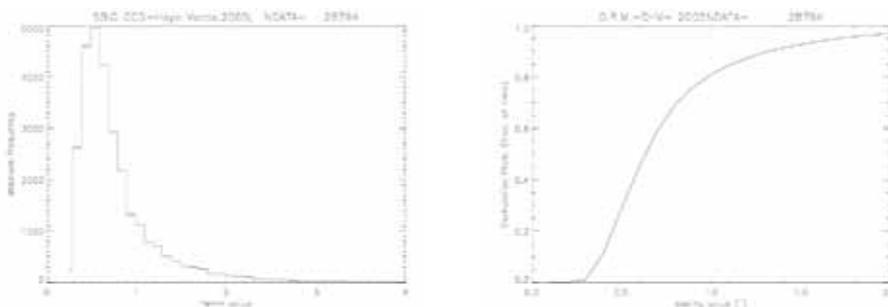


Figura 1. Función de distribución (izquierda) y frecuencia acumulada del seeing (derecha) medido en la Degollada del Hoyo Verde (ORM) durante el año 2005. Los resultados de esta estadística se resumen en las Tablas 2 y 3.

Año	2005
Ndata	28794
Mean	0.77"
std	0.47"
Median	0.64
Min	0.19"
< 0.5"	29%
< 1"	81%
> 2"	3%

Tabla2. Estadística del seeing obtenida en la DHV (ORM) en el 2005.

se midieron en un 81% de los casos y valores del seeing superiores a 2.0" se alcanzaron en un 3% de las medidas.

En la Tabla 3 comparamos los resultados estadísticos del seeing obtenidos en el ORM entre 1995 - 2005 en diferentes enclaves y utilizando

AÑO	1995/96	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005
Ndata	87978	55545	50661	53178	66348	48115	111561	75311	28794
Nhoras	806.5	509.2	464.4	487.5	294.9	213.8	513.6	334.7	319.9
Min (")	0.18	0.20	0.20	0.17	0.18	0.11	0.14	0.15	0.19
Media (")	0.75	0.66	0.71	0.78	0.84	0.62	0.88	0.69	0.77
std (")	0.40	0.30	0.34	0.40	0.52	0.41	0.44	0.43	0.47
Mediana (")	0.65	0.58	0.63	0.68	0.68	0.53	0.76	0.56	0.64

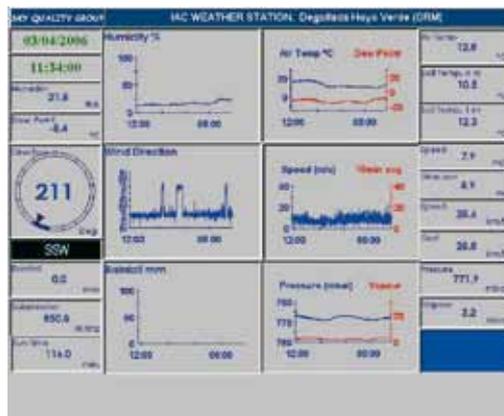
Tabla 3. Estadística anual del seeing obtenida en el ORM entre 1995-2005. Cada dato del seeing se obtiene a partir de la varianza de la diferencia de centroides de 200 imágenes de 10 ms cada una. El número de horas de muestreo (Nhoras) ha sido calculado teniendo en cuenta el muestreo del seeing que realiza cada DIMM, muestreo que va de 1 a 2 datos por minuto. Los datos del año 2004 no se reflejan al ser este un periodo de pruebas de software y CCD.

diferentes DIMMs operados por el Grupo de Calidad del Cielo del IAC. Más información en http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D1_WP21.pdf *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 10m, presión barométrica, presión de vapor, temperatura de suelo y subsuelo, pluviosidad, se han registrado continuamente a razón de un dato por minuto.

Ficheros de datos, gráficas y estadísticas están disponibles en <http://www.iac.es/project/sitesting/site.html> en "Statistics and Data" - "Meteo Results". Un informe de los resultados obtenidos en la meteorología se recogen en http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D2_WP23.pdf

Por primera vez se ha creado un enlace Web que permite obtener un display de las medidas de



Salida de datos meteorológicos y gráficas proporcionados por la estación meteorológica automática (AWS) del IAC instalada en la Degollada del Hoyo Verde (ORM). <http://www.iac.es/proyect/sitesting/onlineprowstation.html>.

diferente modo a las islas orientales y a las occidentales debido a la latitud y a su orografía abrupta. La presencia de una capa de inversión estable en los picos de las islas occidentales (Tenerife y La Palma) determina patrones de flujos de masas de aire en las capas de mezcla marítima diferentes a las de las capas troposféricas medias-altas.

- El mar de nubes o capa de estratocúmulos actúa como tapadera de la calima anticiclónica evitando que ésta alcance la altitud de los Observatorios (2.400 msnm). Esta calima además interviene en procesos de estabilización de las nubes y en el calentamiento de la atmósfera, contribuyendo al descenso de la capa de inversión y ocasionando el denominado "mar de polvo". Este drenaje en altura no puede distinguirse con medidas integradas con baja resolución espacial del índice de aerosoles.

Este efecto ha sido fotografiado recientemente en el episodio de tormenta de polvo ocurrido en febrero de 2005. La figura 3 muestra una imagen

meteorología en tiempo real (ver figura 2), a su vez, se transfieren los datos en una plantilla Web para ser utilizada en la miniview del ORM y a una base de datos.

DIMM Automático (DIMMA)

Más información en DIMMA en esta Memoria.

Medidas de aerosoles y extinción atmosférica

Se ha participado en el XI Congreso Nacional de Teledetección celebrado en el Puerto de la Cruz en septiembre 2005, presentando un trabajo sobre "Calima anticiclónica y mar de nubes, implicaciones en los Observatorios Canarios". Algunas conclusiones más relevantes de este estudio son:

- Las intrusiones de polvo africano afectan de

atmosférica (KV) proporcionada por el telescopio CAMC en el ORM. La falta de correlación entre ambos se debe principalmente a los siguientes factores: 1) La resolución del TOMS es de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, tal que AI está promediado sobre áreas que cubren la isla entera de La Palma o de Tenerife y tampoco puede medir drenaje vertical, 2) TOMS utiliza canales centrados en el UV para medir el AI, de modo que las medidas podrían estar particularmente contaminadas por la presencia de nubes altamente reflectivas. Además, AI incluye partículas absorbentes en rangos que no afectan a la transparencia atmosférica en el rango visible (centrado en unas 5 mm).

Por estas razones el TOMS/Earth Probe no es una herramienta útil para la caracterización de la presencia de polvo sobre los Observatorios Astronómicos de Canarias (a 2400 m sobre el



"Mar de polvo" sobre Santa Cruz de Tenerife, del 10 de marzo de 2005, coincidiendo con un episodio intenso de calima en Canarias.

de Santa Cruz de Tenerife durante este episodio y la baja visibilidad debida a la calima. Ese mismo día y desde un vuelo hacia La Palma se tomó una imagen del Teide, sobre el mar de nubes. El aire encima de esta capa está limpio y la extinción por polvo es despreciable.

- Se ha comparado el índice de aerosoles (AI) proporcionado por el TOMS/EP con la extinción

nivel del mar). Se está explorando el uso de otros detectores a bordo de otros satélites (MET8, MODIS, GOMOS) que operan en bandas de interés astronómico (visible e infrarrojo cercano) y con mayor resolución espacial (1×1 km o menor). Estos datos serán siempre comparados con medidas locales proporcionadas por detectores

de partículas del aire (tamaño y densidad) y medidas de su efecto en la transparencia del aire (o extinción).

Más información en http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D1_WP23_a.pdf
Acciones conjuntas para medir los perfiles de turbulencia y de viento

- Medidas con SCIDAR (Scintillation Detection and Ranging) en el ORM y en el OT

Se ha continuado con las campañas mensuales de 4 días con SCIDAR en el ORM y OT, observando más de 50 noches en cada observatorio. Se dispone de unos dos años de medidas en el ORM y más de 25 noches de medidas simultáneas de perfiles de turbulencia con SCIDAR en ambos observatorios. Recientemente se ha utilizado el nuevo Cute-SCIDAR en el OT, incluyendo un eje horizontal para medidas simultáneas de SCIDAR y Shack-Hartmann.

Se ha aplicado un software para eliminar el seeing de cúpula de las observaciones de SCIDAR y los resultados se han utilizado para determinar el valor del seeing. Estas medidas de seeing a partir de las observaciones de SCIDAR se han comparado con las medidas que proporciona el DIMM, los resultados están en buen acuerdo. Se han comparado con éxito los resultados del viento que se obtienen a partir de un software basado en "wavelets" para analizar los datos de SCIDAR con los datos de viento que proporcionan los globos. El software desarrollado es completamente automático y permite analizar una gran cantidad de datos SCIDAR.

- Satélites y archivos de diagnóstico climatológico

El archivo de NOAA Climate Diagnostic (<http://www.cdc.noaa.gov/>) se ha utilizado para obtener los datos de vientos troposféricos de diferentes observatorios astronómicos del Mundo y comparar sus perfiles verticales de viento (velocidad del viento a diferentes altitudes y comportamiento temporal) con especial atención a los vientos a 200 mbars de nivel de presión (unos 12 km), un parámetro importante en la caracterización de sitio. Un artículo sobre esta material ha sido recientemente publicado en la revista *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.* bajo el título "Astronomical Site Ranking based on Tropospheric Wind Statistics" (García-Lorenzo, Fuensalida, Muñoz-Tuñón & Mendizabal, 2005, 356, 849). http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D1_WP21_ANNEX2_METEO.pdf

La relación entre el viento turbulento en el OT y el viento a 200 mbars se ha presentado en un reciente congreso de teledetección celebrado en el Puerto de la Cruz en septiembre 2005. http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D1_WP21_ANNEX1_METEO.pdf

Se ha continuado el estudio comparativo de los perfiles de vapor de agua en diferentes observatorios astronómicos y la influencia de la altitud en la calidad infrarroja para las observaciones astronómicas. Más información http://www.otri.iac.es/na2/annex7_na2_2005/D1_WP24.pdf

Algunos resultados relevantes

Los resultados de la campaña de site testing en la Degollada del Hoyo Verde manifiestan la excelencia óptica de esta región al suroeste del ORM, definiendo posibles áreas de expansión del mismo. Los valores del seeing son similares a los obtenidos en otros lugares del Observatorio en la última década, apuntando hacia una gran homogeneidad de calidad óptica en el mismo.

Se ha obtenido el mismo comportamiento estacional del seeing encontrado en años anteriores. La presencia del Alisio y de una capa de inversión más baja bien definida en el período estival justifica una tendencia a obtener mejores valores de seeing en este período.

El promedio del valor medio del seeing en la última década es de 0.74" y el de la mediana es 0.63". Concluimos que valores de seeing excelentes (<0.5") se alcanzan entre un 20-30% de las medidas y valores buenos de seeing (>1.0") se alcanzan siempre en porcentajes superiores al 80%.

Se han puesto en red (a través de una página Web) las medidas sistemáticas en tiempo real de variables meteorológicas no disponibles hasta ahora en el ORM, entre ellas la pluviosidad, presión de vapor, temperatura de suelo y subsuelo, promedios de velocidad de viento y ráfagas.

Se ha continuado el estudio de la influencia de las intrusiones de aerosoles procedentes de África (polvo) y su influencia en el Observatorio. La presencia de una capa de inversión estable entre 1000-1500 m evita en gran medida que las invasiones de polvo en la baja troposfera alcancen la cota del Observatorio (es la denominada calima anticiclónica). Esta calima además favorece al descenso de la capa de inversión y hace más estables las nubes que ahí se forman dando lugar al denominado "mar de polvo". El drenaje en altura de

aerosoles en las Islas occidentales es claramente estacional y no es posible caracterizarlo haciendo uso exclusivamente de datos de satélites (como el índice de aerosoles del TOMS), siendo siempre necesarias las medidas in situ.

Se ha utilizado con éxito un nuevo software que permite eliminar el *seeing* de cúpula en las medidas proporcionadas con SCIDAR.

Se han comparado las medidas de seeing que proporciona SCIDAR con las obtenidas con el DIMM resultando estar en buen acuerdo.

Se ha implementado un software completamente automático para analizar una gran cantidad de datos SCIDAR.

Se han utilizado datos de satélites y de los archivos de diagnóstico climatológico para el estudio de los perfiles de vapor de agua en diferentes observatorios astronómicos y la influencia de su altitud en la calidad infrarroja y para el estudio de los vientos troposféricos. Asumiendo que un bajo valor de viento a 200 mbars contribuye a que un lugar sea favorable para la aplicación de técnicas de Óptica Adaptativa, se ha publicado una clasificación atendiendo a este criterio que sitúa al ORM en el primer lugar.

Participación en foros científicos

Participación en la reunión de seguimiento del WP12000 Site Selection for the european ELT, celebrada en marzo de 2005 en Niza.

XI Congreso Nacional de Teledetección celebrado en Septiembre 2005 en el Puerto de la Cruz. Presentamos las siguientes comunicaciones orales:

Los miembros del grupo participan activamente en las reuniones de los subcomités del CCI para Caracterización de los Observatorios (SUCOSIP) y en el de Operaciones en los Observatorios (SOC).

DESARROLLO DE SISTEMAS PARA ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL (P35/86)

J.J. Fuensalida.

B. García Lorenzo, A. Rodríguez Hernández, C. Högemann, E. González Mendizábal y J. Castro Almazán.

Colaboradores del IAC: A. Alonso, J.M. Delgado

y J.M. Rodríguez Ramos.

J. Vernin (Lab. Universitaire d'Astrophysique de Niza, Francia)

Introducción

Este Proyecto se enmarca en la necesidad de avanzar en el conocimiento experimental de las características fundamentales de la atmósfera, que mediatizan la implantación y operación de sistemas de óptica adaptativa multiconjugada (MCAO: Multi-Conjugated Adaptive Optics). Estos instrumentos son, y serán imprescindibles, para los actuales grandes telescopios (clase de 8 - 10 m) y extremadamente grandes (ELT) de la próxima generación (clase 30-100 m). El cuerpo de conocimiento y técnicas usadas pertenecen a un campo interdisciplinario, crecido dentro de la Astronomía, que se conoce genéricamente, aunque con ciertas variantes, como Alta Resolución Espacial.

Los sistemas de Óptica Adaptativa justifican uno de los dos factores que potencian el avance de la Astronomía al incrementar el tamaño de los telescopios: uno es el incremento de la capacidad colectora, 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 (AO). Sin embargo, los pertenecientes a la primera generación de estos sistemas logran corregir, con suficiente calidad, un campo (ángulo isoplanático) muy pequeño.

Como la capacidad resolutive de los telescopios aumenta inversamente con el diámetro del telescopio, los grandes y extremadamente grandes, además de una corrección suficientemente buena de las fluctuaciones por la turbulencia, requieren un área de calidad mayor que lo que pueden lograr los sistemas simples de Óptica Adaptativa (AO). 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 corrige 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, la eficiencia óptima se logra cuando se cuenta con información de la intensidad y altura de las capas. Entonces, esto permite 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 contrastada, 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.

Recientemente se han presentado algunas propuestas que pretenden ser alternativas a la técnica SCIDAR. La denominada MASS (Multi-Aperture Scintillation Sensor) (Kornilov, V. et al., 2002) obtiene información de la turbulencia vertical mediante la correlación del centelleo producido

por estrellas simples entre los anillos concéntricos de la superficie de la pupila. La resolución en altura es baja y está dirigido principalmente a ser utilizado como monitor por su pequeña dimensión. SLODAR (SLOpe Detection And Ranging) es otra propuesta reciente (Wilson, 2002) con el mismo fin, aunque, a diferencia de las anteriores, se basa en la correlación de los ángulos de llegada del frente de onda sobre las subaperturas de un sensor Shack-Hartmann producidos por las componentes de estrellas binarias separadas. Aunque en la versión actual produce información de la turbulencia con una resolución en altura bajísima, sin embargo, la idea básica es prometedora por su capacidad de quedar encajado en el sistema global de Óptica Adaptativa.

Dentro del modelo generalmente aceptado de la turbulencia atmosférica, el proceso en cadena de transferencia de energía se inicia a partir de células de gran tamaño, denominada escala externa L_o , que decae en torbellinos hasta un tamaño menor. Este parámetro cobra una gran relevancia cuando se alcanzan diámetros como los grandes telescopios actuales. Esta escala sería la causante de la inclinación ("tilt") global del frente de onda en el paso por la pupila de entrada del telescopio. Es decir, afectaría directamente en la primera etapa de los sistemas de Óptica Adaptativa simple pero, además, tiene un efecto crucial en la varianza del anisoplanatismo de "tilt" que dependería del diámetro del telescopio y de la contribución de la escala externa con la altura. El tamaño de L_o es un tema muy debatido. Parece claro que varía muy rápidamente y en un rango muy amplio, desde 1 hasta 100 m. Coulman et al. (1988) sugieren que la escala externa varía fuertemente con la altura y Beckers (1993) defiende que L_o no tiene un valor único, sino que en cada momento puede estar dominada por la fuente de turbulencia dominante. Para $D \ll L_o$ (D = diámetro del telescopio), los efectos de la escala externa en el anisoplanatismo de "tilt" son despreciables, sin embargo, son importantes cuando ambos llegan a ser comparables.

Excepto con procedimientos interferométricos, por otra parte poco aptos para mantener un seguimiento debido a los requerimientos de estabilidad, las medidas más asiduas de L_o las realiza el grupo de la Univ. de Niza con el equipo GSM (Generalized Seeing Monitor) (Martín et al. 1994; Agabi et al. 1995). Se basa en la medida de las fluctuaciones del ángulo de llegada, en una dirección dada del cielo, con pupilas de 10 cm de diámetro localizadas en cuatro puntos sobre el frente de onda. Las líneas de base pueden variar desde 14 cm hasta varias decenas de metros en

cualquier dirección. Sin embargo, una vez fijado el monitor en un emplazamiento determinado no se puede cambiar la disposición de las líneas de base.

Otro aspecto determinante, relacionado con L_0 en los grandes telescopios, se refiere a 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, en 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 grandes telescopios, 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 mayor diámetro (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 - 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 este equipo.

Algunos resultados relevantes

Se ha llevado a cabo un estudio de la influencia en la turbulencia de la velocidad del viento en 200 mbar. En los últimos años, Sarazín & Tokovinin (2003, 2002), usando datos de los observatorios de Paranal y Cerro Pachón (Chile), encontraron una relación lineal entre la velocidad característica de la turbulencia atmosférica y la velocidad del viento en la altura correspondiente a 200 mbar de presión (publicaban también resultados comparativos de varios observatorios usando este parámetro, donde el ORM quedaba en una posición poco privilegiada). De modo que, se proponía usar la velocidad en 200 mbar para la selección de sitios donde instalar los futuros telescopios muy grandes (VLT's y ELT's). Cuanto menor fuera la velocidad en 200 mbar, menor sería la velocidad de la turbulencia y, por tanto, la atmósfera sería más apta para Óptica Adaptativa.

Primeramente, se estudió la velocidad del viento en 200 mbar (aproximadamente 12 km) en el OT (Tenerife) y el ORM (La Palma) con una gran cobertura estadística (período 1980-2001), usando medidas con globos meteorológicos *in situ* (procedentes del Instituto Nacional de Meteorología) y la base de datos de medidas con satélites "NCEP/NCAR Reanalysis" (EEUU). Se verificó la consistencia de los resultados con ambas bases de datos en ambos lugares, confirmando la homogeneidad de la Tropopausa en Canarias. Resultado de este trabajo ha sido la refutación de

MEMORIA
IAC 2005

109

OBSERVATORIO	Media (m/s)	Mediana (m/s)	σ (m/s)
ORM (La Palma, España)	22,13	20,79	11,67
Mauna Kea (Hawai, EEUU)	24,33	22,81	12,30
S. Pedro Mártir (México)	26,55	24,57	15,39
Paranal (ESO, Chile)	30,05	28,63	13,01
La Silla (ESO, Chile)	33,35	32,77	12,94

Comparación de la velocidad del viento en la altura con presión de 200 mbar entre varios observatorios.

los resultados de Sarazin y Tokovinin, obteniendo para el ORM los valores más pequeños de la velocidad del viento en 200 mbar, entre los lugares tratados por ellos.

Posteriormente, se extendió este estudio, contrastando cinco de los observatorios más competitivos (ORM, La Silla, Mauna Kea, Paranal y S. Pedro Mártir) (García-Lorenzo et al. 2005]. Se demostró que el ORM (La Palma) tiene la velocidad en 200 mbar menor y, por tanto, la más apta para sistemas AO/MCAO, si este parámetro fuera representativo de la velocidad característica de la turbulencia con fines comparativos (ver tabla). Finalmente, se ha analizado la relación entre la velocidad característica de la turbulencia usando perfiles de turbulencia g-SCIDAR, medidos en el OT, con la velocidad del viento en 200 mbar (publicación en preparación). No se encontró una relación lineal claramente significativa entre ambas variables, si bien, cuando se consideran rangos de atmósfera sucesivamente más cercano a 200 mbar la relación se hace más clara. Se

Además, el Proyecto de alta resolución se enmarca perfectamente dentro del Proyecto solar SUNRISE cuyo magnetógrafo IMAx es responsabilidad del IAC en consorcio con las instituciones españolas IAA, INTA y GACE. Este telescopio de 1 m de apertura operará en la estratosfera desde un globo en vuelo circumpolar alrededor de la Antártida.

En este último año 2005 se ha abierto, además, una nueva perspectiva para el Proyecto, en el marco de los vuelos espaciales, con la adhesión de España y en particular del IAC al Proyecto SOLAR ORBITER cuya meta es hacer observaciones del Sol desde una órbita a 0.2 radios solares y particularmente, en órbitas polares lo que permitirá una visión del Sol desde una perspectiva desconocida hasta ahora.

Algunos resultados relevantes

Dentro de la “moat” de una mancha se ha medido un flujo a gran escala, radial y hacia afuera cuya velocidad media es de 0,51 km/s. Los



Izquierda: instrumento g-SCIDAR instalado en el telescopio JKT (ORM, La Palma).
Derecha: vista parcial del interior del instrumento.

concluye que parece poco aconsejable el uso de la velocidad del viento en 200 mbar como parámetro de selección de sitio.

Se han realizado pruebas exitosas del instrumento híbrido g-SCIDAR con sensor Shack-Hartmann. Este instrumento permite trabajar simultáneamente con la técnica g-SCIDAR, es decir midiendo centelleo, y con un sensor Shack-Hartmann que proporciona medidas del frente de onda. Ha sido probado y ajustado en el telescopio TCS del OT. Una copia de este instrumento ha sido aprobada para ser instalada en Obs. Paranal, dentro del

mesogránulos se mueven en la “moat» alejándose de la umbra. La mayoría de los puntos brillantes en la banda G (PBGs) también se mueven hacia afuera en canales confinados entre los mesogránulos y sus velocidades son similares a las de los gránulos adyacentes, es decir, los PBGs en la “moat” se mueven pasivamente dejándose llevar por el mismo agente que desplaza los gránulos adyacentes.

A partir de datos espectroscópicos se ha derivado un modelo promedio de celda granular que describe la estratificación en el gránulo e intergránulo de la temperatura, velocidad vertical, presión de gas y

European Community's Framework Programme 6 "European Extremely Large Telescope Design Study".

Evolución del Proyecto

Un objetivo fundamental del Proyecto es lograr una muestra estadística significativa de la estructura vertical de la turbulencia atmosférica y de la distribución de la capa de sodio en la mesopausa con el fin de establecer las características que puedan determinar o definir los requerimientos de los sistemas de Óptica Adaptativa (AO) y Óptica Adaptativa Multi-Conjugada (MCAO). En cuanto a las medidas de turbulencia, se han continuado estas tareas con una frecuencia aproximada de 3-4 noches por mes en los telescopios JKT (ORM) y TCS (OT), así como con las medidas del sodio mesosférico.

Un paquete de tareas con especial atención ha sido el desarrollo de nueva instrumentación y métodos de reducción. A partir de la experiencia lograda con la fabricación del instrumento cute-SCIDAR, se ha desarrollado y probado con éxito en telescopio TCS (OT) un nuevo instrumento que permite medir simultáneamente el perfil vertical de turbulencia y viento con la técnica g-SCIDAR y el frente de onda con un sensor Shack-Hartmann, que nos permitirá ensayar próximos experimentos. Por otra parte, se han desarrollado nuevos métodos para descontaminar la turbulencia de cúpula y la medida del perfil vertical de viento con técnicas de Fourier y wavelets respectivamente. En relación con la detección del sodio mesosférico, y paralelamente a las medidas sistemáticas, se ha seguido mejorando el sistema de lanzamiento del láser y se está en vías de finalizar un delicado procedimiento para determinar, con suficiente precisión, la altura absoluta de la emisión del sodio mesosférico.

Usando datos de satélites y globos meteorológicos, además de medidas propias, se ha estudiado en detalle la posible relación del viento característico de la turbulencia con el viento en la altura correspondiente a 200 mbar. Este estudio ha sido importante por las falsas consecuencias que podrían haberse llevado a cabo basándose en publicaciones anteriores de otros autores. Por otra parte, se está en proceso de publicación de los resultados estadísticos de algunos parámetros de la turbulencia con una muestra estadística apreciable, aunque algunos parciales ya se han presentado en congresos especializados.

ALTA RESOLUCIÓN EN FÍSICA SOLAR (311403)

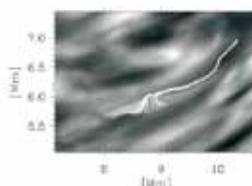
J.A. Bonet.

S. Vargas.

Colaborador del IAC: I. Márquez Rodríguez.

Introducción

Los telescopios solares de los Observatorios de Canarias junto con su instrumentación post-foco constituyen hoy en día el equipo más completo para la observación solar desde Tierra en el visible e infrarrojo. En particular, el telescopio SST, emplazado en el ORM, produce series temporales de imágenes solares con resolución espacial sin precedentes y de ello el Proyecto de alta resolución está obteniendo abundantes frutos con estudios de las estructuras magnéticas más pequeñas en sus vertientes fotométrica, dinámica y espectroscópica.



Trazado de las trayectorias de 80 testigos pasivos que se mueven bajo la influencia del campo medio de velocidades medido en los movimientos propios.

densidad, en función de las profundidades óptica y geométrica. El resultado muestra una fuerte caída de las fluctuaciones de temperatura conforme aumenta la altura en la atmósfera así como una penetración en capas altas menos eficiente por parte de las celdas granulares pequeñas.

Se han medido movimientos propios con alta resolución en penumbra. Suponiendo que los movimientos medidos representan verdaderos movimientos de plasma, se puede concluir que hay movimientos transversales que conducen el plasma hacia los filamentos oscuros (ver figura). A partir de esta suposición se obtienen velocidades verticales descendentes en los filamentos oscuros de 200 m/s. La asociación de movimientos descendentes con estructuras oscuras parece reflejar la presencia de convección en las penumbras.

Evolución del Proyecto

Basados en dos series temporales de imágenes de alta resolución, tomadas simultáneamente en banda G y luz blanca, se ha estudiado, aplicando técnicas de correlación local, el movimiento de los puntos brillantes observados en banda G (PBGs) en la "moat" de una mancha vieja. El interés de este estudio es obtener información sobre la naturaleza magnética de los PBGs y su relación con los movimientos convectivos entre los que se encuentran confinados. Los datos fueron tratados con la técnica Phase Diversity para reconstrucción de imágenes.

Técnicas de inversión aplicadas a espectrogramas de alta resolución obtenidos en el telescopio VTT han permitido medir la distribución espacio-temporal de los parámetros termodinámicos y velocidades verticales en la atmósfera solar de regiones en calma. A partir de estos datos se ha derivado un modelo promedio de celda granular.

Se han publicado los resultados de aplicar la técnica de *Partitioned Phase-Diverse Speckle* a imágenes del telescopio THEMIS. Este trabajo se ha completado con la presentación de un estimador automático de calidad de imagen basado en el espectro de potencia, adecuado para evaluar la calidad en cantidades masivas de datos.

Una serie temporal de imágenes de alta resolución (~90 km sobre el Sol) en banda G, obtenidas en el telescopio SST, ha permitido estudiar, mediante técnicas de correlación local, los movimientos propios en la penumbra de una mancha solar. Estos movimientos son predominantemente radiales tal como ya se sabía pero, además de ello, se ha detectado un flujo lateral en los filamentos penumbrales brillantes convergiendo hacia los oscuros. De estas medidas se obtienen serias indicaciones de que la convección desempeña un papel importante en las penumbras.

Los resultados de estos trabajos están publicados en las revistas *Astronomy & Astrophysics* (2), *Solar Physics* y *Astrophysical Journal*.

OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES TELESCÓPICAS DEL IAC (3I1101)

A. Ocoz.

G. Gómez, J.M. González, L. López Martín, A. Rosenberg, L. Chinarro, S. Fernández, S. López y A. Pimienta.

Colaboradores del IAC: F. Martín, P. Rodríguez Gil, Administración del OT, Delineación Técnica, Departamentos de Óptica, Mecánica y Software, Mantenimiento Instrumental, SIC y Talleres de Electrónica y Mecánica.

Introducción

La organización europea de Astronomía en el Hemisferio Norte, el ENO, es el mayor y más importante observatorio astronómico dentro del territorio de cualquier estado miembro de la Unión Europea. El ENO comprende tres centros: la sede central del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y el Observatorio del Teide (OT) y el Observatorio

del Roque de los Muchachos (ORM). El OT y el ORM son sitios claves para la investigación astronómica debido a la transparencia y a la excelente calidad astronómica del cielo. Por ello, el ENO ha atraído a los mejores telescopios e instrumentos, pertenecientes y operados por más de 60 centros de investigación de 19 países (principalmente países europeos).

El objetivo de este Proyecto, perteneciente al Consorcio ENO, consiste en la gestión de las diferentes instalaciones de que dispone el IAC, la instrumentación propia del centro y parte del tiempo de observación concedido al mismo por otras instalaciones. En concreto, la responsabilidad del Proyecto abarca varios apartados:

- Instalaciones propiedad del IAC, telescopios TCS e IAC-80, gestionadas totalmente por el Proyecto.
- Gestión del tiempo español en ciertas instalaciones extranjeras, telescopios OGS y VTT, en colaboración con personal del IAC.
- Instrumentos y experimentos compartidos telescopio MONS, Laboratorio Solar, complejo CMB, STARE y PASS, para los que se presta apoyo a sus respectivos responsables.
- Instrumentos desarrollados por el IAC para instalaciones extranjeras, INTEGRAL e IACUB, a los que se ofrecen labores de soporte.
- Noches de servicio CAT en instalaciones extranjeras, telescopios INT y NOT, responsabilidad de los astrónomos de soporte del Proyecto.

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

- Lograr que las instalaciones funcionen de forma correcta durante los períodos disponibles para la comunidad astrofísica internacional.
- Adaptación continua de las instalaciones a las nuevas tecnologías y realización de mejoras que proporcionen a los astrónomos un entorno de trabajo más amigable.

- Maximizar el beneficio obtenido por los astrónomos usuarios de las instalaciones telescópicas.

Algunos resultados relevantes

La nueva CCD del telescopio IAC-80 ya es instrumento de uso común, con una interfaz amigable y numerosas mejoras.

Nueva versión, tanto en español (<http://www.iac.es/telescopes/ten.html>) como en inglés (<http://www.iac.es/telescopes/tening.html>), de la página Web de las instalaciones telescópicas del IAC.

Observaciones remotas desde Lituania utilizando el TCP en el telescopio IAC-80. Inicio de los trámites para hacer del TCP un instrumento de uso común.

Creación de numerosa documentación de apoyo a las observaciones.

- Consolidación del proyecto de divulgación con dos hitos importantes: la "Imagen Astronómica del Mes" dentro del sub-proyecto de Astrofotografía (http://www.iac.es/telescopes/IAM/main_astrofoto_esp.html) y realización de folletos (<http://www.otri.iac.es/na2/brochure.html>) de las instalaciones telescópicas de los Observatorios.

Trabajo del grupo de Astrónomos de Soporte en el Proyecto de medición del fondo del cielo en los Observatorios de Canarias.

Ocupación de casi el 100% en los Telescopios Nocturnos TTNN y financiación de astrónomos europeos en el telescopio TCS bajo la red OPTICON.

TELESCOPIO	INSTRUMENTO	SERVICIO
OT		
IAC80	CCD → imagen visible	Servicio - Soporte
IAC80	TCP → imagen visible	Servicio
TCS	GAIN → imagen infrarroja	Servicio - Soporte
TCS	FN → Polarmetro infrarrojo	Servicio - Soporte
CCD	CCD IACUB → Imagen visible	Soporte
VTT	TSP → Polarímetro solar	Soporte
ORM		
NOT	ALFOSC → Imagen + espectro	Servicio
NOT	IACUB → Imagen + espectro	Servicio - Soporte
INT	WFC → Imagen visible	Servicio
WHT	INTEGRAL → Espectro	Soporte

Instrumentación a cargo del grupo de AS del IAC.

de refrigeración es mediante ciclo cerrado, sin necesidad de nitrógeno.

La cámara vio su primera luz, tanto en laboratorio como en el telescopio, durante 2004. Sin embargo, a pesar de que la CCD era operativa, resultaba muy incómodo trabajar con ella debido a numerosas carencias. Por tal motivo se siguieron dos líneas de actuación durante 2005: el personal del Proyecto siguió trabajando en las mejoras del sistema y se solicitó la ayuda de un becario de verano para

NOT - ALFOSC	
12-13 febrero	19 propuestas recibidas, pero mal tiempo
27 febrero	20 propuestas recibidas, pero mal tiempo
16 septiembre (10 noche)	14 propuestas recibidas, 6 realizadas
INT - WFC	
5 febrero	14 propuestas recibidas, pero mal tiempo
22-23 marzo	20 propuestas recibidas, 6 realizadas
1 junio	7 propuestas recibidas, 3 realizadas
6 agosto	8 propuestas recibidas, 4 realizadas
17-19 noviembre	14 propuestas recibidas, 3 realizadas

Noches de servicio en el ORM en 2005.

rediseñar la interfaz de usuario.

El resultado de todo ello ha consistido en diversas mejoras que se describen brevemente a continuación.

- Se dispone de una nueva rueda de filtros, más moderna y con mayor número de posiciones.
- Hay una tarjeta GPS para garantizar la precisión en la obtención de las imágenes.

Evolución del Proyecto

El año 2005 ha visto la consolidación de una serie de instrumentos e instalaciones y la implantación de otros nuevos, así como el inicio de futuros desarrollos y mejoras. A continuación se resumen los diversos aspectos en los que el Proyecto y su personal están involucrados.

Astrónomos de Soporte (AS) y Operadores de Telescopios

El sistema de Astrónomos de Soporte Profesionales, implantado hace relativamente poco tiempo, funciona ya perfectamente. De esta forma, los AS tienen a su cargo toda la instrumentación española de los telescopios de ambos observatorios (OT y ORM), 10 instrumentos. Además de su trabajo en los telescopios del OT, los AS han viajado habitualmente al ORM en 2005 para realizar tareas de servicio y soporte.

En 2005 hubo 11 noches de servicio en el ORM con presencia de los AS: 4 en el telescopio NOT con ALFOSC y 7 en el telescopio INT con WFC. Asimismo, hubo 11 noches de soporte en el ORM (en realidad fueron 15, ya que cada vez que se instala IACUB en el telescopio NOT requiere la presencia de los AS durante 2 noches adicionales para su instalación y comprobación y para desmontarlo): 6 noches en el telescopio NOT con IACUB y 5 noches en el telescopio WHT con INTEGRAL.

Parte de la labor realizada por los AS viene descrita más adelante, así como su aportación a otros proyectos.

En cuanto a los operadores del OT, con una estructura ya consolidada, se pretende fomentar su formación continua. En este sentido, uno de los operadores ha asistido a observaciones en el telescopio WHT junto a AS con el fin de comparar los modos de trabajo en los distintos telescopios. Hay que destacar también la participación de todos los operadores en determinados proyectos, además de su trabajo normal: Astrofotografía, estudio de la extinción atmosférica, seguridad en alta montaña, etc.

Nueva CCD del telescopio IAC-80

La instalación y puesta a punto de la nueva CCD del telescopio IAC-80 ha sido el mayor reto instrumental del Proyecto durante 2005. La cámara tiene un chip E2V de 2048 x 2048 píxeles con un tamaño equivalente a 13,5 x 13,5 $\mu\text{m}/\text{píxel}$. El detector permite la lectura mediante dos canales a través de cuatro frecuencias distintas, que se pueden combinar con diferentes ganancias. La cámara es sensible en el rango UVBRI. El sistema



Izquierda: La nueva CCD instalada en el telescopio IAC-80.

Derecha: Imagen de la nueva rueda de filtros.

Abajo: Imagen de comparación del mismo campo observado con la CCD antigua y con la nueva.



- Se han adquirido dos conjuntos de filtros: uno UBVRI de Bessell y otro u'g'r'i'z' de Sloan.
- Se han optimizado la instalación del instrumento y de su electrónica.
- Ya existen manuales de uso, de instalación, de mantenimiento, de software, etc.
- La nueva interfaz de usuario es absolutamente amigable y útil.
- Las cabeceras de las imágenes ya disponen de un formato estándar fit, del que carecían inicialmente.
- Se han diseñado las utilidades de enfoque, de

las imágenes del telescopio y el cálculo de las transformadas de Fourier de los datos obtenidos hasta ese momento. Este instrumento se construyó en la Univ. de Tromsø (Noruega), en colaboración con Copenhagen University Observatory (CUO).

El TCP es muy conocido en el OT debido a la gran cantidad de veces que ha estado instalado como instrumento visitante, no solamente de grupos extranjeros sino que investigadores del IAC lo han utilizado habitualmente. En total, en el período 200- 2005 se ha instalado el TCP (y su antecesor, el TTP) en 168 noches, cerca del

TELESCOPIOS E INSTRUMENTACIÓN DEL IAC EN LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS

INSTALACIONES	CALENDARIO	TIEMPO DE OBSERVACIÓN
TELESCOPIOS TCS - OCS - IAC80 - MONS	TCS - IAC80 OCS - MONS	CAT Telescopio - Diurno
INSTRUMENTOS OT: TCS - CAN 8 - IAC80 - CCD - REP OCS - CCD - VTT - 3P	OCS - MONS	MONS
OTRO WWF - INTEGRAL / WFI - WFC / WCF - WCCS	MONS - REP	Noches de servicio: TCS - IAC80 - MONS - REP
Filtros: CAN 8 - IAC80 - INTEGRAL	MONS - REP	
Atmósfera EDG80		

¡IMPORTANTE! Los telescopios OCS y MONS carecen de CAT, por lo que su regulación es diferente.

- Formulario de solicitud de las observaciones en el TCS o el IAC80
- Inventario
- Opciones: Tráfico - manual - Acceso - Programación
- Filtros de los telescopios del OCS y del IAC80

UTILIDADES

Nueva página Web de las instalaciones telescópicas del IAC.

realización de macros, etc.

- Se ha habilitado un PC con sistema operativo Linux para la visualización, almacenamiento y tratamiento de las imágenes.

Por último, tras la realización de numerosas pruebas en telescopio, se ha dejado la nueva CCD como instrumento de uso común en el telescopio IAC-80, en sustitución de la anterior. Poco a poco, en noches de servicio, se irá caracterizando totalmente de manera que se disponga de términos de color, puntos cero, sistemas de estándares, etc.
Fotómetro Infrarrojo FIN

El uso de FIN se ha normalizado durante 2005. Tras un largo período de puesta a punto del instrumento, en 2005 lo han utilizado seis grupos de investigación en más de 70 noches de observación.

Mantenimiento Instrumental ha asumido totalmente el control y mantenimiento de FIN, así como la realización de pequeñas reformas y mejoras.

Informática

La principal novedad, además de numerosas mejoras, ha estado en la nueva versión, tanto en español (<http://www.iac.es/telescopes/ten.html>) como en inglés (<http://www.iac.es/telescopes/tening.html>), de la página Web de las instalaciones telescópicas del IAC. En esta página se han incluido enlaces a toda la instrumentación soportada por el Proyecto, se han creado las secciones de novedades y Astrofotografía, utilidades para los astrónomos, divulgación, etc.

Con el fin de que los astrónomos usuarios dispusieran de mayor versatilidad a la hora de efectuar sus observaciones, en el telescopio MONS se consiguió que el programa de control de la CCD funcionase tanto en Windows como en Linux.

Tras una ardua labor de selección, se ha ordenado el archivo de copias de seguridad de los telescopios TCS e IAC-80, que comprende más de mil exabytes y dats. Desde 2005, las copias de seguridad en ambos telescopios se realizan en DVD.

En un futuro cercano se dispondrá de Wi-Fi en todas las instalaciones del IAC en el OT.

TCP (Tromsoe CCD Photometer)

La cámara TCP (*Tromsoe CCD Photometer*) es un instrumento portátil optimizado para fotometría de lectura rápida (sistema *Windowed*) basado en tecnología CCD. El TCP incorpora la posibilidad de reducción de los datos sobre la marcha, es decir, la producción de curvas de luz conforme llegan

15% del total de noches útiles de observación.

Estos motivos han llevado a iniciar los trámites para poder ofrecer el TCP como instrumento de uso común en el telescopio IAC-80. En previsión de una más que probable incorporación de este instrumento al resto en el CAT 06B, se han redactado los manuales correspondientes de observación, reducción de los datos, mantenimiento, reformas e instalación. Por otro lado, se han dedicado noches al aprendizaje de los AS en el funcionamiento del TCP. Durante 2006 se impartirá un seminario al personal investigador del IAC acerca del uso del instrumento.

Otro de los hitos importantes del TCP en el telescopio IAC-80 durante 2005 ha sido su utilización de forma remota desde Lituania en una escuela de aprendizaje de estudiantes nórdicos y bálticos. La experiencia fue tan positiva que el telescopio IAC-80 ocupará la portada del libro-resumen de la escuela.

Documentación de apoyo a las observaciones

Con el fin de que tanto los astrónomos usuarios como el personal de apoyo dispongan de la mejor y más completa documentación posible, se está realizando un esfuerzo para actualizar y completar la biblioteca de manuales y procedimientos de las instalaciones e instrumentos. En este sentido, durante 2005 se han finalizado los siguientes documentos (aparte de los ya citados manuales varios de la nueva CCD del telescopio IAC-80 y del TCP):

- Procedimiento de sacar los telescopios del OT de límites
- Procedimiento de cambio de filtros en la OGS
- Manual de uso de la OGS con la cámara CCD normal
- Procedimiento de control de los ajustes de coordenadas
- Procedimiento para desatascar FOVIA



Fotografía de los integrantes de la escuela de Lituania.



"Imagen Astronómica del Mes" IAM del mes de octubre.

Asimismo, están en proceso de creación los manuales de WFC, IACUB e INTEGRAL.

Astrofotografía y divulgación

El proyecto de Astrofotografía ha experimentado un gran crecimiento durante el año 2005. Para poder obtener imágenes de gran campo, imposibles de lograr con los telescopios profesionales, se ha ampliado el material disponible con la adquisición de unos prismáticos 7 x 50, una cámara digital y dos oculares. Además, a principio de año se aprobó el proyecto de la "Imagen Astronómica del Mes" (IAM). Por ello, se ha solicitado tiempo al CAT para este proyecto en el telescopio IAC-80, se ha observado en unas 20 noches y, desde abril, se ha publicado mensualmente (http://www.iac.es/telescopes/IAM/main_astrofoto_esp.html) la IAM que consiste en una ficha de un objeto especialmente seleccionado con una pequeña descripción de su historia y características. Adicionalmente, se ha confeccionado un póster mensual con los contenidos de dicha ficha. Además de esta iniciativa, cualquier astrónomo que haya obtenido alguna imagen que considere interesante y quiera compartirla con todos la puede publicar en la dirección <http://www.iac.es/>

[telescopes/Astrofot/Astrofot.htm](http://www.iac.es/telescopes/Astrofot/Astrofot.htm).

Otro hito importante en cuanto a la divulgación de la astronomía de Canarias es la realización de unos folletos (<http://www.otri.iac.es/na2/brochure.html>) de las instalaciones telescópicas de los Observatorios, dentro de OPTICON. Dentro de este mismo proyecto se han realizado diferentes reuniones para mejorar dicha divulgación.

Estudio del cielo

En estos momentos existen varias iniciativas para medir la calidad y estructura del cielo, tanto nocturno como diurno, y parte de ellas están relacionados con este proyecto.

Durante 2005 se ha instalado un medidor del seeing solar cerca del Laboratorio Solar. El encargado del mantenimiento de dicho experimento ofreció charlas al personal del proyecto sobre el funcionamiento y objetivos de los instrumentos.

El grupo de AS se ha involucrado activamente en el proyecto de cálculo del fondo del cielo en ambos Observatorios. Se están definiendo

procedimientos, caracterizando instrumentos, desarrollando estrategias y se ha puesto en marcha un programa de observaciones rutinarias con el telescopio IAC-80.

Uno de los operadores de telescopios está dedicando parte de su tiempo a la medición y caracterización de la extinción diurna y nocturna en el OT.

El nuevo SCIDAR para el telescopio TCS ya está

SEMESTRE	TELESCOPIO	Nº PROPUESTAS	SOBREPETICIÓN
05A	TCS	12	397
	IAC-80	19	103
05B	TCS	9	355
	IAC-80	15	165

Estadística de ocupación vía CAT de los TTNN durante 2005.

casi a punto.

Ocupación de las instalaciones

La ocupación de los TTNN (telescopios TCS e IAC-80) durante 2005 ha vuelto a ser casi del 100%, al no haber prácticamente noches libres. Adicionalmente, las escasas noches extras ofrecidas se cubrían con un número enorme de peticiones.

Se ha seguido dedicando un mínimo de dos noches por mes en cada telescopio para observaciones de servicio, así como entre una y dos horas por noche en el telescopio IAC-80 para programas rutinarios y de Target of Opportunity. Con el fin de mejorar el servicio que se ofrece, se ha desarrollado una nueva aplicación informática para la gestión de los programas rutinarios y de servicio.

En cuanto a la OGS, el IAC ha utilizado 85 noches de observación, correspondientes a 7 grupos distintos y 12 proyectos de investigación. Destacar que parte del tiempo de diciembre se dedicó a un proyecto de instrumentación relacionado con la Óptica Adaptativa que continuará durante 2006. El telescopio TCS sigue perteneciendo a la Red OPTICON de telescopios, un Proyecto que engloba a toda la Astronomía visible e infrarroja europea. Gracias a ello, durante 2005 se ha financiado 13 noches de acceso de astrónomos europeos al telescopio TCS. Existe más información en <http://www.otri.iac.es/opticon/>.

Varios

A continuación se describen otras actuaciones relacionadas con las instalaciones del IAC.

Existe un formulario (<http://www.iac.es/telescopes/Encuesta/Formulario.htm>) que los astrónomos usuarios de los TTNN están obligados a rellenar cuando finalicen sus observaciones. De esta manera, se conseguirá mejorar el servicio que se pretende ofrecer.

INSTRUMENTACIÓN ÓPTICA

ESPECTRÓGRAFO DE ALTA RESOLUCIÓN IACUB (P2/91)

R. García López.
R. Rebolo.

Colaborador del IAC: J.L. Rasilla Piñeiro.

Introducción

El espectrógrafo de alta resolución IACUB opera como instrumento de uso común en el telescopio NOT durante tiempo CAT. Es fruto de una colaboración entre el IAC y la Queen's University of Belfast, y opera bajo responsabilidad del IAC desde 1991. Este espectrógrafo ha sido diseñado para trabajar en el rango de longitudes de onda desde 3100 a 11000 Å, con una resolución espectral que varía entre $R=13.000$ y 50.000 dependiendo de la rendija utilizada. Durante estos años se ha procedido a realizar diversas mejoras en el mismo, así como a dotarlo de los soportes técnico y de operación necesarios para convertirlo en un instrumento competitivo en el ORM.

Para más información del espectrógrafo: <http://www.iac.es/cat/iacub/iacub.html>



Algunos resultados relevantes

Durante este año IACUB ha proporcionado servicio a dos campañas de observación correspondientes a tiempo CAT, en la que han estado involucrados investigadores del IAC.

Evolución del Proyecto

Se ha llevado a cabo de forma rutinaria el montaje de IACUB en el telescopio por parte del Servicio de Mantenimiento Instrumental, así como las labores de soporte de las observaciones.

Campañas de observación llevadas a cabo durante el año 2005:

- Investigador Principal: C. Domínguez Cerdeña (IAC), 26 – 29 junio
- Investigador Principal: C. Domínguez Cerdeña (IAC), 19 – 22 octubre

Se han realizado todas las labores de mantenimiento preventivo y adecuaciones de los sistemas informáticos que fueron planeados para 2005.

OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700, 4E5101)

J. Cepa-Nogué.

M. Aguiar, H. Castañeda, S. Correa, V.G. Escalera, A.B. Fragoso, J.V. Gigante, M.B. Hernández, A. Herrera, G. Herrera, E. Joven, J.C. López, R. López, L. Peraza, A. Pérez de Taoro, J.L. Rasilla y A. Tort.

I. González. (Univ. de Cantabria); F. Cobos, C. Espejo, A. Farah, R. Flores, F. Garfias, J. González, B. Sánchez y C. Tejada (IA- UNAM, México)

Introducción

OSIRIS es el instrumento de rango visible de Día Uno para el Telescopio de 10,4 m, Gran Telescopio CANARIAS (GTC), que está en construcción en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) en la Isla de la Palma.

Ha sido diseñado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con la colaboración del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma

subsistemas que componen el instrumento. Habiendo sido contratada la fabricación de la mayoría de estos elementos a empresas externas, la definición de las pruebas de verificación y la ejecución de las mismas son tareas delicadas y de suma importancia, puesto que una vez finalizado el contrato con el fabricante los subsistemas con sus prestaciones pasan a ser responsabilidad del IAC.

Los espejos **Colimador** y **Folder**, encargados de redirigir la luz del plano focal hasta los elementos en pupila, y cuyo contrato de diseño detallado y fabricación fue adjudicado a la compañía francesa SESO, son los elementos que más retraso han acumulado en el curso del Proyecto, hasta el

de México (IA-UNAM), siendo esta segunda institución la encargada del diseño óptico, la manufactura de la mayoría de las lentes y el diseño y fabricación del Barril de Cámara. El IAC es responsable del diseño en su conjunto, de la fabricación, ensamblaje, integración y verificación del instrumento. La fabricación de cada uno de los subsistemas que componen el instrumento se ha llevado a cabo en diferentes compañías nacionales y extranjeras, así como en los propios talleres del IAC, donde actualmente se realiza el ensamblado y puesta a punto para su posterior comisionado en el ORM.

OSIRIS fue concebido para dar acceso a la comunidad astronómica española a la observación astrofísica en los modos ópticos principales: imagen, espectroscopía de rendija en resolución baja, intermedia y multiobjeto, así como también en modos de fotometría rápida. Su característica más destacable son los filtros "sintonizables" o etalones. Se trata de filtros interferenciales que permiten elegir la longitud de onda variando el espesor de la cavidad interferencial; dicha versatilidad hace posible obtener la imagen con la longitud de onda elegida por el astrónomo. Con dos de estos etalones se alcanza por la parte azul del espectro los 650 nm. y hacia el rojo los 1.000 nm. OSIRIS será uno de los primeros instrumentos con esta capacidad instalado en un telescopio de clase 8-10 m.

Desde el inicio del Proyecto se pensó en un instrumento competitivo, adaptable a una gran variedad de programas científicos y capaz de afrontar los nuevos retos de la investigación en Astrofísica. A fin de cumplir los programas científicos planteados, se podrá adquirir imágenes a cualquier longitud de onda en el rango entre 365 y 1.000 nm y dentro de un campo de 8.5'x 8.5'. Con sus prestaciones, OSIRIS tendrá una capacidad inigualable para estudiar en detalle zonas de formación estelar desde las galaxias más cercanas hasta las más lejanas observables. Los campos de investigación serán tan variados como para englobar la formación estelar en galaxias cercanas, las galaxias activas, las galaxias más distantes y cuásares. Teniendo también en cuenta la capacidad para hacer espectroscopía a diferentes resoluciones, OSIRIS será el instrumento científico de referencia en el rango óptico para el telescopio GTC.

Algunos resultados relevantes

Enero:

Aceptación de la estructura Soporte en TTM S.L. (Valencia).

Entrega en el IAC de los cuatro primeros grismas.

Febrero: Recepción en el IAC de la estructura soporte.

Junio: Se ensamblan las diferentes partes de la Unidad de Rendijas y empieza el desarrollo de la electrónica y del software de control.

Julio:

Acaba la integración del subsistema Selector de Longitud de Onda y comienzan las pruebas de verificación internas (NTE S.A., Barcelona).

Se instala la estructura de soporte y el banco de integración de OSIRIS en la nueva sala de AIV del IAC.

Se contrata la fabricación de las VPHs con la compañía ATHO²L (Bélgica) para los modos de resolución alta del instrumento.

Septiembre:

Se termina el diseño preliminar del útil de integración en telescopio encargado a C. Militello (Fundación Empresa-Universidad de la Univ. de La Laguna).

Se llega a un acuerdo con la compañía SESO (Francia) para recubrir los espejos Colimador y *Folder*.

Octubre:

Primera aceptación del criostato en TTM S.L. (Valencia) que se considera fallida por no cumplir los requerimientos de fuga.

Termina la fabricación y la verificación de la ventana de entrada de OSIRIS (INAOE, México).

Noviembre: Pruebas de caracterización y verificación de la cámara (IA-UNAM, México).

Diciembre: Pruebas de aceptación en fábrica del subsistema Selector de Longitud de Onda (NTE S.A., Barcelona).

Evolución del Proyecto

Durante el pasado año 2005 las actividades del Proyecto han estado principalmente centradas en la verificación y aceptación de los distintos

punto de tener que establecer sanciones por demora tal y como se especifica en los pliegos administrativos del contrato con SESO. A mediados de año la empresa nos comunicó su incapacidad de cumplir los requerimientos de eficiencia en los recubrimientos de los espejos y no se acordó una alternativa aceptable hasta el mes de septiembre.

El **Sistema Selector de longitud de onda**, consistente en cuatro ruedas que sitúan los elementos de pupila (etalones, filtros y grismas) en el camino óptico, fue contratado a la empresa NTE, S.A. (Barcelona). Una vez integrados todos los elementos del mecanismo y hechas las pruebas funcionales se procedió a realizar las pruebas de verificación y la aceptación en fábrica, que tuvo lugar durante el mes de diciembre.

El **Criostato**, contenedor y refrigerador de los detectores de OSIRIS, fue un elemento conflictivo durante el año 2004 debido a que el contrato inicialmente firmado con G.L. Scientific (EEUU) para su diseño detallado, con intención de ser ampliado a la fabricación, tuvo que ser rescindido cuando restaban muy pocas tareas para finalizar el diseño. En el transcurso del año 2005 se completó en el IAC el diseño detallado y se contrató la fabricación a la empresa TTM S.L. (Valencia). El subsistema no pasó las pruebas de aceptación en fábrica y se encuentra actualmente otra vez en fase de pruebas en las instalaciones del fabricante posponiéndose la fecha de entrega a febrero de 2006.

Por otro lado la **Estructura Soporte** (responsable de mantener en su posición a todos los subsistemas del conjunto) y el adaptador para el foco Nasmyth, cuya fabricación fue adjudicada a la misma empresa TTM S.L. (Valencia) fue aceptada en fábrica e instalada en el IAC en los dos primeros meses del año.

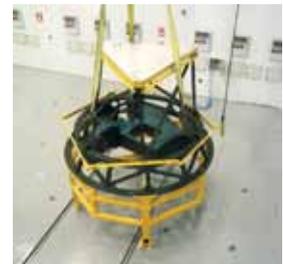
La opto-mecánica del **Barril de Cámara**, a cargo de nuestros colaboradores del IA-UNAM (México), fue fabricada en los talleres del CIDESI (Centro de Ingeniería y de Desarrollo Industrial, México) en la primera mitad del año. El ensamble mecánico



Sistema Selector de longitud de onda durante las pruebas de verificación en Barcelona.



Arriba: Criostato durante las pruebas de verificación en Valencia.



Izquierda: Estructura Soporte instalada sobre el banco de integración de OSIRIS en la nueva Sala de AIV del IAC.

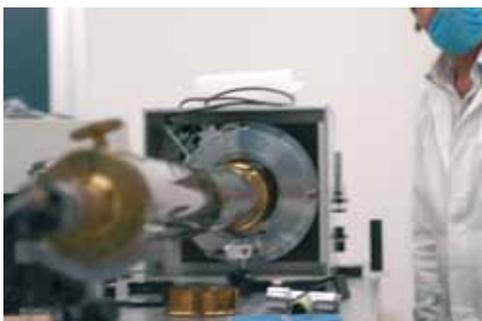
en las capas más bajas (hasta unos 5 km), complementa el estudio que se viene realizando estos años con los instrumentos SCIDAR y Shack-Hartmann.

Algunos resultados relevantes

18 de junio: Pruebas y puesta a punto del instrumento en el telescopio TCS.



Unidad de Rendijas: Montado sobre su banco de pruebas.



Cámara de OSIRIS: durante las pruebas en el IA-UNAM (México).

del **Barril** y la integración del correspondiente conjunto de lentes (tres dobletes y tres singletes) fue realizada en los laboratorios del IA-UNAM, así como las pruebas de verificación y caracterización del conjunto completo de la **Cámara** de OSIRIS, que concluyeron con éxito a mediados del mes de diciembre.

El mecanismo encargado de seleccionar e insertar las máscaras en el plano focal del telescopio, la **Unidad de Rendijas**, fue fabricado íntegramente en el IAC y el ensamble mecánico se completó a finales de año. También referente a esta unidad se fabricaron los armarios que contienen la electrónica asociada y se comenzó el desarrollo del software del control del mecanismo.

En resumen, el transcurso del Proyecto durante el año 2005 se mantuvo prácticamente dentro de los plazos esperados, a excepción de la entrega del **Colimador** y del **Criostato**, no habiendo ningún factor que ponga en duda las prestaciones finales del instrumento. Es de destacar que el buen curso de las actividades del Proyecto es debido al entusiasmo y profesionalidad de todos los ingenieros que componen el equipo de OSIRIS y también del resto de ingenieros y técnicos del Área de Instrumentación del IAC, que en todo momento han hecho suyo el compromiso para que el instrumento esté listo para su instalación en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) en Día Uno.

SCIDAR (SCINTILLATION DETECTION AND RANGING) Y SENSOR DE FRENTE DE ONDA TIPO SHACK-HARTMANN

**J.J. Fuensalida
C. Högemann, B. García, E. Hernández, J.M. Delgado, M. Reyes y J.M. Rodríguez González.**

Introducción

La caracterización de la calidad de los Observatorios del Teide (OT) y del Roque de Los Muchachos (ORM) se ha convertido en uno de los objetivos prioritarios del IAC, de cara a la selección de los emplazamientos de los grandes telescopios (ELTs- Extremely Large Telescopes) y al futuro del centro. El SCIDAR es un instrumento que permite medir perfiles de turbulencia atmosférica, mediante la observación de estrellas binarias. Esto permite obtener la información de localización en altura de las capas de turbulencia y el movimiento de las capas turbulentas y, por lo tanto, las velocidades de las mismas.

La incorporación de un sensor Shack-Hartmann,

permite la detección de la estructura del frente de onda simultáneamente con la estructura vertical de la turbulencia (WFS: Wave Front Sensing). Su importancia estriba en la capacidad de medir la estadística del frente de onda horizontalmente en distintos planos conjugados (distintas alturas de la propagación del haz) y por tanto estimar el tamaño de la escala externa de la turbulencia.

La utilización de un Sodar (Sound detection and ranging), para medir perfiles de turbulencia atmosférica, viento y dirección del viento

Imagen de SCIDAR-WFS instalado en el telescopio TCS.



Evolución del Proyecto

En el primer trimestre del año se terminó la fabricación mecánica de SCIDAR + WFS.

En el segundo trimestre, en mayo, se terminó la integración del instrumento y el 9 de julio se realizó el commissioning en el telescopio TCS.

LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION)

**J.J. Fuensalida.
A. Alonso, S. Chueca, J.A. Castro, C. Högemann
y A. Hernández.**

Introducción

La turbulencia asociada a los gradientes locales térmicos y de presión en la atmósfera constituye una de las limitaciones básicas en el rendimiento de los (grandes) telescopios empleados para la investigación astronómica desde la superficie terrestre. La falta de homogeneidad del índice de refracción de la atmósfera provocada por la turbulencia causa distorsiones en los haces de rayos luminosos que se propagan en su interior, resultando en un ensanchamiento por encima del límite de difracción del telescopio, un baile aleatorio de la posición centroide de intensidad, y fluctuaciones de la irradiancia.

Con objeto de obtener de los (grandes) telescopios su resolución teórica, es necesario utilizar técnicas que permitan compensar el efecto de la turbulencia atmosférica. Estas técnicas, denominadas de

Óptica Adaptativa (OA), consisten en medir el efecto de la turbulencia sobre el campo de observación, y corregirlo en tiempo real mediante dispositivos óptico-mecánicos. La medida de la turbulencia exige la presencia de una estrella brillante cercana o en el propio campo (estrella guía).

El número de estrellas naturales aptas para su empleo como estrellas guía es muy limitado, por lo tanto el empleo de sistemas de OA requiere la generación de lo que se conoce como Estrellas de Guía Láser. Los recientes desarrollos tecnológicos en láseres de alta potencia permiten generar estrellas artificiales enfocando un haz láser en la mesosfera terrestre (80-110 km) que provoca la retro-dispersión resonante por átomos de sodio o de potasio. Las estrellas así generadas se pueden emplear para corregir la turbulencia atmosférica en cualquier campo de observación.

El telescopio OGS en la configuración Coudé cuenta con un sistema compuesto por un láser de Nd:Yag a 532 nm (18 W) para el bombeo, un láser de titanio-zafiro sintonizable en 769.9 nm (potasio) y un láser de colorante sintonizable en 589.2 nm (sodio). Esto hace que dicho sistema sea adecuado para generar estrellas guía que permitirán caracterizar las necesidades técnicas de los sistemas de OA en los observatorios astronómicos del IAC.

Algunos resultados relevantes

Enero–octubre: Continúa la fase de explotación científica del Proyecto. Se han llevado a cabo observaciones sistemáticas dirigidas a caracterizar la abundancia columnal de capa de sodio en el OT, calibrando la sección eficaz iluminada de la línea con la lámpara opto-galvánica.

Enero–diciembre: Se ha implementado un sistema de reducción de datos sistemático. Se ha desarrollado un procedimiento de determinación de la altura de la capa basado en el análisis de las trazas de las estrellas de campo que aparecen en las imágenes de la estrella artificial, que permite refinar los datos obtenidos por triangulación.

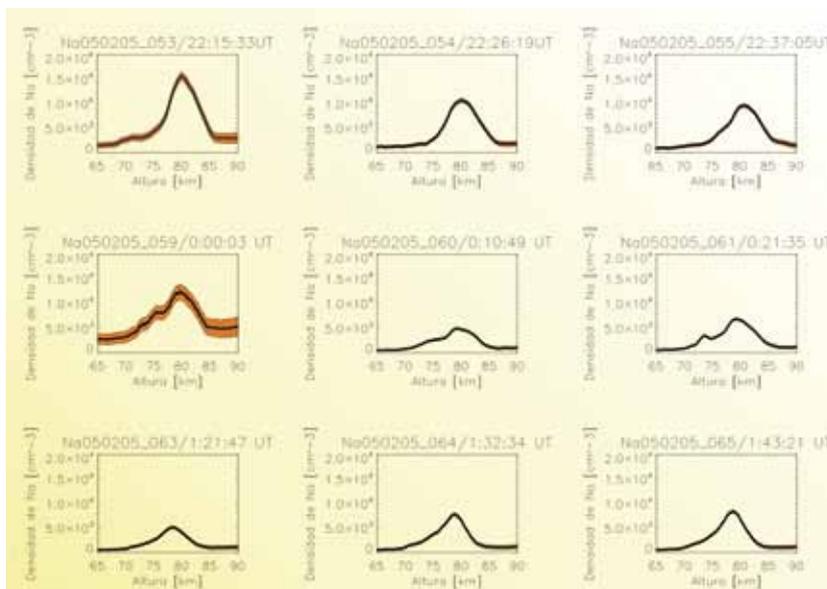
Septiembre: Presentación de una publicación basada en resultados del Proyecto: "Caracterización de la capa de sodio mesosférico para sistemas de estrellas de guiado láser (LGS) en el OT", XI Congreso Nacional de Teledetección, Puerto de la Cruz, Tenerife, 21-23 septiembre 2005.

Diciembre: Comienza el traslado del sistema del láser de colorante al banco norte. Se selecciona el expansor refractivo con óptica esférica para el lanzamiento fuera de eje.

Evolución del Proyecto

Desde el mes de enero se continuó con las campañas periódicas de observación en la rama de sodio. De las siete campañas realizadas sólo en dos se ha podido medir densidad columnal debido a circunstancias meteorológicas adversas, fallos instrumentales y traslado al banco norte.

Se ha implementado un sistema de reducción de datos automático y se ha desarrollado un método para determinar la altura mediante el análisis de las trazas de las estrellas de campo en una exposición de la estrella artificial. Los datos de las campañas anteriores se están analizando de forma homogénea y sistemática y se está preparando la publicación con los resultados para una revista astronómica bajo el título "A laser beacon for monitoring the mesospheric sodium layer over El Teide Observatory. I. Experimental set-up and preliminary results".



En septiembre se

Resultados de la calibración de la sección eficaz de la línea D2 medida el 2 de febrero de 2005.

presentó el Proyecto en el XI Congreso Nacional de Teledetección.

En diciembre se ha cambiado el láser de bombeo de argón por uno de Nd:Yag a 532 nm, lo que permitirá doblar la potencia de salida del láser de colorante.

Se ha descartado la conversión del sistema a ládar de sodio por las dificultades técnicas que entraña tal proyecto.

MONITOR DE SEEING AUTOMÁTICO “DIMMA”

C. Muñoz-Tuñón.
A.M. Varela, L.F. Rodríguez Ramos y J.M. Delgado Hernández.

Introducción

Al objeto de mejorar y modernizar el monitor de seeing desarrollado en el IAC y que funciona regularmente desde 1995, incorporando una serie de prestaciones que suponen un salto cualitativo importante en su utilidad científica, se ha acudido a la empresa comercial para la realización de un sistema a medida, del cual se espera producir un cierto número de unidades.

La idea más significativa consiste en la determinación de que se convierta en un instrumento completamente automático, o robótico como a veces se le denomina, es decir, que sea capaz de desarrollar regularmente sus funciones sin la necesidad de que un operador esté presente. Deberá además alimentarse con fuentes de energías renovables y ofrecer la supervisión y permitir la obtención de datos desde lugares remotos.

Algunos resultados relevantes

En el mes de enero de 2005 se realizaron las primeras reuniones con el grupo de trabajo de la empresa INERZA S.A., adjudicataria del desarrollo, al objeto de poner en marcha las actividades.



Conjunto telescopio y cúpula en las instalaciones de la empresa INERZA, S.A., en Las Palmas de Gran Canaria.

En abril se recibió el diseño detallado del sistema DIMMA, que constituía uno de los hitos del Proyecto que implicaban el desembolso del 15% del coste total del desarrollo.

Durante el resto del año la empresa INERZA S.A. ha estado trabajando en el desarrollo del sistema, habiendo logrado completar el acopio de los elementos hardware en octubre, una vez resueltos los problemas con el suministro de la cúpula. Desgraciadamente el equipo de trabajo ha sufrido cambios significativos entre sus componentes, lo que ha provocado retrasos en el desarrollo de software.

JRA2 (JOINT RESEARCH AGREEMENT)- OPTICON

J.J. Díaz

Introducción

OPTICON JRA2

El IAC, dentro de OPTICON (Programa Marco FP6), está involucrado en el desarrollo de un detector CCD de lectura rápida especialmente concebido para aplicaciones de Óptica Adaptativa. Se ha configurado un grupo de trabajo, “Joint Research Agreement” (JRA2), en el que participan el IAC, OMP, Onera, LAOG y ESO con el fin de propiciar la repartición de tareas y facilitar el seguimiento en el cumplimiento de las mismas.

Objetivo del JRA2

El objetivo del JRA2 es un CCD con capacidades únicas para sus aplicaciones de Óptica Adaptativa en Astronomía.

El nuevo CCD, denominado CCD 220, es un dispositivo de los denominados L3, LLL ó “Low Ligh Level”, de alta velocidad cuyo fin último es la construcción de un sensor de frente de onda (WFS) útil en el rango visible. El detector está siendo fabricado por E2V Technologies Ltd. (Reino Unido), supervisado por los componentes del JRA2 y bajo la responsabilidad contractual con el ESO.

Se trata de un CCD con píxeles de $24 \mu\text{m} \times 24 \mu\text{m}$ y 240×240 píxeles. El sensor es del tipo back illuminated, split frame y cuenta con 8 salidas. Este dispositivo deberá ser capaz de funcionar con ruidos de lectura por debajo del electrón siendo el objetivo del desarrollo un ruido de lectura del orden de $0.1 e^-/\text{pixel}$ y corrientes de oscuridad del orden de $0.01 e^-/\text{pixel/frame}$ para frecuencias de lectura comprendidas entre los 25 Hz y los 1.500 Hz.

Para obtener estos resultados se ha considerado necesario incluir técnicas aún novedosas en el diseño de CCDs como salidas múltiples, registros de multiplicación y metal buttressing para los relojes. Además del CCD 220, concebido como el producto base del desarrollo, en el que se han minimizado los riesgos tecnológicos en lo posible, se generarán otras dos versiones, cuyo éxito se entiende no comprometido desde el inicio y no está asegurado por contrato. Se trata de una versión con shutter electrónico (CCD 219) para aplicaciones con Rayleigh Laser Guide Stars y otra versión que trabajará en modo Deep Depletion y que podría llegar a mejorar las prestaciones del CCD 200. El dispositivo irá encapsulado utilizando un diseño desarrollado especialmente para esta aplicación y que incluye un enfriador termoeléctrico para permitir operación a bajas temperaturas con el objeto de reducir la corriente de oscuridad.

Organización del JRA2

El JRA2 se ha configurado de acuerdo con el organigrama siguiente donde cada institución tiene asignado uno o varios paquetes de trabajo.

Dentro del JRA2 se fabricará la cámara para realizar las pruebas del detector. Las actividades que llevan a la producción de la cámara WP3 y WP4 son llevadas a cabo por LAOG, LAM y OHP. Una réplica de la cámara será entregada al IAC para llevar a cabo el WP5.

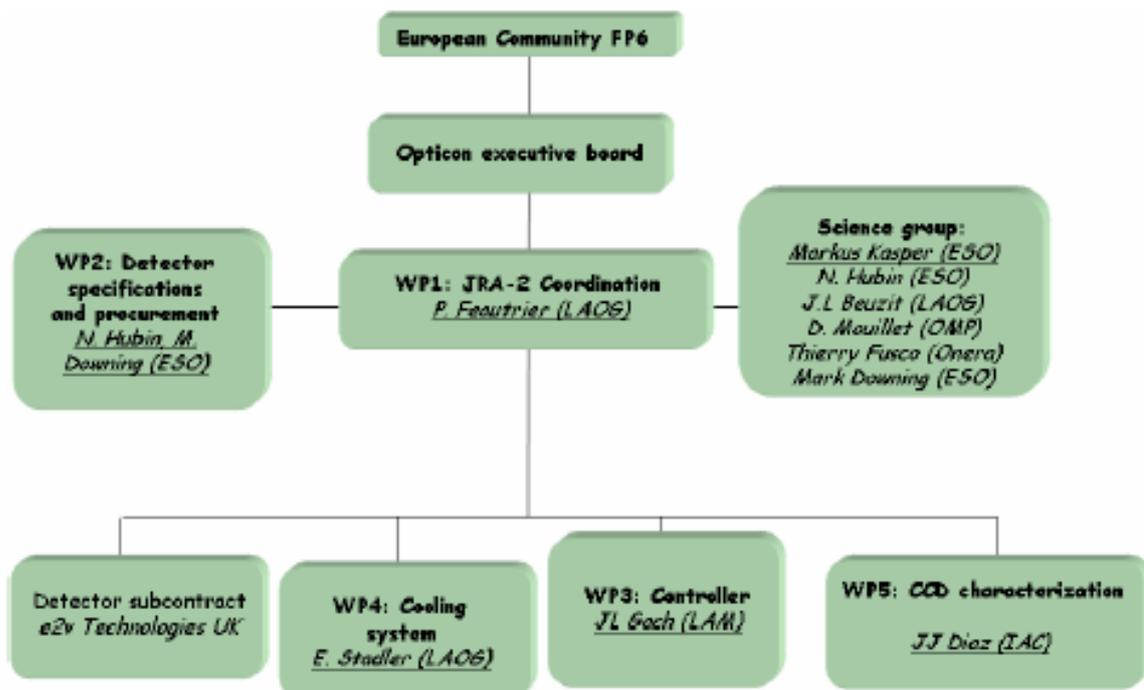
Papel del IAC en el JRA2

El IAC es responsable de la caracterización del CCD220 tras las pruebas de aceptación en factoría. El resultado de esta tarea es la generación de un informe con los datos resultantes de las pruebas y su validez para ser utilizado en su sistema de Óptica Adaptativa. Igualmente se deberá identificar los parámetros óptimos de funcionamiento.

Algunos resultados relevantes

Realización de los informes anuales de progreso requeridos por OPTICON.

Contribución a la definición de las pruebas del Detector propuestas para su realización en factoría y revisión de los documentos contractuales para su aprobación.



INSTRUMENTACIÓN INFRARROJA

EXPLOTACIÓN CIENTÍFICA DEL ESPECTRÓGRAFO IR LIRIS (3I1202)

A. Manchado.

J.A. Acosta Pulido, M. Barreto, R. Barrena,
E. Cadavid, E. Hernández, A. Manescau, H.
Moreno, J. Olives y C. Ramos Almeida.

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.

Principales características de LIRIS:

- 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
- Capacidad de polarimetría en modo imagen
- Coronografía con máscaras de apodización

Algunos resultados relevantes

Se reemplaza la ventana de entrada para mejorar la transmisión en banda K.

Se consigue mejorar la resolución espectral en la

banda K hasta 2500.

Instalación de nuevos filtros de banda estrecha (Pab y su continuo en J).

Continúa la utilización de Tiempo Garantizado al equipo de LIRIS.

LIRIS se ha usado como instrumento de tiempo común, siendo uno de los más solicitados en el telescopio WHT.

Evolución del Proyecto

Durante el año 2005 se combinaron las operaciones científicas del instrumento con varias actualizaciones, entre otras la mejora de la transmisión del sistema en banda K, la instalación de un grisma para conseguir resolución más alta en banda K, así como la incorporación de nuevos filtros de banda estrecha.

En la parte informática se finalizó el desarrollo y verificación del sub-sistema de Control de Lámparas de calibración. Se introdujeron varias mejoras en las secuencias automáticas de observación y se modificó el código de los mismos para adaptarlo a la nueva sintaxis de comandos del autoguiador y de petición de estados del sistema de control del telescopio (TCS). También se consiguió terminar la documentación relativa.

Reemplazo de la ventana del instrumento

Durante el mes de agosto de 2005 se procedió al intercambio de la ventana de entrada al criostato por otra de material con mejores cualidades de transmisión en el infrarrojo. La ventana reemplazada presentaba una fuerte absorción, aproximadamente 40% alrededor de 2.2 micras, como puede apreciarse en la figura 1. Con la ventana actual se consigue una transmisión

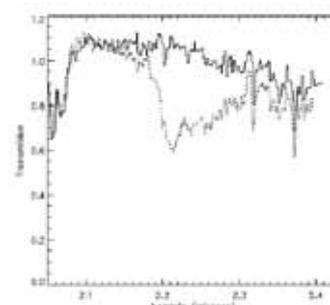


Figura 1: Comparación de la transmisión en la banda K a través de la nueva ventana (línea continua) y la antigua (línea punteada).

- Campo de visión: 6 x 4 arcmin. Meta 6 x 4 arcmin
- Número de máscaras para MOS: > 20. Meta > 50
- Transmisión: >40% en modo Imagen, sin filtro ni detector. Meta >60%
- Calidad de imagen (θ_{80}): < 0.6 arcsec (en todo el rango espectral). Meta < 0.4 arcsec

La explotación científica inicial de EMIR corre a cargo de dos grupos científicos principales. El grupo GOYA, cuyo Proyecto científico dio origen y dirige el desarrollo de este instrumento, y el grupo EAST. El objetivo principal de GOYA es realizar un censo de galaxias dedicado a la observación de fuentes con desplazamiento al rojo $2 < z < 3$, para la exploración de épocas tempranas en la historia del Universo, donde la formación de galaxias alcanzó su máxima intensidad. GOYA queda descrito en más detalle en la memoria del Proyecto 310500. 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



Figura 2: Imagen en color del objeto Messier 99 obtenida a partir de la combinación de los filtros J y Pa β (en tonos rojos) que realza la estructura espiral de esta galaxia, pudiéndose identificar claramente las regiones de formación estelar.

prácticamente uniforme a lo largo de toda la banda K.

Mejora de la resolución espectral en banda K

Se ha incorporado un nuevo grisma que produce una resolución 2000 con la rendija más estrecha de 0.5" en la banda K, cubriendo el rango desde 1.92 a 2.49 micras (aproximadamente 5 Å/píxel). Este grisma ha sido fabricado sobre un prisma de zafiro y usando como red de difracción una replica de las proporcionadas por el fabricante Richardson-Gratings. La eficiencia a lo largo de toda la banda está alrededor del 35%.

Imágenes en banda estrecha

A partir de octubre 2005 se incorporaron a la lista de filtros de banda estrecha los filtros Pa β y J-continuo, ambos dentro de la banda J. En particular el filtro Pa β sirve para medir el ritmo de formación estelar en regiones HII de nuestra Galaxia y también en galaxias próximas. La ventaja de observar en esta línea frente a otras localizadas en el rango visible es que se puede detectar zonas de emisión en

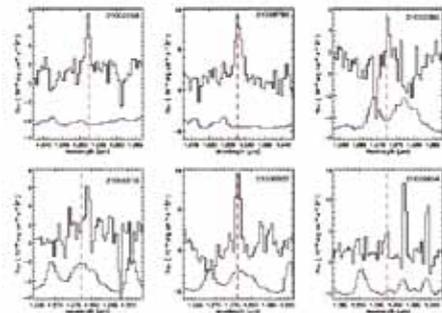


Figura 3: Espectros de seis galaxias extraídas del catálogo DEEP2 con desplazamientos al rojo próximos a 1. La posición esperada de la línea H α se marca con la línea vertical a trazos. La emisión del cielo se muestra en la parte baja de cada panel. Uso del instrumento por la comunidad astronómica.

- Rango espectral: 0.9 - 2.5 μ m
- Resolución espectral: ~4000 (en todo el intervalo espectral). Meta 5000.
- Cobertura espectral: Una ventana de observación en Z, J, H o K
- Formato del detector: HAWAII 2048 x 2048 píxeles de Rockwell
- Escala en el detector: > 0.175 arcsec/píxel. Meta 0.2 "/píxel
- Tasa de toma de datos > 1 imagen/seg. Meta > 2 imágenes/seg
- Temperatura del espectrógrafo: 77 K

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:

regiones fuertemente oscurecidas por el polvo. A modo de pruebas se observó la galaxia espiral Messier 99, aunque las condiciones de visibilidad no fueron buenas durante las observaciones. Como puede verse en la figura 2 se detectan claramente las regiones de formación estelar localizadas en los brazos espirales.

Espectroscopía Multi-objeto

El equipo científico del Proyecto siguió haciendo uso del Tiempo de Observación garantizado, aunque parte de las noches se perdieron debido a malas condiciones meteorológicas. Entre los programas científicos llevados a cabo destaca por su mayor innovación el uso de la espectroscopía multiobjeto. A finales del año 2004 se realizaron las primeras observaciones científicas usando el modo de espectroscopía multi-objeto, aunque se trataba de estrellas relativamente brillantes. Fue en el mes de junio de 2005 cuando se realizaron las primeras observaciones de objetos muy débiles usando este modo, en concreto de galaxias con alto desplazamiento al rojo ($z \sim 1$). El objetivo principal de este programa es la determinación del ritmo de formación estelar en el Universo temprano a través de observaciones de galaxias con desplazamientos al rojo próximos a 1. De las ocho galaxias contenidas en la máscara se consiguió detectar la línea $H\alpha$ en seis de ellas, después de 3 horas de tiempo de exposición. En la figura 3 se representan los espectros obtenidos, junto con la emisión del cielo en la misma zona espectral. La mayor dificultad para la obtención de los espectrogramas de objetos débiles en el rango infrarrojo consiste en la supresión del fondo de líneas de emisión de OH atmosférico. Como puede verse la relación señal a ruido mejora cuando las líneas de la galaxia aparecen en zonas no contaminadas por las líneas de OH más intensas, por ejemplo la galaxia 2 en la figura 3.

Durante el año 2005 se concedieron 43 noches de tiempo de observación para observación con LIRIS a través de los diferentes comités de adjudicación. Hay que añadir 9 noches de tiempo garantizado para el equipo LIRIS. Esto representa aproximadamente 15% de todas las noches del tiempo de observación del telescopio WHT. Lo cual indica una buena aceptación del instrumento por parte de la comunidad astronómica y que probablemente se incremente en el futuro una vez se conozcan mejor sus capacidades.

EMIR: ESPECTRÓGRAFO MULTIOBJETO INFRAROJO PARA EL GTC (P5/01)

F. Garzón.

M. Balcells, M. Prieto, D. Abreu, C. González, S. Barrera, S. Becerril, J.J. Díaz, A.B. Fragoso, F. Gago, A. Manescau, J.L. Rasilla, J.C. López, P. López, J. Patrón, J. Pérez, P. Redondo, P. Saavedra, R. Restrepo, F. Tenegi y V. Sánchez.

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, S. Pascual, J. Gorgas y J. Zamorano (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder, S. Braunogué y T. Contini (LAOMP, Francia); C. Gry, B. Milliard y R. Grange (LAM, Francia).

Introducción

El Proyecto EMIR aborda el diseño y construcción de un espectrógrafo multiobjeto con capacidad de imagen para observaciones en el rango infrarrojo cercano con el telescopio GTC. EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multirrendija y de imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura y en el dominio infrarrojo cercano. En particular, la capacidad de realizar espectroscopía multiobjeto en la banda de $2.2 \mu\text{m}$ 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 $2.5 \mu\text{m}$. Está 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 2048×2048 píxeles, y dotado de un novedoso sistema de control, desarrollado por el equipo del Proyecto.

Las prestaciones del instrumento quedan resumidas en la siguiente tabla. Es oportuno resaltar que prácticamente todos los requisitos se cumplen en la actualidad más allá de lo solicitado.

Especificaciones de EMIR:

- Estación Focal Nasmyth

- 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.

Algunos resultados relevantes

Se han lanzado los siguientes contratos externos:

- Fabricación de las lentes y diseño y fabricación de los barriles del colimador 2 (3 lentes) y la cámara (6 lentes): SESO (Francia)
- Programa de demostración de la CSU: Janssen Precision Engineering (Países Bajos); se dispone de un prototipo de 3 barras prácticamente listo para las pruebas
- Diseño y fabricación de la unidad de traslación (3 ejes) del detector (DTU): CSEM (Suiza)
- Compra de filtros de banda ancha Z, J, H y K_short a Research Electrooptics, y K y K_spec a NDC IR Engineering

El sistema óptico final se ha incorporado al diseño mecánico (estructura y subsistemas) donde en particular se ha verificado que el modelo estructural de la base fría cumple los requerimientos de movimiento de imagen.

Se ha firmado el acuerdo e iniciado la colaboración con el LAM (Marsella, Francia) para el diseño y fabricación de las monturas de los elementos dispersivos (pseudogrismas+prismas).

Se ha firmado el acuerdo marco de colaboración de las distintas instituciones integrantes del Consorcio EMIR: IAC, UCM, LAM, LAOMP y la Univ. de Florida.

Se dispone de conceptos avanzados de todos los subsistemas del instrumento, salvo del periscopio, y los del criostato (incluidas pantallas flotantes y frías) y del banco óptico del instrumento están casi listos para su contratación externa.

Fabricación y pruebas de los siguientes modelos de desarrollo:

- Pruebas del colimador CO1: finalizado
- Pruebas del prototipo de los elementos de soporte ("support trusses"): finalizado
- Pruebas del prototipo de la rueda de grismas: pruebas en curso.

Se ha completado el nuevo sistema de control y lectura de 32 canales y se ha probado con el detector de ingeniería. Quedan pendientes las pruebas definitivas de caracterización del detector de ciencia Hawaii-II.

Se ha celebrado la segunda reunión del grupo EAST, en la que se ha avanzado en la definición del programa central en temas distintos de los de GOYA, así como en la organización y desarrollo futuro del grupo.

Por último, ha tenido lugar la tercera reunión científica del proyecto GOYA, en la que ha habido un importante progreso en la definición de los criterios de selección de muestras a observar con EMIR, en base a los catálogos fotométricos.

Evolución del Proyecto

EMIR ha continuado su desarrollo, siempre repleto de dificultades e imprevistos, a lo largo de 2005, fundamentalmente completando el diseño detallado, previo a fabricación, de aquellas partes que lo requerían.

Respecto a la óptica, a mediados de 2005 se adjudicó a la empresa francesa SESO el suministro de todas las lentes de EMIR, según nuestro diseño óptico. Son en total 11 lentes, 9 de las cuales (las 6 de la cámara más el triplete del colimador) se entregarán montadas en dos barriles. Se espera recibir los diferentes componentes a lo largo de 2006.

También se han recibido y aceptado las tres redes de difracción especiales para EMIR, fabricadas por la empresa Jobin Yvon bajo contrato con el IAC. Dichas componentes se encuentran actualmente en el LAM para montarse en las unidades completas de dispersión.



Prototipos del soporte del banco óptico (arriba) y de la rueda de grismas montado (abajo) dentro del EMCTS.



En el área de mecánica, se ha prácticamente finalizado satisfactoriamente el plan de prototipos, con lo que se cuenta con soluciones técnicas probadas para las monturas de las lentes grandes (ventana de entrada y primera lente del colimador); para la estructura de soporte del banco frío; y para el sistema de movimiento y posicionado de las ruedas.

El criostato de pruebas (EMCTS) está funcionalmente operativo y en uso, y se tienen prácticamente todos los sistemas especificados. El banco óptico y la cámara de vacío se contratarán en el primer trimestre de 2006. La unidad de traslación del detector (DTU) fue contratada en julio de 2005 y camina satisfactoriamente hacia su entrega a mediados de 2006.

Finalmente, la unidad criogénica de máscaras (CSU), que se está demostrando como el sistema más difícil y arriesgado de los que componen el instrumento, está a punto de finalizar su programa de demostración (enero de 2006). El contrato de suministro se lanzará una vez evaluados los resultados conseguidos en el IAC, usando el



Imágenes del prototipo de 3 barras.

EMCTS.

Se ha recibido y aceptado el mosaico detector de grado científico y se tiene completamente construido y probado (en caliente y en frío) el sistema controlador de 32 canales.

Para acabar con el desarrollo instrumental, el software de control y gestión progresa en su concepción e implementación, en paralelo con el desarrollo del sistema de control del telescopio GTC.

En el aspecto de explotación científica de EMIR, los grupos GOYA e EAST han continuado su trabajo de preparación del programa central de observaciones y de difusión de EMIR entre la comunidad de usuarios.

PARTICIPACIÓN DEL IAC EN FRIDA (3I2105)

**F. Garzón.
J.J. Díaz y F. Gago.**

Colaborador del IAC: F.J. Fuentes.

J.A. López, A. Watson, B. Sánchez, S. Cuevas, R. Flores, C. Espejo, V. Bringas, G. Lara, L. Gutiérrez, O. Chapa y A. Farah (UNAM, México); J.M. Montoya, R. Toral (CIDESI, México); S. Eikenberry (Univ. de Florida, EEUU).

MEMORIA
IAC 2005

129

Introducción

El telescopio GTC será muy pronto el mayor telescopio óptico/infrarrojo de espejo único en el Mundo, y como tal ofrecerá dos claras ventajas para el estudio del Universo, tanto local como lejano. La primera viene del hecho de que el poder de colección de un telescopio depende de D^2 , el cuadrado del diámetro, de modo que el telescopio GTC recogerá más fotones que cualquier otro telescopio. La segunda aparece porque el límite

de difracción es inversamente proporcional al diámetro, de modo que una vez en se disponga del corrector de Óptica Adaptativa (OA), el telescopio GTC tendrá la mejor resolución espacial de todos los telescopios infrarrojos. Por ello, el telescopio GTC será ideal para estudios que requieran alta resolución, tanto de objetos débiles como brillantes.

La oficina del proyecto del telescopio GTC está diseñando el corrector de OA, que será básico para que éste desarrolle todo su potencia. Inicialmente, el sistema de OA será de conjugado único, con un sensor de frente de onda óptico y estrellas guías naturales. Se prevé que pueda entregar un haz parcialmente corregido con relación de Strehl en K de 0.45 usando estrellas guía brillantes y de 0.45 con estrellas guía de $m_R = 15$. Puesto que el sistema será de conjugado único, podrá corregir previsiblemente un campo de alrededor de 20 segundos de arco, en radio.

FRIDA se ha planteado como el primer instrumento para el sistema inicial de Óptica Adaptativa del telescopio GTC. Se ha acordado que las instituciones participantes en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC), UNAM, IAC y la Univ. de Florida, construirán conjuntamente FRIDA, aprovechando en su desarrollo toda la experiencia instrumental existente en esas instituciones para conseguir la máxima eficacia en el diseño y fabricación. La UCM y LAOMP también participarán en FRIDA, bajo coordinación del IAC.

El diseño de FRIDA como cámara y espectrógrafo de campo integral con óptica limitada por difracción, permitirá trabajar sin degradar la calidad de imagen, arduamente conseguida, que entregará el corrector de OA del telescopio GTC. FRIDA operará en el rango del infrarrojo cercano donde se alcanzarán las mayores relaciones de Strehl, y obtendrá imágenes de alta calidad en banda ancha y estrecha, más espectroscopía espacialmente resuelta mediante el uso de la unidad de campo integral. Asimismo, dispondrá de modos para imagen de alto contraste.

FRIDA será una cámara y espectrógrafo de campo integral de uso común, cubriendo el rango de 0.9 a 2.5 micras. Se han identificado los modos de imagen y espectroscopía de campo integral como los más interesantes desde el punto de vista científico, por lo que serán estos los que dirijan el diseño del instrumento. Sin embargo, se pueden incluir adicionalmente posibilidades para mejoras futuras, como rendijas largas y aberturas en plano

focal, siempre que no supongan un impacto negativo en los modos de observación primarios ni en el presupuesto y calendario. FRIDA se instalará en la plataforma Nasmyth, tras el corrector de OA. Es fácil anticipar que FRIDA será un instrumento altamente competitivo.

FRIDA ofrecerá imagen directa en banda ancha y estrecha, con escalas espaciales seleccionables de 0.010 arcsec/píxel y 0.020 arcsec/píxel, que corresponden a campos de visión totales de 20.48×20.48 arcsec y 40.96×40.96 arcsec. La escala fina se plantea como la muestreo adecuado del centro de la imagen, casi limitado por difracción, en las bandas J y H, y la más gruesa está pensada para la banda K.

FRIDA también dispondrá de espectroscopía de campo integral, utilizando un rebanador de imagen. Las escalas espaciales seleccionables paralelas a las secciones de imagen serán de 0.010 y 0.020 arcsec por píxel, y las correspondientes en la dirección perpendicular serán de 0.020 y 0.040 arcsec por sección. Cada rendija se proyecta en dos píxeles en la dirección espectral. Utilizando un rebanador de 30 secciones (TBC), estas escalas corresponden a campos de visión de 0.65×0.60 arcsec y 1.30×1.20 arcsec. Las resoluciones espectrales disponibles serán $R \sim 500$, $R \sim 5000$, y $R \sim 30,000$. La combinación de altas resoluciones espacial y espectral será una capacidad única de FRIDA.

FRIDA va a permitir investigar estructuras a escalas angulares de 0.01 arcsec. Su rango espectral de operación es el adecuado para estudiar objetos extinguidos, además de ser rico en líneas de absorción estelares y de emisión de diferentes especies químicas y fases de gas. Por ello, FRIDA será capaz de abordar un gran número de problemas claves en Astrofísica.

El interés por FRIDA en la comunidad GTC es amplio. Los proyectos científicos directores abarcan desde cuerpos del sistema solar a sistemas a alto z, pasando por sistemas binarios próximos, objetos estelares jóvenes, fenómenos circumestelares en estados avanzados de la evolución estelar, y núcleos galácticos activos.

Algunos resultados relevantes

El logro más relevante, y prácticamente único, del Proyecto durante 2005 lo constituye la aprobación definitiva de FRIDA como instrumento

del telescopio GTC. El contrato de suministro entre IA-UNAM y GRANTECAN S.A. está a punto de firmarse, con lo que se contará de inmediato con fondos para comenzar la ejecución del mismo.

Por otra parte, se ha cerrado la participación del IAC en FRIDA como responsables globales del Sistema de Control completo: detector y electrónica asociada; electrónica de alto nivel para el control de mecanismos; y las tareas relacionadas a la reducción de datos y gestor de observaciones. Como coordinadores del grupo de control de FRIDA, el grupo va a reproducir exactamente el mismo esquema que funciona actualmente en EMIR, con participación de IA-UNAM, UCM y LAOMP.

Evolución del Proyecto

La participación del IAC en FRIDA sigue al desarrollo realizado en EMIR. En concreto, se ha planteado desde el inicio que el IAC será responsable del sistema de control completo de FRIDA, para el que se replicará hasta el límite todo el sistema equivalente en EMIR. En concreto 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. Estas tareas comprenden desde diseño hasta fabricación pasando por la adquisición de componentes.

TIP-II ESPECTRÓGRAFO PARA GREGOR

M. Collados.

J.J. Díaz, E. Hernández, R. López y E. Páez.

Introducción

El polarímetro infrarrojo TIP, construido por el IAC, está instalado en el VTT del OT como instrumento de uso común desde 1999. Desde entonces y hasta ahora, es el instrumento más exitoso de todos los que están en dicho telescopio. Desde su primera campaña, viene siendo utilizado de manera rutinaria por grupos españoles (IAC, IAA) y extranjeros (KIS, MPS, USG e IAP, todos ellos de Alemania). A pesar de su corta vida, ya ha dado lugar a un número considerable de publicaciones, entre las que cabe destacar dos artículos en la prestigiosa revista *Nature*. En 2002, se llegó a un acuerdo con el MPS de Lindau para actualizar

el polarímetro (y dar lugar a TIP II) para, con financiación preferentemente alemana, adquirir un nuevo detector, que permitiera ampliar las prestaciones del instrumento (mejor resolución espacial y más campo de visión). Tras varios contactos con Rockwell Inc., se decidió comprar el detector TCM8600, junto con el criostato y la electrónica asociada.

Esta mejora del polarímetro es contemporánea en el tiempo con la construcción del telescopio alemán GREGOR de 1,5 m de diámetro. Simultáneamente a la adquisición de la nueva cámara, se ha diseñado desde 2003 un espectrógrafo adecuado para TIP II que permita mejorar todavía más la resolución espacial, en aproximadamente un factor dos, en comparación con los resultados que se esperan obtener en el telescopio VTT. Si esta planificación se cumple, esperamos haber mejorado la resolución espacial en un factor cuatro respecto al polarímetro original TIP.

Evolución del Proyecto

- Realizar las pruebas definitivas de la cámara y del polarímetro TIP-II durante el primer trimestre. Estas pruebas se iniciaron en el primer trimestre del año tal y como estaba previsto. Si bien los resultados obtenidos inicialmente confirmaban la validez de la cámara y sus altas prestaciones, se detectaron fallos en la electrónica que dificultaron las observaciones. Con el fin de subsanar estos problemas en la electrónica la cámara pasó a los laboratorios del IAC.

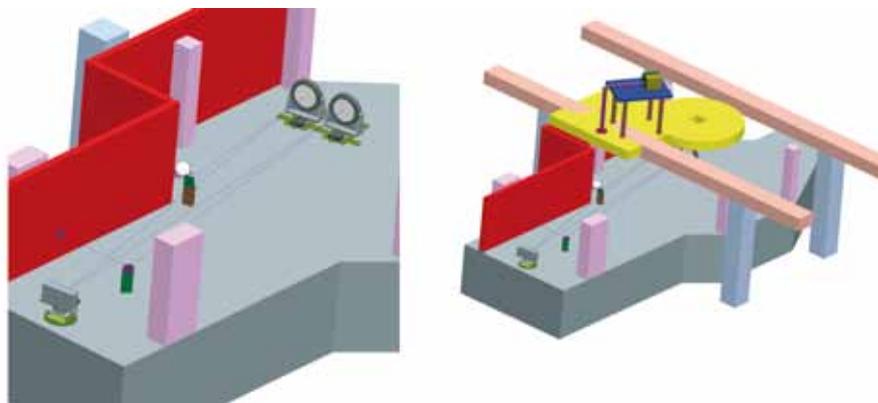
- Realizar las primeras medidas científicas de TIP-II en la VTT durante el segundo trimestre. Tras pasar por el laboratorio del IAC se confirmaron los problemas de la cámara y se intentaron resolver los problemas encontrados. Si bien se realizaron algunas modificaciones en el software, especialmente en lo referente a la electrónica de sincronización, los problemas de naturaleza puramente electrónica persistieron. Se contactó con los fabricantes para intentar solucionar dichos problemas siguiendo sus indicaciones y se resolvieron, al menos en apariencia, alguno de los problemas que posteriormente se manifestó con más intensidad.

- Abrir TIP-II a todos los observadores del telescopio VTT a partir del tercer trimestre. Estando en el uso de la cámara abierto a la participación de la comunidad astronómica, los problemas de la electrónica arreciaron hasta tal punto que

hicieron prácticamente inviable su utilización para aplicaciones científicas. Se ha contactado con el fabricante y se ha concluido que es necesario el envío de la cámara a la factoría para su reparación in situ. Finalmente se ha acordado que, por motivos de seguridad, se enviará sólo la electrónica y que, tras su inspección y reparación, se realizarán las pruebas finales junto con el detector en el IAC. En caso de surgir dificultades insalvables se requeriría la asistencia en el IAC de un técnico de la empresa fabricante.

- Cambio de los filtros ubicados dentro del criostato de TIP-II. Los filtros originales de 1 pulgada de diámetro han sido sustituidos por otros de 1,5 pulgadas, con lo que se evita el viñeteo producido por aquellos.

- Migración de todo el sistema de adquisición a Linux y su adaptación a la nueva cámara. Además de las prestaciones del sistema original, el sistema de adquisición ha sido optimizado de diversas maneras, entre las que cabe mencionar la sincronización con los instrumentos POLIS y TESOS y la comunicación con el nuevo sistema de Óptica Adaptativa KAOS (Kiepenheuer Adaptive



A la izquierda, se muestra la disposición espacial de los elementos ópticos del espectrógrafo para el telescopio GREGOR ubicados en la cuarta planta del edificio (espejos colimador y de cámara, red de difracción y espejos planos para dirigir la luz en la dirección adecuada). A la derecha, se muestran la cuarta y la quinta plantas. El plano focal de entrada del espectrógrafo se forma en esta última, en la que se colocarán la rendija de entrada y el polarímetro.

ASTROFÍSICA DESDE EL ESPACIO

PARTICIPACIÓN DEL IAC EN LAS MISIONES ESPACIALES HERSCHEL Y PLANCK SURVEYOR

**(411499 - 411000 – 4E3702 - 4E4202 –
4E2604 – 4E4804)**

Misión HERSCHEL

- Instrumento PACS

J. Cepa Nogué.

**J.M. Herreros, M. Amate, H. Chulani, A. Díaz,
M.F. Gómez Reñasco, S. Iglesias, A. Obrado y
M. Sánchez.**

- Instrumento SPIRE

I. Pérez Fournon.

J.M. Herreros y E. Hatziminaoglou.

Misión PLANCK SURVEYOR

- Instrumento LFI

R. Rebolo.

**J.M. Herreros, M. Amate, H. Chulani, M.F. Gómez
Reñasco, S. Hillebrandt, R. Hoyland, A. Obrado,
R. Rodríguez y M. Sánchez.**

**Delineación Técnica: A. Díaz, J.C. Díaz y J.J.
Perdigón.**

**Taller y Almacén de Mecánica: F. Llarena, J.J.
Dionis, C.A. Flores, H. Gabino, J.F. García, E.
González, C. Morell, R. Negrín, L. Pérez.**

Introducción

Desde el año 1996 el IAC viene participando en la concepción y desarrollo de la carga útil científica de las misiones espaciales Herschel Space Observatory y Planck Surveyor de la Agencia Espacial Europea (ESA). Ambas misiones forman parte del programa Horizon 2000 y se desarrollan en el ámbito de un solo proyecto. Los satélites realizarán sus observaciones en el rango de longitudes de onda del infrarrojo, submilimétrica y milimétrica, desde órbitas similares alrededor del punto de Lagrange L2. El presente concepto de misión contempla lanzar ambos satélites con un lanzador tipo Ariane 5, estando previsto su lanzamiento el 7 de agosto de 2007.

HERSCHEL es una misión tipo observatorio multi-usuario que explorará el espectro electromagnético en el rango 60-670 micras (480 GHz – 5 THz).

En noviembre de 1993 se seleccionó para ser la cuarta misión "piedra angular" en el programa Horizon 2000.

En 1996 PLANCK fue seleccionada como la tercera misión de tamaño medio del programa Horizon 2000. Es del tipo IP (Investigador Principal), de exploración del cielo. Su objetivo principal es obtener nueve mapas de todo el cielo en el rango de frecuencias 30-900 GHz con una resolución y sensibilidad sin precedentes. A partir de estos mapas se podrá cartografiar las fluctuaciones en el Fondo Cósmico de Microondas (FCM), radiación interpretada como el remanente de la fase inicial del Universo que se conoce como Big-Bang.

Participación del IAC

Los grupos del IAC que estudian el Fondo Cósmico de Microondas y el Origen y Evolución de las Galaxias precisan poder acceder a los datos que obtendrán los satélites HERSCHEL y PLANCK para mantener una actividad científica de primera línea en estos campos. A tal fin, los científicos e ingenieros del presente Proyecto son miembros, desde hace más de diez años, de los Consorcios Internacionales que se han formado para proporcionar a la ESA los instrumentos PACS (Photoconductor Array Camera & Spectrograph) y SPIRE (Spectral and Photometric Imaging Receiver) para el satélite Herschel y el instrumento LFI (Low Frequency Instrument) para PLANCK. Estos instrumentos presentan algunos desafíos tecnológicos de primera magnitud que conciernen campos tan diversos como las tecnologías de recepción en microondas, sistemas de criogenia o tecnologías de procesamiento y compresión de datos.

El IAC es responsable de suministrar al Consorcio del instrumento LFI de PLANCK:

- el equipo electrónico REBA (incluye las unidades DPU, SPU, DAU y PSU)
- el software de arranque, los controladores de los dispositivos hardware (drivers) y la aplicación de vuelo
- el compresor de a bordo
- el descompresor de Tierra

Además, el IAC realiza el diseño del conmutador de fase de los híbridos de los radiómetros de 33 y 44 GHz, y da apoyo, en estos canales, a la ingeniería de microondas. Por otra parte participa en la integración y verificación del Instrumento, y contribuye al diseño y desarrollo del DPC del LFI

(Centro de Control del Instrumento).

El IAC es responsable de suministrar al Consorcio del instrumento PACS de HERSCHEL:

- el equipo electrónico SPU (incluye las unidades SPU-SWL, SPU-LWL, DAU y PSU)
- el software de arranque y drivers de vuelo

También el IAC colabora con los Consorcios que desarrollan los instrumentos PACS y SPIRE de HERSCHEL en la concepción y desarrollo de los ICC (Centros de Control de los instrumentos).

Descripción de los equipos REBA y SPU

El equipo electrónico REBA consta de: dos ordenadores, DPU y SPU, de altas prestaciones específicamente diseñados para satisfacer los requisitos de la misión PLANCK, que realizan las funciones de control, gestión del tiempo de abordaje, procesado y compresión de datos del instrumento. Una unidad auxiliar que realiza las funciones de interfaz de comunicaciones con el satélite. Una unidad de adquisición de datos (DAU) que vigilará el estado de funcionamiento del equipo REBA. Una unidad de alimentación (PSU) que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas del REBA y, el software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software" y alto nivel "application software". Este sofisticado paquete de software permitirá inicializar el equipo, controlar y monitorizar el instrumento, procesar y comprimir los datos científicos con un algoritmo de compresión de datos diseñado a medida con el objeto de cumplir con los límites de velocidad de transferencia binaria impuestos por el sistema de comunicación Tierra - satélite.

El equipo electrónico SPU consiste en dos sofisticadas unidades de procesado de señal y compresión de datos, SPU-SWL y SPU-LWL, que incorpora la última tecnología electrónica disponible en el mercado y que permitirá alcanzar las máximas prestaciones de procesamiento demandadas por el instrumento. Una unidad de adquisición de datos pasiva (DAU) que permitirá de forma remota vigilar el estado de funcionamiento del equipo electrónico SPU. Una unidad de alimentación (PSU) que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas de la SPU y, el software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software". Como resultado de la experiencia adquirida en el satélite ISO, esta unidad ha sido considerada uno de los elementos clave para el buen funcionamiento del instrumento PACS, de ahí su importancia.

El Plan de Desarrollo del Proyecto

A continuación se resume las cinco fases que constituye el plan de desarrollo de los equipos REBA, SPU, software de arranque y librería de controladores de dispositivos (drivers):

Fase I: Fase de diseño preliminar, fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos de Ingeniería (EM) de REBA y SPU. Selección y aprovisionamiento de convertidores DC/DC comerciales, montaje e integración en los equipos. Diseño preliminar y desarrollo de ASICs. Especificación, diseño preliminar, codificación y pruebas funcionales de la versión 1 del software embarcado, incluida librería de funciones.

Fase II: Fase de diseño detallado, fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos Aviónicos (AVM) de REBA y SPU. Diseño y desarrollo de los convertidores DC/DC de vuelo. Diseño detallado y desarrollo de prototipos ASICs (Application Specific Integrated Circuit). Diseño detallado, codificación y pruebas funcionales de la versión 1 del software embarcado y librería de funciones.

Fase III: Fase de calificación del diseño, fabricación, montaje, integración y verificación del Modelo de Calificación (QM) de REBA. Calificación del Software embarcado de vuelo y producción de la versión 2.

Fase IV:

a: Aprovisionamiento de componentes especiales, magnéticos, ASICs y PCBs con calificación espacio.

b: Fase de aceptación para el vuelo. Fabricación, montaje, integración y verificación de los Modelos de Vuelo y de Repuestos (PFM y FS) de REBA y SPU, incluido software.

Las Fases I, II, III, IV-A se encuentran finalizadas y la Fase IV b en curso.

Simultáneamente y de forma relacionada con estas cinco fases se desarrolla el software de vuelo de la aplicación científica, incluido el compresor, que sigue un modelo de desarrollo conforme a las normas ESA. De la misma manera lo hace el equipo de apoyo EGSE, hardware y software, que actúa de herramienta para permitir el desarrollo, verificación y validación del software, a su vez de proporcionar un entorno operacional representativo de las unidades de vuelo del instrumento y del satélite.

Algunos resultados relevantes

Enero: Entregado al IAC el REBA-QM.

Febrero:

Entrega a CRISA de las partes mecánicas pendientes del REBA-FM y SPU-FM. REBA-SPU QM Final DRB (Delivery Review board).

Marzo:

REBA-SPU FMs MRR (Manufacturing Readiness Review).

Entregado a Laben el REBA-QM.

Entregada a LABEN nuevas versiones del software de vuelo. Versiones 1.1, 1.1.1, 1.1.2.

Abril: Entregada a LABEN nueva versión del software de vuelo. Versión 1.1.3.

Mayo: Entregada a LABEN nueva versión del software de vuelo. Versión 1.1.4.

Julio: REBA-FM TRR (Test Readiness Review).

Septiembre: Finalizadas las pruebas unitarias sobre el REBA-ASW-SPU y CSW, DCSW.

Evolución del Proyecto

Ciertos retrasos se han introducido al plan de desarrollo de los modelos de vuelo tanto del LFI como de PACS. La aparición de problemas no esperados en cada uno de los subsistemas de los instrumentos ha desplazado las fechas de entrega de los instrumentos a la ESA. No obstante se trabaja intensamente para recuperar el tiempo perdido con objeto de no impactar sobre la fecha de lanzamiento, agosto de 2007.

El estado del progreso de la participación del IAC en el LFI y PACS es el siguiente:

Equipo del proyecto

A. Obradó, que participaba en la realización del software de a bordo, dejó el Proyecto en septiembre.

Reuniones y revisiones del diseño

A lo largo del año se celebraron con los Consorcios LFI y PACS, y con la frecuencia habitual, las reuniones de seguimiento y control del progreso de ambos proyectos. Por otra parte es de destacar el gran número (más de 25) de reuniones que se han mantenido con CRISA motivadas por el importante número de problemas, y por su gravedad, que se

presentaron durante 2005.

Financiación del proyecto

A principios de año se recibieron los fondos para financiar la fase VI-b y a finales del mismo los necesarios para financiar las actividades correspondientes a la sustitución de las resistencias en mal estado.

Contratación industrial

En mayo se firmó el contrato de fase IV-b que tiene por objeto la fabricación, montaje, pruebas y entrega de los modelos de vuelo y de repuesto. En diciembre se elaboró y firmó una modificación del contrato anterior para cubrir los gastos incurridos por los cambios de las resistencias en los circuitos impresos. Con este último contrato se dará por finalizada la fase industrial del Proyecto que se espera que sea a mediados de 2006.

Unidades LFI-REBA y PACS-SPU. (Hardware, software de arranque y controladores de dispositivos)

El modelo Aviónico REBA-AVM se encuentra en LABEN (Italia), como equipo de apoyo y de reserva para la integración del LFI.

El modelo de ingeniería REBA-EM se encuentra en IAC para continuar con el desarrollo del software de vuelo.

El modelo de calificación REBA-QM fue entregado a LABEN a principio de año con su documentación de EIDP (End Item Data Package) asociada. Posteriormente fue integrado en el modelo de calificación del instrumento LFI.

El modelo SPU-EM se encuentra en la Univ. de Viena y se viene utilizando para el desarrollo del software de procesado y compresión de a bordo de la SPU.

El modelo SPU-AVM se integró en el modelo de calificación del instrumento PACS.

En relación al desarrollo de los modelos de vuelo.

A lo largo de 2005 se llevó a cabo la fabricación de los equipos de vuelo.

En septiembre se iniciaron en el INTA las pruebas ambientales de aceptación para el vuelo (Ver foto), teniendo que ser interrumpidas debido a un

problema detectado durante los ensayos de vacío térmico. Se trata de la No Conformidad (NC) 63 que se describe con más detalle posteriormente.

Los problemas más importantes aparecidos durante la fabricación de los modelos de vuelo son:

- NC - 47. Durante el proceso de fabricación de las tarjetas (PCBs) de los modelos de vuelo de los equipos REBA y SPU se detectó un problema con las soldaduras de las resistencias HR705 de Sfernice. La inspección de las mismas puso de manifiesto graves deficiencias en la soldadura que posiblemente son debidas a defectos en la fabricación de estos componentes. Dada la situación crítica generada por el fallo de estos componentes se acordó sustituir todos los componentes de este tipo tanto en el REBA como en la SPU por componentes de calidad militar. El trabajo que se realizó para resolver esta situación incluyó: el aprovisionamiento de los nuevos componentes, sus inspecciones de entrada, las tareas de fabricación relacionadas con la retirada de los componentes fallidos y ya montados (miles de resistencias), la limpieza de las tarjetas, el montaje de las nuevas resistencias y la inspección final de detalle, junto con todas las tareas asociadas de control de calidad y de gestión.

- NC-50. La inspección visual realizada sobre las tarjetas de vuelo tras concluir el proceso de horneado puso de manifiesto la aparición de grietas en algunos de los condensadores del tipo CWR06. Finalizada la investigación se decidió sustituir los componentes defectuosos.

- NC-63. Apesar que los equipos pasaron de forma exitosa los ensayos de calificación, uno de los canales de alta velocidad (80 Mbps) del equipo de vuelo REBA-N falló durante los ensayos de vacío térmico. La investigación desveló problemas en el diseño de las pistas de los circuitos impresos por lo que se decidió mejorarlas.

- NC-64. Una de las memorias PROM del equipo REBA-R fue sustituida por dar un registro de "checksum" distinto al previsto.

- NC-66. Se presentan apagados no esperados en el equipo SPU originados por impulsos de corta duración. Se decide mejorar la puesta a tierra de la caja con la inclusión de unos filtros.

- NC-67. Finalizando el año apareció un nuevo problema, aún sin resolver, el cual se pone de

manifiesto de forma que en ciertos casos no se escribe en las memorias de comunicación DPRAM desde el chip SMCS.

Aprovisionamiento de componentes de alta fiabilidad (Hi-Rel)

Todos los componentes de vuelo estaban disponibles antes de comenzar la fabricación de los equipos. El problema surgido con los condensadores requirió cursar urgentemente dos nuevas ATP (Authorisation To Proceed).

Fabricación de partes mecánicas para los equipos REBA del LFI y SPU de PACS

Varias piezas pendientes de entregar fueron acabadas a principios de año. Finalmente, en el mes de febrero, se procedió con su entrega a CRISA.

Aseguramiento de la calidad en el IAC

Los exigentes requisitos de calidad solicitados por CRISA para la fabricación de las partes mecánicas de los equipos REBA y SPU ha requerido de acciones sistemáticas y planificadas con el propósito de proporcionar una confianza adecuada para que las piezas se construyan según las normas especificadas.

Las piezas pendientes entregadas en febrero fueron acompañadas de su correspondiente EIDP (End Item Data Package) (documento de entrega formal), que incluyó toda la información requerida por CRISA. Básicamente el albarán de entrega, el certificado de conformidad y la lista de no conformidades. La hoja de ruta y los informes dimensionales y tridimensionales.

En el ámbito del desarrollo del software de vuelo se

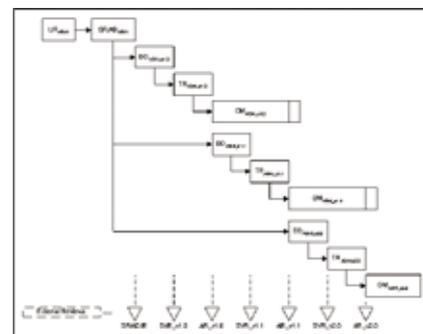


Figura 1: Ciclo de vida del software de a bordo de a aplicación. El modelo de desarrollo seguido es de entregas incrementales. (UR- User Requirements, SR-Software Requirement, AD-Architectural Design, DD-Detailed Design, TR-Software Transfer, OM-Operations and Maintenance).

de los datos enviados a Tierra, desarrollando un software de descompresión que será entregado al DPC para su posterior integración.

A lo largo de 2005 se ha hecho el mantenimiento del software del compresor, en síntesis se han introducido modificaciones en los siguientes productos:

- Con relación al compresor de a bordo (CSW) para la tarjeta de desarrollo Sigma, REBA y Windows: CSW_SIGMA v2.9.3 y CSW_REBA v2.9.3 (junio), CSW_WIN v2.6.2 (mayo).

- Con relación al decompresor de a bordo (DCSW): DCSW v2.7.5 (agosto).

- Con relación a la dll del decompresor (DCSW): DCSW_DLL v7.0 (septiembre).

- Con relación al compresor de Tierra (GCSW) para sus versiones Windows y SIGMA: GCSW_WIN v6.0 (mayo), GCSW_SIGMA v6.0 (junio).

- Con relación al decompresor de Tierra (GCSW) para su versión Windows y su dll asociada: GDCSW_WIN v7.0 y GDCSW_DLL v7.0 (septiembre).

Siguiendo con el plan previsto, en julio se iniciaron las pruebas unitarias del compresor de a bordo, en septiembre se finalizaron. El resultado fue satisfactorio no encontrando ningún problema.

REBA EGSE y REBA EOL (EGSE Off-Line)

El REBA EGSE es el equipo de apoyo de Tierra, hardware y software, necesario para desarrollar el software de a bordo del REBA. Incluye funciones de acceso a la CPU de la DPU y al de la SPU del REBA, funciones "on-line" de simulación de los equipos de vuelo que disponen de interfaz con el REBA. Simulador de la interfaz de comunicaciones con el satélite, Simulador de la interfaz con el sistema de adquisición de datos del LFI, simulador con el sistema de potencia del satélite y simulador de la interfaz del reloj de abordaje. Además contiene un equipo, el RCOE, que permite en tiempo real, generar y enviar telecomandos, recibir y analizar la telemetría proveniente del REBA, controlar y monitorizar diversos equipos del EGSE.

El REBA EOL es un conjunto de herramientas software que permite realizar, en modo "off-line", análisis interactivo de los datos enviados por el REBA a la Tierra. Básicamente, el REBA EOL extrae la información de los paquetes de

telemetría "housekeeping" y científica, y la guarda ordenadamente en una base de datos para permitir, posteriormente, mostrarlos a petición del usuario en diferentes formatos. Está desarrollado por los programas Lab-View de National Instruments y el Access de Microsoft.

Durante 2005 se ha realizado el mantenimiento del REBA EGSE y REBA EOL. Se han introducido cambios bien por mejoras o bien por problemas encontrados. Todos los problemas, análisis asociados, peticiones de cambios, informes de nueva versión, fueron debidamente documentados.

En el REBA EGSE se han introducido modificaciones en el REBA Check Out Equipment (RCOE), y en el Data Acquisition Electronics (DAE) Interface Simulator - Signal Processing Unit (DIS-SPU). La documentación derivada de estas modificaciones es: Software Release Note (SRN) y LFI-REBA Application SW Configuration Item Data List. CIDL (DG/MD-FIR/198).

En el REBA EOL se ha introducido una nueva funcionalidad, se trata de un nuevo producto software desarrollado en LabView para el cálculo de la entropía de series de datos científicos.

Se ha iniciado la instalación del software SCOS-2000 que es un sistema de control y operaciones de satélites e instrumentos desarrollado por ESOC-ESA. Esta instalación ha pasado por varias versiones, tanto del sistema operativo (Red Hat, Suse v 9.2, Suse v 7.2, Suse v 7.3 y Suse v 9.3), como del propio software (Scos-2000 2.3e, Scos-2000 2.3e P5 y Scos-2000 3.1).

Integración y pruebas del LFI

La integración y pruebas del LFI-QM se realizó en LABEN y concluyó a finales de año satisfactoriamente por lo que se da por finalizada esta fase y se inicia la siguiente: de fabricación y aceptación para el vuelo.

Montaje, integración y verificación del sistema de microondas del LFI

Durante 2005 R. Hoyland ha continuado realizando labores de asesoramiento técnico en todas las actividades relacionadas con la ingeniería de microondas del LFI. En particular ha coordinado el grupo "30GHz and 44GHz tiger team" formado para ayudar en la fase del montaje y pruebas de los QM y FM con el propósito de obtener los mejores resultados posibles. Participó, con LABEN, Milan, en la integración y pruebas del LFI-QM y tiene

previsto hacerlo con el LFI-FM.

Desarrollos para el centro de control y procesado DPC del LFI

Se están desarrollando códigos para separación de componentes en los mapas de PLANCK. En primer lugar, se han implementado y verificado técnicas de correlación con mapas de referencia (de emisión sincrotrón, libre-libre y emisión térmica de polvo) que permiten identificar en cada mapa la presencia de una señal trazada por un mapa de referencia. Estas técnicas se han aplicado a datos del satélite WMAP con resultados positivos. Se pretende refinarlas y adecuarlas para su uso con los datos de la misión PLANCK.

Desarrollos para el centro de control y procesado ICC de PACS

Durante este año se ha profundizado en el estudio del instrumento PACS, en los métodos de calibración definidos por los diferentes grupos de trabajo del ICC, y se ha analizado sus posibilidades científicas futuras. Esto ha requerido del aprendizaje del lenguaje JAVA y de la familiarización con el software utilizado por los miembros del ICC, en la calibración del instrumento y en los procesos de descompresión y procesado de datos.

Además de asistir a las reuniones del ICC realizadas en el mes de enero (Saclay, Francia) y julio (Heidelberg, Alemania), se ha participado en el Workshop que hubo durante el mes de marzo en Garching (Alemania) con el propósito de conseguir un mejor entendimiento de las modificaciones hechas en el software para la calibración y para las estrategias de observación del fotómetro y del espectrómetro.

Como trabajo para el ICC se ha realizado, dentro del grupo de desarrolladores de software de Análisis Interactivo, seis funciones jython para la manipulación de matrices multidimensionales (4 y 5 dimensiones). Se ha estado diseñando una página Web sobre el instrumento, que además de dar a conocer las características del mismo proporcione al observador la información necesaria de las potencialidades del instrumento.

Se ha elaborado también dos documentos preliminares para el futuro observador sobre

los modelos de observación disponibles. Estos documentos pretenden ser una guía para los usuarios y en un futuro se pondrán en la página Web. Se está ampliando también un documento iniciado el año pasado que aportará información de cómo trabajar con el instrumento (reducción de datos, manejo de librerías, etc.). Este documento también será incluido en un futuro en la página Web.

También se ha estado desarrollando una labor de investigación sobre el Medio Interestelar, para preparar actividades científicas con PACS que permitan conocer la extinción y cuáles son los agentes causantes de ella tanto en nuestra galaxia como en las galaxias de alto desplazamiento al rojo.

Desarrollos para el centro de control y procesado ICC de SPIRE

En 2005 se ha participado en el desarrollo de software del Centro de Control de Instrumento (ICC) del Consorcio SPIRE. El grupo SPIRE del IAC está desarrollando el paquete de trabajo sobre apuntado ("pointing"). Este paquete de trabajo cubre los aspectos del procesado de datos que necesitan información sobre el apuntado del satélite para reconstruir el apuntado absoluto de las observaciones con SPIRE, es decir asignar coordenadas astronómicas precisas a cada detector para cada observación. También cubre el tratamiento del apuntado durante las observaciones del telescopio para mapear zonas del cielo. Además del desarrollo de software, se proporciona la documentación técnica y de ayuda al usuario. En julio de 2005 se entregó al ICC de SPIRE la primera versión (V0.1) del módulo de apuntado, que forma parte del prototipo de herramienta de reducción automática de datos de SPIRE (SPIRE proto-pipeline). Este módulo desarrollado en el IAC fue incorporado con éxito en el "SPIRE proto-pipeline" junto con la documentación correspondiente y se puso a disposición de los usuarios en el "Herschel Common Science System (HCSS)". Desde



Modelo de vuelo del LFI-REBA, sección nominal, en la mesa de vibración listo para el ensayo.

entonces se está trabajando en colaboración con los grupos de SPIRE que desarrollan otros módulos de software relacionados, no solamente en el desarrollo de software sino también en el diseño del producto y su entrega. El grupo es responsable del mantenimiento y pruebas en el IAC del Herschel Common Science System (HCSS).

Durante 2005 los científicos del IAC que participan en el Consorcio SPIRE han participado en 3 reuniones del ICC, una reunión general del Consorcio, y numerosas tele-conferencias de los Consorcios HERSCHEL y SPIRE. Se está participando activamente en la definición de los proyectos científicos para utilizar el tiempo garantizado SPIRE, principalmente en los grupos de trabajo (SAGs) sobre universo lejano y sobre galaxias cercanas.

ASTROFÍSICA DE PARTÍCULAS (3I2803)

R. García López.

**R. Rebolo, A. Herrero, J.M. Rodríguez Espinosa,
C. Delgado Méndez, M. Panniello y M.T. Costado.**

S. Ting (MIT, Cambridge, EEUU); M. Aguilar Benítez de Lugo, J. Berdugo Pérez, C. Díaz Guinzo, C. Mañá Barrera y A.S. Torrentó Coello (CIEMAT, Madrid); E. Verdugo y J. Cortina (IFAE, Barcelona).

Introducción

AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*) es un detector de partículas diseñado para operar en el espacio, a bordo de la Estación Espacial Internacional. Deberá estar listo para su lanzamiento a finales de 2007. Estará operativo durante al menos tres

años para 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.

El diseño y construcción de AMS es responsabilidad de una colaboración internacional, liderada por el Premio Nobel de Física Samuel C.C. Ting (MIT, Cambridge, EEUU), en la que intervienen institutos de investigación de Alemania, China, Corea del Sur, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Italia, México, Portugal, Reino Unido, Rumanía, Rusia, Suiza y Taiwán.

El Proyecto Astrofísica de Partículas del IAC está interesado en la explotación de AMS como un espectrómetro de masas capaz de proporcionar información detallada acerca de la composición química y el espectro de energía de los rayos cósmicos. Esta información pondrá nuevos límites a los modelos de evolución química de la Galaxia y de nucleosíntesis primordial.

Dentro del experimento AMS, colaboramos con el CIEMAT en la caracterización del Detector de Radiación Cerenkov (RICH) en lo concerniente a sus capacidades para la identificación química e isotópica de elementos ligeros en los rayos cósmicos, así como en la fabricación de armarios de electrónica para el mismo.

En el IAC se lleva a cabo también parte de la producción de datos Monte Carlo para la



Representación artística de la Estación Espacial Internacional volando sobre Canarias con el experimento AMS a bordo.

colaboración AMS, y se participa en el desarrollo de las herramientas necesarias de calibración y monitorización del detector. De igual modo se trabaja en los análisis de datos Monte Carlo destinados a establecer el análisis estándar para la identificación de elementos ligeros.

Además de estas actividades, los miembros del Proyecto colaboran con investigadores del Instituto de Física de Altas Energías de Barcelona (IFAE) en la búsqueda de emisión de rayos gamma en remanentes de supernovas, como señal de aceleración de rayos cósmicos hadrónicos en las mismas. Para ello se está haciendo uso del telescopio MAGIC (17 m, diseñado para medir la radiación Cerenkov asociada a cascadas atmosféricas y localizado en el ORM). La comparación de abundancias en estos objetos con las abundancias en los rayos cósmicos que se medirán en AMS, puede proporcionar la clave para confirmar que las supernovas son el origen de éstos a las energías correspondientes.

Paralelamente a estas colaboraciones, un miembro del grupo ha comenzado a trabajar en un nuevo experimento denominado GAW, consistente en el desarrollo de un tipo nuevo de telescopio Cerenkov de gran apertura con el objetivo de realizar búsquedas de nuevas fuentes de rayos gamma de alta energía.

Algunos resultados relevantes

Hay tres hitos importantes en el Proyecto durante 2005:

- Fabricación del modelo de calificación de la caja de electrónica para RICH y ECAL
- Incorporación a la producción Monte Carlo de la Colaboración AMS
- Celebración en Tenerife de la reunión científica de la Colaboración MAGIC

Evolución del Proyecto

Análisis de datos del prototipo del detector RICH de AMS

Se ha continuado y completado en análisis de los datos de este instrumento que comenzaron en 2004. Los resultados se han presentado en una reunión general de la colaboración AMS y en la conferencia ICRC. Ha sido aceptado un artículo para su publicación en *Nuclear Instruments and Methods B* y una versión ampliada de los resultados obtenidos con el primer prototipo ha sido aceptada para su publicación en *IEEE Transactions on*

Instruments and Measurements.

Software de análisis de datos para AMS

Dentro de la sección de software, se ha actualizado y desarrollando un nuevo código tanto para la simulación como para la reconstrucción de los datos de AMS. Entre otras cosas, se ha actualizado la descripción física de parte del detector en función de los resultados obtenidos con el prototipo, y se han mejorado los algoritmos de reconstrucción de forma consecuente. En referencia a estas mejoras, se ha publicado un modelo matemático de la respuesta de un fotomultiplicador como nota interna del CIEMAT. También se ha desarrollado un método de deconvolución de espectros que se ha incorporado al paquete de análisis de alto nivel de AMS, denominado AMSRoot.

Paralelamente a estos desarrollos, el grupo, en colaboración con el Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Univ. de La Laguna, ha trabajado en la adaptación del código de simulación y reconstrucción para plataformas paralelas, resultando en un código que se encuentra en fase de pruebas.

Participación en MAGIC

Dentro de la colaboración MAGIC, el grupo de Astrofísica de Partículas se ha incorporado al grupo de trabajo de remanentes de supernovas y microcuásares, donde se ha comenzado el análisis de datos de las remanentes de supernovas W44 y W66, con en objetivo de buscar señal en rayos gamma con una energía superior a 100 GeV.

Participación en GAW

Se ha diseñado un conjunto de guías de luz para el plano focal del telescopio GAW (localizado en el Observatorio Hispano-Alemán de Calar Alto, Almería) con el objetivo de incrementar el área sensible del instrumento.

Construcción de los modelos de calificación de los armarios de electrónica del RICH

Durante 2005 se ha procedido a la gestión de la fabricación de los modelos de calificación de los armarios de electrónica del RICH en las instalaciones de dos empresas españolas, y se ha validado la fabricación de los modelos de vuelo en el Taller de Mecánica del IAC.

OPERACIONES DE COMUNICACIÓN ÓPTICA CON OGS (OPTICAL GROUND STATION – ESTACIÓN ÓPTICA TERRESTRE) (4E1401)

A. Alonso.

P. Ayala, L.F. Domínguez, J.E. García, J.J. González, J.M. de Leon, J.A. Morrison y M. Reyes.

Introducción

Actualmente las comunicaciones con satélites se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ($n \approx 10^9$ 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 ($n \approx 10^{15}$ Hz) en las comunicaciones entre satélites, y entre satélites y estaciones terrestres. El gran avance registrado en el desarrollo de láseres de alta potencia ha convertido este tipo de comunicaciones en una realidad.

Además de la indudable ventaja del aumento del ancho de banda que permite incrementar el flujo de información, y eliminar las regulaciones restrictivas en el empleo de frecuencias, las comunicaciones ópticas tienen otras ventajas no desdeñables, como son las mayores garantías de confidencialidad en las transmisiones, y la disminución del peso, el volumen y el consumo de energía de los equipos de comunicaciones tanto espaciales como terrestres.

Aunque la tecnología relacionada con las comunicaciones ópticas en el espacio-atmósfera ha experimentado un desarrollo espectacular, la caracterización de los enlaces satélite-tierra está todavía en sus comienzos. En este campo, la OGS ha permitido llevar a cabo experimentos de gran importancia, ya que en las campañas iniciales ha demostrado una fiabilidad y una eficiencia superior a la de cualquier sistema desarrollado hasta el momento con el mismo propósito. Los resultados se están analizando en este momento y resultarán fundamentales para la validación de teorías y modelos de propagación de haces gaussianos en la atmósfera. Está pendiente de

realizarse la campaña de enlaces ascendentes con el satélite SMART-1 en su fase de órbita lunar. En 2005, se ha validado un terminal óptico de satélite con detección homodina (TESAT), y el sensor de turbulencia del segmento de tierra del satélite TERRASAR-X (Agencia Espacial Alemana; DLR). Se ha continuado con los experimentos de comunicación cuántica entre el ORM y la OGS (QUIPS).

En lo que concierne a la Astronomía, el telescopio de la OGS está proporcionando datos que contribuirán sin duda a refinar los modelos de la turbulencia atmosférica, con el consiguiente impacto sobre los sistemas de Óptica Adaptativa, y por su versatilidad se ha convertido en un banco de pruebas de instrumentos de última generación tanto de la ESA como del IAC.

Algunos resultados relevantes

Enero–diciembre: Entrenamiento anual del equipo de operaciones. Se ha instalado un terminal Satview para la recepción de la telemetría del satélite ARTEMIS en tiempo real.

Marzo: Operación ordinaria de enlace OGS –ARTEMIS (21 de marzo).

Agosto: Experimento QUIPS. Éxito en el intercambio de claves cuánticas.

Septiembre:
Extensión del contrato de la OGS hasta diciembre de 2005.

Experimento de enlace óptico OGS-ORM para validación de un terminal óptico con detección homodina (TESAT).

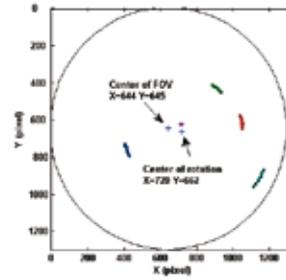
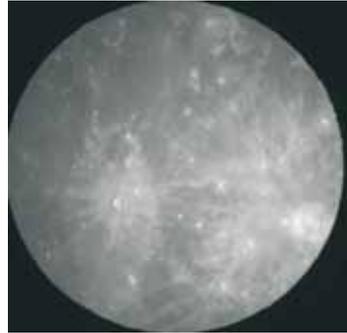
Octubre: Del 16 al 21 de octubre se realizaron tres enlaces diarios OGS-ARTEMIS para validar el Atmospheric Profiler del segmento de tierra del satélite TERRASAR-X.

Diciembre: Se ha adquirido un láser Verdi-18 (Nd:Yag a 532 nm) y se ha probado en el banco óptico de la OGS. Este láser sustituirá al de argón para el bombeo del láser de colorante del sistema LGS.

Evolución del Proyecto

Se ha asistido al personal de la ESA en los trabajos de ajuste y calibración en los sistemas ópticos de la OGS durante sus visitas, y se ha

Análisis de la estabilidad del seguimiento lunar para la segunda fase del proyecto SMART-1. Izquierda: El campo mostrado a la izquierda se siguió durante una hora para determinar el centro de rotación de la imagen analizando la rotación de cinco cráteres lunares. Derecha: La posición nominal del centro del plano focal difiere $AX=76$ pix, $AY=17$ pix del centro de la CCD.



Durante la primera mitad del año se ha colaborado en el contrato IAC-ESA para la caracterización estadística de la turbulencia atmosférica en los enlaces ópticos tierra-espacio.

En agosto se presentaron los primeros análisis detallados del canal de comunicaciones en el enlace descendente en el Congreso de SPIE de San Diego (California, EEUU).

Desde septiembre se colabora con el Proyecto AOFPGA para probar un sistema de Óptica Adaptativa en el telescopio de la OGS.

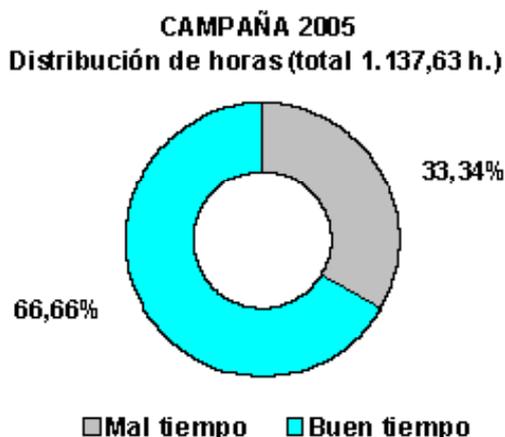
OBSERVACIÓN DE BASURA ESPACIAL

M. Serra-Ricart, J. de León y L. de Fátima.

Introducción

Este Proyecto es un subcontrato con el Instituto de Astrofísica de la Universidad de Berna (AIUB), Suiza, para realizar las observaciones necesarias para la búsqueda de basura espacial en las órbitas geoestacionaria (GEO) y de transferencia (GTO) con el telescopio OGS ubicado en el OT y que pertenece a la Agencia Espacial Europea (ESA).

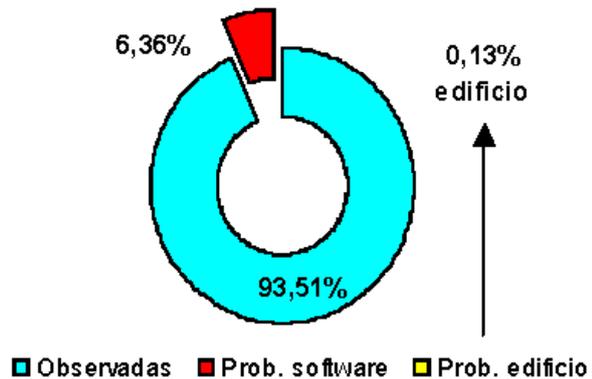
Gráfico I



procedido al mantenimiento y reparación de diferentes subsistemas de la estación, así como al entrenamiento del equipo de operaciones.

Entre marzo y octubre se realizaron enlaces con ARTEMIS en la órbita GEO para estudiar el patrón del haz ascendente en campo lejano y validar el "atmospheric profiler" del segmento de tierra del satélite TERRASAR-X.

CAMPAÑA 2005
Distribución de horas de buen tiempo (total 758,38 h.)



Evolución del Proyecto

Durante el año 2005 se finalizaron con éxito las campañas de observación de la órbita de transferencia y seguimiento de objetos catalogados (Subcontrato E/15836-02 del Contrato 15836/01/D/HK, ESOC-ESA, "Extensión de Optical Observations Capability for the Zeiss 1 m Telescope"). Las observaciones se han distribuido en 10 campañas (1 por mes) seleccionadas, entre otros criterios, de forma que coincidan con el mayor número de noches alrededor de la luna nueva para evitar la contaminación lumínica producida por el fondo lunar. El porcentaje de buen tiempo no ha sido tan bueno como en el año 2003 pero si ha mejorado respecto al año pasado como puede observarse en el Gráfico I (porcentaje de buen tiempo en 2003 - 81,35%, 2004 -50,19%, 2005 - 66,66%). En el Gráfico II se observan los porcentajes de pérdidas de tiempo por problemas de edificio (0,13%) y de software (6,36%).

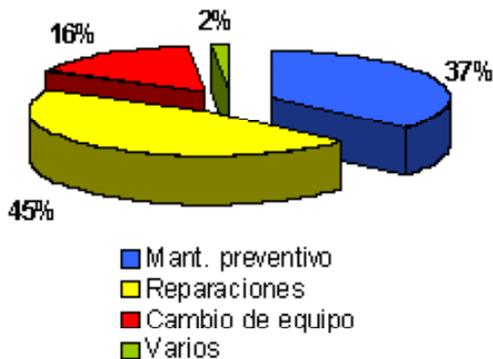
CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS

E. Cadavid, J. Morrison, J.J. González, J.E. García y P. Ayala.

Introducción

El año 2005 está marcado por la finalización del contrato de mantenimiento con la ESA. Este acuerdo finalizaba el 30 de septiembre y se prorrogó hasta el 31 de diciembre. En la actualidad

Distribución de trabajos en OGS



de la NASA y dos institutos de investigación), Alemania (a través de la DLR y dos institutos de investigación, uno de ellos, el MPS, líder del Proyecto) y España (con el Proyecto que aquí se presenta). IMaX proporcionará datos del campo magnético solar con una calidad sin precedentes: se combinarán una alta cadencia temporal y la precisión polarimétrica preservando la integridad bidimensional de las imágenes. IMaX permitirá, pues, estudiar la evolución y la dinámica de los campos magnéticos solares con unas resoluciones espaciales y temporales jamás alcanzadas desde la Tierra.

La construcción de IMaX está siendo realizada por un consorcio de cuatro instituciones españolas con amplia experiencia en la participación en proyectos espaciales como son el IAC, como coordinador, IAA (Granada), GACE (Univ. de Valencia) y LINES/INTA (Madrid). Este Consorcio tiene previsto la realización de IMaX íntegramente en España y en colaboración con la industria nacional. IMaX utilizará retardadores ópticos basados en cristal líquido (ROCLIs), un desarrollo tecnológico que el IAC ha llevado a cabo en colaboración con la empresa TECDIS Display Ibérica (Valladolid).

Algunos resultados relevantes

Febrero-marzo: Arranque de la elaboración del plan de AIV.

Abril:

Reunión anual del Consorcio IMaX en el INTA, Madrid.

Recepción de los dos etalones de calidad óptica para el vuelo en carcasa presurizada.

Mayo: SUNRISE - IMaX I/F Meeting en el MPS, Alemania.

Junio:

Reunión con los fabricantes de ROCLIs sobre nueva colaboración y futuro suministro.

Recepción de la primera cámara CCD de PSL en el IAA.

Plan detallado de AIV disponible en la Web.

Septiembre: SUNRISE Col meeting en el HAO, EEUU.

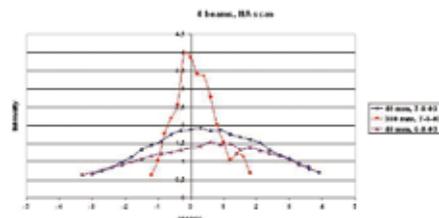
Octubre: IMaX configuration baseline disponible en la Web.

Noviembre: SUNRISE team meeting y Col meeting en el INTA, Madrid.

Evolución del Proyecto

Tras haber pasado por la revisión de diseño preliminar (PDR) en diciembre del 2004, durante el año 2005 las actividades se centraron en el diseño detallado de los subsistemas, preparando las respectivas revisiones de diseño críticas (CDRs). Se estableció y congeló la línea base de la configuración sometiendo cualquier cambio sobre ello al procedimiento de control de configuración. Desde junio está disponible la primera edición del plan detallado de integración y verificación (AIV) que incluye todas las fases de integración hasta la finalización del instrumento para su entrega al Proyecto SUNRISE.

Durante 2005 estaba previsto recibir y aceptar los componentes más críticos de IMaX, contratados al principio del proyecto por el largo plazo de entrega (etalones, prefiltro, CCDs). La situación al final de 2005 es la siguiente: Uno de los dos etalons ha sido aceptado mientras el de repuesto



Primeros perfiles de campo lejano, obtenidos en tres experimentos de enlace ascendente entre OGS y ARTEMIS. Con 4 haces en todos los casos, se ha usado en dos casos un diámetro de haz de 40 mm (máxima divergencia) y en el tercer caso un diámetro de haz de 300 mm (mínima divergencia).

Evolución del Proyecto

A las tareas relacionadas con el Contrato de Mantenimiento de OGS dedicamos 262 horas a lo largo de 2005 (ver Gráfico).

En el apartado de reparaciones se invirtió un buen tiempo en las reparaciones relacionadas con diversos fallos por mal contacto en el rack de control y en los conectores de alimentación del foco. Después de varios fallos, la ESA autorizó una revisión a fondo del rack de control. En la misma se encontraron una serie de malos contactos y fuentes defectuosas. También se autorizó el cambio de conectores del foco. Esta última tarea está pendiente de la llegada de los repuestos cuya compra fue solicitada.

Se realizaron una serie de cambios de configuración, casi todos relacionados con usos del telescopio en proyectos de ESA.

ARTEMIS LASER LINK FOR ATMOSPHERIC TURBULENCE STATISTICS (ALL) (4E1002)

M. Reyes, A. Alonso, S. Chueca y J.J. Fuensalida.

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

Introducción

Este Proyecto se desarrolla en el marco de un contrato del IAC con la ESA, con la Universidad Politécnica de Cataluña como subcontratista, para la caracterización de las comunicaciones ópticas entre satélites y estaciones terrestres. El propósito es múltiple:

- Elaborar un modelo de turbulencia atmosférica que permita predecir las prestaciones de los enlaces láser bidireccionales tierra-espacio y revisar los modelos existentes.
- Desarrollar algoritmos de apuntado, adquisición y seguimiento de los terminales en órbita para diversas estrategias de adquisición.
- Realizar experimentos de comunicaciones entre el telescopio OGS y el satélite ARTEMIS.
- Analizar los resultados de los experimentos, de cara a validar y/o corregir los modelos teóricos para poder predecir con precisión las prestaciones de los enlaces en función de las condiciones de la turbulencia atmosférica.

Estos estudios serán de aplicación para las comunicaciones con futuras misiones espaciales en el espacio profundo y también en proyectos

que utilicen láseres propagándose a través de la turbulencia atmosférica, como es el caso de las estrellas guía artificiales para Óptica Adaptativa en Astrofísica.

Algunos resultados relevantes

Enero: Publicación de los resultados de los experimentos conjuntos entre ESA-IAC-JAXA (Agencia Espacial Japonesa) en "IEEE Transactions on Antennas and Propagation".

Abril (30): Entrega del resumen final del proyecto a la ESA.

Julio (31): Presentación como invitados, en el Congreso Anual de SPIE - Optics and Photonics, en San Diego (California, EEUU), de un resumen del Proyecto incluyendo la revisión de los modelos teóricos, los resultados experimentales finales, las predicciones teóricas y las medidas de turbulencia atmosférica.

Evolución del Proyecto

A lo largo de la primera mitad del año el esfuerzo se centró en el análisis de los experimentos de medida del campo lejano de un haz ascendente sobre un satélite, a partir de los datos tomados durante los experimentos entre OGS y ARTEMIS de 2003. Además, se pretendía estudiar el comportamiento del centelleo fuera de eje y comprobar si los resultados se corresponden con las predicciones de los modelos teóricos, tanto los desarrollados en el marco del proyecto por la UPC como los que ya existían. A su vez se estudia su correlación con la turbulencia atmosférica, mediante las medidas tomadas simultáneamente en el observatorio.

IMAX: UN MAGNETÓGRAFO PARA SUNRISE (4E4302)

V. Martínez Pillet.

M. Collados Vera, J.A. Bonet Navarro, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruíz Cobo, J.L. Medina Trujillo, E. Ballesteros Ramírez, J.C. González y L. Jochum.

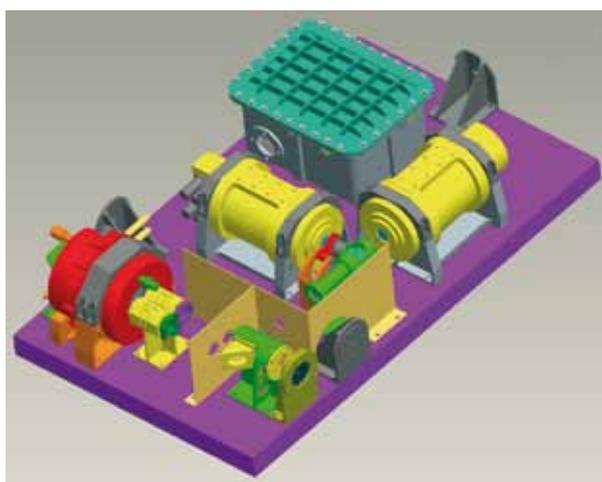
MEMORIA
IAC 2005

145

Introducción

IMaX (siglas de **I**maging **M**agnetograph **eX**periment) será uno de los instrumentos posfocales del experimento SUNRISE. Este Proyecto consiste en el lanzamiento desde la Antártida de un globo estratosférico que albergará un telescopio solar de 1 m de diámetro y su instrumentación posfocal. En el Proyecto participan Estados Unidos (a través

sigue con problemas de estanqueidad por resolver por el proveedor. La recepción del prefiltro sigue pendiente, ya que el primer intento de fabricación fracasó. Tras haber revisado los requerimientos al prefiltro teniendo en cuenta el proceso de producción del suministrador, la compleja tarea de su fabricación está ahora finalizada con resultados satisfactorios y se cuenta con su entrega y aceptación en breve. El aspecto más crítico en la recepción de componentes contratados está en las cámaras CCD. El Proyecto ha activado medidas de



Izquierda: Módulo opto-mecánico de ImaX.
 Arriba: Barquilla de SUNRISE completamente ensamblada en el HAO-NCAR en Boulder (Colorado, EEUU).
 Abajo: Etalón (rojo en el dibujo de la izquierda) de ImaX en fase de recepción en INTA, Madrid.



control de riesgo buscando alternativas para ellas, pues el proveedor de las contratadas en la actualidad ha tenido graves problemas para cumplir especificaciones. Los últimos acontecimientos (diciembre 2005) son muy alentadores y apuntan hacia una recepción de las cámaras en un plazo breve y cumpliendo una serie de requisitos fundamentales.

En resumen se puede decir que la entrega de estos elementos y su proceso de aceptación está siendo compleja y ha impuesto algunos retrasos en el Proyecto, en particular en los hitos principales del plan de AIV. Estos retrasos recibirán su debida atención, pero hay que resaltar que ImaX dentro del Proyecto SUNRISE disfruta todavía de cierta contingencia en tiempo de ejecución. Es de destacar que siendo ImaX el último instrumento en incorporarse al Proyecto SUNRISE, es el instrumento que en la actualidad cuenta con el mayor grado de definición, como así ha sido reconocido por la institución IP (MPS, Alemania).

COSMOSOMAS

E. Cadavid, J. Morrison, J.J. González, J.E. García y P. Ayala.

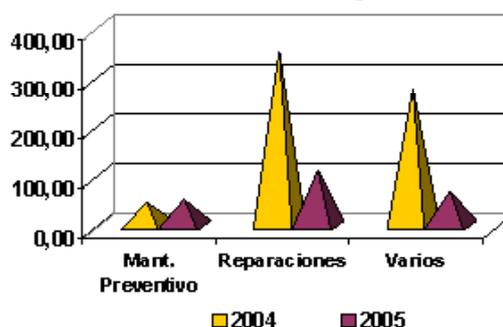
Introducción

En 2005 se mantuvo un mantenimiento regular en esta instalación. No hay hechos excesivamente reseñables con la excepción de los efectos de la tormenta tropical Delta. Los vientos dañaron, entre otras cosas, la antena de COSMO15 de una forma que exigirá que los técnicos del Taller de Mecánica realicen la reparación.

Evolución del Proyecto

A lo largo de 2005 se emplearon por parte de Mantenimiento Instrumental (MI) un total de 226 horas. Esto corresponde a una reducción

Horas empleadas por MI en las distintas tareas durante los años 2004 y 2005



ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponde al Area de Instrumentación el soporte tecnológico, la elaboración y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, para el cumplimiento de los fines y objetivos del Instituto.

El Area 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 favorezcan el desarrollo del entorno.
- La capacitación de personal técnico.
- Generar y ceder tecnología.

INFRAESTRUCTURA

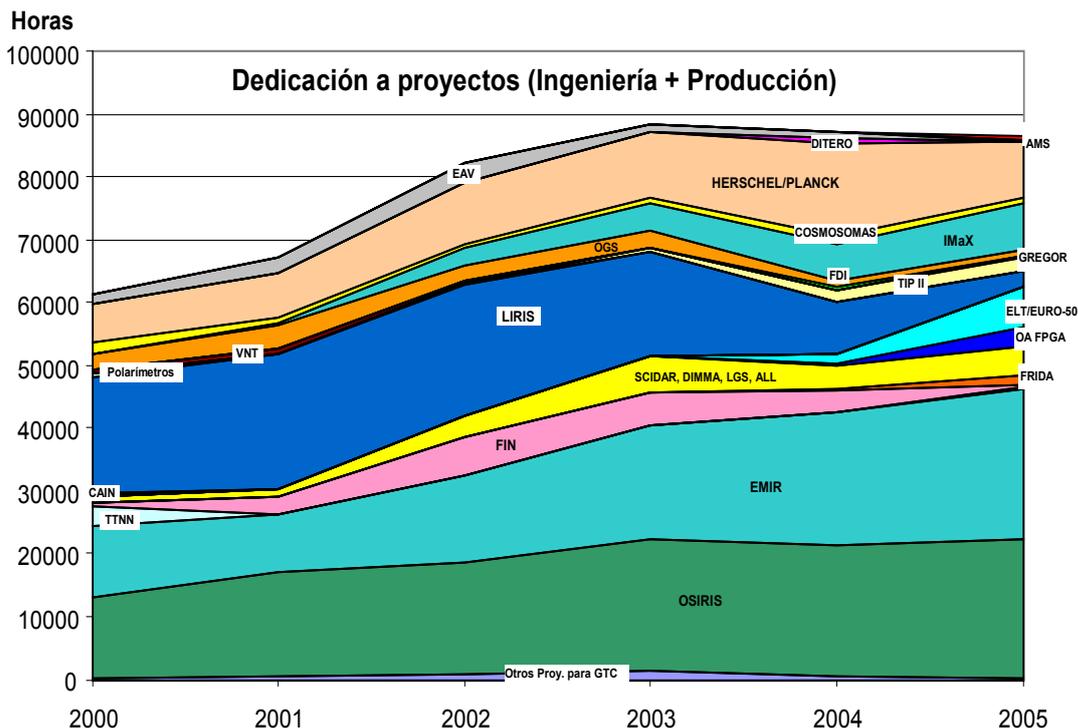
El Area de Instrumentación dispone de unos medios humanos y materiales estructurados en tres grupos: Proyectos, Ingeniería, Producción y una Secretaría.

El primer grupo lo componen los gestores de **Proyectos**, actualmente 10 titulados superiores. La **Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Optica; la componen 41 titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas). **Producción**, con 3 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 3 personas.

ALGUNOS RESULTADOS RELEVANTES

En los siguientes apartados se hace un resumen de las actividades de estos grupos.

En el gráfico puede verse la evolución de la dedicación del Área a los proyectos más significativos desde 1999. No se han incluido los tiempos de operación ni mantenimiento de los telescopios ni otras actividades fuera de proyectos. El incremento de los últimos años se debe, principalmente, al aumento significativo del porcentaje efectivo de dedicación a los proyectos y a la contratación de nuevos ingenieros con cargo a los propios proyectos de financiación externa.



INGENIERÍA

Ingeniería está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Óptica; la componen titulados superiores de las diferentes especialidades de Ingeniería (Industrial, Telecomunicaciones, Informática, Aeronáutica) y de Ciencias (Físicas y Matemáticas).

MEJORA DE LAS CAPACIDADES

Departamentos y laboratorios

Como todos los años, en paralelo a toda la actividad dentro de los proyectos, se han realizado algunas mejoras al equipamiento de los laboratorios. A continuación se mencionan brevemente junto con algún aspecto a resaltar de la actividad departamental.

Departamento de Electrónica. Durante el año 2005 ha continuado la actividad desde el punto de vista técnico orientada hacia el desarrollo de los sistemas de adquisición de datos para los instrumentos científicos, OSIRIS y EMIR, cada uno en diferente fase de evolución, y cuyo control automático también está siendo abordado. También se ha avanzado en los instrumentos para satélite HERSCHEL y PLANCK, en el polarímetro IMaX, en la caracterización atmosférica con SCIDAR y en el proyecto WEB para el telescopio supergigante ELT.

Fueron adquiridas e instaladas tres mesas de trabajo específicamente diseñadas para electrónica, dotadas de recubrimiento de protección antiestática y de un total de 10 enchufes Shucko cada una, con lo cual se completó la conversión de las mesas del laboratorio a este nuevo tipo de mesa mucho más adecuada para la naturaleza de los trabajos que se realizan en los laboratorios de electrónica. Fueron también cambiadas las estanterías para el almacenamiento de equipos por armarios metálicos con puerta transparente, que facilitan la localización de los equipos sin que por ello dejen de estar adecuadamente protegidos.

También como un paso adelante cualitativo en el equipamiento disponible, se adquirió un osciloscopio de prestaciones especiales para FPGA, que además de cuatro canales analógicos a 1 GHz de ancho de banda posee 16 canales digitales con 4 gigamuestras por segundo, al que se le ha dotado de un carrito para que constituya un práctico equipo de medida. Se adquirió un conjunto emisor-receptor para medidas de transmisión en fibra óptica, dotado de un cierto número de latiguillos que faciliten la conexión a los diversos estándares existentes.

Se adquirió un sistema PXI del fabricante National Instruments, dotado de un paquete completo de Labview, incluyendo los módulos para tiempo real, con el objetivo de analizar sus prestaciones de cara al control de instrumentos con finalidad astrofísica. Este sistema será previsiblemente evaluado por becarios de verano bajo la dirección de ingenieros del Departamento, y también puede ser utilizado como solución directa para el control del proyecto WEB, que analiza la respuesta al viento de un conjunto de segmentos de espejo simulados dentro de los estudios para el desarrollo de un ELT. También de cara a la evaluación de la tecnología, se adquirió una cámara CCD con salida Gigabit ethernet, la cual proporciona una velocidad de lectura y salida de datos elevadísima, al objeto de examinar su adaptabilidad a sistemas basados en FPGA.

El año 2005 ha traído la confirmación de las enormes posibilidades de la tecnología FPGA en instrumentación electrónica, y este área ha sido identificada como objetivo prioritario entre las actividades del Departamento. A tal efecto se ha organizado un curso específico de una semana de duración en la sede central del IAC, al que asistió también personal de la Universidad de La Laguna, en el que en dos niveles se realizó un recorrido por las herramientas y técnicas relacionadas con la mencionada tecnología FPGA. Se intentará en el futuro estrechar lazos con otros grupos de investigación que trabajen con la misma técnica, así como esforzarnos en la publicación de nuestras capacidades y resultados, en congresos y reuniones tanto de instrumentación astrofísica como de tecnología electrónica.

El Departamento de Software ha seguido centrado en los grandes proyectos instrumentales EMIR, OSIRIS y en el software embarcado para los satélites HERSCHEL y PLANCK. También se ha trabajado en LIRIS, TIP II e IMaX.

Como línea tecnológica, este año se ha seguido avanzando en la implantación de LINUX, como plataforma de desarrollo en entornos UNIX, y se espera seguir potenciando su uso.

En formación hay que destacar los cursos para todo el Departamento de "Introducción a Phyton"

y "UML2 for High Integrity Systems". Python es un lenguaje de programación interpretado especialmente útil para realizar programas de pruebas y permite ahorrar mucho tiempo de desarrollo. La formación en UML continúa la línea iniciada hace unos años de mejora de la metodología de desarrollo de software, en este caso, de modelado.

El Departamento de Óptica ha estado implicado en todos los proyectos con componentes ópticos, principalmente OSIRIS y EMIR pero también ha tenido una actividad importante en GREGOR. La marcha a ESO de A. Manescau en el verano ha provocado una redistribución de su trabajo en EMIR hacia los otros miembros del Departamento, que actualmente soportan una sobrecarga de trabajo.

En cuanto a equipamiento para el Laboratorio de Óptica, ha habido una gran inversión en elementos ópticos y optomecánicos, como soportes, bases, posicionadores de alta precisión motorizados, fibras ópticas para iluminación, lentes, microlentes, etc. También se ha comprado un autocolimador electrónico de precisión, cuatro cámaras de video de alta resolución controladas por USB y una placa de control para el interferómetro de medidas lineales nanométricas. Este nuevo equipamiento en parte va destinado a la nueva sala de integración de grandes instrumentos (AIV) donde se usará para la integración y pruebas de los instrumentos.

Este año se ha realizado una importante puesta a punto del aire acondicionado del Laboratorio de Óptica que se terminará en 2006. Los trabajos han consistido en la reparación y mantenimiento de todos los sistemas de ventilación, y en 2006 se sustituirá el cuadro eléctrico principal.

Con la puesta en servicio de la nueva sala de AIV, parte del trabajo de los ingenieros ópticos se ha desplazado a esta sala donde actualmente se empieza a montar el espectrógrafo GREGOR y OSIRIS.

El Laboratorio de Óptica y su equipamiento también fue utilizado por parte de otros grupos para la realización de determinadas pruebas y medidas. En particular, usaron el Laboratorio miembros del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna, de GRANTECAN S.A. y del Isaac Newton Group of Telescopes (ING). Los equipos utilizados fueron el interferómetro, el espectrofotómetro y la Sala Limpia.

Departamento de Mecánica. La mayoría de los miembros del Departamento han estado involucrados en los grandes proyectos instrumentales de GTC, EMIR y OSIRIS, pero se ha participado también en LIRIS, GREGOR, SCIDAR e IAC-80, así como en APE y WEB, enmarcados estos dos últimos en los proyectos relacionados con el ELT.

En cuanto a equipamiento, el Laboratorio de Mecánica ha mejorado su infraestructura para el almacenamiento y manipulación de componentes. Para la Sala de Criogenia, integrada en el Laboratorio de Óptica, se ha ampliado la dotación de equipos, tanto para la adquisición y monitorización de nivel de vacío como de temperaturas criogénicas.

En la Sala de CAD/CAE, para un mejor aprovechamiento de las herramientas principales, se han adquirido dos nuevos equipos de altas prestaciones (Doble procesador Xeon 3.2 Ghz con 8 GB de Ram y Windows XP x64) para ejecutar Wildfire 2 y Ansys 10 en 64 bits, que estarán operativos a principios del 2006.

Hay que destacar entre la actividad de este Departamento la consolidación de la utilización sistemática del diseño en 3D, basado en Pro-Engineer, así como de la herramienta Intralink, base de datos documental de planos mecánicos plenamente integrada con al herramienta de diseño Pro-Engineer, en la mayoría de los proyectos.

A nivel de toda Ingeniería, este año se ha completado la sustitución de todas las pantallas de ordenador por pantallas planas de 17" (19" en el caso del Departamento de Mecánica) y se han renovado algunos PCs.

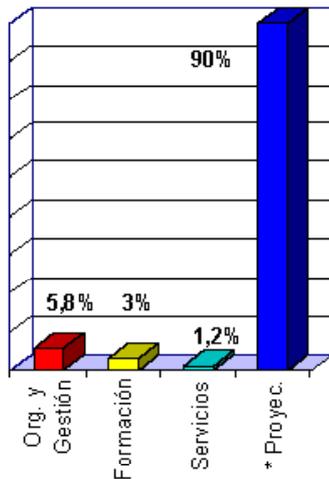
Con la terminación de los trabajos de la nueva Sala de Integración de Grandes Instrumentos, se ha puesto en servicio una amplia sala de despachos con más de veinte puestos de trabajo que se irán ocupando según sea necesario.

En aspectos de seguridad y salud, este año se ha generado la normativa de uso y seguridad de los laboratorios de Mecánica y Electrónica, que se pondrán en marcha en 2006. También se han evaluado los riesgos laborales en los puestos de trabajo de Ingeniería y en todos los laboratorios.

ACTIVIDAD

Gráfico I

Distribución por actividad



* Ver Gráfico II

su parte, LIRIS y FIN han disminuido drásticamente desde su entrega, quedando en un 2,6% y 0,1%, respectivamente. Con LIRIS en operación rutinaria, sólo quedan pendientes algunas mejoras para conseguir una mayor resolución espectral y la puesta en marcha del modo polarimétrico. También se han terminado este año los proyectos de colaboración EAV (Espacio Acústico Virtual) y DITERO (Divulgación con Telescopios Robóticos).

Por el contrario, los proyectos que han aumentado significativamente su dedicación han sido Óptica Adaptativa con FPGAs y los proyectos englobados bajo las siglas ELT que incluyen principalmente a

WEB y APE, que han pasado del 0,3% al 4,1% y del 2,2% al 8,8%, respectivamente. En menor medida también ha aumentado FRIDA del 0,2% al 2,3% y SUNRISE IMAx del 7,7% al 8,9%.

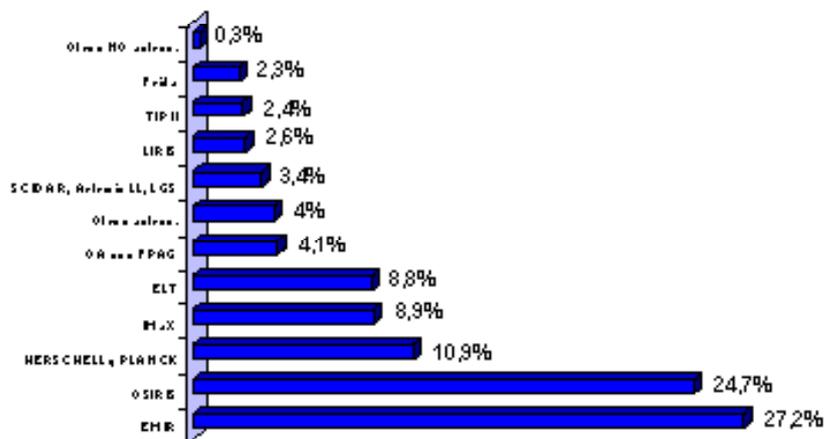
Bajo Otros Proy. Astronómicos se han agrupado a los Estudios de Óptica Adaptativa para el GTC, el espectrógrafo GREGOR, FIN, COSMOSOMAS, VSA Extension, DIMMA, OGS, Caja de A&G de IAC-80 y actividades en relación con las JRAs de OPTICON, que en total son el 4% de la dedicación de Ingeniería.

Estos datos también pueden verse en el siguiente gráfico (Gráfico III), que muestra la evolución de la dedicación de la Ingeniería a los proyectos más significativos desde 1999. Los datos a partir de 2000 incluyen también la dedicación de los gestores de proyectos. El aumento del número total de horas de los últimos años se debe a la incorporación de nuevo personal, a la inclusión de los becarios de larga duración y al incremento de la dedicación a proyectos frente a otras actividades

El gráfico muestra la gran dedicación a OSIRIS y EMIR, la finalización de proyectos como EAV, OGS, LIRIS y FIN, y el arranque de ELT, OA con FPGA y FRIDA. También muestra el descenso de HERSCHEL/PLANCK, el ligero aumento de IMAx y la constancia de las actividades de Caracterización Atmosférica, que engloban las tareas de los proyectos SCIDAR, Artemis Laser Link, LGS con OGS y DIMMA.

Gráfico II

Distribución por Proyectos



Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2005.

El siguiente gráfico (Gráfico I) muestra la distribución del empleo del tiempo en la Ingeniería según el tipo de actividad, esto es, dedicación a Proyectos, Formación, Servicios, y Organización y Gestión Interna.

En Organización y Gestión, un 5,8%, se incluye 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, la gestión del Laboratorio de Calibración Eléctrica, etc. El tiempo dedicado a la Organización y Gestión de la Ingeniería ha sido 8 décimas inferior al del año pasado.

En cuanto a la Formación, el 3% es el tiempo dedicado actividades formativas estándar, como cursos, congresos y no incluye la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental. Este valor es muy similar al del año pasado confirmando el gran énfasis que se ha venido poniendo en la dedicación efectiva al desarrollo de los proyectos. Cuando la situación de los proyectos lo permita

deberá hacerse un esfuerzo para volver a valores próximos al 5%.

El 1,2% dedicado a Servicios por parte de Ingeniería, incluye principalmente el tiempo dedicado a la resolución de consultas técnicas, tanto internas como externas al IAC y la asistencia a Mantenimiento Instrumental. El porcentaje es medio punto inferior al del año anterior.

Finalmente el 90% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en Proyectos. Este valor, 1,4 puntos superior al año pasado, expresa claramente el gran esfuerzo en maximizar los recursos dedicados a Proyectos que se está haciendo en los últimos años.

En el Gráfico II se puede ver el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos.

Siguiendo con la tendencia anterior, se han concentrado esfuerzos en los proyectos grandes para GTC: OSIRIS (24,7%) y EMIR (27,2%) que siguen siendo los que más recursos emplean, más de un 50% de la capacidad total.

HERSCHEL/PLANCK con un 10,9% ha bajado más de 4 puntos respecto a 2004, en consonancia con la etapa final en la que está entrando el Proyecto. Por

Gráfico III

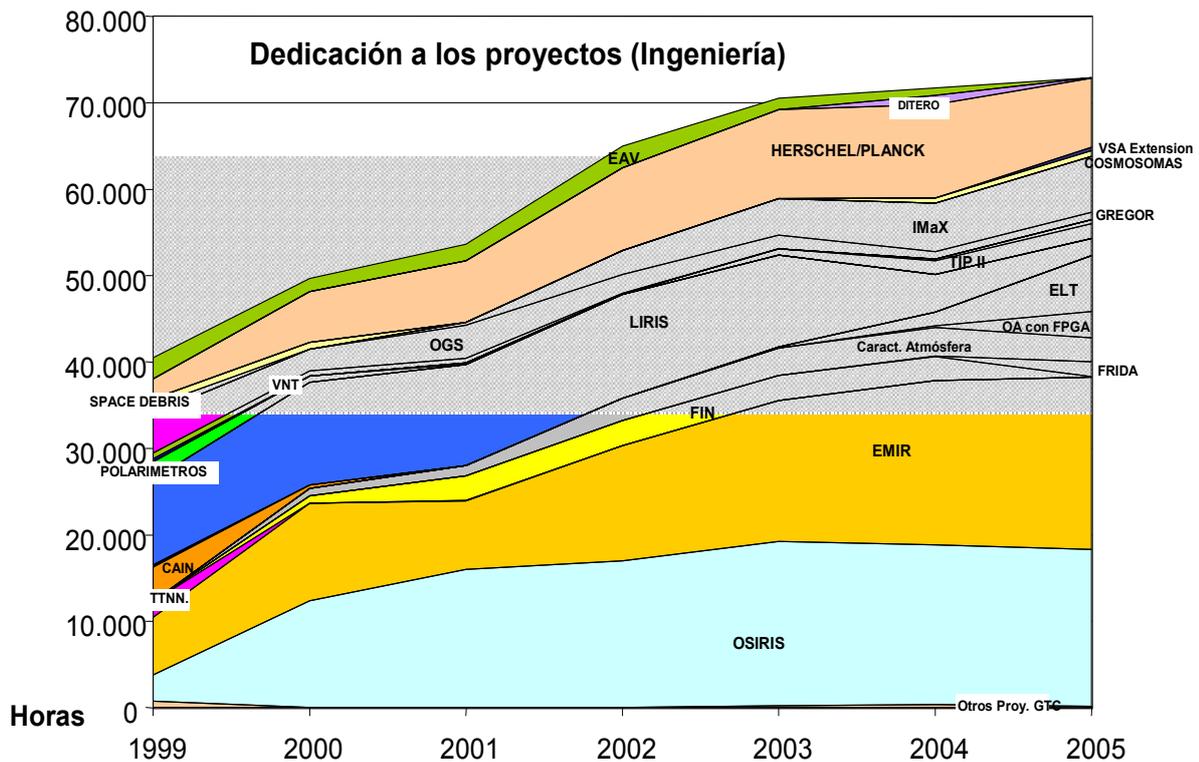


Gráfico IV

Participación de Ingeniería y Gestión en los proyectos (Año 2005)		Artemis Laser Link	Controlador de lecturas	Cosmosomas	D BIMA	ELT	EMIR	LOS en OGS	FDI (Simulador)	FIN	FRIDA	GREGOR	HERSCHEL - PLANG K	MAX	LRIS	O.A. con FGA	O.A. GTC	OGS Oper. & Manti.	OPTICO MURAS	OSIRIS	SCDAR	TIP II	VSA Extension	Ind. Lstr. Conn. Fase 1&2	D ITERO			
Gestión	A. Alonso																											
	A. Pérez																											
	J. C. González																											
	J. M. Herreros																											
	J. Patrón																											
	L. Jochum																											
	M. Amale																											
	M. Barrio																											
	M. Reyes																											
	V. González																											
Electrónica	E. Ballesteros																											
	E. Jován																											
	F. Gago																											
	G. Herrera																											
	H. M. Chulani																											
	J. J. Díaz																											
	J. M. Delgado																											
	J. V. Gilgani																											
	L. F. Rodríguez																											
	M. A. Morfex																											
	M. Soza																											
	R. Hoyland																											
	T. A. Viera																											
Mantenimiento	E. Hernández																											
	F. J. Fuentes																											
	F. Tenegi																											
	J. Pérez																											
	L. Peraza																											
	M ^a . B. Hernández																											
	P. Redondo																											
	P. Saucedra																											
	R. Restrepo																											
	P. Zuluaga																											
	S. Barrera																											
	S. Becerra																											
	S. Correa																											
V. Sánchez																												
Óptica	A. B. Fragozo																											
	A. Manescau																											
	J. L. Rasilla																											
	L. M. Monloya																											
R. López																												
Software	A. J. Herrera																											
	A. Obrado																											
	E. Pérez																											
	H. Moreno																											
	J. C. López																											
	J. L. Medina																											
	M. Aguiar																											
	M. Sánchez																											
	M ^a . F. Gómez																											
	P. López																											
R. Rodríguez																												

La siguiente tabla (Gráfico IV) muestra, esquemáticamente, la dedicación de los ingenieros a los principales proyectos durante 2005. 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 de la gestión. Las líneas en blanco reflejan una baja por incapacidad laboral temporal durante todo el año.

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 Dpto. de Electrónica, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Entrenamiento intensivo con FPGAs" (Madrid); "Procesamiento de imágenes" y «LabView for Windows Basics I & II» (Barcelona); "Introducción a Pitón", "UML2 for High Integrity Systems", "Técnicas de soldadura/desoldadura para SMT BGAs" y "Diseño FPGA-VHDL" (IAC).
- Congresos: "Scientific Detector Workshop SDW2005" (Italia); "2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation" (Barcelona); "16th International Federation of Automatic Control Congress" (República Checa); "Optics & Photonics" (EEUU).

En aspectos **ópticos** o para el personal del Dpto. de Óptica, la formación ha consistido en:

- Congresos: «Multi-Conjugate Adaptive Optics for VLTs and ELTs. Workshop ONERA: MCAO» (Francia); "AOMATT 2005 - Advanced Optical Manufacturing and Testing Technologies" (China).

En aspectos de **software** o para el personal del Dpto. de Software, la formación ha consistido en:

- Cursos: "Introducción a Pitón", "UML2 for High Integrity Systems" y «Diseño FPGA-VHDL FPGAs» (IAC).
- Congreso: "II Jornadas de Ingeniería del Software" (Santa Cruz de Tenerife).

En aspectos **mecánicos** o para el personal del Dpto. de Mecánica la formación ha consistido en:

- Cursos: "Space Tribology" (Suiza); "ANSYS Workbench" (Madrid); "Introducción a las técnicas básicas con MathCAD" y "Introducción a las técnicas avanzadas con MathCAD" (IAC).
- Seminarios: "Design Modeler" y "No linealidades en ANSYS" (Madrid); "Rodamientos de precisión FAG" (IAC).
- Congresos: "Optics & Photonics" (EEUU); "11th European Space Mechanisms and Tribology Symposium (ESMATS)" (Suiza).

En aspectos relacionados con **la gestión de recursos humanos, gestión de proyectos o habilidades no técnicas** ha habido las siguientes actividades formativas:

- Cursos: "Organización del tiempo", "Selección de personal" y "Gestión de personal" (IAC); "Evaluador EFQM" (Madrid); "Implantación y certificación de un sistema de gestión de la I+D+i, según las normas UNE 166001:2002 EX y UNE 166002:2002 EX" (Santa Cruz de Tenerife).

En general la asistencia a estas actividades formativas ha sido bastante numerosa cuando se ha organizado en el IAC y de una o dos personas por curso o actividad cuando ha sido fuera.

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, este año el IAC ha invertido unos 81 mil Euros en dar formación a sus ingenieros y gestores. La mayor parte de ese importe ha sido sufragado por el propio Área y el resto por los proyectos instrumentales y por la convocatoria de "Formación Continua" financiada por el Ministerio de Administraciones Públicas.

Este año se ha seguido aplicando el cuestionario de fin de formación. De esta manera podemos comprobar la adecuación de las actividades formativas concretas a los objetivos que se persiguen. En general, las actividades de formación han sido bien valoradas por los asistentes. La estadística total muestra los siguientes valores (de 1 a 5): contenido 3,4; duración 3,6; profesorado 3,8; aplicabilidad de los conocimientos 4; la valoración global ha sido de 3,5.

La comparación con los valores obtenidos en 2004 muestra un resultado muy similar, dentro de ±1

- J. López Hermoso (Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña).

Trabajó en el diseño detallado mecánico de la nueva caja de adquisición y guiado del telescopio IAC-80, retomando los diseños preliminares existentes y completando el diseño hasta el nivel de detalle necesario para su entrada en fabricación, actualizando los diseños de algunos mecanismos, asignando tolerancias, analizando su comportamiento estructural y seleccionando componentes comerciales.

Supervisor: *P. Saavedra*.

- A.M. Sánchez Fernández (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria).

Trabajó en el Departamento de Electrónica en el diseño de un enlace serie rápido basado en FPGAs, desarrollando una conexión Gbit Ethernet entre módulos de FPGAs.

Supervisor: *J.J. Díaz*.

- J.J. Rué Perna (Licenciado en Matemáticas y estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones y Ciencias Físicas por la Universidad Politécnica de Cataluña).

Trabajó en el Departamento de Mecánica en el desarrollo de un software de adquisición de datos y análisis espectral de señales. Este software, basado en LabView, se ha aplicado al medidor de vibraciones y al medidor submicrométrico del Dpto.

Supervisores: *L. Peraza y J.M. Delgado*.

- A. Tort Salabert (Estudiante de Ingeniería Informática de la Universidad Politécnica de Cataluña).

Trabajó desarrollando una aplicación distribuida para el sistema de adquisición de datos del Proyecto OSIRIS. La aplicación consiste en una interfaz gráfica en Java y en un conjunto de servidores para manejar varios dispositivos mecánicos y electrónicos.

Supervisor: *J.C. López*.

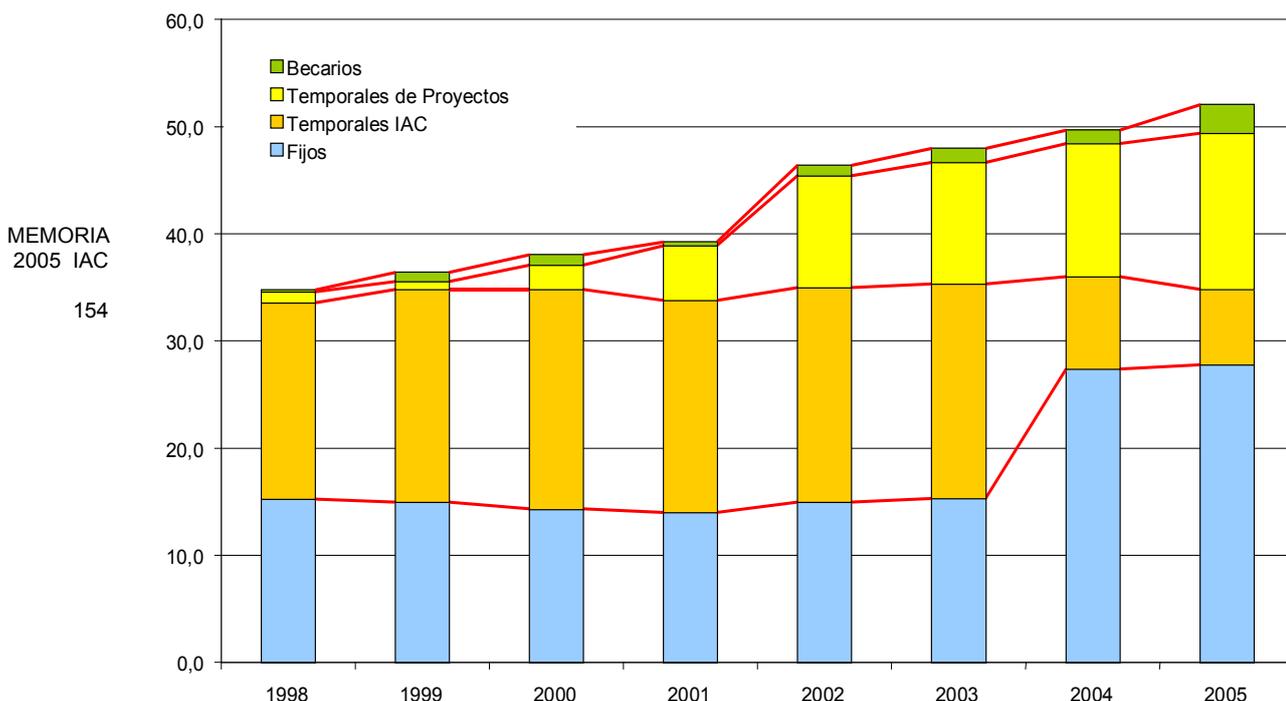
- G. Martín Jiménez (Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sevilla).

Trabajó en el Proyecto EMIR en el montaje, integración y verificación del prototipo del sistema de soportes axiales y radiales en el criostato de pruebas del Proyecto.

Supervisores: *S. Becerril, P. Redondo, R. Restrepo y V. Sánchez*.

Dentro del procedimiento de becarios de verano, este año se ha pasado a los becarios una encuesta de fin de estancia. En dicha encuesta se les pregunta por diferentes aspectos de su estancia y su trabajo. La valoración que han realizado ha sido muy buena pero se apuntan elementos a mejorar como un mayor apoyo en el acogimiento inicial a los becarios y, en ciertos casos, una mejor definición inicial del trabajo a realizar.

Evolución de los contratos en Ingeniería y Gestión



décima, salvo la valoración del profesor que baja de 4,1 en 2004 a 3,8 este año.

Hubo tres cursos impartidos en el IAC, y a los que asistieron numerosos ingenieros, que no dieron todos los resultados esperados, en particular los de "MathCAD", "Rodamientos de precisión" y "UML" que no superaron un 3 como nota global. En opinión de los asistentes, los contenidos eran mejorables. Por el contrario, el curso en el IAC mejor valorado fue el de "FPGAs-VHDL" que recibió una nota global de 4. Entre el resto de actividades formativas, donde asistieron menos ingenieros, uno o dos normalmente, las valoraciones presentan mucha dispersión, estando entre 2 y 5. Los congresos sobre Tribología y Control Automático fueron especialmente bien valorados.

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

Este año han causado baja en el Área A. Obradó y N. Sosa que dejaron los Departamentos de Software y el de Electrónica, respectivamente. A. Manescau (Dpto. de Óptica) se encuentra en excedencia en el Observatorio Europeo Austral (ESO).

La única alta de este año ha sido la de G. Herrera que, después de una etapa como becario de proyecto, se ha incorporado al Departamento de Electrónica.

Una aspecto importante a resaltar fue la promoción de 7 ingenieros dentro del Área que tuvo lugar a finales de 2005. M. Reyes ha pasado a ocupar el puesto de Jefe de Proyectos, cargo de nueva creación que pretende potenciar, mejorar y unificar la gestión de proyectos en el Área. J.L. Rasilla y R. López (Dpto. de Óptica), J.J. Díaz y E. Joven (Dpto. de Electrónica) y J.M. Herreros y V. González Escalera (del grupo de Gestores de Proyectos)

son ahora Ingenieros Senior.

Dentro del programa de becas de verano, recibimos a 6 estudiantes o recién titulados, y también hubo varios becarios de proyectos y estudiantes que realizaron su proyecto de fin de carrera o una estancia en prácticas como parte de sus estudios académicos. Más adelante se menciona con detalle el trabajo de cada uno de ellos.

En el gráfico siguiente (Gráfico V) se muestra la evolución de los contratos de Ingeniería y Gestión y los becarios de proyectos desde el año 1998. Es de destacar el incremento desde el 2000 de los contratos en proyectos a cargo de financiación externa, y el resultado del proceso de consolidación en 2004, gracias al cual, muchos contratados temporales pasaron a ser fijos. El incremento de personal es de casi 2,5 personas/año, y es debido en su totalidad a la financiación externa de los proyectos, ya que los contratos con dinero propio del IAC no han crecido.

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

Este año se recibieron 143 solicitudes para las becas de verano, un poco menos que el año pasado, y se concedieron 6. La nota media de los expedientes recibidos fue de 1,80 (1=Aprobado, 2=Notable, 3=Sobresaliente y 4=M.H.), un número ligeramente superior al de la anterior convocatoria. Los becarios estuvieron en el IAC entre los meses de julio a septiembre.

- C.D. Salós Andrés (Estudiante de Ingeniería de Telecomunicación por la Universidad de Zaragoza). Trabajó en la programación de una interfaz para la nueva cámara CCD del telescopio IAC-80, proporcionando al Proyecto un programa realizado en LabView para el control de la nueva cámara que incluye, además de la toma de imágenes, el control de la rueda de filtros, la interfaz con el telescopio y el archivo de los datos.
Supervisor: E. Joven.

Estancias en prácticas

- R.M. Rodríguez Ramallo (Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de La Laguna). Ha estado realizando prácticas, desde el 9 de agosto de 2004 hasta el 9 de febrero de 2005, dando apoyo en la ejecución de las pruebas de validación del software de vuelo de las versiones 1.0 y 1.1 del instrumento LFI de la misión espacial PLANCK de la ESA. Posteriormente ha continuado colaborando con el proyecto gracias a la concesión de una beca que se extendió hasta finales de año. Supervisor: *J.M. Herreros*.

- N. Descharmes (Estudiante de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la Universidad ENSSAT, Francia). Ha realizado un periodo de prácticas desde del 14 de febrero al 14 de agosto de 2005, dentro del Departamento de electrónica, participando en el

Proyecto de desarrollo de un prototipo de sistema de Óptica Adaptativa con FPGAs. Supervisor: *L.F. Rodríguez*.

Proyecto de Fin de Carrera

- J. Belmonte Huertas (Licenciado en Ingeniería Electrónica por la Universidad de La Laguna). Ha seguido realizando, hasta mayo de 2005, el su proyecto en el Departamento de Electrónica. El proyecto se inició en octubre de 2004 y ha consistido en el desarrollo de una comunicación USB 2.0 con FPGA. Supervisor: *J.J. Díaz*.

PRODUCCIÓN

Producción se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica y Servicio de Mantenimiento Instrumental.

MEJORAS DE INFRAESTRUCTURAS

A lo largo del año 2005 se han adquirido una serie de equipos y realizado una serie de acciones encaminadas a mejorar la prestación de los distintos Talleres y Servicios que forman Producción en el Área de Instrumentación.

Se han realizado las primeras acciones encaminadas a la implantación del sistema CAD/CAM en las máquinas CNC.

Se han adquirido dos relojes comparadores, milesimal y centesimal para el Laboratorio de Metrología.

También una pluma mural giratoria. Se realizó la revisión, ajuste y verificación de la máquina de medir por coordenadas. Se ha incorporado una mesa magnética.

Se adquirieron un termohigrómetro para la cabina de pintura y una transpaleta para bidones. Se ha instalado un circuito de gases para los procesos de soldadura y corte de metales.

El Taller de Mecánica con la idea de poder realizar taladros que requieran herramientas de muy pequeño diámetro compró un cabezal con un motor de alta precisión que permitirá no desechar piezas con taladros roscados en los que

la herramienta se haya roto durante el proceso de roscado, una lavadora rotativa para piezas, relojes comparadores, un termo-higrómetro calibrado para el control ambiental de determinados procesos, en especial, la fabricación de piezas para proyectos espaciales, una llave dinamométrica con rango suficiente para sujetar instrumentos en el Simulador de Rotador Nashmyth, etc.

Se hizo nuevamente la instalación del circuito de gases ya que el antiguo tuvo que ser eliminado al iniciarse las obras de la Sala AIV.

Mantenimiento Instrumental compró elementos para vacío tales como un sensor con rango hasta 1000-5 x 10⁻⁹ mbar y una unidad para leerlo. Con la finalidad de poder realizar mantenimiento preventivo y predictivo adquirió una cámara termográfica que permitirá detectar qué partes de un determinado sistema emiten calor y analizar si pueden ser causa de avería. También se adquirió otro tipo de elementos tales como un osciloscopio digital de 200MHz y 4 canales, una pinza amperimétrica, dos multímetros, etc.

La principal mejora en el equipamiento del Taller de Electrónica fue la adquisición de una posicionadora-soldadora por infrarrojos para BGA's. El resto del equipamiento adquirido fueron un kit de desarrollo de microprocesadores, soldadores, desoldadores. También se compró un extractor de humos y una lupa rectangular para solucionar unos problemas

de seguridad y salud detectados en algunos puestos de trabajo.

La zona que estaba reservada a ensayos se remodeló y se equipó con estanterías para poder ordenar todos los componentes y elementos de los armarios de la electrónica de OSIRIS, ya que serán montados en este Taller.

Respecto a las mejoras en el equipamiento informático, se compraron, 2 impresoras un portátil, dos pantallas de 19", 16 ordenadores y 17 pantallas planas de 17". Parte de estos equipos serán instalados en algunos de los 25 puestos de trabajo del coloquialmente llamado, "Corralón de Instrumentación". Para este "corralón" se adquirió la instrumentación necesaria para dotarlo de telefonía y datos. La conexión con la red puede realizarse de forma inalámbrica o por cable.

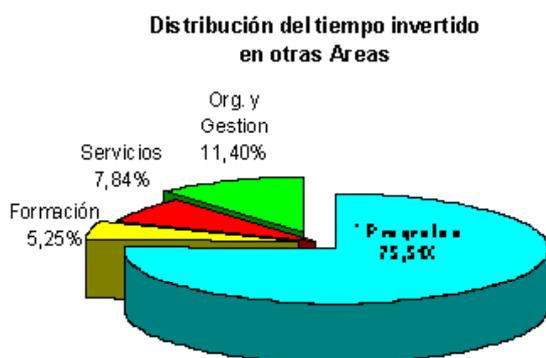
Con la idea de mejorar el servicio de videoconferencia disponible en el Área de Instrumentación se compró un monitor de 32" plano para la sala grande de reuniones, y un equipo de videoconferencia para la sala pequeña, ya que este servicio está cada vez más solicitado. En la sala pequeña las videoconferencias se realizarán a través del cañón de proyección ya que no se dispondrá de monitor. En ambas salas se colocará un cañón fijo en el techo para facilitar las presentaciones.

Respecto al software se compraron las siguientes licencias: una Puryfyplus para Linux, una de MathCAD, seis de Studio 8, una de Micromanit para gestionar el mantenimiento de instrumentos, 16 licencias de MS Proyect, una de Labview, y 10 licencias de Auto Desk Inventor.

ACTIVIDAD

El tiempo efectivo trabajado en Producción a lo largo del año 2005 ha estado dedicado en un 75,51% a los Proyectos, en un 11,47% a la Organización y Gestión de los distintos Talleres

Gráfico VI



* Ver Gráfico VII

y Servicios que la componen, en un 7,78% al servicio prestado a Departamentos y Laboratorios de Ingeniería, a proyectos no instrumentales del Área de Instrumentación, a otras Áreas y al exterior. El tiempo restante, es decir, el 5,25% se dedicó a formación.

Los Proyectos se dividen en los grupos: ESA y Espaciales, Telescopios, Instrumentación astronómica y los Relativos al GTC.

OGS, HERSCHEL PLANCK, IMAx, AMS y ELT componen el grupo de proyectos ESA y Espaciales. La dedicación a este grupo supuso el 10,53% del tiempo total. Tomando como referencia el tiempo total invertido a proyectos, a este grupo se le dedico el 13,94%, del cual el 2,01% fue para la OGS, el 4,19% para IMAx, el 4,86% para HERSCHEL-PLANCK, el 2,57% para AMS y el 0,31% para ELT.

El grupo de proyectos relativos a Telescopios lo forman los TTNN en el OT y los equipos del ORM. La dedicación del tiempo total de Producción a este grupo supuso el 19,58%, y respecto al tiempo dedicado a proyectos el 25,94%, correspondiendo el 24,62% a los TTNN en el OT y el 1,32% a los equipos en el ORM. Si se comparan estos datos con los de 2004 se aprecia que son muy similares.

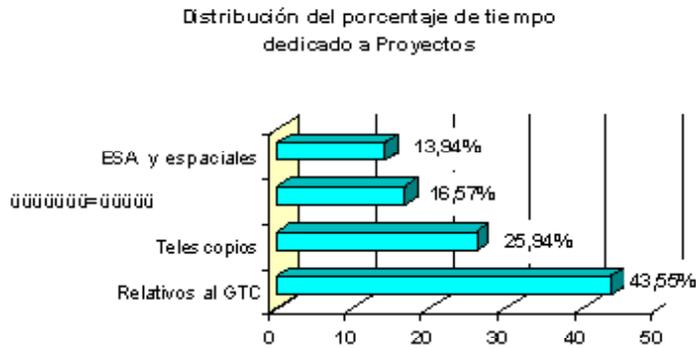
Los proyectos relacionados con la Instrumentación astronómica lo componen, COSMOSOMAS, LIRIS, Estructura y Dinámica solar, SCIDAR, Estructura atmosfera Óptica Adaptativa, Prospección del interior del Sol, Espectropolarimetría solar, Sismología solar y estelar, PASS y Site-testing. La dedicación a este grupo a sufrido un descenso considerable respecto del dedicado el pasado año (del orden del 50%). El tiempo dedicado a este grupo fue del 12,51% del total y del 16,57% del dedicado a Proyectos. La razón del descenso radica en que los proyectos que forman el grupo Relativos al GTC son los que más tiempo han consumido.

El 16,57% del tiempo de proyectos dedicado a este grupo estuvo repartido de la siguiente forma: Estructura atmósfera Óptica Adaptativa el 7,81%, LIRIS el 3,35%, COSMOSOMAS el 1,44%, y el 3,97 para el resto, sin llegar ninguno de ellos al 1%.

OSIRIS y EMIR forman el grupo de Proyectos Relativos al GTC. Como ya se dijo, ha sido el causante del descenso de dedicación al grupo de proyectos anterior. De dedicarle el 18,1% del tiempo total efectivo de Producción en 2004 se ha pasado a dedicarle el 32,88% en 2005, y respecto del tiempo total de Proyectos pasó de un 22,39% en 2004 a un 43,55% en 2005, del cual un 22,12% recayó en OSIRIS y un 21,43 en EMIR.

Esto refleja la importancia que tienen ambos proyectos actualmente y la gran demanda de trabajo solicitado a Producción.

En el siguiente gráfico (Gráfico VII) podemos ver



con éxito. Se comenzaron a calibrar medidores de tierra con certificado interno IAC, ya que al final se decidió retrasar a 2006 la solicitud de ampliar la acreditación para calibrar este tipo de instrumentos. El informe de los resultados obtenidos por los distintos laboratorios que participaron en la intercomparación externa para medir intensidades de alto valor organizada por el Subcomité Técnico de Calibración de la ENAC llegó a lo largo de 2005. Los resultados indican que el laboratorio está trabajando adecuadamente.

El tiempo que se invirtió en dar servicio al exterior y al resto de centros de gasto del IAC supuso el 7,84% del tiempo total facturado, distribuido de la siguiente forma: el 5,12% se dedicó a Departamentos y Laboratorios de Ingeniería, y a proyectos de Infraestructura del Área de Instrumentación, el 1,68% se dedicó al resto de Áreas que componen el IAC, y a servicios al exterior el 1,04%.

La formación en Producción este año supuso el 5,25% del tiempo total trabajado. La relación de cursos, ferias, congresos, etc. a los que se asistió se detalla más adelante en esta Memoria.

FORMACION

La formación ha sido considerada en dos tipos, interna y externa. La interna está relacionada con la transferencia de los conocimientos de personas cualificadas en unos determinados temas al resto de sus compañeros. También incluye lectura de documentos, manuales, etc. Con la externa se trata de mejorar y ampliar conocimientos de procesos y uso de maquinaria, mediante cursos impartidos

la distribución del porcentaje de tiempo dedicado a cada uno de estos grupos.

Gráfico VII

El tiempo dedicado a la Organización y Gestión de Producción supuso en 2005 el 11,4% del tiempo total efectivo, cantidad algo superior a la de 2004, pero dentro de lo esperado.

La distribución de este porcentaje del tiempo total contabilizado en Producción se quedó de la siguiente forma: el 4,15% para el Laboratorio de Calibración Eléctrica, el 1,85% para el Servicio de Mantenimiento Instrumental, el 3,87% para el Taller de Mecánica, el 1,39% para el Taller de Electrónica, y el 0,14 restante para almacenes y dedicación a los alumnos de FP que vienen a realizar prácticas en el IAC.

Como ya sigue siendo habitual, el Laboratorio de Calibración Eléctrica es al que más horas se le dedicó, estando justificado por el mantenimiento de la acreditación. La auditoria no estuvo exenta de problemas pero se superó



por personal no perteneciente a Producción.

El reparto de horas dedicadas a cada una de ellas se puede ver en el siguiente gráfico (Gráfico VIII).

Gráfico VIII

El personal del **Taller de Mecánica** asistió a un curso de soldadura y de corte por plasma/láser, a un seminario de rodamientos de precisión FAG y parte del personal asistió a la feria industrial de Barcelona y recibió formación sobre el módulo de mecanizado de fresa que tiene el programa Pro/Engineer, ya que en breve se comenzará a trabajar con CAD-CAM. Este método consiste en fabricar piezas a partir del plano informático sin tener

que programar la máquina. Este curso se realizó durante tres meses y a media jornada para que interfiriera lo mínimo posible con los trabajos del Taller. Este curso lo impartieron A. Díaz, J. Perdígón

y J.C. Díaz, del Servicio de Delineación Técnica. El personal del **Taller de Electrónica** recibió un curso de Protel impartido por el A. Casanova, con la idea de generalizar al resto del personal el diseño de circuitos impresos por ordenador.

También recibieron un curso sobre técnicas

ACCIONES DE APOYO TECNOLÓGICO

Este apartado hace referencia a los trabajos que se realizan para empresas tanto públicas como privadas, o para empresas vinculadas al IAC que solicitan trabajos no acordados. Como más relevantes destacar los siguientes:

Para **CALEB BRETT IBERICA S.A.**: Calibración de dos multímetros.

Para **LLOYD'S REGISTER ESPAÑA S.A.**: Calibración de una pinza amperimétrica.

Para **MANTENIMIENTO ELÉCTRICOS MAEL S.L.**: Calibración de un medidor de tierra.

Para **FONTASOL**: Calibración de 2 pinzas amperimétricas.

Para **MAESSA**:

- Calibración de un multímetro digital.
- Calibración de 2 pinzas amperimétricas

Para **GESAIR S.L.**: Calibración de una pinza amperimétrica.

Para **KEPATRONIC S.L.**:

- Calibración de un medidor de tierra.
- Calibración de un multímetro digital.
- Calibración de una pinza amperimétrica.

SALA DE ARMADO, INTEGRACIÓN Y VERIFICACIÓN (AIV) (4E2501)

J. Calvo Tovar.

Introducción

La edificación de la Sala AIV está justificada por la necesidad de armar, integrar y verificar la instrumentación para grandes telescopios que se está gestionando y en parte fabricando en el Área de Instrumentación del IAC. Es obvio que con los medios de que se disponía era imposible realizar, tanto por dimensiones como por peso, las tareas necesarias que aseguren que dichos instrumentos cumplan especificaciones.

Descripción

Esta Sala de Armado, Integración y Verificación de instrumentos para grandes telescopios (Sala AIV) es una construcción tipo nave industrial

con estructura metálica y con paredes formadas por paneles aislantes que permiten controlar las condiciones ambientales internas de una manera efectiva. Sus características se detallan a continuación de una forma general.

El largo es de 44 m, el ancho de 15,6 m, y con una altura interior de 10 m. A la parte antigua puede accederse mediante una escalera y una plataforma hidráulica, lo cual facilita el paso de personas e instrumentos.

Internamente está dividida en tres zonas: premontaje, uso general de laboratorio y Sala Limpia de clase 100.000. La primera tiene una superficie útil de 154,5 m², la segunda de 220,5 m² y la tercera de 125 m².

En la actualidad dispone de un Simulador de Rotador Nasmyth para verificar los instrumentos diseñados para trabajar en foco Nasmyth. Posteriormente se equipará con un Simulador de Rotador Nasmyth-Cassegrain que permitirá

utilizarlo indistintamente para instrumentos diseñados para trabajar en cualquiera de estos dos focos.

El suelo de la Sala Limpia y de la zona general tiene una red de arquetas comunicadas entre sí. También están comunicadas con los cuadros eléctricos, las tomas de aire comprimido, el circuito de refrigeración, la telefonía y datos, con la finalidad de poder llevar todos estos servicios a cualquier parte de estas zonas por debajo del suelo. Existe alimentación trifásica, monofásica, UPS, y se dispone de un grupo electrógeno que garantiza el suministro eléctrico en caso de fallos o cortes por mantenimiento.

Dos puentes grúa de 8 Tm, uno en la sala limpia y otro en la zona general y de premontaje, facilitan el movimiento de cargas.

Dada la falta de sitio en el Área de Instrumentación para colocar los nuevos puestos de trabajo necesarios para afrontar los proyectos previstos en un futuro próximo se techó el almacén del Taller de Mecánica, creando un gran despacho diáfano con 25 puestos de trabajo ("Corralón de Instrumentación").

Actividad

Durante 2005 los trabajos realizados en la Sala AIV han estado encaminados a finalizar las instalaciones y a ejecutar una serie de trabajos que o bien no estaban en el proyecto o bien sufrieron modificaciones.

La modificación más importante fue el cambio de ubicación de la maquinaria de aire acondicionado de las distintas zonas de la Sala. Inicialmente se pensó en que fuera sobre la azotea del Departamento de Electrónica, pero al final se consideró, tanto por cuestiones estéticas como funcionales, que era mejor colocarla sobre el techo del nuevo Corralón de Instrumentación. Esto supuso rehacer los cálculos de la estructura del tejado ya que el peso de esta maquinaria equivale a varias toneladas. Por otro lado la instalación no estuvo exenta de problemas ya que había que evitar que su funcionamiento generara ruidos y vibraciones que se pudieran transmitir a despachos cercanos, al Laboratorio de Diseño Electrónico y al Taller de Mecánica.

Paralelamente a esta instalación se trabajó en la colocación de las luminarias, tubos de aire acondicionado, circuito de refrigeración, sensores contraincendios y aire comprimido, todo ello ubicado entre la cubierta y el falso techo de la Sala.

Ya dentro de las distintas zonas de la Sala se instalaron y cablearon todos los cuadros eléctricos, tanto de corriente normal como estabilizada.

Las bancadas antivibratorias para los Simuladores de Rotadores y de las mesas ópticas, se finalizaron rellenando de hormigón los 20 cm que les faltaba. Posteriormente se procedió a finalizar el resto del suelo en todas las zonas de la Sala.

En la zona limpia de clase 100.000 se colocó un suelo antiestático, y al resto de las zonas se le dio una imprimación epoxi con la finalidad de darle dureza.

Según se iban finalizando todas estas tareas en el interior, en el exterior se fue trabajando en la urbanización de la zona.

El 22 de abril de 2005 se firmó un acta de recepción de la obra de pavimentación y anexos a la Sala AIV.

A partir de esta fecha quedaban pocos trabajos a realizar por la contrata en el interior de la Sala, quedando utilizable en junio a falta de terminar los trabajos de instalación y puesta en marcha de la climatización. La causa de este retraso fue la modificación de la ubicación de la maquinaria.

Paralelamente a esta edificación se estaba fabricando uno de los principales instrumentos que se instalaría dentro de la Sala AIV, el Simulador de Rotador Nasmyth para grandes instrumentos. Su fabricación se inició en enero de 2005 y las pruebas de aceptación se realizaron en las dependencias de Tekniker a finales del mes de agosto. A Tenerife llegó el 9 de septiembre, y su instalación en una de las bancadas de la zona general de laboratorio de la Sala se realizó entre el 3-4 de octubre. Las pruebas de aceptación definitivas se realizaron entre el 5- 6 de octubre, quedando operativo a partir del día 7 de octubre.

De forma resumida estas son algunas de sus características principales:

- Los movimientos del simulador se ejecutan mediante dos moto-reductores que actúan sobre la corona del engrane interior del rodamiento. Estos motores están dispuestos de forma simétrica (180°) para evitar introducir desequilibrios adicionales en la estructura.
- El campo de rotación es de 0 a 352° ($\pm 176^\circ$). Se entiende que podrá girar una vuelta completa a partir de la posición de parking y retornar, en sentido contrario, todo el camino recorrido hasta la posición de parking. La posición de parking es una posición intermedia pudiendo dar media vuelta hacia ambos lados ($\pm 176^\circ$).
- El eje de rotación de campo a 2.000 mm. del suelo.
- La distancia entre la parte más saliente de los pilares que soportan todo el instrumento es de 3.670 mm.

- La altura máxima sin cables que roten es de 3.663 mm.
- La velocidad es regulable entre 0 y 4,2°/s.
- La aceleración y desaceleración angular máxima es de 0,53°/s.
- La holgura de la transmisión en el engrane piñón corona es menor de 0,5°.
- El motor denominado maestro lleva incorporado un codificador absoluto que en todo momento da información de la posición angular absoluta del simulador.
- Dispone de finales de carrera, para cada sentido de giro y con doble contacto, para la cadena de emergencia y para el PLC.
- Tanto para evitar que gire en el caso de quitar los motores y frenos, como por seguridad, puede bloquearse mecánicamente cada 7,5° mediante la colocación de unas piezas diseñadas para ello.
- El interior del rodamiento deja libre una superficie

equivalente a un círculo con un diámetro aproximado de 2.000 mm.

- La parte móvil del rodamiento dispone de dos bridas mecanizadas con taladros roscados para fijar los instrumentos y un sistema de verificación óptica.

- La brida donde se anclan los instrumentos es la que tiene el Rotador Nasmyth del GTC, a excepción de la parte correspondiente a la caja de adquisición y guiado (A&G). Esta brida está sujeta a la parte móvil del rozamiento mediante tornillos.

- El simulador puede ser contrapesado para contrarrestar hasta un máximo de momento de desequilibrio de 1.000 N·m. Este contrapesado se realiza de forma manual mediante colocación de pesos. Para evitar posibles interferencias con el sistema de verificación óptica, estos pesos quedan alejados del eje de rotación de campo.



Fachada sur Sala AIV.



Zona de uso general del laboratorio.



Arriba: Sala Limpia clase 100.000.

Abajo: vistas del Simulador de Rotador Nasmyth.



- El origen del sistema de referencia coincide con el foco nominal Nasmyth del GTC.
- La máxima masa de instrumento a ser rotada sin segundo rozamiento es de 2.400 Kg.
- La máxima masa del sistema de verificación óptica a ser rotada es de 250 Kg.

ESTUDIOS DE DISEÑO DE LT (EXTREMELY LARGE TELESCOPE)

M. Reyes, C. Muñoz-Tuñón, L. Montoya, E. Hernández, M.A. Nuñez, S. Correa, P. Zuluaga, T. Viera, J.J. Fuensalida, J.M. Delgado, T. Varela y B. García.

G. Pescador, A. Schumacher, J. Castro y N. Devaney (GRANTECAN S.A.)

ESO (Garching, Alemania), LAM (Marsella, Francia), Arcetri (Florencia, Italia), FOGALE (Nimes, Francia), MEDIA (Madrid), JUPASA (Toledo), CIMNE (Barcelona), ITER (Tenerife), LUAN (Niza, Francia), UPC (Barcelona).

Introducción

Encabezados y coordinados por European Southern Observatory (ESO), los principales centros de Astrofísica de Europa, incluyendo el IAC, así como empresas del sector tecnológico, han elaborado una propuesta al sexto programa marco europeo (FP6), con el propósito de conseguir financiación para estudios y desarrollos tecnológicos en el marco del futuro Telescopio Óptico Gigante Europeo (EGOT). 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. La propuesta, que consiguió la máxima calificación en su evaluación, abarca estudios y desarrollos en diversos campos relacionados con la Astrofísica: control del frente de onda, óptica, mecánica, cúpula y viento, Óptica Adaptativa, operaciones, instrumentación, y caracterización de emplazamientos/sitios.

MEMORIA
2005 IAC

162

Algunos resultados relevantes

Febrero (5): Revisión de partida (Kick Off Meeting) del WEB.

Marzo (29-30): Kick Off Meeting de Caracterización de Sitios (Niza, Francia).

Abril (15): Kick Off Meeting de Algoritmos de Reconstrucción para Óptica Adaptativa, (Lion, Francia).

Mayo (12): Kick Off Meeting de los Conceptos de

Cúpula (Madrid).

Septiembre (20): Cierre del diseño preliminar de los sensores de frente de onda de APE.

Diciembre:

(13) WEB: Revisión de Diseño Preliminar; (14) Sensores de Borde: Revisión de Diseño Preliminar; (15-16) APE: Revisión de Diseño Crítica (ESO, Garching, Alemania).

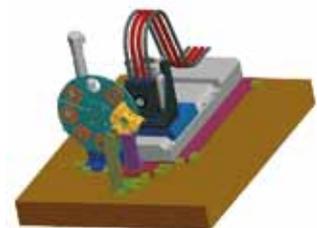
Evolución del Proyecto

El Active Phasing Experiment (APE) es uno de los proyectos de más envergadura dentro de los estudios del ELT. Su objetivo es la prueba en telescopio y comparación de cuatro técnicas de sensado de frente de onda para cofaseo de espejos segmentados. El IAC es responsable del desarrollo de dos sensores de frente de onda, uno basado en curvatura (DIPSI) y otro basado en coronografía Mach-Zehnder (ZEUS). A lo largo de todo el año se ha realizado el diseño preliminar y detallado de DIPSI y ZEUS, pasando la revisión crítica de diseño en diciembre.

El Wind Evaluation Breadboard (WEB) es otro experimento cuyo propósito es la prueba del prototipo para el ELT del sistema de alineado de segmentos (sensores, actuadores y control en tiempo real) sometidos a condiciones de viento real en el ORM. A lo largo del año el IAC realizó el diseño preliminar tanto de la mecánica de los simuladores de segmentos como del sistema de control, incluyendo el primer análisis de sistema y prestaciones del servo. La revisión de diseño preliminar tuvo lugar en diciembre. También en diciembre el IAC participó en la revisión de diseño preliminar de los sensores de borde.

El IAC está involucrado en los diseños de cúpula y estudios de viento para el edificio del ELT. Se realizó un concurso de ideas para concretar los conceptos de cúpula que más adelante se van a desarrollar.

En el marco de la caracterización de sitios para el ELT, se arrancó oficialmente el proyecto con ESO y LUAN, trabajando a lo largo del año ~~preliminarmente~~ ^{fundamentalmente} del sensor de frente de onda DIPSI para el APE. Su fabricación está prevista para el 2006 y su instalación para el 2007 en el VLT, Chile.



en el diseño de la instrumentación necesaria para la caracterización a largo plazo de los emplazamientos preseleccionados, incluyendo 4 instrumentos MASS-DIMM, 1 Generalised SCIDAR (GS) para Paranal, y 1 prototipo de Single Star SCIDAR (SSS).

ÓPTICA ADAPTATIVA CON FPGA

L.F. Rodríguez Ramos, Á. Alonso, J.V. Gigante, F. Gago, G. Herrera, T. Viera y N. Descharmes.

Introducción

Las FPGA (Field Programmable Gate Array) han irrumpido con fuerza en el diseño de electrónica digital, debido a la utilización de herramientas de alto nivel para la descripción de hardware y síntesis de circuitos, constituyendo por lo tanto una poderosa herramienta que ha sido empleada en el IAC ya en varias aplicaciones. Esta nueva técnica de realización de sistemas electrónicos digitales presenta como especial característica la facilidad de desarrollo, ya que la mayor parte del mismo se realiza con potentes herramientas informáticas de ayuda a diseño, incluyendo simulación. También ofrece un elevadísimo nivel de integración física, ya que en un único circuito integrado pueden incorporarse millones de puertas, lo que conduce a sistemas de dimensiones físicas extremadamente pequeñas. Por si todo esto fuera poco, permite lograr funcionamientos a velocidades de hasta 500 MHz (Virtex-4).

Todas las prestaciones aludidas las presentan como especialmente adecuadas para resolver los problemas que aparecen en el diseño de sistemas de Óptica Adaptativa para telescopios grandes y, sobre todo, supergigantes, por lo que se ha propuesto la evaluación de las mismas con esta finalidad. Por tal motivo, se realizó un sistema completo de Óptica Adaptativa de laboratorio, que como característica especial tiene la realización de la totalidad del procesado en el interior de un único chip FPGA.

Recursos Materiales

- Sistemas de desarrollo FPGA existentes, adquiridos para otros proyectos, actualizados con cargo al presente Proyecto.
- Espejo deformable de 37 actuadores, adquirido en 1998 y repuesto urgentemente en 2005 por rotura accidental.
- Cámara DALSA CA-D6 y sistema de adquisición de datos adquirido en 2004.

- Simulador de turbulencia mediante placa de fase.
- 28.000 € procedentes del presupuesto del IAC 2005.

Algunos resultados relevantes

A lo largo de la primera mitad de 2005, y con el objetivo puesto en la presentación de los resultados en el Congreso "Optics & Photonics de SPIE" (San Diego, California, EEUU), se realizó el diseño y montaje del banco óptico en el Laboratorio de Óptica del IAC. Utilizando el interferómetro disponible se midió el comportamiento del espejo deformable, pudiendo calcularse una configuración de aberración mínima que se utilizó posteriormente como referencia. Se desarrollaron dos tarjetas electrónicas como principales componentes de los subsistemas de adquisición de imágenes y de conversión D/A, así como el conjunto de los subsistemas ubicados en el interior de la FPGA, desde el cálculo de centroides hasta el control en lazo cerrado. Se desarrolló también un display "manual" usando la salida VGA disponible en la placa de desarrollo que resultó de gran utilidad.

Todo el conjunto fue puesto en funcionamiento a tiempo de ser presentado en el mencionado Congreso SPIE, donde se pudo comprobar que ningún otro grupo de trabajo había llegado tan lejos en la utilización de FPGA en Óptica Adaptativa, habiéndose logrado completar la totalidad de los cálculos con antelación al final de la lectura del detector, que se convierte ahora en el factor limitante.

La utilización de FPGA en Óptica Adaptativa ha obtenido también reconocimiento mediante la publicación: J. Marichal-Hernández, L. Rodríguez-Ramos, F. Rosa, and J. Rodríguez-Ramos, "Atmospheric wavefront phase recovery by use of specialized hardware: graphical processing units and field-programmable gate arrays", Appl. Opt. 44, 7587-7594 (2005), realizada en colaboración con la Univ. de La Laguna.



El equipo del Proyecto tras el montaje de prueba, en el Laboratorio de Óptica del IAC.

En la segunda mitad del año se trabajó en la instalación del sistema en un telescopio real, como paso natural hacia la utilización generalizada en la Óptica Adaptativa de telescopios gigantes. Se eligió la OGS del OT, en su foco coudé, dado el cómodo acceso a la misma. Se constató la necesidad de utilizar una cámara más sensible y de adaptar por lo tanto el sistema a dicha cámara.

ESTUDIOS DE ÓPTICA ADAPTATIVA PARA GTC

M. Reyes, J. Jiménez, E. González.

GRANTECAN S.A.

Introducción

El IAC está participando en el diseño detallado del sistema de Óptica Adaptativa para el Gran Telescopio CANARIAS (GTC). La dirección y el peso del Proyecto están a cargo de GRANTECAN S.A.; no obstante, el IAC ha sido responsable durante el diseño preliminar del detector y controlador del sensor de frente de onda (WFS), y del sistema láser de la estrella guía artificial (LGS). El IAC participa también en las reuniones periódicas del Proyecto con GRANTECAN S.A., y en la revisión del diseño del resto de subsistemas. Estas actividades se engloban dentro del objetivo del IAC de avanzar en el campo de la Óptica Adaptativa, no sólo para el GTC sino para los futuros grandes telescopios (ELTs).

Algunos resultados relevantes

Mayo: Primeras pruebas en laboratorio de la cámara preseleccionada para el WFS, ANDOR IXON DV860, realizadas conjuntamente por el IAC y GRANTECAN S.A.

Septiembre (22): Reunión en Belfast con el fabricante, ANDOR, para establecer las modificaciones necesarias de la cámara del WFS para el telescopio GTC.

Evolución del Proyecto

La Óptica Adaptativa del telescopio GTC ha progresado a lo largo de 2005 de cara a completar su diseño detallado, tanto desde el punto de vista del análisis y simulación como del optomecánico. El diseño del control se encuentra algo retrasado,

debido a la sobrecarga de trabajo del grupo de control de GRANTECAN S.A., por la próxima entrada en funcionamiento del telescopio.

La participación del IAC se ha centrado en la caracterización de la cámara elegida como primera opción para el Sensor de Frente de Onda (WFS).



Diagrama de bloques del sensor de frente de onda de la Óptica Adaptativa de GTC, incluyendo los mecanismos y la cámara ANDOR.

El detector que se seleccionó a lo largo de 2004 fue del tipo "Electron Multiplying CCD" (EMCCD), concretamente el L3 CCD60 de la empresa europea E2V. Durante 2005 se gestionó la compra de una cámara que integra dicho detector, la cámara de ANDOR modelo IXON DV860, y se realizaron sus pruebas en el banco de caracterización de detectores de GRANTECAN S.A.

Tras los primeros resultados, se identificaron problemas fundamentales con la ganancia de multiplicación y la carga inducida por los relojes, que el fabricante debe solucionar para que la cámara cumpla con los requerimientos de GRANTECAN S.A. y sea elegida como la opción definitiva para la

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

(7E0204, 7E1504, 7E2402, 7E2901, 7E3104, 7E4402, 7E2405, 7E3405, 4E2305, 4E2501, 6E2505, 7E3605, 7E3705, 7E3805, 7E3905)

J. Burgos, L. Calero, M. Delgado, J. Quintero, A. Sosa, A. Martín y B. Peyró.

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 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 desempeñando sus funciones desde 1989.

Durante los últimos años, esta Oficina ha pasado a desempeñar también un papel destacado en relación con ciertos proyectos institucionales que el IAC mantiene con el entorno científico internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los Observatorios de Canarias, y en beneficio de una mayor coordinación de la comunidad astrofísica europea. En esta línea de trabajo cabe destacar durante el 2005, al igual que ocurrió el año anterior, la participación del IAC en el proyecto OPTICON (Optical Infrared Coordination Network for Astronomy). Este proyecto en concreto, así como el personal de la OTRI que se ha encargado de su coordinación y gestión (A. Sosa, A. Martín y B. Peyró), se mencionan en apartado específico dentro de esta Memoria.

Por su parte, las actividades llevadas a cabo por la OTRI del IAC en relación con CANARIAS INNOVA (J. Quintero), plataforma de divulgación científica en Canarias, se reflejan también de forma separada.

Las distintas líneas de actuación y principales servicios que la OTRI presta de forma habitual a sus usuarios se muestra a continuación. Se

Línea de actuación y tipo de servicio	Actuaciones más relevantes a resaltar en 2005
1.- Financiación de la I+D+i. Información, asesoramiento y gestión	<ul style="list-style-type: none"> Web de la OTRI del IAC. Información semanal Punto Nacional de Contacto para toda España. VI Programa Marco de I+D+i – Infraestructuras Científicas
2.- Actividad de I+D+i del IAC y sus capacidades tecnológicas. Información	<ul style="list-style-type: none"> Memoria de Actividades de I+D+i. OCTI, Gobierno de Canarias
3.- Proyectos de financiación externa. Gestión y coordinación de solicitudes	<ul style="list-style-type: none"> 50 nuevas propuestas: 28 han sido ya concedidas, 14 aún en proceso de evaluación y 8 denegadas
4.- Proyectos Institucionales: - Proyectos de infraestructura científica y técnica: - Actuaciones de carácter internacional:	<ul style="list-style-type: none"> Fondos FEDER de Infraestructura científica Programa Técnicos de Apoyo a Grandes Instalaciones. FSE Mejora y Acceso a los Observatorios de Canarias. MEC Supresión de barreras arquitectónicas en el IAC OPTICON: Programa de Acceso Trans-nacional y Red "Coordination and Integration of ENO facilities" 12 nuevas propuestas de financiación a convocatorias del FP6. 4 aprobadas, 4 aún en evaluación y 4 denegadas ELT. Financiación PROFIT-MEC Impacto socio-económico de grandes instalaciones científicas. Estudio de impacto económico en el ORM ENOnet y COSUP
5.- Transferencia de Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> PAB 2004 – 2006. LAC 2005-2007. Estudios de Posicionamiento tecnológico: TARGET y Cortadora de Montes Estudio sobre Transferencia de Tecnología asociada a GTC Gestión de nuevas marcas y patentes: "Cielo, Mar y Tierra de Canarias", "CaosyCiencia.com", "COSMOEDUCA"
6.- CANARIAS INNOVA. Plataforma de divulgación científica	<ul style="list-style-type: none"> "Canarias Innova – Radio", "Cielo, Mar y Tierra de Canarias" y "CanariasInnovaTV"

destacan aquellos proyectos o líneas de trabajo que de manera especial se han gestionado durante el 2005 desde esta Oficina.

Algunos resultados relevantes y actividades

Durante el año 2005, en el marco de estos servicios, la OTRI ha llevado a cabo actividades de muy diversa índole que se resumen y agrupan en varios 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 las listas de distribución de información y de la página Web de la OTRI: www.iac.es/otri/

Se apoyaron y gestionaron durante el 2005 un total de 50 nuevas propuestas, de las cuales, en el momento de redacción de esta Memoria, 28 han sido ya concedidas, 14 se encuentran aún en el proceso de evaluación y 8 han sido denegadas.

2.- Proyectos de Infraestructura científica y técnica en el IAC

2.1. Fondos FEDER para infraestructura científica

La OTRI del IAC ha seguido gestionando y coordinando durante este año las ayudas aprobadas por el Ministerio de Educación y Ciencia para co-financiar con Fondos FEDER la ejecución de varios proyectos de infraestructura científica.

En relación con los proyectos financiados bajo la convocatoria FEDER 2001, dos de ellos de construcción de nuevas infraestructuras científicas y tres de equipamiento científico-técnico, se procedió a realizar la última justificación en febrero de 2005. Durante este año, sólo el proyecto relativo a la construcción de la Sala de Armado, Integración y Verificación de instrumentos (Sala AIV) continuaba en curso, habiéndose finalizado a mediados de año. El Ministerio de Educación y Ciencia llevó a cabo también una auditoria económica en relación con este proyecto, obteniéndose un resultado muy satisfactorio.

En la convocatoria FEDER 2004, para actuaciones dentro del periodo 2005 – 2007, el IAC realizó una nueva propuesta que resultó aprobada por una ayuda superior a los 2,5 M€ para un presupuesto elegible de ejecución de algo más de 3,8 M€. Estos son los proyectos a ejecutar en este nuevo periodo:

- Equipamiento para la integración de instrumentación astrofísica
- Mejora de las comunicaciones y ancho de banda entre los Observatorios y el IAC
- Ampliación del Área de Investigación y Biblioteca en la Sede Central del IAC

2.2. Fondos FSE para Grandes Instalaciones científicas

Del mismo modo, durante el 2005, y hasta finales del 2007, sigue vigente el proyecto cofinanciado al 70% por el Ministerio de Educación y Ciencia (Fondo Social Europeo - FSE), por el que se contrató a tres técnicos de apoyo en relación con la operación de grandes instalaciones científicas: un astrónomo de soporte para el Observatorio, y dos ingenieros relacionados con los desarrollos tecnológicos para grandes telescopios (ELTs).

2.3. Mejora y acceso a los Observatorios de Canarias

En este apartado se pueden destacar también dos propuestas de financiación, una en relación con el Observatorio del Teide (OT) y otra en relación con el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), enviadas a mitad de año al Ministerio de Educación y Ciencia, para su evaluación bajo la nueva convocatoria de ayudas para la mejora de las grandes instalaciones científicas y el acceso a las mismas.

A finales de año se recibió notificación sobre la aprobación de ambas propuestas. Se trata de financiación (más de 660,000 €) para la mejora del equipamiento en los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, a realizar antes de final de junio de 2006, y de bolsas de viaje (alrededor de 170,000 €) para financiar las observaciones en los telescopios de Canarias bajo Tiempo CAT durante el periodo 2005-2007.

2.4. Infraestructura general

También, en relación con infraestructuras generales del IAC, la Fundación ONCE aprobó a finales del 2004 la propuesta de financiación para la ejecución de un proyecto de supresión de barreras arquitectónicas en la Sede del IAC, por valor de algo más de 250,000 €. Este proyecto

ha hecho posible hacer accesibles la totalidad de las instalaciones de esta sede a personas con discapacidad física. Las obras se completaron con éxito a finales de octubre.

“El expediente más antiguo y más largo”: De forma anecdótica podemos comentar que este expediente fue el primero gestionado por la OTRI del IAC bajo su actual procedimiento de control y seguimiento de consultas, iniciado en marzo de 1998, y a la vez el expediente más largo, ya que ha precisado un seguimiento continuado y acciones concretas durante 8 años.

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 2005 un total de 125 expedientes fueron resueltos a través de este sistema de atención al usuario. Este número es ligeramente inferior al número de expedientes así resueltos durante 2003 (193) y 2004 (154). Si bien, se trata de un descenso aparente y que realmente obedece a una mayor coordinación, ya que por ejemplo la gestión relativa a la solicitud de nuevos proyectos a una misma convocatoria se considera ya como un único expediente, independientemente del número de proyectos a solicitar. Además, gestiones relativas a

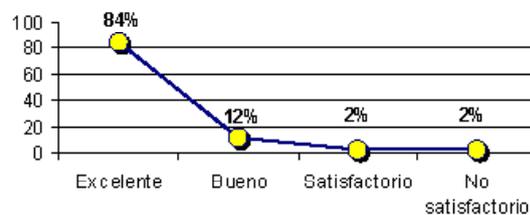
proyectos como OPTICON y CANARIAS INNOVA son atendidas de forma externa, como proyectos independientes, con su propio sistema de gestión.

Gráfico I

En la prestación de estos servicios, el 28% de las solicitudes de trabajo han sido relativas a información o asesoramiento (con resolución a muy corto plazo), mientras que el 72% han sido actividades de gestión y coordinación, más complejas.

El sistema posibilita e invita al usuario a evaluar

Evaluación servicios OTRI 2005
(Más del 50% de los expedientes evaluados)

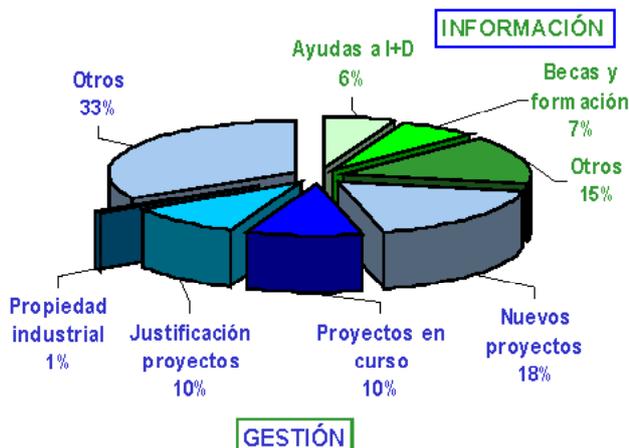


hacerlo. En el gráfico (Gráfico II) se muestra el resultado de esas evaluaciones.

Gráfico II

Durante el mes de junio de 2005 se participó en un cuestionario para el proyecto titulado “Análisis sociológico y modelo computacional del sistema de ciencia, tecnología e innovación en Canarias” (www.icppss.ull.es/webscitecan), liderado por un grupo de investigación de la Universidad de La Laguna. Este cuestionario fue circulado siguiendo el “Método Delphi” entre un elevado número de agentes del sistema canario de I+D+i (investigadores, gestores de I+D, empresarios, expertos en innovación, administración pública, etc). El Método Delphi consiste en responder un mismo cuestionario dos veces en periodos distintos de tiempo. En la primera ocasión emitiendo opiniones individuales y en la segunda emitiendo de nuevo opinión, una vez que se conocen cuáles son las opiniones agregadas del grupo, sin que se pierda el carácter anónimo de los participantes.

Tipos de servicios prestados durante 2005



Durante el mes de julio se dieron a conocer los resultados de esa primera vuelta. Entre los resultados y conclusiones que incluye el informe, cabe destacar aquí la valoración muy positiva que se tiene de la OTRI del IAC en el ámbito regional, como organismo de intermediación.

A mediados de año, la OTRI del IAC solicitó formalmente ser aceptado como Miembro Asociado en la Red de OTRIs de Universidades. La OTRI del IAC, al ser éste un Centro Público de Investigación no universitario, no pertenecía formalmente a esa Red de OTRIs, una de las más activas. A finales de año se nos comunicó la aceptación. Otros Centros de Investigación con OTRIs adscritas a esta Red son el CSIC, INTA y CNIC.

La OTRI del IAC colaboró también con la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias para aportar los datos relativos al centro en relación con la Memoria de Actividades de I+D+i que para el año 2004 estaba preparando la administración regional.

Durante el 2002 se desarrolló una aplicación informática (denominada CARONTE) para la implantación de Cartas de Servicios en la Administración General del Estado. El Ministerio de Administraciones Públicas, en su guía para la implantación de estas Cartas (2003), incluyó CARONTE y recomendó su uso. Además de las instituciones que en años anteriores han empleado esta herramienta (ver Memorias del IAC



Carta de Servicios Electrónicos de INVIFAS.

telescopios de clase 50-100 metros, pueden tener en el entorno científico, tecnológico y social.

Durante el 2005 se ha concluido un estudio que persigue un mayor conocimiento del tejido empresarial de La Palma y de las necesidades tecnológicas y de servicios por parte de las instituciones usuarias del Observatorio. Para ello, se consiguió financiación del Gobierno de Canarias que ha permitido la contratación de una persona que ha participado en la elaboración de este estudio. Citamos a continuación las grandes cifras que se desprenden de este estudio:

- **Más de 10,4 M€ en La Palma:** Estos son los gastos medios de subcontratación y costes directos de personal relacionados con la operación y explotación científica de las instalaciones telescópicas actuales en La Palma (cifras 2005).

anteriores), durante el 2005 se ha proporcionado esta aplicación a las siguientes instituciones:

- Instituto para la Vivienda de las Fuerzas Armadas
 - Confederación de Pequeñas y Medianas Empresas de La Palma (CEPYME La Palma)
- La OTRI del IAC es responsable de la gestión y actualización de numerosas bases de datos, páginas de Internet y aplicaciones informáticas en general de interés para la actividad investigadora del centro. Durante el 2005 se ha procedido a la actualización y mejora de aplicaciones como la Base de Datos de Proyectos del IAC, páginas Web interactivas para proyectos como OPTICON, ENOnet, CANARIAS INNOVA, etc.

Se ha desarrollado un sencillo portal-tipo para el trabajo



De arriba a abajo páginas de www.otri.iac.es/elt/, www.otri.iac.es/octi/ y www.otri.iac.es/ccli/

Actualmente la cifra es de 7,9 M€, aunque la puesta en marcha del Gran Telescopio CANARIAS supondrá un incremento valorado en más de 2,5 M€, lo que hace alcanzar la cifra de 10,4 M€.

- **Más de 3,5 M€ anuales en empleo directo:** Un total de 126 personas trabajan en La Palma en relación con la operación y explotación de las instalaciones del ORM (excluyendo GTC).

en grupo a través de Internet, que facilita el intercambio de ficheros, información, novedades, etc. Durante este año se han personalizado dos portales más basados en este sistema: un portal Web para el proyecto “Estudio de Diseño para los ELTs (Extremely Large Telescopes)”, financiado por la Comisión Europea y el Ministerio de Educación y Ciencia; y otro portal para la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, para la planificación de actividades de divulgación científica.

La OTRI del IAC desarrolló además el nuevo sistema telemático para la gestión de solicitudes de observación al Programa del 5% de Tiempo Internacional (5% ITP) en los Observatorios de Canarias.

4.- Actuaciones de la OTRI de carácter internacional

Durante el 2005 cabe destacar la importancia que han cobrado ciertas actividades de carácter internacional coordinadas desde la OTRI del IAC o en las que se ha participado muy activamente.

4.a. Programa Marco Europeo de apoyo a la I+D y grandes infraestructuras científicas

La OTRI coordina la presentación de propuestas de financiación a las distintas convocatorias del actual Sexto Programa Marco de apoyo a la investigación (FP6), y gestiona además aquellos proyectos aprobados en los que el IAC participa con carácter institucional.

Este año se ha continuado con la coordinación y gestión de la participación del IAC en OPTICON. Se dedica un apartado especial de la Memoria del IAC al mismo.

Por otra parte, un total de 12 nuevas propuestas de financiación se presentaron a convocatorias del Sexto Programa Marco durante el 2005.

- Dos de estas propuestas se enviaron al Programa de Infraestructuras de Investigación, a la convocatoria de Redes de Coordinación; ambas han resultado aprobadas y los proyectos se inician durante el 2006: “Antartic European Optical Infrared Astronomical Observatory (ARENA)”, con un presupuesto total de 1,3 M€, y “European Helio- and Asteroseismology Network (HELAS)”, con un presupuesto de 2,3 M€. La participación del IAC en ambas actuaciones, financiada por la Comisión Europea, es de 17,000 y 400,000 € respectivamente.

- Otras dos propuestas fueron enviadas a los Programas Marie Curie para posibilitar la contratación de postdocs. En este sentido, durante el 2006 se incorporarán dos nuevos investigadores en el IAC. Uno de ellos, además, realizará primero una estancia de dos años en la Universidad de Berkeley (California, EEUU), realizando posteriormente un tercer año en el IAC. La cuantía económica de estas dos actuaciones financiadas por la CE es de casi 400,000 € en total.

- Las restantes ocho propuestas se enviaron a la convocatoria de “Redes de Formación Marie Curie” en el plazo de septiembre de 2005. Esta convocatoria tiene un sistema de evaluación en dos pasos; cuatro de estas ocho propuestas han pasado a esa segunda fase que se resolverá durante el 2006.

Por otra parte, durante el 2005 se ha iniciado el proyecto relativo al Estudio de Diseño en relación con los Grandes Telescopios, financiado por la CE y en el que participan el IAC y GRANTECAN S.A. El contrato involucra a 30 entidades, siete de ellas españolas, con una participación equivalente a 31,5 M€, para lo que se cuenta con 8 M€ como financiación. La participación del IAC es de casi 2,5 M€ con 437,000 € de subvención. El Proyecto, de cuatro años de duración, comprende el estudio de los conocimientos y tecnologías necesarios para el diseño y construcción de un gran telescopio europeo (óptico e infrarrojo) de clase 50-100 metros.

Con objeto de facilitar y co-financiar la participación de estas siete entidades españolas en proyectos relacionados con este Estudio de Diseño, se realizó una solicitud al Ministerio de Educación y Ciencia, bajo el Programa de Fomento de la Investigación Técnica, resolviéndose favorablemente para el 2005, con una ayuda de casi 190,000 € en forma de subvención y más de 200,000 € en forma de préstamos a interés cero.

Durante este año se ha procedido también a justificar las anualidades correspondientes de las redes de formación e investigación financiadas por la Comisión Europea en las que el IAC participa, y a proporcionar el apoyo necesario a los proyectos en curso.

4.b. Grandes infraestructuras científicas y su impacto socio-económico

La Oficina inició durante el 2003 un nuevo proyecto que persigue la realización de un estudio sobre el impacto socio-económico que la construcción de grandes infraestructuras científicas, como los

- 4,4 M€ anuales en subcontrataciones:

Casi el 60% del gasto de subcontrataciones por parte de las IUs (excluyendo GTC) se realiza en La Palma. Si bien, existen grandes diferencias de este porcentaje en función del sector en el que se enmarca el servicio.

Metalurgia y mecánica de precisión a empresas internacionales: Es en el sector Industria metalúrgica y mecánica de precisión en el que se realiza el mayor gasto por parte de las IUs (aproximadamente 1,5 M€), casi el 40% del total de esos 3,6 M€). Más de un 65% de este gasto se contrata a empresas internacionales.

Servicios de alojamiento y manutención, etc: El gasto en los sectores Comercio, Restaurantes, Hospedaje y Restauración; y Alquileres, es realizado íntegramente en la isla, y supone una cuantía anual aproximada de 450.000 € para las IUs.

Para la elaboración de este informe se contactó y se mantuvieron reuniones con las siguientes entidades:

- La Sociedad de Desarrollo Económico del Cabildo de La Palma
- Representantes de las asociaciones empresariales de CEPYME
- Cámara de Comercio de Santa Cruz de Tenerife
- CajaCanarias
- Universidad de La Laguna

Por otra parte, la OTRI del IAC participó en la Tercera Conferencia Europea sobre Infraestructuras de Investigación celebrada en el mes de diciembre de 2005 (Nottingham, UK) y que organiza el Foro para la Estrategia Europea sobre Infraestructuras de Investigación (ESFRI). Durante esa reunión la OTRI del IAC estableció contactos con administraciones públicas con competencias en I+D+i en algunos de los Países Miembros de la Unión, con objeto de preparar una propuesta conjunta de cara al Séptimo Programa Marco que financie un estudio relativo a las implicaciones socio-económicas de las grandes infraestructuras. Es muy previsible que el IAC represente a las Administraciones Públicas españolas regionales y nacionales en este proyecto, actuando como Coordinador de la propuesta europea.

4.c. Red European Northern Observatory (ENOnet)

Durante el 2005 la OTRI del IAC sigue actuando como la Oficina Ejecutiva de la red EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY, constituida a finales del 2002 por seis de las instituciones europeas con instalaciones en los Observatorios de Canarias.

Buena parte de las actividades de interés común por parte de estas instituciones se están desarrollando en el marco del Proyecto OPTICON financiado por la Comisión Europea, y así está previsto por un espacio de cinco años (ver apartado de esta Memoria sobre OPTICON).

4.d. Representación nacional en Comités relacionados con los Programas Marco de I+D

Otras actuaciones durante el 2005 han sido la representación del IAC en la Comisión de Seguimiento de Representantes de Usuarios del Programa Marco (COSUP), constituida por el Ministerio de Educación y Ciencia, y que persigue potenciar y facilitar el acceso de nuestra comunidad nacional a las oportunidades del FP6.

Un año más, J. Burgos actúa como Punto Nacional de Contacto (NCP) para el Programa de "Infraestructuras de Investigación", dentro del FP6.

5. Actividades de divulgación científica y tecnológica

La OTRI del IAC sigue apostando un año más por la divulgación de la Ciencia y la Tecnología, a través de su plataforma de divulgación científica CANARIAS INNOVA. Durante el 2005 se ha contado con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia y de la Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias (ver apartado de esta Memoria sobre CANARIAS INNOVA).

Durante el 2005 se aprobó también una nueva ayuda, por parte del Ministerio de Educación y Ciencia, que permite la continuidad de CANARIAS INNOVA por un año más.

Se han seguido organizando visitas a nuestra sede, resaltando en el 2005, la llevada a cabo para el Departamento de Gestión de la Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Canarias, S.A, en la que estaban presentes personas pertenecientes a diversos centros de innovación (Science and Technology Park of Crete, Madeira Tecnopolo, Ege University Science and Technology Centre, Consorzio Catania Ricerca, IBIT Foundation, Malta Enterprise, Consorzio

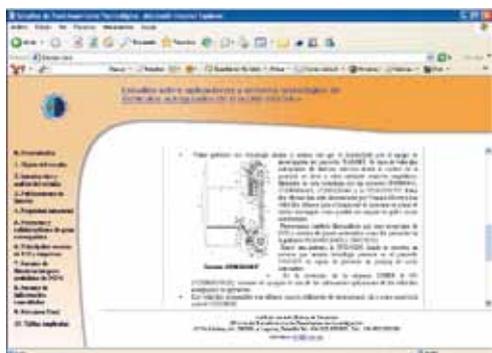
Ventuno, Technological Institute of Iceland, Cyprus Institute of Technology).

6. Transferencia de Tecnología. Elaboración de Estudios de Posicionamiento Tecnológico (EPT)

En el marco de un nuevo proyecto aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia a la OTRI del IAC para el período 2004-2006, y con cofinanciación también del Gobierno de Canarias, la Oficina sigue impulsando una línea de trabajo ya iniciada en el 2002, y que persigue identificar y analizar el entorno científico y tecnológico asociado a una determinada actividad concreta de I+D de interés para el IAC. Para ello, y a través de un elaborado procedimiento de trabajo, se identifican las patentes, proyectos internacionales más relevantes, publicaciones, empresas y centros de investigación de interés asociados a la tecnología y actividades de I+D del proyecto en cuestión. No consiste tan sólo en esta identificación masiva de datos (más de 2.500 documentos en algunos casos), sino en el filtrado y análisis de los mismos para extraer conclusiones que puedan resultar de interés para la actividad de I+D y su posible explotación comercial o transferencia tecnológica.

Así, durante el 2005, se procedió a la elaboración de dos nuevos “Estudios de Posicionamiento Tecnológico (EPT)” para otras entidades:

- “TARGET: Vehículos Autoguiados de Tracción Eléctrica”. Proyecto desarrollado por el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER) en colaboración con la Univ. de La Laguna y la empresa Easy Drive.
- “CORTADORA DE MONTES”. Proyecto



EPT realizado por la OTRI durante 2005 para el Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER).

desarrollado por la empresa palmera INTEC Soluciones Industriales S.L.

Estos estudios recogen conclusiones y recomendaciones de gran interés en relación con el desarrollo de estos proyectos por parte de las entidades relacionadas.

Un breve resumen de estos estudios se encuentra disponible a través de la página Web de la OTRI (www.iac.es/otri). Los Estudios completos se presentan en formato papel, así como en formato HTML, con vínculos a todos los documentos referenciados (patentes, Web de empresas, publicaciones, centros de I+D, etc.).



OPTICON – OPTICAL INFRARED COORDINATION NETWORK FOR ASTRONOMY

(7E1404, 7E1604, 7E1704, 7E1804, 7E1904, 7E2004, 7E2504, 7E2805)

Redes de Coordinación

J. Burgos, A. Sosa, B. Peyró, C. Muñoz-Tuñón, T. Varela, L. Cuesta, P.L. Pallé, R. Rebolo, C. Martín Díaz, B. García, P. Bonet Márquez, J.C. Pérez Arencibia, M. Serra Ricart y R. Kever.

Proyectos de I+D

F. Garzón, J.J. Díaz García, J.L. Rasilla, A. Manescau y J.Z. González Noda.

Acceso Trans-nacional

J. Burgos, A. Sosa, B. Peyró y A. Martín Gálvez.

Participan en OPTICON 47 instituciones europeas de 17 países y 3 organismos internacionales, representando a 70 centros de investigación y empresas.

Introducción

La Red de Coordinación para la Astrofísica Óptica e Infrarroja (OPTICON) es una Iniciativa Integrada de Infraestructuras (I3) financiada bajo el VI Programa Marco de apoyo a la I+D+i de la

Comisión Europea, para el periodo 2004–2008 (60 meses), que persigue la coordinación de esta comunidad científica europea y la optimización de las infraestructuras disponibles, incluyendo la Física solar, Astronomía óptica, infrarroja, microondas y física de altas energías.

Este Proyecto está coordinado por la Universidad de Cambridge (Reino Unido) y engloba una serie de actividades agrupadas en tres grandes bloques: el “Programa de Acceso Transnacional” a 22 telescopios europeos, 6 “Redes de Coordinación” y 6 “Proyectos de Desarrollo Tecnológico”. El contrato firmado con la Comisión Europea refleja un presupuesto total de casi 26,5 M€, con una financiación comunitaria de 19,2 M€.

“Programa de Acceso Transnacional” (5,5 M€)

Bajo este programa, gestionado directamente desde la OTRI del IAC, se proporcionan más de 1.200 periodos de observación en 22 telescopios europeos repartidos por todo el mundo (10 de ellos en Canarias). La comunidad astrofísica europea puede acceder a este programa bajo los Comités habituales de Asignación de Tiempo. En caso de que se conceda tiempo de observación, teniendo en cuenta méritos científicos, viabilidad y criterios de elegibilidad, se recibe apoyo científico, técnico y logístico para llevar a cabo el proyecto, al igual que financiación para los gastos de desplazamiento y mantenimiento durante las observaciones.

Los 22 telescopios que ofrecen tiempo bajo OPTICON son los siguientes. Se marcan en negrita los situados en Canarias.

“Redes de Coordinación” (3,5 M€)

Se trata de 6 redes, participadas en mayor o menor medida por todas las entidades involucradas en OPTICON. El IAC, lidera la actividad que lleva por título “Coordinación e Integración de las instalaciones en el Observatorio Norte Europeo”. Con un presupuesto de 600.000 €, esta red propone una serie de actividades y grupos de trabajo encaminados a impulsar y fortalecer la cooperación de las instituciones presentes en los Observatorios de Canarias. Entre las actividades a llevar a cabo destaca el desarrollo de un sistema para el control del tráfico del láser en el ORM, la caracterización de los cielos de los observatorios, un portal Web para la Física solar y acciones de divulgación científica.

Por otra parte, la gestión y promoción del Programa de Acceso Transnacional, que desarrolla la OTRI del IAC, se coordina bajo la red de coordinación “Foro de Directores de Telescopios”.

“Proyectos de Desarrollo Tecnológico” (17,5 M€)

Seis grandes proyectos encaminados al desarrollo de tecnologías para astrofísica e instrumentación. El IAC participa en tres de estos grandes proyectos: “Detectores rápidos en el óptico para Óptica Adaptativa”, “Planos Focales Inteligentes” y “Desarrollo de VPHGs” (Volume Phase Holographic Gratings).

Algunos resultados relevantes y actividades

Telescopios nocturnos			
Telescopios nocturnos	Localización	Telescopios nocturnos	Localización
AAT, Anglo-Australian Telescope, 3,9 m	Siding Spring Mountain, New South Wales, Australia	UKST, United Kingdom Schmidt Telescope, 1,2 m	New South Wales, Australia
ESO 3,6 m, ESO 3,5 m NTT, MPG/ESO 2,2 m	La Silla, Chile	CFHT, Canada France Hawaii Telescope, 3, 6 m	Mauna Kea, Hawaii, USA
CAHA 3,5 m, CAHA 2,2 m	Centro Astronómico Hispano Alemán, Almería, España	UK Infrared Telescope	Mauna Kea Observatory, Hilo, Hawaii
WHT, William Herschel Telescope 4,2 m	ORM. Canarias, España	INT, Isaac Newton Telescope 2,5 m	ORM. Canarias, España
TNG, Telescopio Nazionale Galileo 3,5 m	ORM. Canarias, España	NOT, Nordic Optical Telescope 2,5 m	ORM. Canarias, España
TCS, Telescopio Carlos Sánchez 1,5 m	OT. Canarias, España	LT, Liverpool Telescope	ORM. Canarias, España
OHP, Observatoire Haute Provence 1,93 m	Saint-Michel l'Observatoire, Francia	TBL, Telescope Bernard Lyot, 2,03 m	Observatoire du Pic du Midi, Bagnères de Bigorre, Francia
Aristarcos 2,3 m	Observatory of Helmos, Kalavryta, Grecia		

Telescopios solares			
Telescopios solares	Localización	Telescopios solares	Localización
THEMIS	OT. Canarias, España	VTT, Vacuum Tower Telescope	OT. Canarias, España
SST, Swedish 1m Solar Telescope	ORM. Canarias, España	DOT, Dutch Open Telescope	ORM. Canarias, España



Web y Base de datos del Programa de Acceso.

Durante el año 2005, en el marco de esos tres grandes bloques de actividades, la OTRI ha llevado a cabo las siguientes actividades:

Programa de Acceso Trans-nacional

La página Web desarrollada por la OTRI del IAC durante el 2004 para este Proyecto está soportada por una compleja base de datos que facilita la gestión completa del programa de forma telemática, y sirve de plataforma tanto para los internautas que buscan información del programa, como para los operadores de telescopios, los astrónomos con bolsas de viaje concedidas y el propio personal de la OTRI. Todos estos usuarios acceden al mismo sistema, aunque con perfiles de acceso distintos. www.otri.iac.es/opticon/

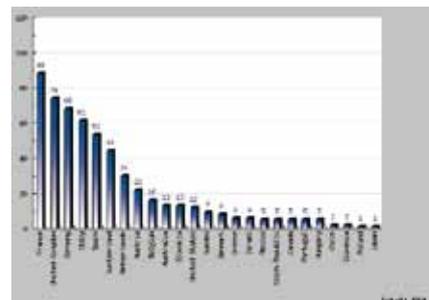
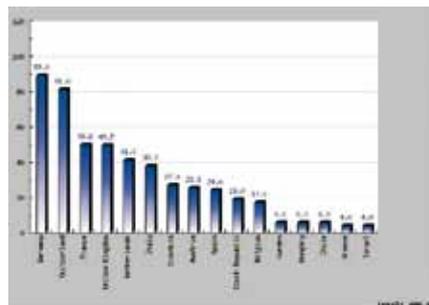


Poster presentado en JENAM.

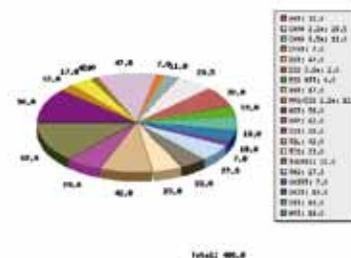
Asimismo se ha participado en varios eventos dirigidos a la comunidad astronómica, destacando su participación en JENAM 2005, con presentación en forma de charla y póster. Durante este evento se presentaron además los resultados de este Programa durante los primeros 18 meses de ejecución.

El Programa de Acceso tuvo un gran éxito entre la comunidad científica europea durante el 2004; se concedió más del 21% del tiempo disponible para los cinco años del programa, aún cuando se dieron las primeras asignaciones bien avanzado el año. Este éxito motivó que se planificara una drástica

Durante el 2005 ha continuado con su labor de difusión por toda Europa. Los 22 telescopios involucrados han realizado también actividades de promoción a través de sus respectivos Webs y encuentros científicos. Durante los meses de abril y octubre se realizó un envío masivo a más de 500 entidades europeas (universidades, centros de investigación, observatorios así como otras organizaciones de I+D+i de la Unión Europea y Estados Asociados).



Arriba: Cantidad de acceso en relación con la institución de origen del investigador principal. Abajo: Número de usuarios beneficiados por el acceso proporcionado (miembros de los grupos con tiempo de observación). Cifras 2004 y 2005.



Cantidad de acceso por telescopio durante 2004 y 2005 (486,8 días/noches).

reducción para el 2005, con objeto de mantener el programa activo hasta finales del 2008.

Durante el 2005 se concedió tiempo de observación bajo OPTICON a 45 nuevos proyectos. En total 486,8 periodos de observación (días/noches/horas) entre el 2004 y 2005 (33,74 % del total).

248 usuarios de 22 países se han beneficiado de este Programa de Acceso en el 2005, para los

que se han concedido 39 bolsas de viaje. Más del 66% de los observadores financiados visitaban por primera vez la instalación y aproximadamente un 38% han sido doctorandos.

A continuación ofrecemos algunas gráficas sobre las estadísticas más relevantes en relación con el acceso proporcionado para el periodo 2004-2005. La OTRI del IAC ha llevado también a cabo el estudio sobre el "procedimiento actual para la petición de tiempo en los telescopios del Programa OPTICON, y posibles escenarios para una mayor coordinación y optimización", y una encuesta sobre el propio programa llevada a cabo entre los astrónomos de la comunidad europea.

Por su parte, el "Foro de Directores de Telescopios", responsables de la coordinación del Programa de Acceso bajo OPTICON, llevó a cabo una auditoría técnica sobre el trabajo desarrollado por la OTRI del IAC en relación con la gestión del programa. La auditoría se culminó con éxito, y la gestión y coordinación de este programa sigue a cargo de la OTRI del IAC hasta el final del contrato.

Redes de Coordinación

Como se indica en la Introducción, el IAC, al igual que el resto de socios del Proyecto OPTICON, participa en mayor o menor medida en las actividades de coordinación. Destacamos aquí sólo su participación en la actividad "Coordinación e Integración de las instalaciones en el Observatorio Norte Europeo", ya que el IAC es el responsable de esta Red.



*Reunión de coordinación de ENO
(mayo, Liverpool, Reino Unido).*

- Desarrollo de un sistema de información conjunta (JIS) para la Comunidad Europea de Física Solar. El desarrollo del JIS se ha coordinado desde la Universidad de Graz, IGAM (Austria), manteniendo una estrecha colaboración con el

Coordinación e Integración de las instalaciones en ENO

La actividad realizada en el marco de esta red se organiza en cinco paquetes de trabajo bien diferenciados, destacándose las siguientes acciones durante 2005:

- Reuniones de coordinación de ENO. Se han celebrado dos reuniones en mayo y octubre de 2005, coincidentes con las reuniones del Comité Científico Internacional, donde se ha revisado la actividad global realizada en el marco de esta red, recomendando acciones de mejora y actualizaciones al propio programa de trabajo para los cinco años. Se han identificado también nuevas fuentes de financiación para complementar la actividad de los otros paquetes de trabajo.

- Desarrollo de un Sistema de Control de Tráfico de Láser (LTCS) en el ORM. Tras la caracterización geográfica del ORM (Modelo 3D del Observatorio) y la realización de los diversos estudios requeridos para la instalación del LTCS (especificaciones del hardware y software) se ha comenzado durante el 2005 el desarrollo del sistema para su testeo en los telescopios presentes en el ORM. La versatilidad de este novedoso sistema permitirá el máximo control existente sobre el Tráfico de Láser en Observatorios Astronómicos.

- Caracterización de los Observatorios de Canarias. Esta actividad se lleva a cabo en el marco del SUCOSIP; subcomité del Comité Científico Internacional. La actividad realizada por este grupo está detallada en esta Memoria en otro apartado. Consta básicamente de 5 líneas de trabajo que engloban la actividad que compete al SUCOSIP. Entre las acciones realizadas durante este año destaca, entre otras, la elaboración de un informe de medidas nocturnas de "seeing" con DIMMS, un informe anual de medidas de extinción y polvo, así como un informe anual para el foro de discusión sobre la selección de "Sites".

Asimismo, se ha desarrollado un portal Web dedicado a la gestión de datos meteorológicos de los observatorios, que se potenciará mediante la coordinación de las estaciones de trabajo presentes en el ORM y OT. En este sentido, destacar que se han puesto en red los datos meteorológicos de la estación de Hoyo Verde.

En octubre de 2005 se constituyó un nuevo grupo de trabajo para las medidas rutinarias del fondo de cielo en el ORM, integrado por miembros del GAS, la OTPC, el grupo de calidad del cielo y representantes de instalaciones presentes en el



Portal con los datos meteorológicos en tiempo real del ORM y OT

Portal con los datos meteorológicos en tiempo real del ORM y OT.

ORM. Este grupo se encargará del análisis de datos y la publicación de los mismos para garantizar el oportuno seguimiento de las medidas de fondo de



Folleto informativo desarrollado sobre JIS



Una de las 21 fichas producidas sobre los telescopios del OT y del ORM.

cielo en el ORM, medidas que se realizan desde meses antes en el OT.

La construcción del DIMMA se asignó a INERZA S.A. con aportación económica mayoritaria por parte del IAC. Se espera que la estación DIMMA esté operativa en 2006.

IAC y el Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik (KIS) en Alemania. Las especificaciones técnicas y científicas de esta innovadora herramienta informática se han ido perfilando en diversas reuniones de coordinación celebradas en 2005. En paralelo, se ha difundido esta herramienta a través de diversas organizaciones internacionales como JOSO, EAS y EPS.

En noviembre se publicó la versión definitiva de este sistema. Más información sobre esta actividad en: www.solarjis.com

- Promoción de los Observatorios (ORM y OT) al público general. Este grupo de trabajo ha organizado tres reuniones de coordinación durante el 2005; dos en La Palma y una en La Laguna. En estas reuniones se establecido un detallado plan de actuación, invitando a participar a otras instituciones ubicadas en los Observatorios de Canarias. Entre las acciones conjuntas desarrolladas en 2005, cabe destacar la participación en la organización de las Jornadas de Puertas Abiertas en el OT y ORM, y la organización de varias visitas temáticas

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 de 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 "Marie Curie"), la "Canary Islands Winter School of Astrophysics" - este año se organizó la XVII edición - y el programa de Becas de Verano de Iniciación a la Investigación Astrofísica.

El IAC participa activamente en las enseñanzas adscritas al Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Se imparten enseñanzas de primer y segundo ciclo en las Facultades de Física y Matemáticas, incluyendo la docencia de las orientaciones de Astrofísica (Facultad de Física) y Astronomía (Facultad de Matemáticas). En el marco de las enseñanzas de tercer ciclo el IAC participó en el programa de título "*Física del Cosmos*" junto al Departamento de Astrofísica. En este programa, que ha obtenido la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia, participaron también los departamentos de Física Fundamental II y Análisis Matemático.

Por otra parte el IAC, junto al Departamento de Astrofísica y en colaboración con los de Geología y Edafología de la Universidad de La Laguna imparte el curso titulado "Exobiología" dentro del Programa Interdepartamental de Doctorado "*Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente*".

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2005 se impartieron los cursos de doctorado y los seminarios que se relacionan a continuación:

"Evolución química del Universo"
Dres. C.A. Esteban López (IAC) y L. Carigi (UNAM, México)
Del 13 de junio al 1 de julio.

Dres. C.A. Esteban López; M. Vázquez Abeledo y E. Martín Guerrero (IAC) y J.A. Rodríguez Losada (Dpto. de Edafología y Geología, Univ. de La Laguna)
Del 10 de enero al 11 de marzo.

"Estructura y evolución estelar"
Dr. F.C. Lázaro Hernando (IAC)
Del 17 de octubre al 4 de noviembre.
"Fundamentos de física galáctica"
Dres. A. Aparicio Juan y J. Cepa Nogué (IAC)
Del 17 de octubre al 11 de noviembre.

"Determinación de parámetros físicos en atmósferas estelares"
Dr. R.J. García López y Prof. A. Herrero Davó (IAC)
Del 7 al 18 de noviembre y del 12 al 16 de diciembre.

"Análisis de señales tiempo-frecuencia"
Dres. R.F. Sala Mayato y R. Trujillo González (Dpto. Física Fundamental II).
Del 7 al 18 de noviembre y del 12 al 16 de diciembre.

"Interacciones moleculares"
Dres. E. Alvira Lechuz; J.D. Bretón Peña y J. Hernández Rojas (Dpto. Física Fundamental II)
Del 7 al 18 de noviembre y del 12 al 16 de diciembre.

Programa de Doctorado de "Ciencias de la Vida y del Medio Ambiente"

"Exobiología"

Siguiendo el programa de seminarios-charlas informativas para el personal del instituto iniciado en 1995, cada dos semanas aproximadamente 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 2005 han tenido lugar los siguientes seminarios:

"Detection and dynamical study of galaxy systems at intermediate redshift ($0.2 < z < 0.6$)"
Dr. Rafael Barrena (IAC)
18 de enero

"Un diccionario monolingüe de la astronomía en inglés"
Sr. Terry Mahoney (IAC)
25 de enero

SEMINARIOS CIENTIFICOS

CURSOS DE DOCTORADO

Programa de Doctorado "Física del Cosmos"

"Historia de la Astronomía y Arqueoastronomía"
Dres. J.A. Belmonte Avilés y F. Bònoli (Univ. de Bolonia, Italia)
Del 10 al 28 de enero.

"Espectropolarimetría en astrofísica"
Dres. J. Trujillo Bueno (IAC) y R. Manso Sainz (HAO)
Del 10 al 28 de enero.

"Introducción a la simulación molecular"
Drwa. E. Alvita Lechuz, J.D. Bretón Peña y J. Hernández Rojas (Dpto. Física Fundamental II)
Del 10 al 28 de enero.

"Dinámica no lineal y caos"
Dres. J.M. Gómez Llorente y D. Alonso Ramírez (Dpto. Física Fundamental II)
Del 10 al 28 de enero.

"Estructura estelar con métodos sismológicos"
Prof. T. Roca Cortés y Dr. F. J. Pérez Hernández (IAC)
Del 31 de enero al 18 de febrero.
"El universo temprano: teoría y observación"
Dres. J. González de Buitrago Díaz (IAC) y F. Atrio Barandela (Univ. de Salamanca)
Del 31 de enero al 18 de febrero.

"Fotones y su interacción con la materia"
Dres. V. Delgado Borjes y S. Brouard Martín (Dpto. Física Fundamental II)
Del 31 de enero al 18 de febrero.

"Programación avanzada en Fortran 9X/2K"
Dres. J. González Platas y A. Mujica Fernaud (Dpto. Física Fundamental II)
Del 31 de enero al 18 de febrero.

"Astrofísica con telescopios espaciales"
Dr. I. Pérez Fournon (IAC)
Del 21 de febrero al 11 de marzo.

"Avances en instrumentación astronómica"
Dres. F. Garzón López y P. Hammersley (IAC)
Del 21 de febrero al 11 de marzo.

"Técnicas de alta resolución para imágenes astronómicas"
Dr. J.A. Bonet Navarro (IAC)
Del 14 al 18 de marzo y del 28 de marzo al 8 de abril.

"Radioastronomía"
Dres. R. Bachiller García y P. Planesas Bigas (Obs. Astronómico Nacional, Madrid)
Del 14 al 18 de marzo y del 28 de marzo al 8 de abril.

"Transiciones de fases estructurales"
Dres. S. Radescu Cioranescu, C. González Silgo y A. Mujica Fernaud (Dpto. Física Fundamental II)
Del 14 al 18 de marzo y del 28 de marzo al 8 de abril.

"Procesos de acreción"
Dres. I. González Martínez-Pais y J. Casares Velásquez (IAC)
Del 11 al 29 de abril.

"La turbulencia: teoría, observación y experimentación numérica"
Prof. F. Moreno-Insertis y Dra. C. Muñoz Tuñon (IAC)
Del 11 al 29 de abril.

"Propiedades de la materia condensada desde primeros principios"
Dres. P. Rodríguez Hernández y A. Muñoz González (Dpto. Física Fundamental II)
Del 11 al 29 de abril.

"Métodos de inversión"
Dres. E. Simonneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia) y Basilio Ruiz (IAC)
Del 2 al 20 de mayo (Curso 2004-05)
Del 14 al 18 de noviembre y del 12 al 16 de diciembre (Curso 2005-06)

"Interacción estrellas-medio interestelar"
Dres. A. Mampaso Recio; A. Manchado Torres y R. Corradi (IAC)
Del 2 al 20 de mayo.

"Análisis y aplicaciones de nuevos materiales en instrumentación"
Dres. C. Ruiz Pérez y M.M. Laz Pavón (Dpto. Física Fundamental II)
Del 2 al 20 de mayo.

"Astrofísica relativista"
Dr. E. Mediavilla Grádoph (IAC)
Del 23 de mayo al 10 de junio.

"Evolución de galaxias y cosmología"
Dr. J.E. Betancort Rijo (IAC)
Del 23 de mayo al 10 de junio.

"Simulación numérica por ordenador en astrofísica"
Prof. J.M. Ibáñez Cabanell y Dr. J.M. Martí Puig (Univ. de Valencia)
Del 13 de junio al 1 de julio.

“The AAO/UKST H-alpha survey- springboard to substantial new Planetary Nebulae in our Galaxy and the LMC”

Dr. Quentin Parker (McQuarie Univ. Australia)
18 de octubre

“Identificación de remanentes de galaxias satélite en el halo galáctico con Gaia”

Dr. Luis Alberto Aguilar (UNAM, México)
25 de octubre

“The Isaac Newton Photometric H-alfa Survey (IPHAS): working with the point source data”

Prof. Janet Drew (Imperial College London, Reino Unido)
28 de octubre

“Estado y progreso del GTC”

Dres. Pedro Alvarez (GRANTECAN S.A.) y José M. Rodríguez Espinosa (IAC)
4 de noviembre

“Late-type spiral galaxies: two-dimensional kinematics of stars and gas”

Dña. Katia Gandia (Kapteyn Inst., Países Bajos)
15 de noviembre

“Phase Diversity Applied to Coronagraphic Imaging of Exo-Planets”

Dr. Robert A. Golsalves (Tufts Univ., Massachusetts, EEUU)
18 de noviembre

“3-Dimensional models of photoionized nebulae”

Dr. Christophe Morisset (Inst. de Astronomía, UNAM, México)
24 de noviembre

“Intra-group light in Hickson compact groups studied with wavelets”

Dr. Cristiano da Rocha (Univ. de Göttingen, Alemania)
5 de diciembre

Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)

17 de febrero

“Acerca de cómo descubrir los primeros exoplanetas rocosos con el GTC”

Dr. Eduardo Martín Guerrero (IAC)
3 de marzo

“¿Nacen viejas las estrellas jóvenes?”

Prof. Artemio Herrero Davó (IAC)
17 de marzo

“El Sol IRvisible”

Dr. Manuel Collados Vera (IAC)
7 de abril

“Observando núcleos activos de galaxias: del visible al infrarrojo”

Dr. José Acosta Pulido (IAC)
5 de mayo

“Evolución de galaxias: resultados recientes”

Dr. Marc Balcells Comas (IAC)
19 de mayo

“La Sorprendente suavidad de la luz de fondo”

Dr. Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (IAC)
2 de junio

“Parámetros fundamentales en binarias de rayos X persistentes”

Dr. Jorge Casares Velázquez (IAC)
16 de junio

“La conexión Tierra-Exoplanetas”

Dr. Manuel Vázquez Abeledo (IAC)
21 de julio

“Movimientos propios en la penumbra de una mancha solar y en sus alrededores”

Dr. José A. Bonet Navarro (IAC)
3 de noviembre

SEMINARIOS DEL DIRECTOR

Siguiendo con la actividad quincenal iniciada en el 2002 bajo el título de “Seminario del Director”, en el 2005 han tenido lugar los siguientes:

“PASS – Un rastreo fotométrico permanente de exoplanetas y mucho más”

Dr. Hans Deeg (IAC)
3 de febrero

“La penumbra de una mancha solar”

COLOQUIOS

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 2005 tuvieron lugar los siguientes:

“Fronteras en la Investigación del Sistema Solar”
Prof. Agustín Sánchez Lavega (Univ. del País Vasco)

“Halos de materia oscura, solitones y campos escalares”

Dr. Humberto Hernández Peralta (Dpto. de Física, Univ. Autónoma Metropolitana de Iztapalapa, México)

1 de marzo

“Fullerenos en el Medio Interestelar: desde el UV hasta las microondas”

Dra. Susana Iglesias Groth (IAC)

10 de marzo

“The Connection between the monoceros stream, the canis major dwarf and the MW warp”

Dr. Jorge Peñarrubia (Max-Planck Inst. für Astronomie, Heidelberg, Alemania)

22 de marzo

“Twinkle, twinkle, little star, how I wonder what you are! Scanning and correcting atmospheric turbulences”

Dra. Claudia Hoegemann (IAC)

14 de abril

“Single versus close binary evolution: photometric variability of central stars of asymmetric planetary nebula”

Dr. José M. González Pérez (IAC)

19 de abril

“Evolución de Galaxias en Cúmulos”

Dr. J. Alfonso López Aguerra (IAC)

28 de abril

“Helioseismic Tomography of the Sun’s Interior and Solar Dynamics Observatory”

Dr. Alexander Kosovichev (Univ. de Stanford, California, EEUU)

29 de abril

“Agujeros negros en Binarias Transitorias de Rayos-X”

Dra. Cristina Zurita (IAC)

3 de mayo

“Effect of stellar bar evolution on the shapes of Galaxies”

Dra. Inma Martínez-Valpuesta (Univ. de Hertfordshire-Univ. de Kentucky, EEUU)

9 de mayo

“Unravelling the nature of galactic bulges with integral field spectroscopy”

Dr. Jesús Falcón Barroso (Univ. de Leiden, Países Bajos)

13 de mayo

“¿Más rápido que la Luz?”

Dr. Luis Felipe Rodríguez (UNAM, México)

23 de mayo

“An Easy-To-Use, High-Performance Programming Solution (for both sequential and parallel computers)”

Dr. Ángel de Vicente (IAC)

31 de mayo

“3D Numerical simulations on magnetic flux emergence”

Dr. Vasilis Archontis (IAC)

7 de junio

“All Sky Extrasolar Planet Survey with New Generation Multiple Object Doppler Instruments”

Dr. Jian Ge (Univ. de Florida, EEUU)

14 de junio

“La Galaxia de Canis Major: canibalismo Galáctico en el Disco de la Vía Láctea”

Dr. David Martínez Delgado (IAA)

5 de julio

“La composición química de las nebulosas gaseosas obtenida a partir de líneas de recombinación”

Dr. Manuel Peimbert (Inst. de Astronomía, UNAM, México)

13 de julio

“Nuevas fuentes de rayos-X-rayos-gamma descubiertas por el satélite INTEGRAL”

Dr. Jorge Ariel Combi (Univ. de Jaén)

26 de julio

“Stellar populations in the Carina dSph Galaxy”

Dr. Matteo Monelli (IAC)

13 de septiembre

“SIE’s favourite pet: Condor (or how to easily run your programs in dozens of machines at a time)”

Dr. Ángel de Vicente (IAC)

20 de septiembre

“Using the IAC-80 by remote access from Lithuania: the Norfa 2005 Baltic School experience”

Dr. Jan-Erik Solheim (Inst. of Theoretical Astrophysics, Univ. de Oslo, Noruega)

11 de octubre

“El Universo visto desde el Telescopio Hubble”

Dr. F. Duccio Macchetto (StsCI, EEUU)

14 de octubre

“The stellar structures around disk galaxies”

Dr. Igor Drozdovsky (IAC)

17 de octubre

MEMORIA

IAC 2005

179

Metropolitana de México)
Proyecto: "Observational studies of X-ray irradiation in neutron star and black hole X-ray binaries"
Director: Dr. T. Shabaz.

- M. Luisa Valdivielso Casas (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Eclipsing brown dwarf binaries and planets around brown dwarfs"
Directores: Dres. E. Martín Guerrero y H. Bouy

Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica

El Programa de verano 2005 (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 2005 se concedieron becas de verano a los siguientes estudiantes:

- Elena Cenizo de Castro (Univ. de Salamanca)
Proyecto: "Actualización de un catálogo espectral de enanas ultrafrías, e iniciación a la reducción de datos de enanas marrones"
Director: Dres. E. Martín Guerrero y H. Bouy.

- Álvaro Dueñas Vidal (Univ. de Salamanca)
Proyecto: "Desarrollo y aplicación de filtros espaciales en datos heliosismológicos"
Director: Dr. P.L. Pallé y D. Sebastián Jiménez Hidalgo.

- Tobías Felipe García (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Propiedades fotométricas y cinemáticas de los bulbos de galaxias de tipo temprano"
Director: Dres. J.A. López Aguerra y P. Edwin.

- Susana Planelles Miro (Univ. de Valencia)
Proyecto: "Simulación numérica de observaciones astrosismológicas en un sistema binario"
Director: Dres. A. Jiménez Mancebo y C. Régulo Rodríguez.

- Ryan Kirkland (Univ. de Florida, EEUU)
Proyecto: "Colors of intermediate-redshift bulges of disk galaxies in the GOODS-N field"
Director: Dr. Marc Balcells Comas.

- Adal Mesa Delgado (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Propiedades físicas y químicas del gas ionizado en la Nebulosa de Orión y su correlación con distintas estructuras morfológicas"
Director: Dr. C. Esteban López y D. Jorge García Rojas.

- Teresa Montserrat Fuertes (Univ. de La Laguna)

Proyecto: "Técnicas de obtención, reducción y análisis de datos sismológicos de estrellas subenanas calientes (sdB)"
Director: Dr. F. Pérez Hernández.

- Paloma Quiroga Arias (Universidad de Santiago de Compostela)
Proyecto: "Prospecciones multibanda de núcleos de galaxias activos oscurecidos"
Director: Dr. M. Vallbe Mumbro.

Becas Internacionales de Astrofísica

En el marco de los Acuerdos Internacionales del IAC se convocó 1 beca en el Reino Unido. La beca para realizar la tesis doctoral fue concedida a: Alberto Rebassa Mansergas (Univ. de La Laguna), en la Univ. de Warwick.

Programa "Marie Curie Host Fellowships for Early Stage Research Training" financiado por la Unión Europea (FP-6)

- Aldo Fabricio Martínez Fiorenzano. (Obs. Astronómico de Padua, Italia) - EARA Early State Training in Astrophysics.

Proyecto: "Analysis of line bisectors in active cool stars"

Director: Dr. Eduardo Martín Guerrero de Escalante.

Becas con otras fuentes de financiación

Becas FPI financiadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), han iniciado la tesis en el IAC los siguientes estudiantes:

- José Manuel Almenara Villa (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Participación del IAC en la Misión COROT"

Director: Prof. Teodoro Roca Cortés.

- Ingrid Patricia Meschin (Univ. Nacional de La Plata, Argentina)

Proyecto: "Las galaxias del grupo local como trampolín al universo primitivo. II. Las galaxias de tipo tardío: de la Vía Láctea a las irregulares enanas"

Director: Dra. Carme Gallart Gallart.

- Norberto Castro Rodríguez (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Espectroscopía de estrellas supergigantes azules en galaxias cercanas"

Director: Prof. Artemio Herrero Davó.

- Noemí Miranda Cáceres (Univ. de La Laguna)
Proyecto: "Orientatio ad Sidera: Prácticas astronómicas de las civilizaciones antiguas"

Director: Dr. Juan A. Belmonte Avilés.

1 de febrero

“Cepheids, Supernovae and the Expansión of the Universe”

Prof. Gustaf Tammann (Unvi. Basel, Suiza)

8 de marzo

“New Tricks of Old Stars: the Shaping of Planetary Nebulae”

Prof. Bruce Balick (Univ. de Washington, EEUU)

26 de abril

“Formación estelar de baja y alta masa”

Dr. Luis Felipe Rodríguez (UNAM, México)

24 de mayo

“The VIMOS VLT Deep Survey (VVDS)”

Prof. Olivier Le Fevre (Lab. d’Astrophysique de Marsella, Francia)

30 de junio

“La distribución de separaciones de las estrellas dobles y múltiples – Cosmogonía y Evolución Dinámica”

Prof. Arcadio Poveda (UNAM, México)

22 de septiembre

“Agujeros Negros Supermasivos”

Dr. F. Duccio Macchetto (StsCI, EEUU)

13 octubre

“Sobre la antigüedad de la vida en la Tierra: Problemas en la detección de vida primitiva”

Prof. Juan M. García Ruiz (Lab. de Estudios Cristalográficos. CSIC-Univ. de Granada)

10 de noviembre

“Measuring improved distances to nearby galaxies: The Araucaria Project”

Prof. Wolfgang Gieren (Univ. de Concepción, Chile)

29 de noviembre

- Juan Antonio Fernández Ontiveros (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “El centro de galaxias a escalas de parsecs”

Directores: Dres. A. Prieto y J.A. Acosta.

- Abel Tortosa Andreu (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “Emergencia del flujo en la atmósfera solar: influencia de la convección del transporte radiativo fotosférico”

Director: Prof. F. Moreno-Insertis.

- Mirjana Povic (Univ. de Belgrado, Serbia y Montenegro)

Proyecto: “Estudio de la población de núcleos activos de galaxias en el cartografiado OTELO”

Directores: Dres. A.M. Pérez García y Dr. Miguel Sánchez Portal.

- Humberto Hernández Peralte (Univ. Autónoma

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:

- Adriana de Lorenzo-Cáceres Rodríguez (Univ. de La Laguna)

Proyecto: “Galaxies with nested bars: constraining their formation scenarios”

Director: Dr. A. Vazdekis.

XVII ESCUELA DE INVIERNO

“Espectroscopía 3D”

- Cristina Ramos Almeida (Univ. de La Laguna)
Proyecto: “Formación estelar y actividad en galaxias”
Director: Dra. Casiana Muñoz-Tuñón.

- Nayra Rodríguez Eugenio (Univ. de La Laguna)
Proyecto: “Explotación científica del espectrógrafo infrarrojo LIRIS: Historia de la formación estelar en el Universo”
Director: Dr. Arturo Manchado Torres.

TESIS DOCTORALES

En el 2005 se leyeron 11 tesis doctorales.
(Ver PRODUCCIÓN CIENTÍFICA)

Este año tuvo lugar la decimoséptima edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue "Espectroscopía 3D". El IAC contó con el apoyo económico del Gobierno de Canarias y del Instituto Astrofísico de Potsdam (Alemania) así como con la colaboración del Cabildo Insular de Tenerife, el Ayuntamiento del Puerto de la Cruz y de la red Euro3D. Se celebró del 21 de noviembre al 2 de diciembre, en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por nueve profesores expertos en distintos aspectos relacionados con la Espectroscopía 3D. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 71 participantes de 15 países.

Se concedieron 54 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela los estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica y el Observatorio del Teide (Tenerife).

La dirección y organización estuvo a cargo de los doctores E. Mediavilla Gradolph, J. Cepa Nogué y F. Sánchez Martínez (IAC); S. Arribas Mocoroa

La relación de profesores y programas es la siguiente:

INTRODUCTORY REVIEW AND TECHNICAL APPROACHES

Prof. Martin M. Roth

- Introductory Review: Objective. Concept. Classical Techniques. Terminology. IFS. History.
- Technical Approaches: Micro-lenses. Fibers. Image slicers. 3D detectors. Trade-off: figure of merit.

OBSERVATIONAL PROCEDURES AND DATA REDUCTION

Prof. James E.H. Turner

- Sampling theory.
- Data cube vr. spectral approach.
- Standard procedures: Micro-lenses, Fibers, Slicers.
- Data format.
- Error propagation.
- Observing procedures: recipes.

INSTRUMENTATION

Prof. Matthew A. Bershady

- 1.- Current instruments.
 - a. Fundamental challenges and considerations for sampling the data cube:



- I- The detector limit-I: three into two dimensions.
- II-The detector limit-II: read-noise.
- III- Integral vs sparse sampling in spatial and spectral domains.
- b. Approaches and examples of available instruments:
 - I- Grating-dispersed spectrographs.
 - II- Interferometry-I: Fabry-Perot imaging.
 - III- Interferometry-II: Spatial-heterodyne spectroscopy.
- c. Existing instruments, sorted by parameter sampling Spatial vs spectral / coverage vs resolution.
- d. Summary of sampled parameter space.
- e. Example of data and science product:
 - I- Extra-galactic science at high-spectral resolution and low surface-brightness.
 - 2.- Future instruments
 - a. Ground-based instruments on 30-100 m telescopes:
 - I- AO-driven designs.
 - II-Specific examples of TMT and ELT instrumentation.
 - b. Space-based instruments: JWST:
 - I- backgrounds
 - II- planned instruments
 - c. Unexplored options: some examples:
 - I- notch gratings on existing grating-dispersed 3D spectrographs.
 - II- FP + fiber or lenslet.
 - III- SHS + fiber or lenselet array.
 - IV- large-grasp IFUs at high spectral resolution.

DATA



ANALYSIS

Prof. Pierre Ferruit

- Constructing maps.
- Combination (dithering, mosaicing).
- Procedures.

SCIENCE MOTIVATION FOR IFS AND "GALACTIC" STUDIES

Prof. Franck Eisenhauer

1. Science Motivation for Integral Field Spectroscopy:
 - Structure of spatially and spectrally complex object.
 - Dynamics of systems without or unknown symmetry.
 - High-angular-resolution and faint-object spectroscopy.
2. The Galactic Center Black Hole and the Paradox of Faintness:
 - The dark mass concentration.
 - A geometric determination of the distance.
 - The infrared emission from the Black Hole.
3. The Galactic Center Stellar Population and the Paradox of Youth:
 - A small starburst a few Megayears ago.
 - Two counter-rotating discs in the central parsec.
 - A cluster of unusual young stars in the central light-month.
4. Starformation and Stellar Evolution:
 - Pre-main-sequence stars.
 - Jets and Herbig-Haro objects.

L a t e

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

Integración y Verificación de Instrumentos (Sala AIV). Y en la reforma de los tres despachos de doctorandos, denominados “corralines”, a los que se les ha dotado de nuevo mobiliario y equipamiento.

Por otra parte, se ha continuado con la mejora del servicio de comunicaciones de telefonía fija potenciando el servicio corporativo. Con esto se ha logrado entre otras cosas ampliar el número de extensiones disponibles y mejorar las tarifas en llamadas entre los Observatorios y la Sede Central.

Durante 2005 se ha ampliado el ancho de banda para intercomunicar los Observatorios del IAC, la Sede de La Laguna y el CALP.

En cuanto a la telefonía móvil, se ha iniciado la negociación con Movistar para implantar un sistema de transmisión de datos a través de telefonía móvil. Esto facilitará enormemente el trabajo a todos aquellos investigadores e ingenieros que viajan con frecuencia.

Por último, se destaca la labor que se desempeñó para paliar la emergencia sufrida en toda la isla con la llegada de la tormenta tropical Delta que también afectó a la Sede Central del IAC. Gracias a los esfuerzos de todo el equipo, el funcionamiento de los servicios apenas se vio afectado.

FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER)

Mejoras de Infraestructuras científicas y tecnológicas

El IAC ha contado durante el 2005 con cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Ministerio de Educación y Ciencia como entidad financiadora, en el marco de sus actuaciones bajo el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) para la mejora de sus infraestructuras científicas y tecnológicas (2005 – 2007).

Los proyectos que se han beneficiado de esta

cofinanciación durante el 2005 son:

- Equipamiento para la integración de instrumentación astrofísica (IACA05-23-002).
- Mejora de las comunicaciones y ancho de banda entre los Observatorios de Canarias y el IAC (IACA05-23-008).
- Ampliación del Área de Investigación y Biblioteca en la Sede Central del IAC (IACA05-25-001).

Supresión de Barreras Arquitectónicas en el IAC

Del mismo modo, durante el 2005 se ha completado la Obra de Supresión de Barreras Arquitectónicas en la Sede del IAC, cofinanciada con Fondos FEDER bajo convenio suscrito entre el IAC, el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (IMSERSO) y la Fundación ONCE. (Expediente 00036/2004 AC).

Fondo Social Europeo (FSE)

El IAC ha contado también durante el 2005 con cofinanciación del Fondo Social Europeo para la contratación de tres técnicos de infraestructuras científico-tecnológicas, dentro del periodo 2004-2007, en el marco de la convocatoria de concesión de ayudas para la contratación de personal técnico de apoyo, bajo el Programa Nacional de Potenciación de Recursos Humanos del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003).

Durante el mes de julio se desmontó el último de los detectores (10GHz) del Experimento Tenerife (IAC). Siguiendo la normativa de los Acuerdos Internacionales se procedió a limpiar la zona y repoblarla para dejarla en su situación original.

En diciembre llegó al OT el segundo de los telescopios de STELLA (Alemania). Las previsiones son que la primera luz se produzca a mediados de 2006.

Durante los días 22-23 de julio de 2005, y dentro de las actividades de divulgación incluidas en OPTICON, se realizaron unas Jornadas de Puertas Abiertas en el Observatorio del Teide. La afluencia

GERENCIA ADMINISTRATIVA

La Gerencia Administrativa es responsable de la gestión económica, administrativa y presupuestaria dando soporte a la actividad general del IAC. La Gerencia Administrativa se estructura en los departamentos de contabilidad y presupuesto, tesorería, administración de personal, compras, inventario, contratación administrativa y dietas y viajes.

Durante el 2005, además de realizar las actuaciones asociadas a ella como son participar en la elaboración de los presupuestos anuales, asesorar en la gestión y control de los fondos internos y externos, informar a los auditores externos acerca de la naturaleza jurídica del Instituto, normativa aplicable y mantener actualizada la información de modo que se pueda realizar el control del presupuesto mensual, el control financiero por parte de la Intervención Delegada y rendir la cuenta al Tribunal de Cuentas del Estado, se han realizado otras actividades que se describen a continuación.

Colaborar con las auditorías externas poniendo a su disposición toda la documentación relativa a la gestión de gastos e ingresos plurianuales de proyectos financiados con fondos europeos. En la misma línea, también se ha participado en las auditorías de fondos externos practicadas por el Ministerio de Educación y Ciencia. Novedosa es la aprobación de anticipos reembolsables para proyectos de financiación externa que ha requerido implantar sistemas de control de la gestión y justificación de los fondos así recibidos.

En relación a las infraestructuras, el pasado ejercicio se continuó con la mejora y actualización del parque informático adquiriendo una impresora láser color y algunos equipos de sobremesa y

portátiles.

Con el objetivo de mejorar la organización interna, el grupo de trabajo creado al efecto ha seguido trabajando en el estudio de detección de necesidades para implantar una base de datos de gestión. Durante el 2005 se ha asistido a la presentación de una aplicación de gestión y se ha dado los primeros pasos contactando con una empresa para estudiar la solicitud de una Consultoría de Gestión que permita seleccionar la nueva aplicación informática.

En cuanto a la formación, el personal de la Gerencia Administrativa ha asistido a seminarios relacionados con las funciones de su puesto como son los denominados "Formación financiera para técnicos de las Administraciones Públicas" y "Selección de recursos humanos". Otros están relacionados con la mejora de sus habilidades y han sido "Gestión y organización del tiempo" y "Trabajo en equipo".

LA GERENCIA OPERACIONAL

La Gerencia Operacional tiene como principales actividades: la gestión de los servicios y suministros para el funcionamiento de la Sede Central del IAC, la realización de obras en la Sede Central, el mantenimiento general del edificio y sus instalaciones, el mantenimiento de los vehículos, el apoyo a otros departamentos en estas materias y la relación con las Administraciones Locales y con las Consejerías del Gobierno de Canarias que le afectan. Además vigila que todas las instalaciones sean mantenidas conforme a las disposiciones legales vigentes, especialmente en lo relativo a seguridad y salud.

OBSERVATORIO DEL TEIDE

En marzo de 2005 se jubiló nuestro compañero y Gerente Operacional, Juan Ruíz Agüí, ingeniero aeronáutico y físico, siendo el PRIMER JUBILADO del IAC. En el mes de septiembre ha iniciado su desempeño como nuevo Gerente Germán Pescador Rodríguez, ingeniero industrial.

En el año 2005, la Gerencia Operacional ha llevado a cabo el control de los plazos de ejecución y del presupuesto de la obra de supresión de barreras

arquitectónicas, obra que terminó el pasado 30 de noviembre. Desde entonces se cuenta, entre otras cosas, con un nuevo ascensor que comunica todas las plantas del edificio de la Sede Central, uniendo la planta principal (pasillo de Recepción) con la planta alta (Dirección) y con las plantas de Biblioteca, incluyendo el sótano.

Esta Gerencia también ha colaborado en la finalización de las obras de la Sala de Armado,

e internacionales grabaron amplios reportajes y documentales del Observatorio.

En relación a las obras de nuevas instalaciones telescópicas cabe destacar:

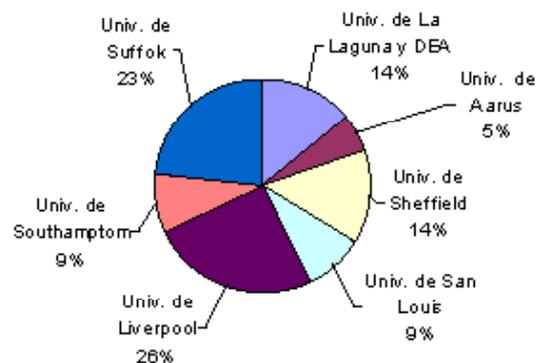
- Comenzó la construcción del telescopio MAGIC II.
- Comenzó la instalación de una nueva estación transformadora que suministre energía eléctrica a los telescopios MAGIC I y II.
- Se construyó un edificio auxiliar para el telescopio NOT, que albergará el nuevo espectrógrafo FIES.

Otras actividades a destacar:

- El ancho de banda de la red de datos entre el Observatorio y el exterior fue ampliado a 34 Mbits.
- Se instaló un sistema de videoconferencia en la sala de reuniones del Observatorio. Fue utilizado por primera vez con ocasión del seguimiento del Deep Impact, estableciéndose contactos por este medio con la Universidad de Hawai y la NASA (EEUU).
- Se instaló un sistema de red inalámbrica en la residencia del Observatorio, que permite la conexión de ordenadores personales en las zonas comunes del edificio. Está previsto para el año 2006 mejorar la cobertura en todas las habitaciones.
- Comenzó a funcionar el nuevo sistema vía radio que asegura la cobertura de la comunicación entre vehículos, la Residencia y los edificios bases del CALP y las oficinas del ING-TNG-NOT (en Santa Cruz de La Palma), a lo largo de la carretera de subida al ORM.

- Desde el punto de vista meteorológico ha sido un año con dos fenómenos dignos de mencionar: una fuerte nevada en el mes de febrero y el paso de la tormenta Delta en el mes de noviembre. También hay que añadir el incendio producido en la zona de Garafía en el mes de septiembre, que fue extinguido antes de que afectara a las instalaciones del Observatorio. En las tres situaciones mencionadas se activó adecuadamente el Plan de Emergencias del ORM, garantizando en cada momento la seguridad de las personas y las instalaciones.
- Se culminó el proceso de cesión de una parcela por parte del Ayuntamiento de Garafía, para la construcción del futuro Parque Cultural del Roque de los Muchachos, que albergará el futuro Centro de Visitantes.
- Fue inaugurado el nuevo edificio del Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), situado en el municipio de Breña Baja. Dicho acto contó con la asistencia de la Ministra de Educación y Ciencia,

Prácticas astronomía en el telescopio MONS



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

M. Jesús San Segundo, el Presidente del Gobierno Canario, Adán Martín, el Presidente del Cabildo Insular de La Palma, José L. Perestelo y los Alcaldes de Breña Baja y Garafía. Con la inauguración de este edificio, aumenta la presencia del IAC en La Palma y servirá como base administrativa al Gran Telescopio CANARIAS (GTC) además de otras instituciones que tienen telescopios en el ORM. El CALP afianzará la presencia del IAC en la Isla con un acercamiento directo a la ciudadanía tanto con actividades científicas y tecnológicas como culturales.

La OTPC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. Este año se ha mantenido el número de denuncias emitidas y resueltas y un aumento del 21% en el de informes técnicos respecto al año 2004. Igualmente, se han mantenido los registros de salida (313 excluido mailing) y los de entrada (208). El bajo número de denuncias resueltas se mantiene como en el 2003 debido a la ausencia

de instrumentos coercitivos en la Normativa de Protección y a la falta de cooperación eficaz por parte de la Comunidad Autónoma en la resolución de las denuncias.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTPC y de campo eléctrico en el OT, aunque este año no se han realizado medidas del fondo del cielo por avería en el equipo.

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 2005

Divulgación

- Mailing anual con los cuadernos técnicos actualizados sobre instalaciones de alumbrado exterior y nuevo folleto sobre el uso de proyectores.

final fue: viernes 22 julio=400 personas y sábado 23 julio=800 personas. En las jornadas participaron:

- Administración del OT y un grupo externo de 7 guías.
- Telescopio THEMIS, coordinado por el Dr. Bernard Gelly.
- Telescopio VTT, coordinado por el Dr. Michael Sigwarth.
- Laboratorio Solar, coordinado por el Dr. Pere Lluís Pallé.
- Planetario montado en el Centro de Visitantes dirigido por una empresa externa.

Las jornadas transcurrieron sin ningún tipo de incidencia y los visitantes fueron entrevistados a la salida mostrando una gran satisfacción. Gracias al esfuerzo coordinado el Observatorio pudo soportar un flujo máximo de visitantes de 1,6 persona por minuto.

Durante el año 2005 cabe destacar dos fenómenos meteorológicos adversos. En el mes

de febrero y noviembre el OT sufrió los efectos de una fuerte nevada y la tormenta tropical Delta, respectivamente. A pesar de registrarse situaciones extremas, las actuaciones, acordadas en todo momento con el Plan de Emergencias del OT, hicieron posible minimizar los daños materiales.

Diversos grupos de estudiantes europeos realizaron sus prácticas de astronomía en el telescopio MONS. Las Universidades que nos han visitado han sido (Ver Figura):

- Estudiantes de la Universidad de La Laguna y del Dpto. de Astrofísica.
Meses: marzo, abril y noviembre (8 noches).
- Estudiantes de la Universidad de San Louie Campus Español.
Meses de marzo y septiembre (5 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Southampton (Reino Unido).
Mes de abril (5 noches).

CENTRO COMÚN DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA

El 27 de julio de 2005 quedó inaugurado el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP).

De forma inmediata, ha comenzado su funcionamiento incorporando el IAC y GRANTECAN S.A.

En esta primera fase, las instituciones que se incorporarán al CALP a partir del 1 de enero de 2006 serán:

- La Universidad John Moore Liverpool
- El Consorcio MAGIC



OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO

- Estudiantes de la Universidad de Aarhus (Dinamarca).
Mes de abril (3 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Sheffield (Reino Unido).
Meses de abril y mayo (8 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Liverpool (Reino Unido).
Mes de junio (14 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Suffolk (Reino Unido).
Mes de octubre (13 noches).

Durante el año 2005 un total de 56 noches han sido utilizadas en el Telescopio MONS para proyectos docentes. En el gráfico se muestra el porcentaje de tiempo utilizado por las distintas universidades europeas.

El número de visitantes que accedieron a las instalaciones del Observatorio durante el año 2005 fue de 4.179 personas. De ellos, 1.899 lo hicieron a través de alguna de las seis Jornadas de Puertas Abiertas que se celebraron en los meses de julio y agosto. Es de destacar asimismo la visita de 1.129 alumnos, correspondientes a 28 centros de Enseñanza Media o Secundaria, de los cuales 311 alumnos pertenecían a centros de la Isla de La Palma. También es de destacar la colaboración del Observatorio en diferentes tareas de divulgación realizadas en la isla de La Palma, entre las que podemos destacar el aumento de las jornadas de visitas concertadas durante el verano, la celebración de una exposición en el Aeropuerto de La Palma y la Semana de la Ciencia y Tecnología que tuvo lugar en el mes de Noviembre. Asimismo diecisiete medios de prensa nacionales

- Participación en el Congreso Internacional de Iluminación del Comité Español e Internacional, en León del 12-21 de mayo.
- Presentación de la ponencia "La Ley del Cielo de Canarias: Problemas y beneficios de su aplicación" en la Universidad Ambiental de La Palma, S/C de La Palma, 25 de julio.
- Presentación de la ponencia "La Ley del Cielo de Canarias" en el Ciclo de Conferencias Teleforo Bravo, Ayuntamiento de La Orotava, 18 de abril.
- Presentación de la ponencia "The Sky Law: Problems and Benefits in its Application" Hotel Cerca Vieja, Fuencaliente, 30 de julio.
- Programa de Radio "Polvo de Estrellas" en Radio CIT relativo a la contaminación lumínica, 4 de febrero.
- Asistencia a Jornadas AENOR de Seguridad en el Alumbrado, FEMETE, 18 de marzo.
- Seminario Nacional de Alumbrado Público Urbano, Socelec, Guadalajara, 28-29 noviembre.

Colaboraciones

Se continúa colaborando con el Comité Internacional de Iluminación (CIE) C.T.4.21 para la actualización de la recomendación sobre

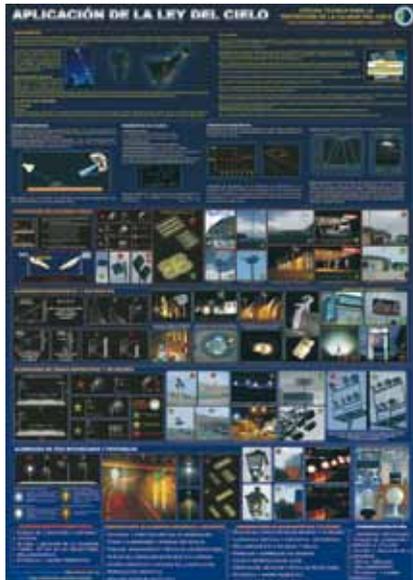
instalaciones de iluminación en el entorno de los observatorios astronómicos. Igualmente, se continúa colaborando con IDA.

Medidas, Control y Calidad

Medidas del fondo del cielo: Equipo actual en reparación.

Se continúa con el proyecto del All Sky Cammera aunque lentamente. Dentro de este grupo se ha elaborado un procedimiento de medidas rutinarias (mensual) del fondo del cielo en el OT (telescopio IAC-80) y se pretende se realice el mismo en el ORM con la colaboración de las instituciones usuarias del ORM.

Durante 2005 se han realizado 306 inspecciones y 47 denuncias y se han resuelto 24 denuncias. Se han emitido 152 informes técnicos (32 favorables, 58 con medidas correctoras, 4 desfavorables y 58 peticiones de información). Hasta 2005 se han realizado 3.040 inspecciones y 822 denuncias de las cuales se han resuelto 549 (67%).



INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR



EJECUCIÓN DEL PRESUPUESTO 2005

GASTOS

DESTINO FONDOS (Miles de Euros)

- Personal	9.196,08
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	1.923,25
- Financieros	2,29
- Transferencias corrientes	0,00
- Inversiones reales	5.292,86
- Activos financieros	46,10
- Compras	3.145,91
TOTAL GASTOS	19.606,49
VARIACIÓN FONDO MANIOBRA	1.543,56

FINANCIACIÓN

ORIGEN FONDOS (Miles de Euros)

PRESUPUESTARIOS	13.113,99
- Administración del Estado	9.484,88
- Comunidad Autónoma	3.629,11
OTROS	8.036,06
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	6.021,94
- Venta de servicios y otros	2.014,12

GABINETE DE DIRECCIÓN

Es un órgano de apoyo al Director para la consecución de los fines, objetivos y metas del IAC. Sus competencias son las siguientes:

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 de 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

REVISTA IAC Noticias

Durante este año se han editado dos nuevos números de la revista *IAC Noticias*, publicación periódica del IAC que desde 2001 se edita con un nuevo diseño y mejoras en su contenido.

Existe una versión digital de la revista en la dirección Web <http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/digital.htm>

Se publicó, como ya es habitual en las Escuelas de Invierno, un especial de la XVII Canary Islands Winter School of Astrophysics dedicada este año a "Espectroscopía 3D". Este especial, editado en español y en inglés, recoge las entrevistas realizadas con cada uno de los profesores invitados e información adicional sobre esta XVII Escuela y las anteriores. Se puede acceder a la versión digital de este especial en la dirección Web <http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/winter2005/index.html>

MEMORIA 2004

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2004, 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/memoria>



MEMORIA
2005 IAC

190



REVISTAS DIGITALES

"GTCdigital"

Desde octubre de 2002 se publica el boletín divulgativo "GTC digital", boletín periódico cuya intención es proporcionar información viva y actualizada sobre la evolución del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

La dirección es <http://www.gtcdigital.net/>

Estadísticas:

Número de visitas: 39.630 (28.729 en 2004)
Páginas vistas: 154,033 (136.295 en 2004)
Artículos consultados: 53.729 (38.092 en 2004)
Visualización de vídeos: 11.559 (7.323 en 2004)
Visualización imágenes (sólo de artículos): 8.902
Reenvíos de artículo: 295
Volumen de transferencia: 19.64 Gigabytes.
Origen de visitas: provienen tanto de áreas comerciales (".com") como de otros espacios virtuales como son "net" (espacios relacionados con la red, network) y ".edu", páginas procedentes del área educacional. Visitas nacionales e internacionales (Alemania, Argentina, México, Perú, Chile, etc.).
Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede a www.gtcdigital.net) son de google.

(Ver GESTIÓN DE LA



COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN EXTERNA DEL Gran Telescopio CANARIAS GTC) **"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...

Entre las revistas enviadas este año se pueden citar como ejemplo: "Podría un elefante sujetar el mundo", "El gran silencio", "Dios mío, ¡está lleno de estrellas!", "Desde fuera hacia dentro", "Cuando el Cosmos era una isla" y "Diez metros para reflejar el Universo".

La dirección es <http://www.caosyciencia.com/>
Estadísticas:

Número de visitas: 125.846 (118.985 en 2004)

Páginas vistas: 751.423 (710.320 en 2004)
Artículos consultados: 119.262 (112.868 en 2004)
Clips de video descargados: 58.908
Visualización de animaciones: 45.383
Visualización de imágenes: 88.783
Reenvíos de artículos, imágenes, animaciones, videos: 985
Volumen de transferencia: 59 Gigabytes.
Origen de visitas: Visitas nacionales e internacionales (Argentina, Chile, Colombia, México, Perú, etc.). Las referencias principales (enlaces origen desde los cuales se accede www.caosyciencia.com) son de google, MSN, Yahoo y Altavista.

"Astrofísica en La Palma"

En agosto de 2005 se editó el primer número del boletín digital "Astrofísica en La Palma", una iniciativa del IAC que nace con el fin de informar puntualmente de las actividades que el Instituto desarrolla en la Isla así como de la actividad e investigación generadas en torno a las instalaciones astronómicas del Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio de Garafía, y del Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el de Breña Baja.

Se trata de un boletín de carácter divulgativo que permitirá conocer mejor la repercusión positiva de estas instalaciones astrofísicas en la población palmera.

En el primer número se informaba del estado actual



del Parque Cultural del Roque de los Muchachos, de los progresos en el Gran Telescopio CANARIAS y de la reciente inauguración del CALP, entre otras noticias.

La dirección es <http://www.iac.es/boletinpalma>
PRESENTACIONES "ODISEA EN EL ESPACIO-TIEMPO"

Península, con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, y otro para Canarias, con financiación del Gobierno de Canarias. Estos folletos contenían recomendaciones para una correcta observación de tan singular fenómeno astronómico. Disponible en <http://www.iac.es/educa/eclipses/anular/3octubre05/index.html>

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 2004 sobre las actividades desarrolladas en estos Observatorios, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979.

Existe una versión digital del CCI Anual Report en la dirección Web <http://www.iac.es/gabinete/cci/anual.htm>

UNIDADES DIDÁCTICAS

“El cielo nocturno”

El IAC, con financiación del Gobierno de Canarias, ha editado una nueva unidad didáctica “El cielo nocturno. Hemisferio Norte verano”, dedicada a la observación del firmamento nocturno durante el verano en el Hemisferio Norte. Una guía perfecta para localizar estrellas y objetos, y aprender a orientarse en el cielo. Los autores son J. Carlos Casado, Miquel Serra Ricart y Cristina Abajas Bustillo.

Se puede acceder a esta unidad didáctica desde <http://www.iac.es/educa/cielo/cielos.pdf>

“Observaciones astronómicas”

“Hasta mediados del siglo XIX el único detector de que se disponía para observar el firmamento era el ojo”. Así empieza la unidad didáctica “Observaciones Astronómicas. Webcam y CCD”, publicada por el IAC, con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia. En ella se repasan los últimos avances en captación y tratamiento de imágenes celestes a través de sistemas digitales, como CCD y Webcam, actualmente accesibles para cualquier persona. Los autores son Juan Carlos Casado y Miquel Serra Ricart.

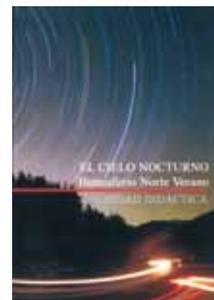
Se puede acceder a esta unidad didáctica desde <http://www.iac.es/educa/observaciones/unicam.pdf>

“Objetos variables”

Muchas estrellas visibles varían su brillo con el tiempo. Asimismo, las mediciones detalladas de la luz de objetos como asteroides o cometas permiten extraer información valiosa acerca de sus

Odisea en el Espacio-Tiempo consiste en 10 presentaciones en Power-Point que tratan, a un nivel divulgativo, todos los temas de mayor interés de la Astrofísica actual.

Cada presentación cuenta con un mínimo de 50 diapositivas, con imágenes, ilustraciones y animaciones.



Este material va dirigido tanto a educadores como a divulgadores interesados en la Astrofísica. Esta edición ha sido financiada por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

Más información: <http://www.iac.es/gabinete/difusion/edicion/cd/odisea.htm>

Autora y responsable del proyecto: Laura Ventura.

CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2005 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.

- XVII Canary Islands Winter School of Astrophysics “3D Spectroscopy” (XVII Edición de la Escuela de Invierno “Espectroscopia 3D”. Organizada por el IAC con financiación del Gobierno de Canarias y del Instituto Astrofísico de Potsdam (Alemania), así como con la colaboración del Cabildo de Tenerife, del Ayuntamiento del Puerto de la Cruz y de la red Euro3D, celebrada en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 21 de noviembre al 2 de diciembre.



FOLLETOS

- Folletos para un eclipse de Sol. Con motivo del eclipse anular de Sol que tuvo lugar el pasado 3 de octubre y que pudo contemplarse en gran parte del territorio peninsular, el IAC editó dos folletos explicativos: uno para la

WEB



Atención externa

Durante el año 2004 se han atendido 180 solicitudes y consultas hechas por distintos colectivos: medios de comunicación, editoriales, instituciones, profesores, estudiantes, aficionados, etc.

Estadísticas

Visitantes mensuales

Cada mes nos visitaron una media de 215.316 personas distintas (se ha utilizado el parámetro "sites" que es un indicativo aproximado del número de personas distintas que nos visitan).

Visitas anuales

El número total de visitas durante el año 2005 fue aproximadamente 2.982.475 (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 11.577.089.

Mantenimiento de la Web en general

Se continúa con la actualización de los contenidos bajo la responsabilidad de Gabinete de Dirección así como con la coordinación con el resto de las áreas del IAC para ofrecer en la Web cualquier tipo de actualización y/o novedades.

Se colabora con una empresa externa en la sustitución de la Web actual por una nueva que cuenta con un diseño diferente y un programa de gestión cuyo uso por las diferentes Áreas del IAC permitirá la descentralización de gran parte de las actualizaciones.

Proyectos educativos y otras iniciativas

En la página <http://www.iac.es/educa> se hace un resumen de los proyectos educativos y otras iniciativas de divulgación generadas por el IAC.

Para atender mejor al profesorado de niveles no universitarios se continúan recopilando todos los recursos didácticos *on line* del IAC dirigidos a este colectivo: <http://www.iac.es/educa/materiales.html>

COSMOEDUCA

En marzo de 2005 se hicieron públicos en Internet los materiales didácticos de "Relatividad" y en junio la unidad didáctica "Diseña un viaje a Marte".

La Web de Cosmoeduca continuó siendo muy bien acogida por distintos medios entre los que cabe destacar la sección de educación del periódico "El País". En especial los materiales de Relatividad que llegaron a tiempo de ser utilizados con motivo del centenario de la teoría de la Relatividad Especial.

Dos instituciones solicitaron al Proyecto Cosmoeduca su colaboración: El Museo de la Ciencia y el Cosmos para su proyecto "másEinstein" (año 2004-2005) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) para su nuevo proyecto "Semana de la Ciencia en los Centros educativos" (año 2005).



Cosmoeduca realizó una adaptación dirigida al público en general de los materiales de Relatividad de Cosmoeduca que junto con otros propios del Museo de la Ciencia y el Cosmos formaron parte de la Guía Relativa, que se publicó con una edición de 30.000 ejemplares.

Cosmoeduca, participó en la formación de un grupo de 70 ponentes llevada a cabo por la FECYT. Uno de los objetivos era que estos ponentes se desplazasen durante el mes de noviembre por más de 1.000 centros educativos de toda España para impartir a los alumnos un taller de Relatividad.

Para las necesidades de este taller se adaptaron dos de sus charlas, "Un paseo por la Relatividad

Especial" y "Viajes espaciales, máquinas del tiempo...", que quedaron a disposición de los ponentes y los profesores y que dentro del proyecto "Semana de la Ciencia en los Centros educativos" fueron impartidas a más de 60.000 alumnos.

Con este Proyecto se abre a través de nuestra Web una vía directa entre la comunidad educativa y el IAC, para ayudar al profesorado de ESO y Bachillerato en el desarrollo de contenidos curriculares que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía.

Más información: <http://www.iac.es/cosmoeduca>

COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

documental sobre la Relatividad.

- *Karin E. Ranero Celius*, Licenciada en Ciencias Físicas y Psicología por la Universidad de Denver (Colorado, EEUU). Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial a la organización del banco de imágenes del Gabinete y a la participación en la puesta en marcha del Proyecto Liverpool, cuyo fin es la divulgación de la Astronomía por medio de la utilización del telescopio robótico de Liverpool (ORM).

- *Patricia Ruigómez Lobato*, Diplomada en Diseño Gráfico por el Instituto Europeo de Design (Madrid). Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera al diseño de la gráfica del Proyecto GOYA.

- *Laura Ventura*, Licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de Padua (Italia). Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial para completar el proyecto de las charlas de divulgación y la organización del banco de imágenes del Gabinete para que puedan ser utilizadas por profesores, divulgadores y medios de comunicación.

con el GTC.

Desde la firma de este contrato se han elaborado y enviado a los medios de comunicación 60 notas de prensa sobre temas relacionados directamente con el Gran Telescopio CANARIAS, lo que ha dado lugar a una repercusión en prensa de más de 1.026 noticias (76 en 2005). Entre los actos que se han organizado hay que destacar:

"GTCdigital"

Desde octubre de 2002 se puso en marcha el *"GTCdigital"* que es una iniciativa que nace con la intención de proporcionar información viva actualizada sobre el progreso y novedades del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), difundiendo ciencia y dirigiéndose a todos los públicos. En el 2005 se han publicado los siguientes boletines:

- Enero: "La última pieza" (con vídeo).
- Febrero: "Dar esquinazo a la atmósfera" (con vídeo: animación sobre la Óptica Adaptativa. Voz en off) y "Un febrero blanco".
- Abril: "¿Qué hay bajo un espejo?" y "Buscando el equilibrio".
- Mayo: "El centro de todas las miradas" (con vídeo).
- Junio: "M3 en casa" (con vídeo) y "Opiniones: Nicholas Devaney".
- Julio: "¡Qué frío!" (con vídeo).
- Agosto: "El año que viene será el año de La Palma y del Gran Telescopio CANARIAS" y "Ole... aginoso!" (con vídeo).
- Septiembre: "Una cuestión de peso" (con vídeo) y "Aparcar o no aparcar... esa es la cuestión" (con vídeo).

GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN EXTERNA DEL Gran Telescopio CANARIAS (GTC)

Dado que el Instituto de Astrofísica de Canarias es la entidad promotora del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), el IAC, a través de su Gabinete de Dirección, y GRANTECAN S.A., tienen un contrato firmado, desde octubre de 1999, cuyo fin es la gestión y organización de tareas de información, divulgación y actos relacionados

Durante el año se han seguido dando charlas y conferencias de Astrofísica (Ver Conferencias de Divulgación) en sociedades culturales y centros docentes, dentro y fuera de las Islas Canarias.

Esta actividad tiene un complemento notable en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife. El IAC participa intensamente en muchas de las actuaciones del Museo y colabora con su programa de actividades.

CARTAS DE AFICIONADOS

Durante este año se han contestado 196 cartas y correos electrónicos de aficionados, además de multitud de consultas vía página Web (unas 180 consultas aproximadamente), la mayoría de los cuales solicitaban información de carácter general sobre Astronomía, el IAC y sus Observatorios; algunas de ellas, en cambio, exponían teorías propias sobre temas astronómicos y/o preguntas sobre un tema determinado que han requerido una contestación más detallada por parte de un especialista en la materia planteada.

COLABORACIONES CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Se ha ofrecido un asesoramiento y apoyo continuo a distintas revistas de divulgación científica, así como a los medios de comunicación locales y nacionales, en temas relacionados con Astrofísica, el IAC, sus Observatorios y otro tipo de noticias científicas (214 consultas telefónicas y más de 150 por correo electrónico).

En el año 2005, el IAC fue noticia en 538 ocasiones.

Han continuado las solicitudes de permisos para la realización de reportajes para televisión y revistas, tanto nacionales como extranjeras.

ASESORÍA CIENTÍFICA

Desde mayo de 1999, el Gabinete de Dirección cuenta con un astrofísico del IAC cuyo trabajo prioritario es supervisar, desde el punto de vista científico los contenidos de las ediciones y actividades de divulgación que edita y organiza el Gabinete. También supervisa los contenidos de la página Web y de *IAC Noticias*.

Por otro lado está involucrado también en algunas tareas de gestión, siendo responsable del Servicio Informático Específico (SIE) del Gabinete.

Otra de sus labores consiste en atender a las numerosas consultas de particulares e instituciones

que se reciben en el Gabinete sobre dudas relacionadas con la Astronomía. En ocasiones es el Asesor Científico el que interviene directamente en programas de radio o de televisión o es entrevistado por la prensa. También se hace cargo de la organización y atención a algunos grupos que visitan la sede del Instituto, en La Laguna, y/o el Observatorio del Teide.

Organiza además, las actividades de la estancia en el IAC de los "European Union Contest for Young Scientists".

Finalmente participa en la organización de exposiciones y ferias sobre las actividades del IAC.

BECARIOS

Comunicadores en formación

Como continuación al programa de becas para periodistas en formación que ofrece el Gabinete de Dirección iniciado en 1999, y tras un proceso de selección, este año han realizado prácticas en el IAC:

- *Daniel de La Torre Guzmán*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Realizó trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación.

- *Iván Jiménez Montalvo*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial la realización de un documental sobre la Relatividad.

- *Elvira Lozano Martín*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial trabajos de documentación y redacción de un libro sobre la historia del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

- *Eva Rodríguez Zurita*, Máster de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Realizó trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación.

Otros becarios

- *Inés Bonet Márquez*, Licenciada en Bellas Artes por la Universidad de La Laguna. Trabajos de apoyo a ediciones, información y divulgación, y de manera especial trabajos de diseño electrónico, simulaciones por ordenador y la realización de un

eclipsando el sol y desvelando realidades” (octubre). Aulario Urbano de la Universidad de Alicante.

-“Luces y sombras sobre las pirámides”. Conferencias del Parque Etnográfico Pirámides de Güímar (Tenerife).

-“Arqueoastronomía” en la Jornada de Astronomía del Casino de La Laguna (Tenerife).

- “De Copán a Abu Simbel. Astronomía y cultura en el Mundo Antiguo” en el Curso “Arqueología del Firmamento” en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Sevilla.

- “Reflejos del Cosmos: Arqueoastronomía”, taller aplicado de investigación y observación astronómica en La Palma, con motivo de la Universidad de Verano, celebrado en la Casa Salazar de Santa Cruz de La Palma.

- “Astronomía y Cultura en el Mundo Antiguo: eclipsando el sol y desvelando realidades” dentro del Curso “La Astronomía en la Sociedad” celebrado en el salón de actos del Edificio Moneo, en Murcia.

* *Luis A. Martínez Sáez* dio las siguientes charlas:

- “Programas de apoyo al profesorado que lleva a cabo el Gabinete del Instituto de Astrofísica de Canarias” en la sesión organizada por las Direcciones Generales de Ordenación Educativa y la Dirección General de Universidades e Investigación de la Comunidad de Madrid con los representantes de los centros que asistieron a la Feria Madrid por la Ciencia.

- “La divulgación científica desde un centro de investigación: el caso del IAC” en el Master de Comunicación Científica del IDEC. Institución de Educación Continua” organizado por la Universitat Pompeu Fabra, en Barcelona.

* *Juan C. Pérez Arencibia* dio la charla “La oscuridad del cielo como recurso natural” en las Jornadas de Desarrollo Sostenible de La Palma en la sala de conferencias del CEP de Santa Cruz de La Palma.

* *Francisco Sánchez*, Director del IAC, dio las siguientes charlas:

-“La Astronomía que viene”, Campus de Excelencia 2005, Las Palmas de Gran Canaria.

- Participación en la Mesa Plenaria del Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia en el aulario del Campus de Guajara de la Universidad de La Laguna.

-Conferencia de apertura del certamen “Ciencia en Acción” en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (La Laguna).

* *Ignacio García de La Rosa* dio la charla “As Sete

Maravilhas do Ceu” CEPAE, Cotia, Sao Paulo (Brasil).

* *Itziar Anguita* dio la charla “Un paseo por la Relatividad Especial” en la Facultad de Bellas Artes, con motivo de los “Encuentros entre Arte y Relatividad” organizados por el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (La Laguna).

* *José Miguel Rodríguez Espinosa* dio las siguientes charlas:

- “El GTC: Una herramienta astronómica para el siglo XXI” en los cursos de verano 2005 de la Fundación Canaria Universidad Ambiental de La Palma, Cajacanarias de Santa Cruz de La Palma.

- “Seis números que definen el Universo” en la Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, en Orense.

* *Javier Licandro* dio la charla “Pequeños planetas del Sistema Solar” en los cursos de verano 2005 de la Fundación Canaria Universidad Ambiental de La Palma, Cajacanarias de Santa Cruz de La Palma.

* *Ramón García López* dio las siguientes charlas:

-“Einstein y las estrellas” en el curso “Einstein: 100 años de Relatividad”, dentro de los Cursos de formación del profesorado de enseñanza secundaria, UIMP, Santander.

-“Un día en la vida de un astrónomo” en el Centro Concertado Santa Catalina y en el IES de Teror (Las Palmas de Gran Canaria). Dio esta misma charla en el Colegio Luther Kina del Sur (Tenerife).

* *Jorge Casares* dio la charla “Agujeros Negros y Relatividad” en el Planetario de Mallorca.

* *Carlos Martínez Roger* dio la charla “Herramientas de los astrofísicos. Telescopios y otros artilugios”, en Alcoy (Alicante).

* *Luis Cuesta* dio la charla “La aventura de conocer el Universo” en Escuela de Arte de Santa Cruz y el Acuartelamiento de Breña Baja (La Palma).

* *César Esteban* dio las siguientes charlas:

- “Astronomía en la protohistoria hispana” en el curso “Arqueología del Firmamento” de los Cursos de Otoño de la Fundación Caja Rural del Sur en la sede central de la Fundación Caja Rural del Sur, Sevilla.

- “La búsqueda de vida inteligente en el Universo”, conferencia de clausura de las actividades de la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005 organizadas por el INESCOP, en el Salón de actos

- Octubre: "Tenemos un problema" (con vídeo) y "Opiniones: Jordi Cepa. El reto de OSIRIS hecho realidad" (con vídeo: montaje sobre los filtros sintonizables con imagen real y animaciones. Voz en off).
- Noviembre: "Las vueltas que da la vida... a prueba".
- Diciembre: "Harness & Pipping... ¡Llegarán a todas partes!" (con vídeo: fotografías y animación. Voz en off) y "¡Pide un deseo!" (animación).

CONFERENCIAS DE DIVULGACIÓN

* *Manuel Vázquez* dio las siguientes charlas:

- "Mundos habitables" en el CEP de Los Llanos (La Palma). Dio esta misma charla en el CEP de Santa Cruz de La Palma.
- "Estabilidad de sistemas planetarios" dentro del Curso Inter-universitario SCTM, en la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna.
- "Estabilidad de sistemas planetarios", dentro del Curso Inter.-universitario SCTM, en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- "¿Qué vemos en el firmamento?" a la Asociación de Vecinos Tinguaro de La Laguna, (Tenerife).
- "La distancia justa: zona de posible vida alrededor de una estrella", "El conocimiento del Sol: ¿qué nos falta?" y "Meteorología espacial (viviendo con una estrella)" en el curso "Exploración y estudio del espacio" de los Cursos de Verano de la Universidad Politécnica de Madrid (La Granja, Segovia).
- "Historias de Marte" en la Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física, en Orense. Dio esta misma charla en el Ciclo "Matemáticas en la Ciencia y la cultura contemporáneas" organizado por la Fundación MAFRE, en La Laguna (Tenerife).
- "Eclipses totales de Sol en España" en el Ciclo "La Astronomía en la sociedad. Eclipse anular de Sol 2005", celebrado en Murcia.

* *Antonia M. Varela* dio las siguientes charlas:

- "¿Por qué hay unos *Montes Tenerife* en la Luna?" en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (La Laguna).
- "Formación y evolución de galaxias" en el Aula del IAC a alumnos de la Universidad para Mayores de la Universidad de La Laguna.
- "Canarias, un lugar privilegiado para las observaciones astronómicas" en IX Semana Ecológica organizada por el Ayuntamiento de la Villa de la Orotava, dentro del ciclo de conferencias "Telesforo Bravo", en La Orotava (Tenerife).

* *César González García* dio la charla "La Astronomía en la Antigüedad" en AA.VV 'Sa Capelleta', Ibiza.

* *Rafael Rebolo* dio las siguientes charlas:

- "La búsqueda de sistemas planetarios" en el Centro de Arte Contemporáneo de Málaga. Inauguración del VIII ciclo de conferencias "Presente y futuro de la ciencia y la tecnología".
- "La búsqueda de planetas como la Tierra" en el Centro de Investigación del Cáncer de la Universidad de Salamanca. Dio esta misma charla en el Foro La Región (Orense).
- "Avances y desafíos en la detección de Sistemas planetarios" en el Aula Magna de la Facultad de Ciencias de Valladolid.
- "Universos acelerados" en el Instituto de España (Madrid).
- "Cosmic Microwave Background" en la Escuela de Verano de la Agencia Espacial Europea, celebrada en Alpbach (Austria).
- Lección inaugural del acto de apertura del curso de la Universidad Politécnica de Cartagena (Murcia).
- "Origen y evolución del Universo: el reto de la Cosmología" en el Congreso "Albert Einstein Annus Mirabilis 2005". Kursaal de San Sebastián.
- "Los desafíos de la Cosmología actual: energía y materia oscura" dentro del Ciclo de conferencias "Pinceladas científicas", celebrado con motivo del XX Aniversario de la revista Astronomía, en el Ateneo de Madrid.

* *Javier Díaz Castro* dio las siguientes charlas:

- "Ley del cielo de Canarias" en IX Semana Ecológica organizada por el Ayuntamiento de la Villa de la Orotava, dentro del ciclo de conferencias "Telesforo Bravo", en La Orotava (Tenerife).
- "Law of the Sky: Problems and Benefits in its application" en el Congreso "Ultralow Mass Star Formation and Evolution" en el Hotel Cerca Vieja, Fuencaliente (La Palma).
- "La ley del cielo de Canarias: problemas y beneficios de su aplicación" en los cursos de verano 2005 de la Fundación Canaria Universidad Ambiental de La Palma, Cajacanarias de Santa Cruz de La Palma.

* *Juan A. Belmonte* dio las siguientes charlas:

- "Astronomía, ¿ciencia o cultura?" en el Aula Magna de la Facultad de Física de la Universidad de La Laguna.
- "Astronomía y Patrimonio" en la semana cultural del IES Los Naranjeros (Tenerife).
- Mesa redonda. "Egipto en la memoria" en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (La Laguna).
- "Eclipses, templos y talayots: astronomía y cultura en el Mundo Antiguo" (septiembre). En "Previ eclipsi anular de Sol" en el Aula Cultural "Sa Nostra" de Palma de Mallorca.
- "Astronomía y Cultura en el Mundo Antiguo:

CURSOS ESPECIALES

Curso “CIENCIA E IRRACIONALIDAD EN LA CULTURA CONTEMPORÁNEA”

Organizado en el marco de los cursos interdisciplinarios 2005 del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna, el curso “Ciencia e irracionalidad en la cultura contemporánea”, celebrado en la Facultad de Psicología, contó con la participación de varios investigadores del IAC. Como en años anteriores, el curso estuvo dividido en dos módulos, uno titulado “Un panorama de la Ciencia contemporánea” (3-31 de marzo) y otro titulado “El individuo, la sociedad y las pseudociencias” (del 7-28 de abril). El título de las charlas y los investigadores que intervinieron por parte del IAC fueron los siguientes:

- “¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?” y “Cinco razones para creer en la Astrología” *I. Rodríguez Hidalgo*
- “El origen del Universo” *B. Ruiz Cobo*
- “Amenazas del cielo” *A.R. López Sánchez*
- “Historias de Marte” y “Fuentes de energía y sus implicaciones medioambientales” *M. Vázquez*
- “La comunicación de los resultados científicos” *R.J. García López*
- “Las pirámides de Güímar” *C. Esteban López*

Curso “INICIACIÓN A LA ASTRONOMÍA” dentro del Programa Universidad para Mayores de la Universidad de La Laguna

Dentro de este Programa para Mayores de la Universidad de La Laguna, la investigadora del IAC *A. M. Varela* impartió dos cursos, de 15 horas cada uno, celebrados en la Universidad de La Laguna y en el Centro Cultural de la Villa de Adeje.

Mesa redonda “¿HAY CULTURA SIN CIENCIA?”

Esta reunión celebrada en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife se enmarcó dentro de los actos que se celebraron con motivo del Día Internacional del Museo, que este año tuvo por lema “El Museo, puente entre culturas”.

Este acto reunió a representantes de la cultura de diferentes procedencias, desde las ciencias hasta las humanidades, para analizar la necesidad de establecer puentes entre las diversas formas de conocimiento como herramienta para comprender

el mundo, cada vez más complejo y cambiante. En la mesa redonda moderada por Inés Rodríguez Hidalgo, directora del Museo de la Ciencia y el Cosmos e investigadora del IAC, participaron:

- *Juan A. Belmonte* (IAC)
- *Teresa González de la Fe* (Universidad de La Laguna)
- *Conrado Rodríguez Martín* (Instituto Canario de Bioantropología)
- *Daniel Duque Díaz* (Universidad de La Laguna - La Opinión de Tenerife)

OTRAS ACTIVIDADES

PRESENCIA EN “AULA 2005”

El IAC estuvo presente en el Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa “Aula 2005”, que se celebró en el Parque Ferial Juan Carlos I de Madrid, entre el 9 y el 13 de marzo.

“Aula” es un Salón monográfico dedicado a la información y orientación sobre estudios y profesiones, organizado por la Feria de Madrid (IFEMA), con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia y la participación de la mayor parte de instituciones y organizaciones relacionadas con el tema educativo. El IAC mostró en esta feria, a través de material expositivo y del asesor científico del Gabinete de Dirección, Luis Cuesta, su oferta educativa y de divulgación. Los proyectos presentados fueron “Cosmoeduca”, “Odisea en Espacio-Tiempo”, “Caosyciencia” y “GTC digital”, entre otros. También se proporcionó información sobre los pasos necesarios para ser astrofísico/a del IAC.

“Cosmoeduca” pretende ayudar a los profesores de la ESO y Bachillerato en el desarrollo de temas que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía, proporcionando, además, un enfoque científico-cultural.

- COSMOEDUCA pretende ayudar a los profesores de la ESO y Bachillerato en el desarrollo de temas que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía, proporcionando, además, un enfoque científico-cultural-humano.

- “Odisea en el Espacio-Tiempo” es un conjunto de charlas en Power Point con imágenes, textos explicativos, ilustraciones y animaciones, útiles para astrónomos, profesores y todo aquel interesado en la divulgación de la Astrofísica.

- “Caosyciencia” y “GTCdigital” son dos

de INESCOP de Elda (Alicante).

- "Arqueoastronomía" organizada por la asociación Amigos de la Astronomía de Elda, en el salón de actos de la Fundación Paurides González Vidal de Elda (Alicante).

- "La búsqueda de vida inteligente en el Universo" en II Jornadas de Divulgación de la Ciencia "Ciencia Hoy" celebradas en el IES Cruz Santa de Los Realejos (Tenerife).

* *Inés Rodríguez Hidalgo* dio la charla "Donde se da nueva y discreta lectura al capítulo XVIII de la Segunda Parte de El Quijote, con el sabroso provecho que della se saca" en la jornada organizada con motivo de la entrega de premios del Concurso de Relato Breve "Einstein y el Quijote. Un encuentro en el espacio-tiempo" en la sede del CIEMAT, Madrid.

* *Peter Hammersley* dio la charla "El Gran Telescopio CANARIAS" en el Palacio Salazar, de Santa Cruz de La Palma a estudiantes de Arquitectura de Nueva York que visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos.

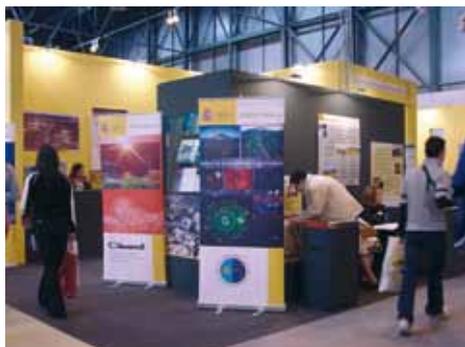
* *Héctor Castañeda* dio la charla "El futuro ya no es lo que era" en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (La Laguna).

* *Charlas Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005 – La Palma*

Entre el 10 y el 22 de noviembre, el IAC organizó una serie de actividades en la isla de La Palma, por tercer año consecutivo, con motivo de la Semana de la Ciencia y la Tecnología. Esta iniciativa europea surge con el fin de acercar a la sociedad el trabajo de los centros de investigación y de estimular el interés por la ciencia y la tecnología como mejora cultural de la sociedad y como medida para aumentar las vocaciones hacia titulaciones de carácter científico-técnico.

Los actos incluyeron, un ciclo de charlas divulgativas "Vive la Ciencia" y "Odisea Espacio-Tiempo" cuyos títulos y conferenciantes fueron los siguientes:

- *A.M. Varela (IAC)*. "Tu hogar es un laboratorio".



Stand del IAC en AULA 2005.

- *E. Tengler (Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife)* "Viaje en el tiempo".

- *M. Kidger (IAC)*. "¿La Tierra en peligro?".

- *M. Vázquez (IAC)*. "¿Estamos solos en el Universo?".

* *Martin M. Roth (Inst. de Astrofísica de Postdam)*. "El Universo en color". Impartida en el marco de la Canary Island Winter School of Astrophysics sobre "Espectroscopía 3D" en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife.

COMUNICACIONES A CONGRESOS DE DIVULGACIÓN

Personal del Gabinete de Dirección y de otras Áreas del IAC participó en los siguientes congresos de comunicación científica:

- "II Congreso Iberoamericano de Comunicación Universitaria y I Encuentro Iberoamericano de Radios Universitarias", 13-16 de marzo, Granada

Jesús Burgos y Juan J. Martín "Canarias Innova. Algo más que ciencia en la radio".

Carmen del Puerto fue miembro del Comité Científico de este Congreso.

- Congreso "Communicating Astronomy", 14-17 de junio, Munich (Alemania)

Luis Cuesta, en nombre del Gabinete de Dirección, "The IAC and scientific outreach"

Miquel Serra-Ricart, Luis Cuesta y Luis A. Martínez Sáez "Virtual visits to Astronomical Observatories"

Anselmo Sosa, en nombre de OPTICON, "Public Outreach at the Canary Islands' Astronomical Observatories"

Inés Rodríguez Hidalgo "Do the Stars tell your Love Story?"

Terry Mahoney "The Role of the Popular Article in Astronomical Outreach" y "A Communications Toolkit for Astronomers"

Física”, acontecimiento internacional que pretende promocionar el conocimiento de la Física y valorar su importancia en el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. Este evento coincidió a su vez con el centenario de la publicación de la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein, por lo que algunas de las actividades organizadas estuvieron relacionadas con este tema.

Esta edición de la Semana de la Ciencia tuvo lugar en La Palma y en Tenerife. Los actos incluyeron exposiciones, como el “Tour astronómico” y “Cosmocolor”; visitas a la sede del IAC y a los observatorios; una serie de charlas divulgativas –“Vive la Ciencia”, sobre temas de interés para el público en general, y “Odisea Espacio-Tiempo”, con contenidos de Astrofísica moderna-; la presentación del documental “Cielo, Mar y Tierra de Canarias”; y la emisión de los vídeos divulgativos “Relatividad” y “La llegada de Einstein”. Además, la revista digital del IAC “caosyciencia” dedicó un artículo especial a esta Semana.

Colaboración con la FECYT

El IAC colaboró también con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en la Semana de la Ciencia con el concurso escolar “Física en tu casa” y con un nuevo proyecto denominado “Semana de la Ciencia en los Centros educativos”. El objetivo de la primera edición de este nuevo Proyecto era ayudar a los alumnos a comprender algunos aspectos de la Teoría de la Relatividad de una forma amena y atractiva. Para

ello, el IAC, a través de su Proyecto educativo COSMOEDUCA, participó en la formación por parte de la FECYT de un grupo de 70 físicos que se desplazaron, durante la Semana de la Ciencia de 2005, por más de 1.000 centros educativos de toda España impartiendo dos charlas de COSMOEDUCA: “Un paseo por la Relatividad Especial” y “Viajes espaciales, máquinas del tiempo...”, y realizando experimentos del taller de Relatividad del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (MCC), del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife.

Además, como parte de las actividades de la Semana de la Ciencia, el IAC y la FECYT editaron un vídeo sobre Relatividad, que también se proyectó en los más de 1.000 centros educativos mencionados.

Más información: <http://www.iac.es/fisicaentucasa>
- <http://www.iac.es/cosmoeduca/fecyt>

Programa de actividades en la Web de la FECYT:
http://semanadelaciencia2005.fecyt.es/SC2005/html/semana_actividadesBcalendario.aspx

Conferencias de divulgación

Ciclo de charlas divulgativas “Vive la Ciencia” y “Odisea Espacio-Tiempo”, organizado por el IAC en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma, con motivo de la Semana Europea de la Ciencia y la Tecnología:

- A.M. Varela (IAC). “Tu hogar es un laboratorio” .
- E. Stengler (Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife) “Viaje en el tiempo”.
- M. Kidger (IAC). “¿La Tierra en peligro?”.
- M. Vázquez (IAC). “¿Estamos solos en el Universo?”.

Concurso “Física en tu casa”

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), en colaboración con el IAC en el marco de la Semana de la Ciencia 2005 y con motivo del Año Mundial de la Física, convocó el concurso “Física en tu casa” (www.iac.es/fisicaentucasa).

La finalidad era llamar la atención de los escolares sobre cómo la Física, sus leyes y fenómenos, forman parte de nuestra vida cotidiana y aprovechar esta realidad para ayudar a profundizar en esta materia y contribuir a extender su mejor conocimiento de una manera sencilla y comprensible.

Para participar en el concurso, dirigido a alumnos de



publicaciones "en red"; la primera intenta acercar la ciencia al público de forma amena, y la segunda supone un innovador proyecto divulgativo sobre el proceso de gestación del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

FERIA "MADRID POR LA CIENCIA"

El IAC y el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) estuvieron presentes en la Feria "Madrid por la Ciencia", que tuvo lugar en el Parque Ferial Juan Carlos I de Madrid, entre los días 14 y 17 de abril. Esta Feria es una exhibición científica nacida con la inquietud de crear un encuentro entre los ciudadanos y la ciencia generada en los centros de investigación, la construida en la escuela, la debatida en las universidades y la custodiada y divulgada en los museos.

El stand instalado por el IAC, diseñado por Gotzon Cañada y atendido por personal del Gabinete de Dirección (L. Cuesta, N. Ruiz Zelmanovith y L.A. Martínez Sáez), ha dado a conocer las características de sus observatorios así como los trabajos que se realizan en sus diferentes áreas y departamentos, y ha dedicado un espacio al GTC, con la proyección de animaciones y vídeos divulgativos relacionados con el funcionamiento y construcción de este telescopio. Además, en el stand se reprodujo el espejo primario del GTC a escala (10,4 m) para que el público pudiera hacerse una idea del tamaño.

En el marco de esta Feria, L. Cuesta dio, en nombre del Director del IAC, F. Sánchez, una charla el viernes día 15 titulada "La Astronomía que viene", donde habló del futuro de esta especialidad científica: los estudios que se están realizando y sus perspectivas, las tendencias en los diferentes observatorios, cuáles son las preguntas abiertas y cómo se espera contestarlas.

CIENCIA EN ACCIÓN

El IAC estuvo presente en la celebración de la final nacional del certamen "Ciencia en Acción", que tuvo lugar, entre los días 23 y 25 de septiembre, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, dependiente del Organismo Autónomo de Museos y Centros (OAMC) del Cabildo de Tenerife.

Esta iniciativa, promovida por la Real Sociedad Española de Física, la Real Sociedad Matemática Española y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, pretende acercar la ciencia a la población en general a través de un enriquecedor intercambio de ideas y propuestas innovadoras entre profesionales de la enseñanza y la divulgación.

Durante la celebración, el Museo se convirtió en un escenario de puertas abiertas donde se combinaron las demostraciones de experimentos, las puestas en escena, la presentación de unidades didácticas y la proyección de material audiovisual.

Al final del certamen, de cuyo jurado forma parte el astrofísico L. Cuesta, asesor científico del Gabinete de Dirección del IAC, se premiaron algunos de los proyectos divulgativos. Entre ellos, el premio especial del IAC recayó en los canarios Ricardo Marín y Pedro Manuel Velásquez por su trabajo "Apaga una luz y salva una vida", sobre los riesgos de la contaminación lumínica.

SEMANA EUROPEA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 2005 LA PALMA - TENERIFE

Entre el 10 y el 22 de noviembre, el IAC organizó



una serie de actividades con motivo de la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005. Esta iniciativa europea surge con el fin de acercar a la sociedad el trabajo de los centros de investigación y de estimular el interés por la ciencia y la tecnología como mejora cultural de la sociedad y como medida para aumentar las vocaciones hacia titulaciones de carácter científico-técnico.

La Semana de la Ciencia y la Tecnología en Canarias de este año estuvo coordinada por la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias y colaboraron con el IAC en las actividades previstas la Consejería de Educación, Cultura y Patrimonio Histórico del Cabildo Insular de La Palma y la Red Europea de Astronomía Óptica e Infrarroja OPTICON.
Año mundial de la Física

La celebración de la Semana de la Ciencia de este año coincidió con "El Año mundial de la

Durante la visita al IAC, también se proyectó en una gran pantalla, gracias a la conexión con diversas Webcam, un recorrido virtual en directo al Observatorio del Teide.

Visita al Observatorio del Roque de los Muchachos

El 19 de noviembre, con los grupos ya previamente organizados, se realizó una visita guiada al Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio de Garafía (La Palma). Esta visita estuvo financiada y organizada por la Red Europea OPTICON.

Documental "Cielo, Mar y Tierra de Canarias"

La calidad de los cielos de Canarias para la observación astronómica, las poblaciones estables de cetáceos en sus aguas y la existencia de lagartos gigantes, son sólo algunos de los temas incluidos en el documental "Cielo, Mar y Tierra de Canarias", la última apuesta audiovisual de la plataforma de divulgación científica que, bajo el nombre de CANARIAS INNOVA, lidera el IAC. Este documental se presentó oficialmente, en el marco de la Semana de la Ciencia y la Tecnología en Canarias, el pasado 17 de noviembre, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, en La Laguna (Tenerife). La emisión de este documental está prevista para el mes de marzo de 2006, a través de la Televisión Autónoma de Canarias. Asimismo será distribuido en formato DVD.

"Cielo, Mar y Tierra de Canarias" es un documental de divulgación científica de 40 minutos de duración, que ofrece un paseo por estos tres entornos combinando infografía 3D de última generación, imágenes aéreas, imágenes submarinas, tomas con grúa y steady-cam. Esta producción del IAC, que ha contado con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia y del Gobierno de Canarias, ha sido posible tras 24 meses de trabajo, con grabaciones por las siete islas, incluyendo los cuatro Parques Nacionales de Canarias, y gracias a la colaboración de casi medio centenar de personas así como de más de una treintena de instituciones canarias y empresas, como Sol-Meliá en Canarias, Fred Olsen, Retina Producciones y Cienciamanía.

CANARIAS INNOVA nació en el año 2000 como iniciativa conjunta del IAC y de Radio Nacional de España en Canarias con el objetivo de divulgar, a través de un programa de radio, la ciencia y la tecnología que se realiza en las Islas. Pero a la sombra de este espacio radiofónico dominical, y en sus más de cinco años de existencia, han nacido otros productos, como exposiciones, CD-ROM, vídeos, página Web, concursos y proyectos como el documental "Cielo, Mar y Tierra de Canarias". CANARIAS INNOVA también ha presentado una miniserie de 20 capítulos sobre Ciencia y Tecnología para televisión, espacios breves, de unos 3 minutos, que tratarán temas muy variados.

Más información: <http://www.canariasinnova.es>
Documentales "Relatividad" y "Einstein regresa del pasado"

Dentro del habitual cine-fórum "AluCINE con el futuro", del Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife, y en el marco de la Semana Europea de la Ciencia y la Tecnología en Canarias, el domingo 20 de noviembre se ofrecieron dos proyecciones: "Relatividad" y "Einstein regresa del pasado".

El primero -"Relatividad"- es un documental de unos 20 minutos, realizado por I. Bonet Márquez e I. Jiménez Montalvo, del Gabinete de Dirección



del IAC y dedicado a las Teorías Especial y General de la Relatividad de Einstein. Parte de este documental, un corto titulado "La Ciudad Relativa", fue galardonado recientemente con un premio especial al producto más televisivo en el festival anual Pirelli International Award 2005. (Ver DISTINCIONES).



segundo ciclo de educación secundaria obligatoria y de bachillerato, los escolares debían elegir entre 2 y 6 objetos de la casa virtual y explicar los fenómenos físicos, el funcionamiento, la historia, etc. de cada uno de ellos. Cada grupo elaboró un proyecto que incluía los objetos seleccionados en formato libre.



Presentación en La Palma

El 15 de noviembre, en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma, tuvo lugar la presentación oficial de los actos en la isla palmera con motivo de la Semana de la Ciencia y la Tecnología, organizados por el IAC. Asistieron a la inauguración la Vicepresidenta del Gobierno de Canarias, María del Mar Julio Reyes, el Director General de la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación, Julio Brito Santana, y el Subdirector del IAC, Carlos Martínez Roger, además de autoridades locales.

Exposición "Cosmocolor"

Tras la presentación oficial de los actos, se inauguró la exposición "Cosmocolor", con fotografías astronómicas del IAC y de los finalistas del concurso "FOTOCÓSMICA". El objetivo de este concurso de ámbito nacional, que tiene prevista una próxima edición, es reunir imágenes astronómicas y contribuir con ellas a crear el Banco de Imágenes Astronómicas del IAC para la divulgación de la Astrofísica.

Proyección de un vídeo sobre el GTC

Dentro de los actos de presentación en La Palma, también se proyectó un vídeo sobre la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), de unos cinco minutos de duración, realizado por el IAC.

El premio para el grupo ganador era un viaje a Tenerife, incluyendo visitas a la sede central del IAC, al Observatorio del Teide, al Museo de la Ciencia y el Cosmos y al Loro Parque.

La resolución del jurado, con la participación de L.A. Martínez Sáez y L. Cuesta, tuvo lugar en Madrid en diciembre del 2005. Los premiados en el concurso fueron:

IES Alameda de Osuna (Madrid)
Profesor/a: Carmen Sancho López
Alumno: Héctor Sebastián Vaquero

IES Aljada (Murcia)

Profesor/a: Encarnación Pardo Matas
Alumnos: Nuria del Pilar Álvarez Belchi, Roberto Cisneros Calero, Noelia Sánchez Martínez, Wilson Giovanni Astudillo Rivas, Ángel David Rodríguez Jiménez y Natalia Sanz Serrano.



En él se puede ver cuál ha sido la evolución de este Proyecto desde la colocación de la primera piedra del edificio por parte de su S.A.R. el Príncipe de Asturias hasta el montaje de los últimos componentes del telescopio.

Exposición "Tour astronómico"

Con una exposición, en el aeropuerto de Mazo, en La Palma, de imágenes astronómicas obtenidas desde los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, titulada "Tour astronómico", el IAC inició la serie de actividades organizadas en la isla palmera con motivo de la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005. Esta exposición fue financiada por la Red Europea OPTICON.

Visita al Sede Central del IAC

El 11 de noviembre tuvo lugar una visita guiada de unas dos horas de duración a la Sede Central del IAC, en La Laguna, donde se dieron a conocer los proyectos instrumentales que se están desarrollando en su Área de Instrumentación y su capacitación tecnológica.

Visita virtual al Observatorio del Teide

El segundo -"Einstein regresa del pasado"- es una grabación de la "llegada" del Profesor Albert Einstein al Museo de la Ciencia y el Cosmos el pasado 25 de septiembre de 2005 a bordo de una imaginaria máquina del tiempo.

Tras las proyecciones tuvo lugar un coloquio con expertos en Relatividad del IAC sobre su contenido físico, errores y virtudes, posibilidades real de los viajes en el tiempo, etc.

Videoconferencia con Pedro Duque

El pasado 8 de noviembre, unos 50 alumnos del colegio "Mayco School" de La Laguna disfrutaron de una videoconferencia con el astronauta Pedro Duque en el Aula del IAC. En este acto tuvieron la oportunidad de hacerle preguntas sobre sus experiencias como astronauta. El astronauta respondió las preguntas de los niños sabiendo plasmar sus anécdotas de modo gráfico y divertido.

"másEinstein"

"másEinstein" 2005, propuesta presentada por el investigador del IAC Ignacio García de la Rosa y Gotzon Cañada, fue un proyecto del Museo de la Ciencia y el Cosmos, dependiente del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo Insular de Tenerife, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia en colaboración con el Ayuntamiento de La Laguna. Su finalidad fue unirse a la celebración del Año Mundial de la Física, que conmemora el



al ORM en los meses de julio y noviembre. Asimismo, se está realizando una extensa labor de promoción encabezada por el desarrollo de un Web conjunta, la edición de folletos divulgativos de las instalaciones presentes en ambos Observatorios, la organización de exposiciones de objetos astronómicos en los aeropuertos de Canarias y la participación en eventos internacionales como *Communicating Astronomy with the Public 2005*. Del mismo modo se está produciendo un corto audiovisual que será distribuido durante el 2006.

Proyectos de desarrollo tecnológico

En relación con estos proyectos bajo OPTICON, el IAC participa activamente en tres de ellos. Se proporciona información detallada de esta participación en apartados específicos de esta Memoria.

CANARIAS INNOVA – PLATAFORMA AUDIOVISUAL DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA (7E0304 – 7E0404 – 7E5904)

J. Burgos, J. Quintero, I. Rodríguez Hidalgo y I. Fernández Fuarrós.

J.J. Martín (Cienciamanía) y C. García (RNE).

Introducción

CANARIAS INNOVA empieza su andadura el 2 de julio de 2000 como un programa radiofónico sobre Ciencia y Tecnología. Su emisión semanal en Radio Nacional de España (RNE) en Canarias ha permitido llegar a un público cada vez más numeroso, y más interesado por la temática variada de los distintos programas. Un tema central, sobre Ciencia y Tecnología en cualquier área de conocimiento, noticias de actualidad, reportajes, secciones fijas, efemérides, cuentos infantiles de divulgación, preguntas para los oyentes, etc., son los ingredientes de un programa complejo en su producción, pero que acerca el mundo de la Ciencia y la Tecnología al oyente de una forma sencilla y amena. Detrás de esta iniciativa se encuentran el IAC, a través de su Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), y Radio Nacional de España (RNE) en Canarias.

Cinco años después CANARIAS INNOVA ha conseguido abrirse un hueco importante en los medios de comunicación del Archipiélago, con una audiencia estimada de 150.000 - 200.000 oyentes repartidos por todas las islas. Son ya 250 programas y 250 reportajes, para los que se ha

contado con la colaboración de unos 400 expertos de reconocido prestigio.

Durante el 2005 CANARIAS INNOVA ha afrontado nuevos retos con la producción de nuevas ideas en otros formatos y medios de comunicación. Por la rigurosidad en el tratamiento de los contenidos, la variedad de temas abordados, los expertos consultados, y su presencia ahora en radio, Internet, exposiciones y televisión, CANARIAS INNOVA es, hoy por hoy, una de las mejores referencias y más completa sobre Ciencia y Tecnología en Canarias.

CANARIAS INNOVA, como plataforma de divulgación en todos esos formatos, ha contado durante el 2005 con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia y de la Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno

de Canarias.

Algunos resultados relevantes y actividades

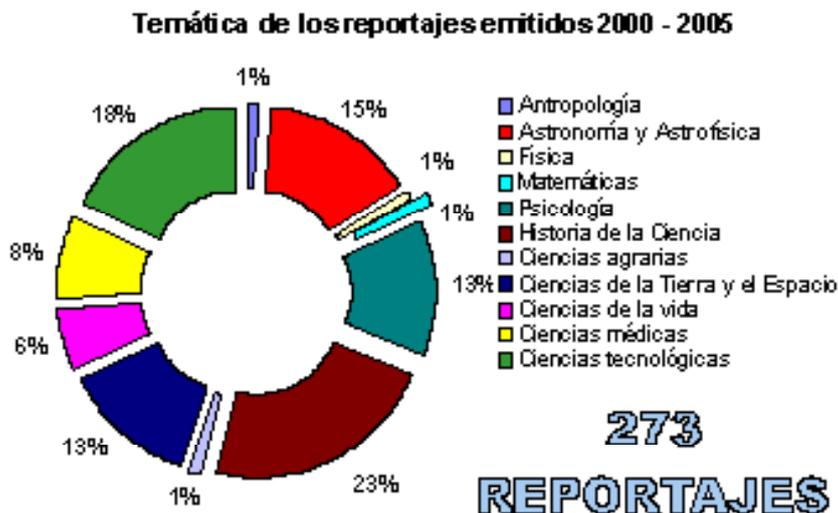
1. CANARIAS INNOVA – radio

Durante el 2005 se han emitido 52 programas de radio y 58 reportajes. En total, más de 2.500 minutos dedicados para tratar temas tan distintos como el cerebro humano, flora y fauna de Canarias, la Física en el deporte, el autismo, Astronomía, enfermedades tropicales, etc.

CANARIAS INNOVA ha prestado también especial atención durante este año a temas de gran repercusión social; programas sobre el impacto medioambiental derivado de la construcción



Gráfico II



de grandes proyectos urbanísticos, adiciones sociales, reacciones alérgicas, o el interés científico de Tindaya, son algunos de estos ejemplos. *Una de las mejores referencias sobre Ciencia y Tecnología en Canarias*

Los siguientes gráficos actualizados para el periodo 2000-2005, reflejan la variedad de los contenidos tratados por el programa de radio (Gráfico I) desde sus inicios, así como la temática de los reportajes emitidos (Gráfico II)



de “KDAMS para Ciencias”; una iniciativa especialmente dirigida a los centros escolares de Canarias y, en esta ocasión, a los centros de las islas no capitalinas.

Estos son los títulos de los 20 capítulos producidos:

- Gofio. Ayer y Hoy
- Global. Transporte inteligente
- Acuicultura en Canarias
- Rehabilitación de Fauna Silvestre
- Astrobiología I
- Astrobiología II
- Protección del Cielo de Canarias
- Genética y queso de cabra
- Cetáceos en Canarias
- El tabaco y la Salud
- El Sol y la Salud
- Tecnología en una copa de vino
- El cielo de los Magos
- Harinas contaminadas por ácaros
- El Sol
- Hiperhidrosis Palmar
- Diabetes
- Los partos en Canarias
- MAGIC
- Alergia al látex

MEMORIA
2005 IAC
206

CANARIAS INNOVA DVD 2000-2005

Se han editado 1.000 ejemplares del DVD CANARIAS INNOVA 2000-2005, que ofrece una pequeña selección (17) de los más de 250 programas emitidos sobre Ciencia y Tecnología

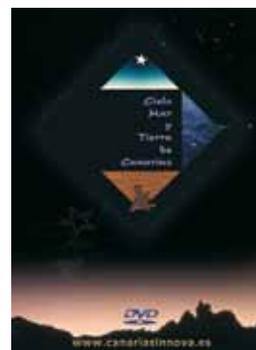
unos 45 minutos de duración, combina imagen real con infografía, tomas con grúa, *steadycam* e imágenes aéreas. Durante el año 2004 se llevaron a cabo todas las grabaciones y producción de infografías, y durante el 2005 se realizó la edición y montaje final.

La presentación del audiovisual se realizó el 17 de noviembre en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife. El acto fue presidido por D. Julio Brito, Director de la Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, y por el Dr. Carlos Martínez Roger, Subdirector del IAC. Unas 200 personas llenaron la sala de proyecciones para este primer pase.

Por su parte, la Televisión Autónoma de Canarias emitirá el audiovisual para toda Canarias durante el mes de marzo de 2006. Posteriormente, más de 5.000 copias se distribuirán de forma gratuita y se emitirá en otras cadenas, tanto para España como para el exterior.

Este audiovisual ha contado con financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, con la colaboración del Gobierno de Canarias, y con el patrocinio de la cadena hotelera Sol Meliá en Canarias y de la compañía naviera Fred Olsen.

“Cielo, Mar y Tierra de Canarias” – *Exposición*
Se ha llevado a cabo una reedición de algunos de los paneles de la exposición “Cielo, Mar y Tierra



3. CANARIAS INNOVA – audiovisuales

“Cielo, Mar y Tierra de Canarias” – *Televisión*

Cuatro años después de la exposición que llevó este mismo nombre, nos propusimos producir un audiovisual para televisión basado en los contenidos de la misma con idéntica fórmula. El audiovisual, de

2. CANARIAS INNOVA – Internet

Durante el año 2005 se ha seguido actualizando la página de Internet (www.canariasinnova.es) dotándola de muchos más contenidos y utilidades para los oyentes y amantes de la Ciencia en general.

La Web ha cambiado de formato a finales de año ante la necesidad de incorporar las nuevas producciones audiovisuales para televisión. En él, además de poder encontrar todos los programas de radio en formato MP3 desde el año 2000, se han



de Canarias” para su itinerancia por Canarias.

La exposición está así de nuevo disponible para todos los centros escolares, asociaciones culturales y otros centros que quieran hacer uso de ella con motivo de eventos y jornadas especiales. Cabe destacar aquí su uso durante la Feria CIENCIAHOY, organizada en La Orotava, del 7 al 20 de noviembre de 2005.

CANARIAS INNOVA TV

La aventura televisiva de CANARIAS INNOVA durante el 2005 no finalizó con ese documental citado anteriormente, sino que se ha visto continuada con la producción de 20 microespacios para televisión sobre diferentes aspectos de Ciencia y Tecnología en Canarias. Creemos que éste es uno de los formatos más acertados a la hora de llegar a los espectadores. Durante el 2005 se han producido 20 capítulos de unos 2-4 minutos de duración cada uno. La producción de estos audiovisuales fue posible gracias al apoyo de la Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias.

La Televisión Autónoma de Canarias emitirá estos microespacios durante el periodo mayo-septiembre 2006. Posteriormente se llevará a cabo la distribución de 2.000 copias en DVD, y su emisión por otras cadenas. CANARIAS INNOVA TV ha sido también un elemento fundamental para la segunda edición

incorporado los nuevos contenidos audiovisuales, juegos, etc. Para hacerlo aún más sencillo, se mantiene la sección “Archipiélago de Ciencia”; un buscador que permite al usuario conocer los programas y reportajes emitidos más relacionados con su isla, así como los enlaces de los centros de I+D que allí se encuentran.

La página sigue contando con su foro, un “chat”, servicio semanal de envío de novedades (más de 400 usuarios, a los que se les han hecho llegar casi 500 noticias de actualidad científica durante el 2005), imágenes de la emisión de los programas y un potente buscador que permite acceder de manera inteligente a la información buscada. Tanto los archivos sonoros de los programas, su ficha resumen, los reportajes y los expertos invitados, son datos correlacionados en la página de Internet, alimentada por una base de datos, de forma que se permite acceder a la información desde cualquiera de estas entradas.



Aquellos que lo deseen pueden también seguir CANARIAS INNOVA, en directo, desde cualquier lugar del mundo con acceso Internet.

La última incorporación y gran novedad del Web han sido “2cienCIA” y los “Juegos educativos”.

“2cienCIA” es una selección de 100 programas y 100 reportajes. Se ha extraído la información más relevante sobre el tema principal tratado, para editar unos audios de no más de cuatro minutos de duración, en los que el invitado de aquel programa ha sido el único protagonista, ofreciendo una amena y breve descripción sobre el tema del que es experto. Se han redactado también las correspondientes fichas técnicas de los programas con un resumen sobre el tema tratado, palabras clave, información del invitado, enlaces de Internet más relacionados y otros datos.

Un total de 12 “Juegos Educativos” están ahora disponibles para su disfrute on-line. Juegos de memoria, matemáticos, de habilidad, sobre el medio ambiente, de conocimientos científicos, etc, se ponen a disposición del internauta para su entretenimiento.

En estos momentos www.canariasinnova.es se ha convertido en un punto de encuentro con nuestros oyentes, ahora internautas, tan importante como lo es nuestra emisión radiofónica semanal.

El Web recoge también, en formato reducido, los audiovisuales producidos durante el 2005 y que se detallan a continuación.

en RNE desde el año 2000. Los programas se presentan aquí de forma resumida, acompañados por imágenes grabadas sobre el tema en cuestión.

Se incluyen otros contenidos sobre cómo se realiza el programa, estadísticas, etc.

Todo este material se distribuye de forma gratuita entre los oyentes y puede ser solicitado por Internet.

“KDAMS para Ciencias?” CANARIAS INNOVA en las cinco islas no capitalinas

Se han llevado algunos de los 20 capítulos de Ciencia y Tecnología de corta duración que se han realizado bajo “CanariasInnovaTV”, y a los expertos sobre los temas tratados, a los centros escolares de las islas no capitalinas, para los que puede ser más difícil el acceso a este tipo de actividades.

“KDAMS para Ciencias?” se corresponde a “¿Quedamos para ciencias?” en el lenguaje que emplean los más jóvenes para su comunicación a través de los teléfonos móviles y que no podemos ni debemos ignorar como nueva forma de comunicación. Este lema fue el motivo para realizar una iniciativa con escolares del Archipiélago durante el 2004 (ver Memoria IAC 2004), y se ha retomado durante el 2005 para esta nueva idea.

El esquema ha sido bastante simple: se ha realizado una amplia labor de difusión de esta iniciativa, invitando a que los centros escolares de las islas no capitalinas ofrezcan a sus alumnos una emisión especial de CanariasInnovaTV en su



propia clase (uno o dos capítulos), que continuó con una clase-interactiva con un profesor de universidad o investigador experto en el tema del audiovisual expuesto.

La intervención del experto invitado ha sido por vía telemática, a través de un sistema de videoconferencia que conectó la clase con el propio despacho del investigador, o la sede del IAC, según disponibilidad. Esta fórmula telemática ha resultado muy atractiva a los escolares.

“KDAMS para Ciencias?” ha conseguido un importante impacto en los centros escolares de las islas menores, visitando centros de La Palma, La Gomera, El Hierro, Fuerteventura y Lanzarote.

CANARIAS INNOVA en Granada

El equipo del programa participó durante el 2005 en el 1er Encuentro Iberoamericano de Radios Universitarias, celebrado en Granada en marzo de este año. Allí presentamos la ponencia: “CANARIAS INNOVA: algo más que Ciencia en la radio”.

Programas emitidos durante el año 2005

- 02/01 - Resumen 2004 (1ª parte)
- 09/01 - Niños superdotados
- 15/01 - Resumen 2004 (2ª parte)
- 16/01 - Efemérides astronómicas para 2005
- 23/01 - Niños hiperactivos
- 30/01 - La gripe
- 06/02 - La exploración espacial
- 13/02 - Nuestros mejores reportajes
- 20/02 - El interés científico de Tindaya
- 27/02 - El tabaco y nuestra salud
- 06/03 - El año de Einstein
- 13/03 - Canarias y el cambio climático
- 20/03 - Conviviendo con los parásitos
- 27/03 - La astronomía como afición
- 03/04 - Un universo relativo
- 10/04 - La luz con el tiempo dentro
- 17/04 - Incógnitas de la Ciencia
- 24/04 - Reacciones alérgicas
- 01/05 - Autismo
- 08/05 - El mundo de los insectos
- 15/05 - Enfermedades mentales
- 22/05 - Viaje al interior de la materia
- 29/05 - Recuperación de la fauna
- 05/06 - El medio ambiente en Canarias
- 12/06 - Cirugía estética y plástica
- 19/06 - Enfermedades tropicales
- 26/06 - Adicciones sociales
- 04/07 - Deep Impact
- 10/07 - El hombre y las drogas
- 17/07 - Observar el cielo en verano

VISITAS ORGANIZADAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

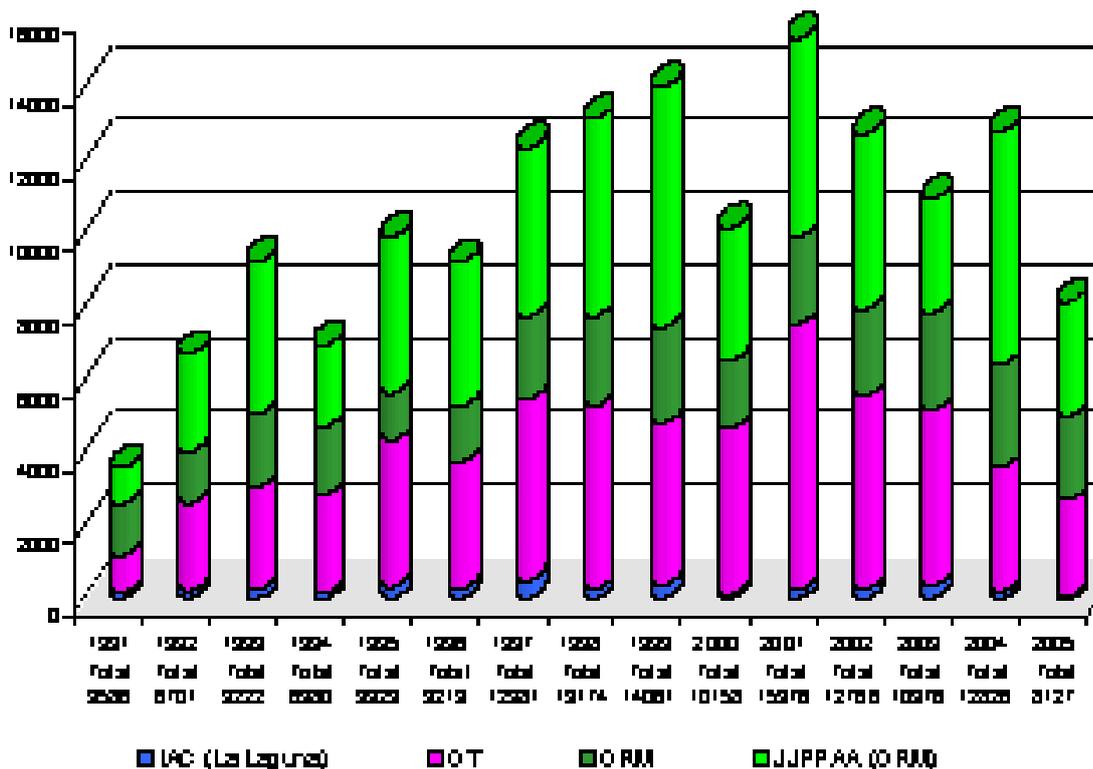
En el año 2005 visitaron el IAC un total de 8.127 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 3.876 visitantes, de los cuales 1.200 visitaron el OT en Jornadas de Puertas Abiertas, y el del Roque de los Muchachos 4.179, de los cuales 1.899 visitaron el ORM durante las "visitas concertadas" y Jornada de Puertas Abiertas. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 72 visitantes.

Jornadas de Puertas Abertas en el Observatorio del Teide

centenario de la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein. Para ello se propuso abordar el reto de divulgar esta compleja teoría para el público no especializado, convirtiendo la ciudad de La

Laguna en una gigantesca sala de exposiciones dedicada a Einstein y la Relatividad. Los días 22 y 23 de julio, se organizaron, con financiación de la Red Europea OPTICON, unas

Evolución de las visita a las instalaciones del IAC (1991 - 2005)



“Visitas concertadas” al Observatorio del Roque de los Muchachos

Jornadas de Puertas Abiertas en el OT. En estas Jornadas pudieron visitarse el telescopio Solar THEMIS (CNRS, Francia-Italia), el telescopio de Torre al Vacío (KIS, Alemania), el Centro de Visitantes y el Laboratorio Solar (IAC, España). En total asistieron 1.200 personas. Debido a las fiestas de la Bajada de la Virgen en

La Palma, las tradicionales Jornadas de Puertas Abiertas en el Observatorio del Roque de los Muchachos fueron sustituidas este verano por un programa de “visitas concertadas” los días 2, 9, 23 y 30 de julio y 13 de agosto. En total asistieron 1.619 personas. Estas jornadas, financiadas por la Red Europea OPTICON, consistieron en una charla de media hora en uno de los helipuertos

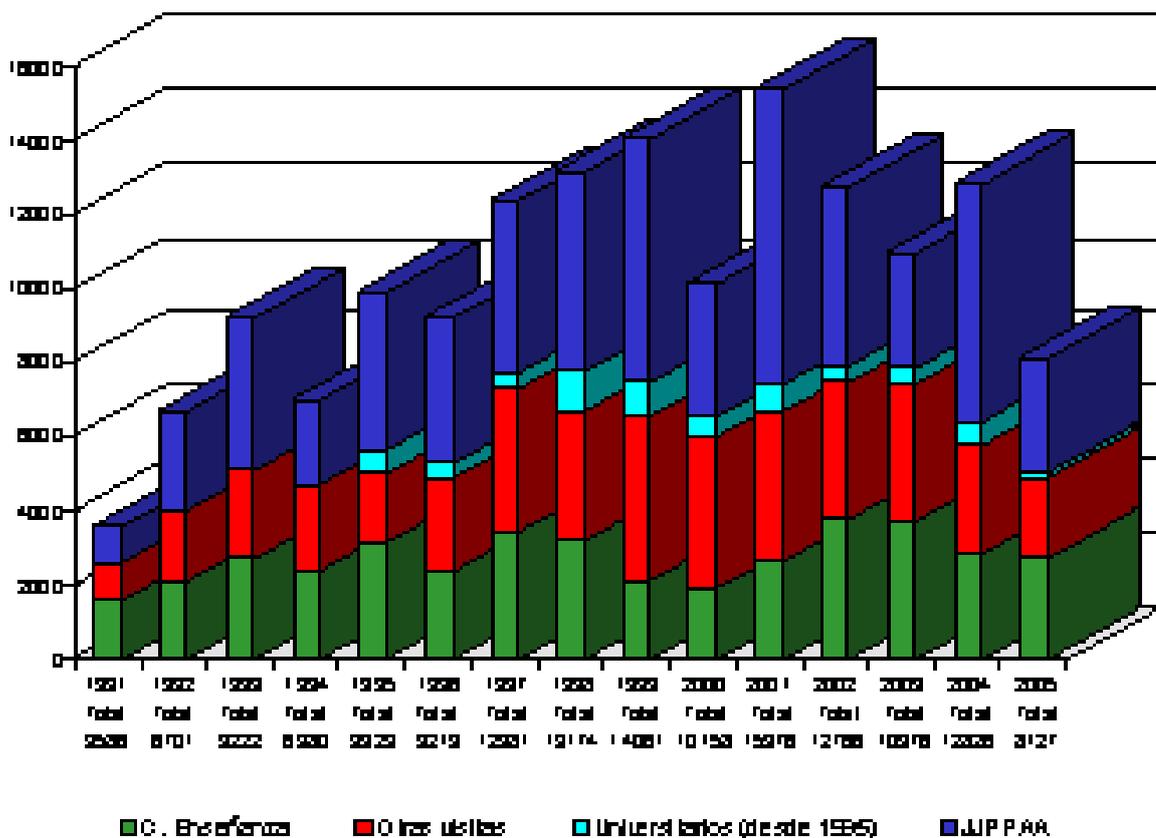
con explicación detallada de la historia, características e instalaciones del Observatorio, así como una visita, según los días, a los telescopios MAGIC, WHT, TNG, NOT, Liverpool y MERCATOR.

Jornadas de Puertas Abiertas para el

municipio de Garafía

El 19 de agosto, el IAC organizó una Jornada de

Evolución de los distintos tipos de visita a las instalaciones del IAC (1991 - 2005)



SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el año 2005 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 y gestión.
- Integración de aplicaciones de base de datos para el IAC.
- Puesta en marcha del nuevo sistema de comunicaciones entre los Observatorios y el 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 movimiento 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, este año se ha puesto en marcha el Comité de los Servicios Informáticos (CSI) y está terminada la carta de servicios. Dentro de los objetivos mencionados anteriormente el SIC ha desarrollado, a través de sus distintos Departamentos las siguientes tareas y proyectos.

Departamento de Software y Sistemas (DSS)

A final de este año se ha puesto en producción el Directorio Activo, que es el nuevo sistema de autenticación en Windows, además de tener entre sus características una gran capacidad organizativa de los recursos, una mayor seguridad y un sistema muy avanzado de políticas de grupos.

Se puso en producción el nuevo sistema de copias de seguridad, en el que se ha cambiado el software de gestión a Veritas Backup y el tipo de cintas es LTO2 con una capacidad máxima de 400Gb con compresión. Actualmente se usa sólo para realizar copias de los servidores.

En toda la red Unix se renovó el sistema de impresión pasando al CUPS. Que permite incorporar con mucha facilidad los nuevos modelos de impresoras y los usuarios pueden hacer un mejor y más fácil seguimiento de sus trabajos de impresión.

Junto con el SIE de investigación se definió cómo se debía ampliar el beowulf del IAC. De forma, que la opción elegida fue Dell con procesadores Intel de 64bits y 4 Gb de memoria.

Durante el año 2005 se han instalado 175 máquinas de usuarios, en la que no están incluidos los servidores y máquinas especiales. Se han instalado la misma cantidad de máquinas Windows como Linux. La siguiente tabla muestra el número de instalaciones realizada por mes.

Departamento de Redes y Comunicaciones (DRC)

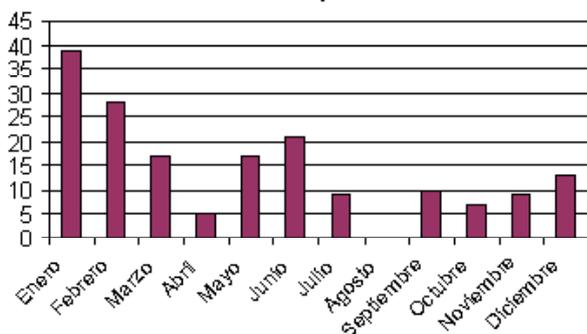
En el año 2005 dio comienzo un proyecto de gran envergadura de redes y comunicaciones, migración de nuestra red ATM a GigaEthernet (GE). Debido a razones tanto económicos como tecnológicas (precios más baratos/mayores velocidades de conexión) el mercado nos lleva a comenzar a implantar GigaEthernet en el IAC.

Paralelamente se negocia con el proveedor la ampliación de los anchos de banda de nuestros enlaces de 2 Mbps de la Sede Central con el OT y el ORM a un caudal de 34Mbps. Simultáneamente con el aumento de caudal se sustituye el equipamiento en los Observatorios como parte del proyecto de migración a GE.

El nuevo edificio del CALP, en La Palma, se integra como una sede más del IAC conectado con un enlace de 34 Mbps al ORM y con una red local que ya es GE.

Con esto quedan las sedes remotas totalmente

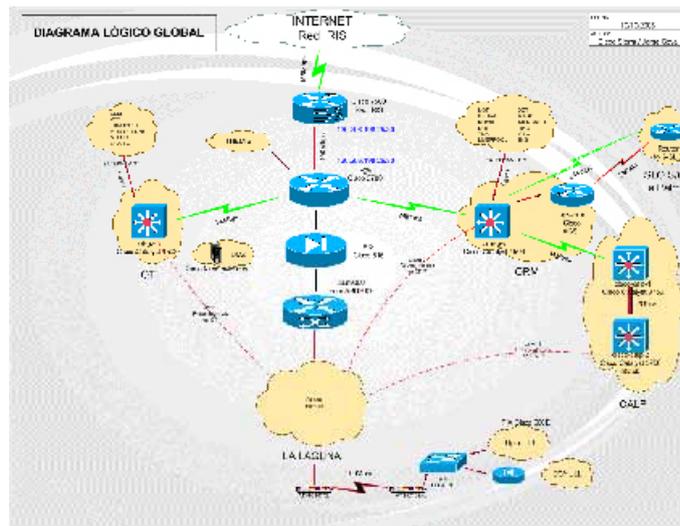
Número de máquinas instaladas por mes



- Gestión de la seguridad en el acceso a datos: permisos (altas, bajas y perfiles) de las aplicaciones que accedan a las bases de datos del IAC y gestión de la seguridad de los datos y la confidencialidad del acceso a los mismos en los diversos gestores de bases de datos relacionales, mantenimiento de los servidores y establecimiento de las estrategias de recuperación oportunas en colaboración con los demás departamentos del SIC.
- Mejora de las aplicaciones de Gestión Documental: sistema de descargas de la documentación a través de Web integrando los permisos con los de las

Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna. Instalación de licencias de dreamweaver.

- Organización de los almacenes (recepción, etiquetado de material nuevo, etc.).
- Reinstalar y colocar equipos reparados en los despachos de los usuarios.
- Cambio de configuración de Mozilla en equipos @nix.
- Instalar servidores de impresión X para solucionar



Esquema global de la nueva red del IAC.

carpetas de red (NT).

problemas de impresión en Mozilla.

- Supervisión de la organización de la Sala de Servidores del IAC.
- Mantenimiento de la infraestructura de trabajo en la Intranet del IAC (servidores de desarrollo/producción).
- Mantenimiento de licencias y actualización de software de desarrollo para los entornos de acceso a datos (Visual Studio, .NET, Access, Oracle, SQL Server).
- Preparación de las aplicaciones del Área de Administración para el ejercicio Contable 2005.
- Actualizaciones de la versión del software para la Biblioteca (Glas, 4 versiones).
- Atención al usuario, resolución de incidencias relativas a las más de 50 aplicaciones mantenidas directamente por el DBD.

- Creación de plantillas para escarapelas de congresos.
- Preparar, junto con sdm un script de captura de datos para estación meteorológica.
- Batida con el DSS para eliminar los virus en el IAC.
- Recepción, etiquetado e instalación de los equipos.
- Cambio de las máquinas de los corralines a la Sala de Instrumentación.
- Reubicar las máquinas en los corralines.
- Instalación de paquete de software Studio 8 (drc).
- Instalación de paquetes de software específicos (Nero, Translator, Software de Contabilidad, etc).

MEMORIA
2005 IAC
212

Departamento de Operaciones (CAU)

- Instalación de los equipos para instrumentación e investigación (software y hardware), y en el

migradas a GE, faltando, portanto, la Sede Central, en la que nos encontramos en mitad del proyecto. Asu terminación se ampliarán los anchos de banda notablemente, proporcionando en la Sede Central una velocidad de conexión al puesto del usuario de 1 Gbps y un troncal de 10 Gbps. Dentro del proyecto también está previsto la reestructuración de nuestras redes en cuanto a seguridad y alta disponibilidad se refiere.

También se conectan en IP las centrales de voz Ibercom de las tres sedes, que incluirá también más adelante al CALP, al objeto de cursar por la red de datos del IAC el tráfico de voz entre sedes y permitir en un futuro la instalación de VoIP.

Se está finalizando el proyecto VPN (Virtual Private Network) actualmente en periodo de pruebas. Este sistema permite establecer una conexión segura a la intranet del IAC desde cualquier punto externo que tenga acceso a Internet.

De igual forma se ha dotado a todas las sedes: Sede Central, OT, ORM y CALP con equipamiento para realizar videoconferencias y así mejorar las comunicación entre ellas.

Actualmente se está trabajando en un ambicioso proyecto consistente en enlazar con fibra óptica desde el ORM al CALP y del OT a la sede central del IAC y conseguir aumentar el ancho de banda al orden de los Gigabits.

Departamento de Base de Datos (DBD)

- Proyecto integrado de Nóminas y RRHH: Actualización de la aplicación (12 versiones), creación de perfiles de seguridad para acceso por personal de contabilidad al módulo de Profesionales y No-Residentes, soporte a los consultores de Grupo Castilla (continúa).

- Formación en nuevas tecnologías: Modelado Orientado a Procesos (BPM) Linux, JDeveloper, Servicios Web, .NET, XML, Patrones de Diseño, Metodología Unified Process (continúa).

- Cursos: Organización del Tiempo (3 personas), Trabajo en Equipo (3 personas), Implantación de un sistema de indicadores para evaluar la calidad (1 persona), Directorio Activo (3 personas), Gestión de Proyectos (3 personas).

- Control de presencia: Organización de dos

Incidencias cerradas por cada departamento en el periodo 2004 – 2005 con información del % resuelto por cada departamento en relación al total de incidencias.

presentaciones sobre el portal de control horario (myTime), apoyo técnico para la evaluación del mismo. Soporte a organización y personas en el uso de la aplicación, supervisión de la conexión directa con los técnicos de Spec para el mantenimiento (continúa).

- Proceso del CAT: Puesta en producción de la aplicación y supervisión de su funcionamiento en dos semestres. Reuniones con GRANTECAN S.A. para acordar el paso de información, revisión herramienta fase I-II (continúa). Implantación de una estructura de desarrollo/respaldo seguridad con la instalación de dos nuevos servidores con la infraestructura de Oracle y el servidor de aplicaciones.

- Inicio del estudio de la seguridad de los servidores de bases de datos del IAC: copias de respaldo, estrategias de recuperación y reforzamiento de la seguridad.

- Apoyo al proceso de recepción de propuestas y asignación de tiempos para los telescopios del ENO (proceso bi-anual del Comité de Asignación de Tiempos, CAT).

- Colaboración con el Proyecto: Infraestructura del Servicio Web. Definición de permisos de accesos para las páginas externas al servidos de Bases de Datos MySQL.

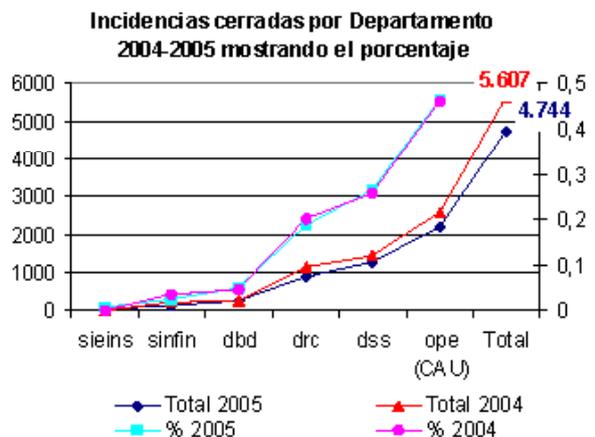
- Colaboración con el Proyecto Directorio Activo: evaluación del impacto de su implantación para las aplicaciones sobre base de datos del IAC.

- Apoyo técnico a Administración en la búsqueda de software de gestión integrada del IAC y a la visita de la Winter School 2005.

- Participación en el grupo de elaboración del procedimiento de gestión del software del IAC.

- Participación en el grupo de estudio y mejora del procedimiento de gestión de proyectos del SIC.

- Apoyo a los procedimientos de Seguridad y Salud



BIBLIOTECA

recursos Web llamado SCOPUS de la Editorial Elsevier.

Las páginas Web de la biblioteca se han actualizado periódicamente y se ha hecho uso de los formularios puestos a disposición en dichas páginas para solicitar los documentos que se necesitan y que no están en las colecciones del IAC.

El equipamiento informático de la biblioteca ha sido actualizado con la compra de 2 PCs que han sustituido aquellos a disposición de los usuarios para consultas del catálogo y de la Web de la biblioteca. También, se ha adquirido un pantalla de 17". Por otro lado, el software de gestión de la biblioteca "GLAS" ha sido actualizado 2 veces con las nuevas versiones del programa que han mejorado entre otras las opciones de estadísticas que ofrece.

A nivel organizativo, se ha modificado el horario de los Bibliotecarios-Gestores reduciendo su permanencia por las tardes de forma que los días laborales, el horario de atención a los usuarios es de 8:00 a 16:30 horas. No obstante, el acceso a la biblioteca permanece abierto las 24 horas del día durante todo el año para el personal del IAC. Entre junio y diciembre, se ha ejecutado la obra del proyecto de supresión de barreras arquitectónicas. Esto ha supuesto trasladar todas las revistas de ingeniería incluyendo las estanterías a otra parte de la sala de revistas y la instalación de tabiques provisionales para proteger las colecciones. El acceso a la sala de revistas se ha visto muy alterado por la obra ya que la escalera que existía ha sido demolida. El resultado final supone una mejora en la comunicación de la biblioteca con el resto del edificio. El ascensor será puesto en funcionamiento a principios de 2006.

asistir, dándole la oportunidad de conocer las últimas novedades así como contactar con varias editoriales. Por otra parte, la Documentalista-Encargada asistió a un curso sobre "Investigación en Ingeniería y sus fuentes de información: recursos electrónicos, bases de datos e Internet", a las IX Jornadas Españolas de Documentación. Infogestión organizadas en Madrid por FESABID (Federación Española de Sociedades de Archivística, Biblioteconomía, Documentación y Museística) y al "V Workshop Rebiun. La biblioteca digital y el acceso a nuevos contenidos" organizado por REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias y de Investigación). También participó en el seminario sobre comunicación organizado en el IAC.

Los contactos establecidos en 2003 con la Red Española de Bibliotecas Universitarias (REBIUN) a través de su secretaria ejecutiva han finalmente dado resultados y el director del IAC firmó un acuerdo de colaboración. La biblioteca del IAC pasa a ser miembro asociado de REBIUN con voz pero sin voto. Los datos del catálogo de la biblioteca serán volcados al catálogo colectivo de REBIUN accesible desde la Web, lo cual dará visibilidad a nuestros fondos bibliográficos. En noviembre, la Documentalista fue invitada a asistir a la asamblea anual de REBIUN celebrada en la Universidad Jaime I de Castellón, donde tuvo ocasión de conocer los demás miembros de la red.

Dentro de los cometidos de este año, estaba la organización de la biblioteca del CALP, en Breña Baja, La Palma. En marzo, la Documentalista hizo una visita al edificio para ver la ubicación de la biblioteca y poder proponer un equipamiento mobiliario e informático. También, hizo una propuesta de posible funcionamiento de dicha biblioteca que se concibe como una biblioteca eminentemente digital sin personal adscrito y gestionada desde la Sede Central. El proyecto ha quedado a la espera de que la biblioteca sea equipada con mobiliario y de que los futuros usuarios definan las adquisiciones necesarias.

MEMORIA
2005 IAC

214

En el apartado de formación del personal, los dos Bibliotecarios han realizado un curso online organizado por SEDIC (Sociedad Española de Documentación e Información Científica) sobre "Herramientas y lenguajes de programación de diseño Web" y un curso presencial de "Trabajo en equipo" organizado en el IAC. En octubre, la Federación de Gremios de Editores de España nos invitó a asistir a la Feria Internacional del libro LIBER 2005 celebrada en Madrid. La invitación incluía una bolsa de viaje que financió parte de los gastos para que uno de los Bibliotecarios pudiera

Durante el año 2005, la biblioteca ha adquirido 214 nuevos libros que se han repartido en Astrofísica (42%), Física y Matemáticas (17%), Ingeniería e Informática (32%), Normas (5%), y Otros temas (4%). También, ha mantenido la suscripción a unas 240 revistas contratando la suscripción combinada papel/electrónica cuando esa opción existe y siempre que el coste adicional que conlleva sea razonable.

A lo largo del año, la biblioteca ha prestado o renovado el préstamo de más de 2.000 libros a usuarios internos. El servicio de préstamo interbibliotecario ha aumentado significativamente especialmente en cuanto a las solicitudes internas (solicitud de publicaciones que hay que pedir a otras bibliotecas). Se han solicitado más de 176 documentos, la mayoría artículos de revistas, a bibliotecas externas y se han recibido de otras bibliotecas 21 peticiones de artículos de revistas o de pr

Este año
y hasta
servicio

NUEVOS LIBROS



Vista de la sala de revistas después de la obra de supresión de barreras arquitectónicas.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ÁRBITRO

Astrophysical Journal, **623**, 213.

García-Gil A., García-López R.J., Allende-Prieto C., Hubeny I. "A Study of the Near-Ultraviolet Spectrum of Vega"
Astrophysical Journal, **623**, 460.

Jiménez A., Jiménez-Reyes S.J., García R.A. "Disk-Integrated Intensity Pseudomodes Measured by SOHO/VIRGO"
Astrophysical Journal, **623**, 1215.

Watson R.A., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A., Hildebrandt S., Gutiérrez C.M., Fernández-Cerezo S., Hoyland R.J., Batistelli E.S. "Detection of Anomalous Microwave Emission in the Perseus Molecular Cloud with the Cosmosomas Experiment"
Astrophysical Journal Letters, **624**, L89.

Creevey O.L. et al. (Incluye Alonso R., Jiménez-Reyes S.J., Belmonte J.A.) "A New Detached M Dwarf Eclipsing Binary"
Astrophysical Journal Letters, **625**, L127.

Asensio-Ramos A., Landi Degl'Innocenti E., Trujillo-Bueno J. "Dichroic Masers due to Radiation Anisotropy and the Influence of the Hanle Effect on the Circumstellar SiO Polarization"
Astrophysical Journal, **625**, 985.

Erwin P., Beckman J.E., Pohlen M. "Antitruncation of Disks in Early-Type Barred Galaxies"
Astrophysical Journal, **626**, L81.

Charbonneau D. et al. (Incluye Alonso R.) "Detection of Thermal Emission from an Extrasolar Planet"
Astrophysical Journal, **626**, 523.

Berger E. et al. (Incluye Martín E.L.) "The Magnetic Properties of an L Dwarf Derived from Simultaneous Radio, X-Ray, and H α Observations"
Astrophysical Journal, **627**, 960.

Tenorio-Tagle G., Silich S., Rodríguez-González A., Muñoz-Tuñón C. "On the Extreme Positive Feedback Star-Forming Mode from Massive and Compact Super Star Cluster"
Astrophysical Journal Letters, **628**, L13.

Licandro J., Pinilla-Alonso N. "The Inhomogeneous Surface of Centaur 32522 Thereus (2001 PT₁₃)"
Astrophysical Journal Letters, **630**, L93.

González-Hernández J.I., Rebolo R., Israelian G., Casares J., Maeda K., Bonifacio P., Molaro P. "Chemical Abundances in the Secondary Star of the Neutron Star Binary Centaurus X-4"
Astrophysical Journal, **630**, 495.

Iglesias-Groth S. "Electric Dipole Emission by Fullerenes and Galactic Anomalous Microwave Emission"
Astrophysical Journal Letters, **632**, L25.

Sainz Dalda A., Martínez Pillet V. "Moving Magnetic Features as Prolongation of Penumbral Filaments"
Astrophysical Journal, **632**, 1176.

Cedrés B., Cepa J., Tomita A. "Comparison of the Ha Equivalent Width of HII Regions in a Flocculent and a Grand Design Galaxy: Possible Evidences for IMF Variations"
Astrophysical Journal, **634**, 1043.

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "Evidence for Collisional Depolarization in the MgH Lines of the Second Solar Spectrum"
Astrophysical Journal Letters, **635**, L109.

Urbaneja M.A., Herrero A., Kudritzki R.-P., Najarro F., Smartt S.J., Puls J., Lennon D.J., Corral L.J. "Blue Luminous Stars in Nearby Galaxies: Quantitative Spectral Analysis of M33 B-Type Supergiant Stars"
Astrophysical Journal, **635**, 311.

Muñoz-Darias T., Casares J., Martínez-Pais I.G. "The K-Correction for Irradiated Emission Lines in LMXBs: Evidence for a Massive Neutron Star in X1822-371 (V691 CrA)"
Astrophysical Journal, **635**, 502.

Centeno R., Socas-Navarro H., Collados M., Trujillo-Bueno J. "Evidence for Fine Structure in the Chromospheric Umbral Oscillation"
Astrophysical Journal, **635**, 670.

Archontis V., Moreno-Insertis F., Galsgaard K., Hood A.W. "The Three-Dimensional Interaction between Emerging Magnetic Flux and a Large-Scale Coronal Field: Reconnection, Current Sheets and Jets"
Astrophysical Journal, **635**, 1299.

Caon N., Cairós L.M., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C. "Unveiling the Nature of the Low Surface

- Esteban C., García-Rojas J., Peimbert M., Peimbert A., Ruiz M.T., Rodríguez M., Carigi L. "Carbon and Oxygen Galactic Gradients: Observational Values from HII Region Recombination Lines" *Astrophysical Journal Letters*, **618**, L95.
- Galsgaard K., Moreno-Insertis F., Archontis V., Hood A. "A Three-Dimensional Study of Reconnection, Current Sheets and Jets Resulting from Magnetic Flux Emergence in the Sun" *Astrophysical Journal Letters*, **618**, L153.
- Shchukina N., Trujillo-Bueno J., Asplund M. "The Impact of Non-LTE Effects and Granulation Inhomogeneities on the Derived Iron and Oxygen Abundances in Metal-Poor Halo Stars" *Astrophysical Journal*, **618**, 939.
- Goicoechea L.J., Gil-Merino R., Ullán A., Serra-Ricart M., Muñoz J.A., Mediavilla E., González-Cadelo J., Oscoz A. "New VR Magnification Ratios of QSO 0957+561" *Astrophysical Journal*, **619**, 19.
- Trujillo-Bueno J., Merenda L., Centeno R., Collados M., Landi Degl'Innocenti E. "The Hanle and Zeeman Effects in Solar Spicules: A Novel Diagnostic Window on Chromospheric Magnetism" *Astrophysical Journal Letters*, **619**, L191.
- Melo V.P., Muñoz-Tuñón C., Maíz-Apellániz J., Tenorio-Tagle G. "Young Super Star Clusters in the Starburst of M82. The Catalog" *Astrophysical Journal*, **619**, 270.
- Mediavilla E., Muñoz J.A., Kochanek C.S., Falcó E.E., Arribas S., Motta V. "The First Precise Determination of an Optical-Far-Ultraviolet Extinction Curve Beyond the Local Group ($z=0.83$)" *Astrophysical Journal*, **619**, 749.
- Tenorio-Tagle G., Silich S., Rodríguez-González A., Muñoz-Tuñón C. "On the Extreme Stationary Outflows from Super-Star Clusters: From Superwinds to Supernebulae and Further Massive Star Formation" *Astrophysical Journal*, **620**, 217.
- López-Ariste A. et al. (Incluye Trujillo-Bueno J.) "Full Stokes Spectropolarimetry of H α in Prominences" *Astrophysical Journal Letters*, **621**, L145.
- García-Lorenzo B., Sánchez S.F., Mediavilla E., González-Serrano J.I., Christensen L. "Integral Field Spectroscopy of the Central Regions of 3C 120: Evidence of a Past Merging Event" *Astrophysical Journal*, **621**, 146.
- Zapatero-Osorio M.R., Caballero J.A., Bejar V.J.S. "Optical Linear Polarization of Late M- and L-Type Dwarfs" *Astrophysical Journal*, **621**, 445.
- Colina L., Arribas S., Monreal-Ibero A. "Kinematics of Low- z Ultraluminous Infrared Galaxies and Implications for Dynamical Mass Derivations in High- z Star-Forming Galaxies" *Astrophysical Journal*, **621**, 725.
- Siegler N., Close L.M., Cruz K.L., Martín E.L., Reid N. "Discovery of Two Very Low-Mass Binaries: Final Results of an Adaptive Optics Survey of Nearby M6.0-M7.5 Stars" *Astrophysical Journal*, **621**, 1023.
- Mandushev G. et al. (Incluye Alonso R.) "The Challenge of Wide-Field Transit Surveys: The Case of GSC 01944-02289" *Astrophysical Journal*, **621**, 1061.
- Gutiérrez C.M., López-Corredoira M. "The Nature of Ultraluminous X-Ray Sources" *Astrophysical Journal*, **622**, L89.
- Urbaneja M.A., Herrero A., Bresolin F., Kudritzki R.-P., Gieren W., Puls J., Przybilla N., Najarro F., Pietrzynski G. "On the α -Element Abundance Gradients in the Disk of the Sculptor Spiral Galaxy NGC 300" *Astrophysical Journal*, **622**, 862.
- Sánchez-Almeida J. "Physical Properties of the Solar Magnetic Photosphere under the MISMA Hypothesis III. Sunspot at Disk Center" *Astrophysical Journal*, **622**, 1292.
- Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J., Collados M. "Observation and Modeling of Anomalous CN Polarization Profiles Produced by the Molecular Paschen-Back Effect in Sunspots" *Astrophysical Journal Letters*, **623**, L57.
- Siegel M.H., Majewski S.R., Gallart C., Sohn S.T., Kunkel W.E., Braun R. "A Search for Stellar Populations in High Velocity Clouds" *Astrophysical Journal*, **623**, 181.
- Carigi L., Peimbert M., Esteban C., García-Rojas J. "Carbon, Nitrogen, and Oxygen Galactic Gradients: A Solution to the Carbon Enrichment Problem"

Mampaso A., Dennefeld M. "Planetary Nebulae in the Dwarf Galaxy NGC 6822: Detection of New Candidates"

Astronomy & Astrophysics, **436**, 437.

Girardi L., Groenewegen M.A.T., Hatziminaoglou E., da Costa L. "Star Counts in the Galaxy: Simulating from Very Deep to Very Shallow Photometric Surveys with the TRILEGAL Code"

Astronomy & Astrophysics, **436**, 895.

Giammanco C., Beckman J.E. "Temperature Fluctuation in HII Regions: Ionization by Cosmic Rays as a Key Mechanism"

Astronomy & Astrophysics, **437**, L11.

Evans C.J. et al. (Incluye Trundle C., Herrero A., Simón-Díaz S., Villamariz M.R.) "The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars: Observations in the Galactic Clusters NGC 3293, NGC 4755 and NGC 6611"

Astronomy & Astrophysics **437**, 467.

Littlefair S. P., Dhillon V.S., Martín E.L. "The K-Band Spectrum of the Cataclysmic Variable RXJ 0502.8+1624 (Tau 4)"

Astronomy & Astrophysics, **437**, 637.

de Martino D., Matt G., Mukai K., Bonnet-Bidaud J.-M., Gaensicke B.T., González-Pérez J.M., Haberl F., Mouchet M., Solheim J.-E. "X-Ray Confirmation of the Intermediate Polar HT Cam"

Astronomy & Astrophysics, **437**, 935.

Santos N.C., Israelian G., Mayor M., Bento J.P., Almeida P.C., Sousa S.G., Ecuivillon A. "Spectroscopic Metallicities for Planet-Host Stars: Extending the Samples"

Astronomy & Astrophysics, **437**, 1127.

Beirao P., Santos N.C., Israelian G., Mayor M. "Abundances of Na, Mg and Al in Stars with Giant Planets"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 251.

Oreiro R., Pérez-Hernández F., Ulla A., Garrido R., Ostensen R., MacDonald J. "Balloon 090100001: A Short and Long Period Pulsating sdB Star"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 257.

Dall T.H., Schmidtbreick L., Santos N.C., Israelian G. "Outbursts on Normal Stars* (FH Leo misclassified as a Novalike Variable)"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 317.

Rubiño-Martín J.A., Hernández-Monteagudo C., Sunyaev R.A. "The Imprint of Cosmological Hydrogen Recombination Lines on the Power Spectrum of the CMB"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 461.

Giammanco C., Beckman J.E., Cedrés B. "Effects of Photon Escape on Diagnostic Diagrams for HII Regions"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 599.

Sánchez-Almeida J. "On the Sr I λ 4607 Å Hanle Depolarization Signals in the Quiet Sun"

Astronomy & Astrophysics, **438**, 727.

Phan-Bao N., Martín E.L., Reylé C., Forveille T., Lim J. "Discovery of a Widely Separated Binary System of Very Low Mass Stars"

Astronomy & Astrophysics, **439**, L19.

López-Corredoira M., Cabrera-Lavers A., Gerhard O.E. "A Boxy Bulge in the Milky Way. Inversion of the Stellar Statistics Equation with 2MASS Data"

Astronomy & Astrophysics, **439**, 107.

Melo C.H.F., de Laverny P., Santos N.C., Israelian G., Randich S., do Nascimento J.D. Jr., de Medeiros J.R. "On the Nature of Lithium-Rich Giant Stars. Constraints from Beryllium Abundances"

Astronomy & Astrophysics, **439**, 227.

Tovmassian H., Tiersch H., Chavushyan V.H., Tovmassian G.H., Navarro S.G., Neizvestny S., Torres-Papaqui J.P. "Shakhbazian Compact Galaxy Groups. IV. Photometric and Spectroscopic Study of ShCG 8, ShCG 14, ShCG 19, ShCG 22"

Astronomy & Astrophysics, **439**, 973.

Billères M., Delfosse X., Beuzit J.-L., Forveille T., Marchal L., Martín E.L. "The First Wide Ultracool Binary Dwarf in the Field: DENIS-J055146.0-443412.2 (M8.5 + L0)"

Astronomy & Astrophysics, **440**, L55.

Rodríguez-Gil P., Gänsicke B.T., Hagen H.-J., Nogami D., Torres M.A.P., Lehto H., Aungwerojwit A., Littlefair S., Araujo-Betancor S., Engels D. "HS 0943+1404, a True Intermediate Polar"

Astronomy & Astrophysics, **440**, 701.

Poretti E. et al. (Incluye Alonso R., Belmonte J.A.) "The Double-Mode Nature of the HADS Star GSC 00144-03031 and the Petersen Diagram of the Class"

Astronomy & Astrophysics, **440**, 1097.

Crifo F., Phan-Bao N., Delfosse X., Forveille T., Guibert J., Martín E.L. "New Neighbours VI. Spectroscopy of DENIS Nearby Stars Candidates"

Astronomy & Astrophysics, **441**, 653.

Mokiem M.R., de Koter A., Puls J., Herrero A., Najarro F., Villamariz M.R. "Spectral Analysis of Early-Type Stars using a Genetic Algorithm Based Fitting Method"

Astronomy & Astrophysics, **441**, 711.

MEMORIA
2005 IAC

218

Brightness Stellar Host in Blue Compact Dwarf Galaxies"
Astrophysical Journal Supplement Series, **157**, 218.

Socas-Navarro H., Trujillo-Bueno J., Landi Degl'Innocenti E. "Polynomial Approximants for the Calculation of Polarization Profiles in the He I 10830 Å Multiplet"
Astrophysical Journal Supplement Series, **160**, 312.

Sánchez S.F., Becker T., García-Lorenzo B., Benn C.R., Christensen L., Kelz A. "The Merging/AGN Connection II. Ionization of the Circumnuclear Regions"
Astronomy & Astrophysics, **429**, L21.

Balthasar H., Collados M. "Some Properties of an Isolated Sunspot"
Astronomy & Astrophysics, **429**, 705.

Martín E.L., Magazzu A., Delfosse X., Mathieu R. "The Pre-Main Sequence Spectroscopic Binary UZ Tau East: Improved Orbital Parameters and Accretion Phase Dependence"
Astronomy & Astrophysics, **429**, 939.

Martín E.L., Magazzu A., García-López R.J., Randich S., Barrado y Navascués D. "On the Potassium-Rotation Connection in Late-Type a Persei Stars"
Astronomy & Astrophysics, **429**, 1051.

Relaño M., Beckman J.E. "Expansive Components in H II Regions"
Astronomy & Astrophysics, **430**, 911.

Bonet J.A., Márquez I., Muller R., Sobotka M., Roudier Th. "Phase Diversity Restoration of Sunspot Images. II. Dynamics around a Decaying Sunspot"
Astronomy & Astrophysics, **430**, 1089.

Relaño M., Beckman J.E., Zurita A., Rozas M., Giammanco C. "The Internal Dynamical Equilibrium of HII Regions: A Statistical Study"
Astronomy & Astrophysics, **431**, 235.

Rodríguez-Gil P, Torres M.A.P. "Time-Resolved Photometry of the Nova Remnants DM Gem, CP Lac, GI Mon, V400 Per, CT Ser and XX Tau"
Astronomy & Astrophysics, **431**, 289.

Corradi R.L.M. et al. (Incluye Leisy P., Mampaso A.) "The Local Group Census: Planetary Nebulae in the Spheroidal Galaxies NGC 147, NGC 185 and NGC 205"
Astronomy & Astrophysics, **431**, 555.

Recio-Blanco A., Piotto G., De Angeli F., Cassisi S., Riello M., Salaris M., Pietrinferni A., Zoccali

M., Aparicio A. "A Homogeneous Set of Globular Cluster Relative Distances and Reddenings"
Astronomy & Astrophysics, **432**, 851.

Mediavilla E., Guijarro A, Castillo-Morales A., Jiménez-Vicente J., Florido E., Arribas S., García-Lorenzo B., Battaner E. "Asymmetrical Structure of Ionization and Kinematics in the Seyfert Galaxy NGC 5033"
Astronomy & Astrophysics, **433**, 79.

Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L. "The Thick Disc Component of the Galaxy from Near Infrared Colour-Magnitude Diagrams"
Astronomy & Astrophysics, **433**, 173.

Abada-Simon M. et al. (Incuye Casares J., Martínez-Pais I.G.) "First Detections of the Cataclysmic Variable AE Aquarii in the Near to Far Infrared with ISO and IRAS: Investigating the Various Possible Thermal and Non-Thermal Contributions"
Astronomy & Astrophysics, **433**, 1063.

Aguerri J.A.L., Elias-Rosa N., Corsini E.M., Muñoz-Tuñón C. "Photometric Properties and Origin of Bulges in SB0 Galaxies"
Astronomy & Astrophysics, **434**, 109.

Kitsionas S., Hatziminaoglou E., Georgakakis A., Georgantopoulos I. "On the use of Photometric Redshifts for X-Ray Selected AGNs"
Astronomy & Astrophysics, **434**, 475

Sánchez-Janssen R., Iglesias-Páramo J., Muñoz-Tuñón C., Aguerri J.A.L., Vílchez J.M. "The V-Band Luminosity Function of Galaxies in A2151"
Astronomy & Astrophysics, **434**, 521.

Dufton P.L., Ryans R.S.I., Trundle C., Lennon D.J., Hubeny I., Lanz T., Allende-Prieto C. "B-Type Supergiants in the SMC: Chemical Compositions and Comparison of Static and Unified Models"
Astronomy & Astrophysics, **434**, 1125.

González-Hernández J.I., Rebolo R., Peñarrubia J., Casares J., Israelian G. "On the Kinematics of the Neutron Star Low Mass X-Ray Binary Cen X-4"
Astronomy & Astrophysics, **435**, 1185.

Khomenko E.V., Martínez-González M.J., Collados M., Vogler A., Solanki S.K., Ruiz-Cobo B., Beck C. "Magnetic Flux in the Internetwork Quiet Sun"
Astronomy & Astrophysics, **436**, L27.

Borrero J.M., Lagg A., Solanki S.K., Collados M. "On the Fine Structure of Sunspot Penumbrae. II. The Nature of the Evershed Flow"
Astronomy & Astrophysics, **436**, 333.

Leisy P., Corradi R.L.M., Magrini L., Greimel R.,

Blanco A., Salaris M., Aparicio A., Rosenberg A. "Galactic Globular Cluster Relative Ages" *Astronomical Journal*, **130**, 116.

Aguerri J.A.L., Iglesias-Páramo J., Vílchez J.M., Muñoz-Tuñón C., Sánchez-Janssen R. "Structural Parameters of Dwarf Galaxies in the Coma Clutser. On the Origin of dS0 Galaxies" *Astronomical Journal*, **130**, 475.

Hamilton C.M. et al. (Incluye Béjar V.J.S.) "The Disappearing Act of KH 15D : Photometric Results from 1995 to 2004" *Astronomical Journal*, **130**, 1896.

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Muñoz-Tuñón C., Mendizabal E. "Astronomical Site Ranking Based on Tropospheric Wind Statistics" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **356**, 849.

Aliaga A.M., Rubiño J.A., Martínez-González E., Barreiro R.B., Sanz J.L. "Gaussianity of the CMB: Smooth Goodness-of-Fit Tests Applied to Interferometric Data" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **356**, 1559.

Phillips J.P., Cuesta L., Kemp S.N. "Spectroscopy of Six Highly Evolved Abell Planetary Nebulae" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **357**, 548.

González-García A.C., Balcells M. "Elliptical Galaxies from Mergers of Discs" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **357**, 753.

González-Solares E., Pérez-Fournon I. et al. "The European Large Area ISO Survey: Optical Identifications of 15 μ m and 1.4-GHz Sources in N1 and N2" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **358**, 333.

Vaccari M. et al. (Incluye Pérez-Fournon I.) "Final Analysis of ELAIS 15 μ m Observations: Method, Reduction and Catalogue" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **358**, 397.

Lancaster K. et al. (Incluye Génova-Santos R., Falcón N., Gutiérrez C.M., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A.) "Very Small Array Observations of the Sunyaev-Zel'dovich Effect in Nearby Galaxy Clusters" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **359**, 16.

Bekki K., Couch W.J., Shioya Y., Vazdekis A. "Origin of E+A Galaxies. I. Physical Properties of E+A Galaxies Formed from Galaxy Merging and Interaction" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **359**, 949.

Lazzarin M., Marchi S., Magrin S., Licandro J. "Spectroscopic Investigation of Near-Earth Objects at Telescopio Nazionale Galileo" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **359**,

1575.

Cleary K. et al. (Incluye Génova-Santos R., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A.) "Source Subtraction for the Extended Very Small Array and 33-GHz Source Count Estimates" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **360**, 340.

Lípari S., Terlevich R., Zheng W., García-Lorenzo B., Sánchez S.F., Bergmann M. "IR Mergers and IR QSO with Galactic Winds. III. Mrk 231: An Exploding Young QSO with Composite Outflow-Broad Absorption Lines (and Multiple Expanding Superbubbles)" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **360**, 416.
Casares J., Ribas I., Paredes J.M., Martí J., Allende-Prieto C. "Orbital Parameters of the Microquasar LS I+61 303" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **360**, 1105.

Gänsicke B.T. et al. (incluye Rodríguez-Gil P.) "Cataclysmic Variables from a ROSAT/2MASS Selection. I. Four New Intermediate Polars" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **361**, 141.

Magrini L., Corradi R.L.M., Greimel R., Leisy P., Mampaso A., Perinotto M., Walsh J.R., Walton N.A., Zijlstra A.A., Minniti D., Mora M. "The Local Group Census: Searching for Planetary Nebulae in IC 1613, WLM and GR8" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **361**, 517.

González-García A.C., van Albada T.S. "Encounters between Spherical Galaxies. I. Systems without a Dark Halo" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **361**, 1030.

González-García A.C., van Albada T.S. "Encounters between Spherical Galaxies. II. Systems with a Dark Halo" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **361**, 1043.

Taylor E.L. et al. (Incluye Pérez-Fournon I.) "Properties of FIRBACK — ELAIS 175 μ m Sources in the ELAIS N2 Region" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **361**, 1352.

García-Rojas J., Esteban C., Peimbert A., Peimbert M., Rodríguez M., Ruiz M.T. "Deep Echelle Spectrophotometry of S 311, a Galactic HII Region Located Outside the Solar Circle" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **362**, 301.

Drew J.E. et al. (Incluye Leisy P., Mampaso A., Rodríguez-Gil P., Viironen K.) "The INT Photometric H α Survey of the Northern Galactic Plane (IPHAS)" *Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **362**, 753.

Shahbaz T., Dhillon V.S., Marsh T.R., Casares J., Zurita C., Charles P.A., Haswell C.A., Hynes R.I.

MEMORIA
2005 IAC

220

- Puschmann K.G., Ruiz-Cobo B., Bonet J.A., Vázquez M., Hanslmeier A. "Time Series of High Resolution Photospheric Spectra in a Quiet Region of the Sun. II. Analysis of the Variation of Physical Quantities of Granular Structures" *Astronomy & Astrophysics*, **441**, 1157.
- Villamariz R., Herrero A. "Chemical Composition of Galactic OB Stars. II. The Fast Rotator ξ Ophiuchi" *Astronomy & Astrophysics*, **442**, 263.
- García R.A. et al. (Incluye Jiménez-Reyes S.J., Pallé P.L., Roca-Cortés T.) "Global Solar Doppler Velocity Determination with the GOLF/SOHO Instrument" *Astronomy & Astrophysics*, **442**, 385.
- Khomenko E., Shelyag S., Solanki S.K., Vögler A. "Stokes Diagnostics of Simulations of Magnetoconvection of Mixed-Polarity Quiet-Sun Regions" *Astronomy & Astrophysics*, **442**, 1059.
- Vázquez-Ramió H., Régulo C., Roca-Cortés T. "Helioseismic Evidence of Two Solar Granulation Timescales" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, L11.
- Magrini L., Leisy P., Corradi R.L.M., Perinotto M., Mampaso A., Vilchez J.M. "The Chemistry of Planetary Nebulae and HII Regions in the Dwarf Galaxies Sextans A and B from Deep VLT Spectra" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, 115.
- Aungwerojwit A. et al. (Incluye Rodríguez-Gil P.) "HS 0139+0559, HS 0229+8016, HS 0506+7725, and HS 0642+5049: Four New Long-Period Cataclysmic Variables" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, 995.
- Régulo C., Vázquez-Ramió H., Roca-Cortés T. "An Observational Approach to Convection in Main Sequence Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, 1013.
- Costado M.T., Béjar V.J.S., Caballero J.A., Rebolo R., Acosta-Pulido J.A., Manchado A. "A Search for Planetary-Mass Objects and Brown Dwarfs in the Upper Scorpius Association" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, 1021.
- Beck C., Schlichenmaier R., Collados M., Bellot-Rubio L., Kentischer T. "A Polarization Model for the German Vacuum Tower Telescope from In-Situ and Laboratory Measurements" *Astronomy & Astrophysics*, **443**, 1047.
- Régulo C., Roca Cortés T. "Stellar p-Mode Oscillations Signal in Procyon A from MOST Data" *Astronomy & Astrophysics*, **444**, L5.
- Barrena R., Ramella M., Boschin W., Nonino M., Biviano A., Mediavilla E. "VGCF Detection of Galaxy Systems at Intermediate Redshifts" *Astronomy & Astrophysics*, **444**, 685.
- González-García A.C., Aguerri J.A.L., Balcells M. "Harassment Origin for Kinematic Substructures in Dwarf Elliptical Galaxies?" *Astronomy & Astrophysics*, **444**, 803.
- D'Avanzo P., Campana S., Casares J., Israel G.L., Covino S., Charles P.A., Stella L. "Doppler Tomography of the Transient X-Ray Binary Centaurus X-4 in Quiescence" *Astronomy & Astrophysics*, **444**, 905.
- Vivas A.K., Zinn R., Gallart C. "VLT Spectroscopy of RR Lyrae Stars in the Sagittarius Tidal Stream" *Astronomical Journal*, **129**, 189.
- Bouy H., Martín E.L., Brandner W., Bouvier J. "A Possible Third Component in the L Dwarf Binary System DENIS-P J020529.0-115925 Discovered with the Hubble Space Telescope" *Astronomical Journal*, **129**, 511.
- Rose J.A., Arimoto N., Caldwell N., Schiavon R.P., Vazdekis A., Yamada Y. "Radial Age and Metal Abundance Gradients in the Stellar Content of M32" *Astronomical Journal*, **129**, 712.
- Rowan-Robinson M. et al. (Incluye Hatziminaoglou E., Pérez-Fournon I.) "Spectral Energy Distributions and Luminosities of Galaxies and AGN in the Spitzer Wide-Area Infrared Extragalactic (SWIRE) Legacy Survey" *Astronomical Journal*, **129**, 1183.
- Hatziminaoglou E. et al. (Incluye Pérez-Fournon I., Afonso-Luis A., Hernán-Caballero A., Montenegro-Montes F.M.) "Sloan Digital Sky Survey Quasars in the SWIRE ELAIS N1 Field: Properties and Spectral Energy Distributions" *Astronomical Journal*, **129**, 1198.
- Franceschini A. et al. (Incluye Pérez-Fournon I., Hatziminaoglou E.) "A Complete Multiwavelength Characterization of Faint Chandra X-Ray Sources seen in the Spitzer Wide-Area Infrared Extragalactic (Swire) Survey" *Astronomical Journal*, **129**, 2074.
- Poretti E. et al. (Incluye Alonso R., Belmonte J.A., Creevey O.) "Preparing the COROT Space Mission: New Variable Stars in the Galactic Anticenter Direction" *Astronomical Journal*, **129**, 2461.
- Aguerri J.A.L., Gerhard O.E., Arnaboldi M., Napolitano N.R., Castro-Rodríguez N., Freeman K.C. "Intracluster Stars in the Virgo Cluster Core" *Astronomical Journal*, **129**, 2585.
- DeAngeli F., Piotto G., Cassisi S., Busso G., Recio-

"ULTRACAM Observations of Black Hole X-Ray Transient in XTE J1118+480 in Quiescence"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **362**, 975.

Génova-Santos R. et al. (Incluye Rubiño-Martín J.A., Rebolo R., Falcón N., Gutiérrez C., Padilla-Torres C.P.) "A Very Small Array Search for the Extended Sunyaev-Zel'dovich Effect in the Corona Borealis Supercluster"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **363**, 79.

Rajguru N. et al. (Incluye Génova-Santos R., Rebolo R., Rubiño-Martín J.A.) "Cosmic Microwave Background Observations from the Cosmic Background Imager and Very Small Array: A Comparison of Coincident Maps and Parameter Estimation Methods"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **363**, 1125.

Hatziminaoglou E. et al. (Incluye Pérez-Fournon I., Hernán-Caballero A., Montenegro-Montes F.M., Afonso-Luis A.) "Morphological Studies of the Spitzer Wide-Area Infrared Extragalactic Survey Galaxy Population in the UGC 10214 Hubble Space Telescope/Advanced Camera for Surveys Field"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **364**, 47.

Erwin P. "How Large are the Bars in Barred Galaxies?"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **364**, 283.

Casares J., Ribó M., Ribas I., Paredes J.M., Martí J., Herrero A. "A Possible Black Hole in the γ -Ray Microquasar LS 5039"
Monthly Notices of the Royal Astron. Soc., **364**, 899.

Meech K.J. et al. (Incluye Barrena R., de León J., Kidger M.R., Licandro J., Serra-Ricart M. "Deep Impact: Observations from a Worldwide Earth-Based Campaign"
Science, **310**, 265.

Dorch S.B.F., Archontis V. "On the Saturation of Astrophysical Dynamos: Numerical Experiments with the No-Cosines Flow"
Solar Physics, **224**, 171.

Criscuoli S., Del Moro D., Bonet J.A., Márquez I. "First Implementation of Phase Diversity at Themis"
Solar Physics, **228**, 177.

Palombara N., Caraveo P., Mignani R., Hatziminaoglou E., Bigmani G.F., Schirmer M. "Multiwavelength Study of Two Unidentified γ -ray Sources"
Astrophysics & Space Science, **297**, 335.

Wickramasinghe N.C., Wickramasinghe J.T., Mediavilla E. "The Interpretation of a 2175Å Absorption Feature in the Gravitational Lens Galaxy

SBS0909 + 532 at $z = 0.83$ "
Astrophysics & Space Science, **298**, 453.

Gallart C., Zoccali M., Aparicio A. "The Adequacy of Stellar Evolution Models for The Interpretation of The Color-Magnitude Diagrams of Resolved Stellar Populations"
Annual Review of Astronomy and Astrophysics, **43**, 387.

Socas-Navarro H. et al. (Incluye Collados M.) "Solar Site Survey for the Advanced Technology Solar Telescope. I. Analysis of the Seeing Data"
Publications of the Astronomical Society of the Pacific, **117**, 1296.

Shaltout M., Belmonte J.A. "On the Orientation of Ancient Egyptian Temples I: Upper Egypt and lower Nubia"

INVITED REVIEWS (ARTÍCULOS DE REVISIÓN INVITADOS)

and the Sun's Hidden Magnetism" en "SPM-11: The Dynamic Sun: Challenges for Theory and Observations", 11-16 septiembre, Freiburg, Leuven, Bélgica.

Rodríguez-Espinosa J.M. "Astrofísica Observacional con el GTC" en "XXX Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física", 12-16 septiembre, Orense.

Collados M. "Quiet Sun Magnetism" en "4th Solar Polarization Workshop (SPW4)" 19-23 septiembre, Boulder, Colorado, EEUU.

Asensio-Ramos A. "Theory, Observation and Modeling of the Zeeman and Paschen-Back Effects in Molecular Lines" en "4th Solar Polarization Workshop (SPW4)" 19-23 septiembre, Boulder, Colorado, EEUU.

Trujillo-Bueno J. "A New Look at the Sun's Hidden Magnetism by the Hanle Effect in the Molecular and Atomic Lines" en "4th Solar Polarization Workshop (SPW4)" 19-23 septiembre, Boulder, Colorado, EEUU.

Derouch M. "Towards the Calculation of the Depolarization and Polarization Transfer Rates of the Spectral Lines of the Second Solar Spectrum by Isotropic Collisions with Neutral Hydrogen" en "4th Solar Polarization Workshop (SPW4)" 19-23 septiembre, Boulder, EEUU.

MEMORIA
2005 IAC

222

Charles P.A., Casares J. "Fundamental Parameters of Luminous X-Ray Binaries I: X-Ray Transients" en "COSPAR Colloquium on: Spectra and Timing of Accreting X-Ray Binaries" 17-21 enero, Bombay, India.

Casares J., Charles P.A. "Fundamental Parameters of Low Mass X-ray Binaries II: X-Ray Persistent Systems" en "COSPAR Colloquium on: Spectra and Timing of Accreting X-Ray Binaries" 17-21 enero, Bombay, India.

Rodríguez-Espinosa J.M. "Astrophysics with the GTC, the VSA and AMS" en "XXXIII International Meeting on Fundamental Physics", 7-11 marzo, Benasque, Huesca.

Beckman J.E. "Observational Tests of General Relativity" en "HGR7 - Seventh International Conference on the History of General Relativity", 10-15 marzo, La Orotava, Tenerife.

Abajas C., Mediavilla E., Muñoz J.A., Popovic L.C. "Gravitational Microlensing Effects on the Broad Emission Lines of Quasars" en "ANGLES Workshop on Gravitational Lensing", 4-7 abril, Hersonissos, Creta, Grecia.

Martín E.L. "High Mass Versus Very-Low-Mass Stars: Loose ends of Stellar Evolution" en "Resolved Stellar Populations" 18-22 abril, Cozumel, México.

Herrero A., Najarro F. "Fundamental Parameters of Massive Stars" en "Resolved Stellar Populations" 18-22 abril, Cozumel, México.

Tenorio Tagle G., Muñoz-Tuñón C., Silich S. "Superstar Clusters and their Impact on their Host Galaxies" en "Resolved Stellar Populations" 18-22 abril, Cozumel, México.

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. "Very Efficient Methods for Multilevel Radiative Transfer in Atomic and Molecular Lines" en "GRETA 2005: Radiative Transfer and Applications to Very Large Telescopes" 11-13 mayo, Francia.

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC 10m Telescope: An overview AO assisted Integral Field Spectroscopy" en "Workshop on Adaptive Optics Assisted Integral-field Spectroscopy", 9-11 mayo, Los Cancajos, Breña Baja, La Palma.

Beckman J.E. "The Evolution of the Light Elements in the Galactic Environment" en "23rd Frascati Workshop 2005 Multifrequency Behavior of High Energy Cosmic Sources", 23-28 mayo, Vulcano, Italia.

Mahoney T. "The Role of the Popular Article in Astronomical Outreach" en "Communicating Astronomy with the Public 2005", 14-17 junio, Garching, Alemania.

Martín E.L., Guenther E., Barrado y Navascués D., Esparza P., Manescau A., Laux U. "NAHUAL: A Near-Infrared High Resolution Spectrograph for the GTC Optimized for Studies of Ultracool Dwarfs" en "Ultra-Low-Mass Star Formation and Evolution" 28 junio-1 julio, Fuencaliente, La Palma.

Bouy H., Martín E.L., Brandner W., Bouvier J. "Ultracool Dwarf Binaries" en "Ultra-Low-Mass Star Formation and Evolution", 28 junio-1 julio, Fuencaliente, La Palma.

Herrero A., Najarro F. "Parameters of Massive Stars in the Milky Way and Nearby Galaxies" en "JENAM 2005. Distant Worlds", 4-7 julio, Liege, Bélgica.

Rodríguez-Espinosa J.M. "The Importance of Scientific Literacy in our Society" en "JENAM 2005. Distant Worlds", 4-7 julio, Liege, Bélgica.

Bouy H., Martín E.L., Brandner W., Bouvier J. "Multiplicity at the Very Low Mass end of the H-R Diagram" en "ESO Workshop: Multiple Stars Across the H-R Diagram", 12-15 julio, Garching bei Munich, Alemania.

Moreno-Insertis F. "Flux Emergence from the Solar Interior to the Corona" en "Solar MHD: Theory and Observations - a High Spatial Resolution Perspective" 18-21 julio, Nuevo México, EEUU.
Khomenko E. "Diagnostics of Solar Surface Magnetism" en "Solar MHD: Theory and Observations - a High Spatial Resolution Perspective", 18-21 julio, Sunspot, Nuevo México, EEUU.

Rebolo R. "Cosmic Microwave Background Anisotropies" en "Summer School Alpbach 2005 - Dark Energy and Dark Matter in the Universe" 19-28 julio, Alpbach, Austria.

Lennon D.J., Evans C.J., Trundle C. "Massive Stars in the SMC" en "Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology", 12-19 agosto, Tartu, Estonia.

Israelian G. "Abundances of Chemical Elements in Stars with Exoplanets" en "10th Anniversary of 51 Peg-b: Status of and Prospects for Hot Jupiter Studies" 22-26 agosto, Haute-Provence, Francia.

Trujillo-Bueno J. "Quantum Spectropolarimetry

Martín E.L. "New Brown Dwarfs in the Field" en "Protostars and Planets V. PPV Brown Dwarf Workshop: Late L, T and Y Dwarfs - New Results", 24-28 octubre, The Big Island, Hawaii, EEUU.
Moreno-Insertis F. "Flux Emergence into the Solar Atmosphere" en "The 6th Solar-B Science Meeting", 8-11 noviembre, Kyoto, Japón.

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC: Getting ready for First Light" en "The 3rd Mexico-Korea Conference on Astrophysics: Telescopes of the Future and San Pedro Martir" 8-11 noviembre, Ciudad de México, México.

COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

Mediavilla E., González-Serrano J.I., Christensen L., Wisotzki L. "Decoupling the Host and Nuclear Spectra of Type I AGNs using Integral Field Spectroscopy: A Test on 3C 120"

Díaz R.J., Dottori H., Mediavilla E., Agüero M., Mast D. "3D NIR Spectroscopy at Subarcsecond Resolution"

Trancho G., Miller B., García-Lorenzo B., Sánchez S.F. "Integral Field Spectroscopy with GEMINI: Extragalactic Star Cluster in NGC1275"

Cervantes-Rodríguez J.L., Vazdekis A., Cepa J. "Modelling Lick Spectroscopic Indexes with the Tunable Filters of OSIRIS on GTC"

"Physics of Astrophysical Outflows and Accretion Disks", 23-27 mayo, Santa Barbara, California, EEUU

Shahbaz T. "Ultracam Observations of Black Hole X-Ray Transients in Quiescence"

"IAU Symp. No. 228: From Lithium to Uranium – Elemental Tracers of Early Cosmic Evolution", 23-27 mayo, París, Francia

Carretero C., Vazdekis A., Beckman J.E., Sánchez-Blazquez, Gorgas J. "CN as the Tracer of Galaxy Assembly Timescales"

Ecuivillon A., Israelian G., Santos N.C., Shchukina N.G., Mayor M., Rebolo R. "Metal-Rich End of Galactic Chemical Evolution: Oxygen Abundances from [O I] 6300, O I 7771-5 and Near-UV OH"

García-López R.J., Delgado C., Panniello M., Costado M.T., Calvo J., the AMS Collaboration

"Measuring the Chemical Composition of Cosmic Rays with AMS"

"COROT Week 8", 23-27 mayo, Toulouse, Francia

Martín E.L. "A Radial Velocity Survey of Corot Stars with GTC/ET"

Deeg H. "Management of Planetary Transit Candidates"

"Frascati Workshop 2005 Multifrequency Behavior of High Energy Cosmic Sources", 23-28 mayo, Vulcano, Italia

Giammanco C., Beckman J.E. "Cosmic Ray Ionization as a cause of the Temperature Fluctuations in HII Regions"

Cusumano G. et al. (Incluye Delgado C.) "Characteristics and Performance of the GAW Experiment for a Large Field of View Cerenkov Gamma-Ray Telescope"

"Hot Subdwarf Stars and Related Objects", 6-10 junio, Santa Cruz de La Palma, La Palma

Baran A., Oreiro R., Pigulski A., Pérez-Hernández F., Ulla A. "Balloon 090100001: A Link between the Two Classes of Pulsating Hot subdwarfs"

"5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics", 6-10 junio, Vrsac, Serbia

Abajas C., Mediavilla E., Muñoz J.A., Popovic L.C. "Gravitational Microlensing Effects on the Broad Emission Lines of Quasars"

"The Origin of the Hubble Sequence", 6-12 junio, Vulcano, Italia

Balcells M. "GOYA Survey: The Formation Epoch of Field Ellipticals, from U,B,K Number Counts"

Erwin P. "Bars and Disks along the Hubble Sequence"

Aguerri J.A.L. "Photometrical and Kinematical Properties of Bulges of SB0 Galaxies"

Eliche-Moral M.C., Balcells M., Aguerri J.A.L., García-González A.C. "Bulge Growth through Satellite Accretion"

Vazdekis A. "Structure, Ages and Formation Timescales of Early-Type Galaxies"

"205th Meeting of the American Astronomical Society", 9-13 enero, San Diego, California, EEUU

Walton N.A. et al. (Incluye Corradi R.L.M., Leisy P., Mampaso A., Rodríguez-Gil P. "IPHAS: The INT/WFC Photometric Ha Survey of the Northern Galactic Plane"

Poglitsch A. et al. (Incluye Cepa J.) "The Photodetector Array Camera and Spectrometer (PACS) for the Herschel Space Observatory"

"COSPAR Colloquium on: Spectra and Timing of Accreting X-Ray Binaries", 17-21 enero, Bombay, India

Muñoz-Darias T., Martínez-Pais I.G., Casares J., Marsh T.R., Cornelisse T., Steeghs D., Dhillon V.S., Charles P.A. "Multiband Echo Tomography of Sco X-1"

"Planck HFI/LFI Consortium Meeting", 26-30 enero, Garching, Alemania

Rebolo R., Hildebrandt S.R., Rubiño-Martín J.A., Watson R.A., Gutiérrez C., Fernández-Cerezo S., Battistelli E., Hoyland R. "Measurements of Anomalous Microwave Emission with the COSMOSOMAS Experiment"

Rubino-Martín J.A. "Searching for Missing Baryons with Planck"

"IAU Coll. No. 198: Near-Fields Cosmology with Dwarf Elliptical Galaxies", 14-18 marzo, Les Diablerets, Suiza

Gallart C., Aparicio A., Zinn R., Buoanno R., Hardy E., Marconi G. "The Star Formation History of Fornax dSph Galaxy using the New Synthetic Color-Magnitude Diagram Code IAC-STAR"
"Site Characterization Workshop", 28-30 marzo, Niza, Francia

Varela A.M. "DIMM Operation and Calibration, and Satellite and In-situ Data for Site Characterization"

"First Cuban Earth Science Convention", 5-8 abril, La Habana, Cuba

Corradi R.L.M., Mampaso A. "Symbiotic Stars Today and Tomorrow"

"The Ninth Texas-Mexico Conference on Astrophysics", 14-16 abril, San Antonio, Texas, EEUU

Dufour R.J., Henry R.B.C., Kwitter K.B., Bohigas J., Esteban C. "[CIII] Imagery of Planetary Nebular

and HII Regions"

"Granada Workshop on High Redshift Radio Galaxies", 18-20 abril, Granada

Sánchez S.F., García-Lorenzo B., Jahnke K., Mediavilla E., González-Serrano J.I., Christensen L., Wisotzki L. "A New Technique for Decoupling the Host and Nuclear Spectra of Type IAGNs using Integral Field Spectroscopy"

"Resolved Stellar Populations", 18-22 abril, Cozumel, México

Garzón F., Hammersley P., Cabrera-Lavers A., González C., Vicente B. "TCS-CAIN: A New NIR Survey of the Inner Galaxy"

González-Fernández C., Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L., Vicente B. "Photometric and Spectroscopic follow-up of TCS-CAIN"

Hidalgo S. "The Stellar Formation History of Phoenix and the Sinking Scenario"

Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L., Vicente B., González-Fernández C. "Deep Multicolor NIR Survey of the Galactic Plane"

"39th ESLAB Symp.: Trends in Space Science and Cosmic Vision 2020", 19-21 abril, Noordwijk, Países Bajos

Trujillo-Bueno J., Landi Degl'Innocenti E., Casini R., Martínez Pillet V. "The Scientific Case for Spectropolarimetry from Space: A Novel Diagnostic Window on Cosmic Magnetic Field"

Turck-Chieze S. et al. (Incluye Eff-Darwich A., Jiménez A., Jiménez-Reyes S., Pallé P.L. "The Magnetism of the Solar Interior for a Complete MHD Solar Vision"
Catala C. et al. (Incluye Deeg H.J.) "The Life of Stars and their Planets"

"European Geosciences Union General Assembly 2005", 24-29 abril, Viena, Austria

Jiménez-Reyes S. "Solar Cycle Variations in Convection Zone Dynamics from Echo 1994-2004"

"Workshop on Adaptive Optics Assisted Integral-field Spectroscopy", 9-11 mayo, Los Cancajos, Breña Baja, La Palma

Martín E.L. "The Impact of AO Assisted Integral Field Spectroscopy of Brown Dwarf Research"

Sánchez S.F., García-Lorenzo B., Jahnke K.,

Leisy P. "New Abundances in the Local Group"

"13th Annual Conference of SEAC: Lights and Shadows in Cultural Astronomy", 28 junio-3 julio, Isili, Italia

Eliche-Moral M.C., Balcells M., Aguerri J.A.L., González-García A.C. "Growth of Bulges through Satellite Accretion"

Belmonte J.A., Zedda M. "From Domus de Janas to Hawanat: on the orientations of rock carved tombs in the Western Mediterranean"

Belmonte J.A., Zedda M. "Light and Shadows on the Pyramids"

González C., Costa L., Belmonte J.A. "Solarists vs. Lunatics: Modelling Patterns in Megalithic Astronomy"

González C., Costa L., Zedda M., Belmonte J.A. "The Orientation of the Punic tombs of Ibiza and Sardinia"

Belmonte J.A., Shaltout M. "The Astronomical Ceiling of Senenmut: a Dream of Mystery and Imagination"

Miranda N., Molinero M.A., Belmonte J.A. "The goddess Seshat: Stretching the Cord in Ancient Egypt"

Delgado M., Esteban C. "Application of Standard Astronomical Software to the Analysis of Horizons around Archaeological Sites"

"JENAM 2005. Distant Worlds", 4-7 julio, Liege, Bélgica

Burgos J. "OPTICON Access Programme"

"Stellar Populations, a Rosetta Stone for Galaxy Formation", 4-8 julio, Ringberg Castle, Alemania

Vazdekis A. "Synthetic Populations at High Spectral Resolution"

"XXI IAP Colloquium: Mass Profiles and Shapes of Cosmological Structures", 4-9 julio, París, Francia

Balcells M. "Light Distribution in Disk Galaxy Bulges"

Prada F., Patiri S., Klypin A.A., Betancort-Rijo J. "How Far do they go? The Outer Structure of Dark Matter Halos"

"Mass and Mystery in the Local Group", 17-22 julio, Cambridge, Reino Unido

Noël N., Gallart C., Costa E., Méndez R.A. "Old MSTO Photometry in the SMC: Stellar Content"

Prada F., Patiri S., Klypin A., Betancort-Rijo J. "How Far do they go ? The Outer Structure of Dark Matter Halos"

"10th Scientific Assembly of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)", 18-29 julio, Toulouse, Francia

Sánchez-Almeida J., Domínguez-Cerdeña I., Kneer F. "The Magnetic Flux and Magnetic Energy of the Quiet Sun"

"SPIE: Optics & Photonics 2005", 31 julio-4 agosto, California, EEUU

Barrera S., González C., Manescau A., Abreu D., Becerril S., Correa S., Fragoso A., Pérez J., Redondo P., Restrepo R., Saavedra P., Sánchez V., Tenegi F., Garzón F., Patrón J. "Test Results. EMIR Optomechanics"

Reyes M., Alonso A., Chueca S., Fuensalida J.J., Sodnik Z., Cessa V., Bird A., Comeron A., Rodríguez A., Dios V., Rubio J. "Ground-to-Space Optical Communication Characterization"

Comeron A., Dios V., Rodríguez A., Rubio J., Reyes M., Alonso A. "Modeling of Power Fluctuations Induced by Refractive Turbulence in a Multiple-Beam Ground-to-Satellite Optical Uplink"

Volkmer R. et al. (Incluye Collados M.) "The New 1.5 Solar Telescope GREGOR: Progress Report and Results of Performance Tests"

Rodríguez Ramos L.F., Viera T., Gigante J., Gago F., Herrera G., Alonso A., Descharmes N. "FPGA Adaptive Optics System Test Bench"

Cunningham C. et al. (Incluye Garzón F.) "Progress on Smart Focal Plane Technologies for Extremely Large Telescopes"

"29th International Cosmic Rays Conference", 3-10 agosto, Pune, India

Maccarone M.C. et al. (Incluye Delgado C.) "GAW, Gamma Air Watch – A Large Field of View Imaging Cherenkov Telescope"

Barao F. et al. (Incluye Delgado C., García-López R.J.) "The Ring Imaging Cherenkov Detector (RICH) of the AMS Experiment"

González-García A.C., Costa-Ferrer L., Belmonte J.A., Zedda M. "The Orientation of the Punic Tombs of Ibiza and Sardinia"

"Communicating Astronomy with the Public 2005", 14-17 junio, Garching, Alemania

Rodríguez-Hidalgo I. "Do the Stars tell your Love Story?"

Serra-Ricart M., Martínez L., Cuesta L. "Virtual Visits to Astronomical Observatories"

Mahoney T. "An Astronomer's Communications Toolkit"

"Stellar Pulsation and Evolution", 19-24 junio, Roma, Italia

Fox-Manchado L., Pérez-Hernández F., Suárez J.C., Michel E., Lebreton Y. "Asteroseismic Constraints on the Pleiades Distance"

Dall'ora M., Bono G., Storm J., Caputo F., Andreuzzi G., Marconi G., Monelli M., Ripepi V., Stetson P.B., Testa V. "The RR Lyrae Distance Scale from Near-Infrared Photometry: Current Results"

"Scientific Detectors Workshop", 19-25 junio, Taormina, Italia

Joven E., Gigante J.V., Aguiar M., López-Ruiz J.C., Herrera A., Herrera G.A., Pérez A., Cepa J., Beigbeder F. "Current Status of the OSIRIS-GTC Control System"

"First Crisis in Cosmology Conference", 23-25 junio, Moncao, Portugal

López-Corredoira M., Gutiérrez C.M. "Research on Candidates for Non-Cosmological Redshifts"

"SF2A-2005: Semaine de l'Astrophysique Française", 27 junio-1 julio, Strasbourg, Francia

Turck-Chièze S., Mathur S., Carton P.H., García R.A., Pallé P., Ballot J. "GOLF New Generation: A Spectrophotometer for the Quest of Solar Gravity Modes"

"A Panchromatic View on Clusters of Galaxies in the LSS", 27 junio-8 julio, Puebla, México

Sánchez-Janssen R. "Environmental Effects on the Structural Parameters of Bright and Dwarf Galaxies in the Coma Clúster"

Gutiérrez C.M., Juncosa R. "Searching High Redshift Clusters"

"Ultra-Low-Mass Star Formation and Evolution", 28 junio-1 julio, Fuencaliente, La Palma

Jones H.R.A. et al. (Incluye Martín E.L.) "Status of the Physics of Substellar Objects Project"
Zapatero Osorio M.R., Martín E.L., Lane B.F., Pavlenko Ya., Bouy H., Baraffe I., Basri G. "Lithium Depletion in the Brown Dwarf Binary GJ 569Bab"

Caballero J.A. "Ultra Low-Mass Star and Substellar Formation in s Orionis"

Huélamo N., Bouy H., Sterzik M., Pantin E., Martín E.L. "VISIR/VLT Observations of Brown Dwarfs in Upper Scorpius"

Martín E.L., Cabrera J., Cenizo E. "The IAC Online Catalog for M-, L- and T-type Dwarfs"

Phan-Bao N., Martín E.L., Reylé C., Forveille T., Lim J. "Widely Separated Binary systems of Very-Low-Mass stars"

Israelian G. "The Chemical Composition of Stars with Extrasolar Planetary Systems"

Bihain G., Rebolo R., Béjar V.J.S., Caballero J.A., Bailer-Jones C.A.L., Mundt R. "Proper Motion Pleiades Candidate L-Type Brown Dwarfs"

Morales-Calderón M., Barrado y Navascués D., Caballero J.A., Martín E.L. "Brown Dwarfs and Very Low-Mass Stars: Variability in the Pleiades"

"Planetary Nebulae as Astronomical Tools", 28 junio-2 julio, Gdansk, Polonia

Exter K., Christensen L. "3D spectroscopy of Abell 30"

Westmoquette M.S., Exter K.M., Smith L., Gallagher J. "GMOS Spectroscopy of the Winds in NGC 1569"

Mampaso A., Gonçalves D.R. "Do we Really Know How to Derive the Basic PNe Parameters?"

Corradi R.L.M. et al. "Detection of New Planetary Nebulae by IPHAS, the Ha Survey of the Noreen Galactic Plane"

Santander M. "Expansion Parallax of Symbiotic Nebulae"

Castro-Rodríguez N., Aguerri J.A.L. "Diffuse Light in Galaxy Groups"

MEMORIA
IAC 2005
227

L., Stenflo J.O. "Spectropolarimetry Observations of Solar Prominences and Spicules, and Magnetic Field Diagnostics"

"37th DPS Meeting", 4-9 septiembre, Cambridge, Reino Unido

Campins H., Licandro J., Ziffer J., Fernández Y.R., Hora J., Kassis M., Pinilla-Alonso N. "Surface Characteristics of Comet-Asteroid Transition Objects 944 Hidalgo and 162P/Siding Spring (2004 TU12)"

Ziffer J., Campins H., Licandro J., Fernández Y.R., Bus S. "Near-infrared Spectra of Two Asteroids with Low Tisserand Invariant"

Dotto E., Fornasier S., Barucci M.A., Licandro J., Boehnhardt H., Hainaut O., Marzari F., De Bergh C., De Luise F. "Jupiter Trojans: a Survey of Members of Dynamical Families"

"Astrophysics of Variable Stars", 5-10 septiembre, Pécs, Hungría

Creevey O.L., Brown T.M., Jiménez-Reyes S., Belmonte J.A. "Interested in observing TrES-Her0-07621?"

Creevey O.L., Brown T.M., Jiménez-Reyes S., Belmonte J.A. "Understanding the Relationship between Observations and Stellar Parameters in an Eclipsing Binary System"

"4th Solar Polarization Workshop (SPW4)", 19-23 septiembre, Boulder, Colorado, EEUU

Asensio-Ramos A, Trujillo-Bueno J. "Evidence for Collisional Depolarization in the MgH Lines of the Second Solar Spectrum"

Sánchez-Almeida J. "The Micro-Structure of a Sunspot Penumbra"

Domínguez-Cerdeña I., Sánchez-Almeida J., Kneer F. "Magnetic Fields of the Quiet Sun: Distribution of Field Strengths"

Ramelli R., Bianda M., Merenda L., Trujillo Bueno J. "The Hanle and Zeeman Effects in Solar Spicules"

Ramelli R., Bianda M., Trujillo Bueno J., Merenda L., Stenflo J.O. "Spectropolarimetry of Solar Prominences"

Martínez-Pillet V., Centeno R., Shimizu T., Collados M., Kano R. "Active Region Filaments as seen in Full Stokes He 10830 Profiles"

Derouich M., Bommier V., Malherbe J.M., Molodij G., Landi Degl'Innocenti E., Sahal-Bréchet S.

"Interpretation of the Second Solar Spectrum Observed at the Pic-du-Midi and Themis"

Centeno R., Collados M., Trujillo-Bueno J. "Oscillations and Wave Propagation in Different Solar Magnetic Features"

Khomenko E., Collados M. "Magnetic Flux in the Inter-Network Quiet Sun"

Martínez González M.J., Collados M., Ruiz-Cobo N. "Quiet Sun Magnetic Fields Observed in Visible and IR Spectral Ranges"

Belluzzi L., Trujillo Bueno J. "The Hanle and Zeeman Effects in the D2 Line of Barium"

Martínez Pillet V., Jochum L., Collados M., Bonet J.A., del Toro Iniesta J.C., Domingo V., Alvarez Herrero A. & the IMAx Team "IMaX - A Magnetograph for SUNRISE"

Domínguez-Cerdeña I., Sánchez-Almeida J., Kneer F. "Quiet Sun Magnetic Fields: Simultaneous Inversion of Visible and IR Spectropolarimetric Observations"

Marquez I., Bonet J.A., Sánchez-Almeida J., Domínguez-Cerdeña I. "The Evershed Effect Observed with 0.2. Angular Resolution"

Bonet J.A., Márquez I., Sánchez-Almeida J. "Proper Motions in Sunspot Penumbra: Signs of Convection"

"Conference Survey of Geo-Hazards 2005", 26-30 septiembre, Dresden, Alemania

Eff-Darwich A. "Application of PCA Techniques in Geophysics"

"AG 2005: 79th Annual Scientific Meeting of the Astronomische Gesellschaft: The Many Facets of the Universe - Revelations by New Instruments", 26 septiembre-1 octubre, Colonia, Alemania

Poglitsch A. et al. (Incluye Cepa J.) "The Herschel Photodetector Array Camera and Spectrometer PACS"

Lutz D. et al. (Incluye Cepa J.) "Science with Herschel-PACS"

"Astronomical Data Analysis Software and Systems XV (ADASS)", 2-5 octubre, San Lorenzo del Escorial, Madrid

De Vicente A., Rodríguez N. "Big Science with a Small Budget: Non Embarrassingly Parallel

"IAU Symp. No. 229: Asteroids, Comets, Meteors", 7-12 agosto, Buzios, Brasil

Licandro J., de León-Cruz J., Alvarez-Candal A., Pinilla-Alonso N., Lazzaro D., Campins H., Serra-Ricart M. "Surface Properties of Asteroids in Cometary Orbits (ACOs)"
Campins H., Licandro J., Ziffer J., Fernández Y., Hora J., Kassis M., Pinilla-alonso N. "Surface Characteristics of Comet-Asteroid Transition Objects 944 Hidalgo and 162P/Siding Spring (2004 TU12)"

Melita M., Williams I., Licandro J. "Physical and Dynamical Characterization of the Trojan Asteroids"

Pinilla-Alonso N., Licandro J., de León-Cruz J. "A Spectroscopic Study of the Surface of (50000) Quaoar Crystalline Water and Minor Constituents"

Licandro J., Pinilla-Alonso N., de León-Cruz J., Mothé-Diniz T., Campins H. "Hydrated Minerals on the Surface of (3200) Phateon?"

Licandro J., Pinilla-Alonso N., de León-Cruz J., Serra-Ricart M., Lara-López L., Gutiérrez P., Tozzi G.P., Barbieri C. "The Deep Impact Experiment Observed from El Roque de los Muchachos Observatory: Preliminary Results"

de León-Cruz J., Licandro J., Duffard R., Serra-Ricart M. "Modified Gaussian Model applied to a Sample of Near-Earth Asteroids"

Sosa N., Licandro J., Fernández J. "Dust Production in Comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1"

Ziffer J., Campins H., Licandro J., Fernández Y., Bus S. "Near-infrared Spectra of Two Asteroids with Low Tisserand Invariant"

Alvarez-Candal A., Licandro J., de León-Cruz J., Pinilla-Alonso N., Serra-Ricart M., Lazzaro D. "Observations of Asteroids in Cometary Orbits"

Dotto E., Fornasier S., Barucci M.A., Boehnhardt H., Hainaut O., Marzari F., Licandro J., De Bergh C., De Luise F. "Jupiter Trojan Asteroids: Investigation of Dynamical Families"

"Nearly Normal Galaxies in a Λ CDM Universe", 8-12 agosto, Santa Cruz, California, EEUU

Prada F., Patiri S., Klypin A., Betancort-Rijo J. "The Outer Structure of Dark Matter Halos"

Patiri S., Prada F., Klypin A., Betancort-Rijo J. "How Normal are the Galaxies in Rare Voids?"

"Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass

Loss, Explosions, Cosmology", 12-19 agosto, Tartu, Estonia

Trundle C., Lennon D.J., Puls J., Dufton P.L., Evans C.J. "Stellar winds of B-type Supergiants in the SMC"

Lenorzer A. "Stellar Evolution at Low Metallicity"
"IAU Symp. No. 230: Populations of High Energy Sources in Galaxies", 15-19 agosto, Dublin, Irlanda

Gutiérrez C.M., López-Corredoira M. "Identification of Optical Counterparts of ULX Sources"

"A Life with Stars. A Meeting in Honor of Ed van den Heuvel", 22-26 agosto, Amsterdam, Países Bajos

O'Brien K., Rodríguez-Gil P., Jonker P., Dhillon V.S., Nelemans G., Marsh T.R., Still M., van der Klis M. "The Suspected Orbital Period of the UCXB 4U 0614+09"

"10th Anniversary of 51 Peg-b: Status of and Prospects for Hot Jupiter Studies", 22-26 agosto, Haute-Provence, Francia

Alonso R. "PASS, an all-Sky Survey of Transiting Hot Jupiters"

Ecuivillon A., Israelian G., Santos N.C., Mayor M., Gilli G. "Abundance Ratios of Refractory vs. Volatile Elements: Hints of Pollution?"

Deeg H.J., Alsubai K., Horne K., Alonso R., Belmonte J.A., Cameron A.C. "PASS Prototype Observations in 2005"

Deeg H.J., Alonso R., Belmonte J.A., Alsubai K., Horne K., Cameron A.C., Doyle L. "2005 Observations with the PASS Prototype"

"Chromospheric and Coronal Magnetic Fields", 30 agosto-2 septiembre, Lindau, Alemania

Trujillo-Bueno J. "A Novel Diagnostic Window on Cosmic Magnetic Fields"

Merenda L., Trujillo Bueno J., Landi Degl'Innocenti E., Collados M. "Determination of the Magnetic Field Vector in a Polar Crown Prominence via the Hanle and Zeeman Effects in the he i 10830 Å Multiple"

Khomenko E., Collados M. "Simulations of Magneto-Acoustic Waves in sunspots"

Ramelli R., Bianda M., Trujillo Bueno J., Merenda

Perspective", 4-8 octubre, Leiden, Países Bajos

Beckman J.E., Erwin P.E., Pohlen M. "Truncations, non-Truncations and Antitruncations in Disc Galaxies"

"Science Perspectives for 3D Spectroscopy", 10-14 octubre, Garching, Alemania

Exter K.M., Christensen L. "3D Spectroscopy of Planetary Nebulae"

López R., Sánchez S.F., García-Lorenzo B., Estalella R., Gómez G., Riera A., Exter K. "3D Spectroscopy of HERBIG HARO Objects"

"17th International Mediterranean Modeling Multiconference", 20-22 octubre, Marseille, Francia

Almeida F., Sande F., Delgado C., García-López R.J. "Experiments with a Parallel Monte Carlo Simulation of a Space Cosmic Particles Detector"

"Protostars and Planets V. PPV Brown Dwarf Workshop: Late L, T and Y Dwarfs - New Results", 24-28 octubre, The Big Island, Hawaii, EEUU

Van Eyken J.C., Ge J., Mahadevan S., Dewitt C., Cohen R., vanden Heuval A., Fleming S., Henry G., Martín E.L. "Possible First Exoplanet Candidate with ET - A New Radial Velocity Technique"

Guieu S., Dougados C., Monin J.L., Magnier E., Martín E.L. "17 New Very Low-Mass Members in Taurus"

Billères M., Delfosse X., Beuzit J.-L., Marchal L., Forveille T., Martín E.L. "Wide Ultracool Binary Dwarfs in the Field"

"The 6th Solar-B Science Meeting", 8-11 noviembre, Kyoto, Japón

T. Shimizu, V. Martinez Pillet, M. Collados, B. Ruiz Cobo, R. Centeno and C. Beck, "Supersonic Downflows in the Photosphere Discovered in Sunspot Moat Regions"

"The Spitzer Science Center 2005 Conference: Infrared Diagnostics of Galaxy Evolution", 14-16 noviembre, California, EEUU

Rodríguez-Eugenio N., Noeske K.G., Acosta-Pulido J.A., Barrena R., Prada F., Manchado A. and EGS Team "LIRIS Multi-Slit Hα Spectroscopy of a z~1 DEEP2 Sample of Star-Forming Galaxies"

Hatziminaoglou E. et al. "Dust Tori models of Quasars"

Hernán-Caballero A. et al. "A 15 micron selected sample of High-z Starburst and AGN"

Pérez-Fournon I. et al. "IRS Observations of Ultraluminous ELAIS Galaxies and Quasars"

"ISSI Workshop on Transiting Extrasolar Planets", 14-17 noviembre, Berna, Suiza

Deeg H.J. "All-Sky Transit Survey"

"IAU Symp. No. 232: Scientific Requirements for Extremely Large Telescopes (ELT's)", 14-18 noviembre, Cape Town, Sudáfrica

Martín E.L. "Detectability of Terrestrial Planets with High-Resolution IR Spectroscopy inter ELTs"

"2005 AGU Fall Meeting", 5-9 diciembre, San Francisco, California, EEUU

Hill F. et al. (Incluye M. Collados) "The ATST Site Survey"

"Relativistic Jets: The Common Physics of AGN, Microquasars and Gamma-Ray Bursts", 14-17 diciembre, Ann Arbor, Michigan, EEUU

Ghosh K.K., Gutiérrez C.M., Mizuno Y., Mishikawa K., López-Corredoira M. "Discovery of a rapidly Variable LoBal QSO with an Ultraviolet Jet"

"Groups of Galaxies in the Nearby Universe", 5-9 diciembre, Santiago de Chile

Boschin W., Girardi M., Spolaor M., Barrena R. "Internal Dynamycs of the Radio-Halo Cluster A2744"

Barrena R., Boschin W., Girardi M. "The Complex Dynamics of the Cluster A115"

Barrena R., Acosta-Pulido J.A., Manchado A. "First LIRIS Observations of A2229 Cluster of Galaxies"

de la Rosa I.G., de Carvalho R.R., Vazdekis A., Barbuy B. "Stellar Populations in Elliptical Galaxies of Compact Groups"

"11th Latin-American Regional IAU Meeting (LARIM-2005)", 12-16 diciembre, Pucón, Chile

Applications in a Non-Dedicated Network of Workstations"

De Miguel D., González I., Sánchez M., Castañeda H.O., Cepa J., Aguiar M., Quirk, R. "Osiris Mask Designer for Multi-Object Spectroscopy"

Sánchez-Portal M., Pérez García A.M., Cepa J., Alfaro E., Castañeda H.O., Gallego J., González-González J.J., González-Serrano J.I. "XMM-Newton and Deep Optical Observations of the OTELO Fields: The Groth-Wheestpal Strip"

"IAU Coll. No. 200: Direct Imaging of Exoplanets: Science and Techniques", 3-7 octubre, Niza, Francia

Bihain G., Rebolo R., Caballero J.A., Béjar V.J.S. "Mid-IR Direct Imaging of Superjupiters around Nearby Stars"

COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

"Outer Edges of Disk Galaxies: A Truncated

"XXX Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física" 12-16 septiembre, Orense

Rodríguez-Espinosa J.M. "El GTC: Preparación de la Primera Luz"

Manchado A. "Primeros resultados científicos del Espectrógrafo Infrarrojo LIRIS"

Beckman J.E. "How Much do we Really Know about Galaxy Morphology"

Vázquez M., Pallé E., Montañés P. "Planeta Tierra ¿Un objeto de interés Astrofísico?"

"XI Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Avances en la Observación de la Tierra", 21-23 de septiembre, Puerto de la Cruz, Tenerife

Castro-Almazán J.A., Chueca S., Fuensalida J.J., Alonso A., García-Lorenzo B., Hoegemann C., Mendizábal E.G., Rodríguez-Hernández M.A.C. "Caracterización de la capa de Sodio Mesosférico para sistemas de estrella de guiado láser (LGS) en el Observatorio del Teide"

Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Castro Almazán J.A., Chueca S., Delgado J.M., González Rodríguez J.M., Hernández E., Hoegemann C., Mendizábal E.G., Muñoz Tunón C., Reyes M., Rodríguez Hernández M.A.C., Varela A.M., Verde M., Vernin J. "Medida de la turbulencia atmosférica en los Observatorios de Canarias: la técnica SCIDAR"

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C., Fuensalida J.J., García-Lorenzo B., Eff-Darwich A. "Calima anticiclónica y mar de nubes: Implicaciones en los Observatorios de Canarias"

Mendizábal E.G., García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Muñoz-Tuñón C., Varela A.M. "Estudio de la conexión entre el viento turbulento sobre el Observatorio del Teide y la velocidad del viento a 200 milibares"

Eff-Darwich A., García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Muñoz-Tuñón C., Varela A.M. «La altitud de la tropopausa como parámetro para evaluar la calidad infrarroja de los observatorios astronómicos»

García-Lorenzo B., Fuensalida J.J., Mendizábal E.G., Muñoz-Tuñón C., Varela A.M. "Archivos de diagnóstico del clima: una herramienta para evaluar la calidad de los observatorios astronómicos"

"Sin Ciencia no hay Cultura, III Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia", 9-11 noviembre, La Coruña

Rodríguez-Hidalgo I. "Donde se da nueva y discreta lectura al capítulo XVIII de la Segunda Parte del Quijote, con el sabroso provecho que della se saca"

ARTÍCULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES SIN ÁRBITRO Y COMUNICACIONES CORTAS

Drew J.E. et al. (Incluye Mampaso A., Rodríguez-Gil P., Viironen K.) "PHAS: Surveying the North Galactic Plane in H α "
ING Newsletter, 9, 3.

Caballero J.A., Béjar V.J.S. "Direct Detection of Giant Exoplanets"
ING Newsletter, 9, 11.

Gómez G., López-Hermoso R., Acosta-Pulido J.A., Manchado A. "LIRIS Observations of SN 2004ao"
ING Newsletter, 9, 14.

Lennon D.J., Howarth I.D., Herrero A., Walborn N.R. "Addressing the Question Posed by the Of?p Stars: HD191612"
ING Newsletter, 9, 18.

Vázquez M., Wittmann A.D. "Solar Research with

MEMORIA
IAC 2005

231

Stratospheric Balloons"
Acta Historica Astronomiae, **25**, 262.

Deeg H.J., Belmonte J.A., Alonso R., Horne K., Alsubai K., Doyle L.R. "Dome C as a setting for the Permanent All Sky Survey (PASS)"
EAS Publications Series, **14**, 303.

Bouy H. "Mesure de masses de naines"
L'astronomie, **119**, 282.

Vázquez M., Wittmann A. "Solar Research with Stratospheric Balloons"
Acta Historica Astronomiae, **25**, 262.
Esteban C., Delgado Cabrera M. "Sobre el análisis arqueoastronómico de dos yacimientos tinerfeños

ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

y la importancia de los equinoccios en el ritual aborigen"
Tabona, **13**, 187.

Belmonte J.A. "De la arqueoastronomía a la astronomía cultural"
BSEA **15**, 23.

Belmonte J.A., Esteban C., Tejera Gaspar A., Aparicio A. "Un acercamiento arqueoastronómico a las sociedades canarias y su relación con las culturas paleoberberes del norte de África». Piedra, agua, fuego. Canarias, de la Prehistoria a la Edad Media"
Cap. 5, 1-10. Editado en DVD por A. Chausa (Relax Color).

Vázquez M. "Mundos en colisión"
El Escéptico, **19**.

PUBLICACIONES DEL IAC

MEMORIA
2005 IAC

232 Prieto Muñoz M., Balcells M. "La edad de las galaxias elípticas"
IAC Noticias, **1/05**, pg. 9.

Barrera S. "Un gran lente para EMIR"
IAC Noticias, **1/05**, pg. 19.

Watson R.A., Rubiño-Martin J.A. "Un nuevo proceso físico de emisión de microondas"
IAC Noticias, **1/05**, pg. 25.

Jiménez I. "Arte y Ciencia: la fórmula del lápiz"
IAC Noticias, **1/05**, pg. 95.

Gutiérrez C.M "Las fuentes de rayos X ultraluminosas"
IAC Noticias, **2/05**.

LIBROS Y CAPÍTULOS DE LIBROS

"Satellites and Tidal Streams"
ASP Conf. Ser., **327** (ISBN 1-58381-190-7). Eds. Prada F., Martínez-Delgado D., Mahoney T.

"Communicating Astronomy"
IAC (ISBN 84-689-0403-1). Ed. T. Mahoney.

"Fundamentals and Challenges in Astrobiology"
Editorial Research Signpost (ISBN: 81-308-0041-1). Ed. Vázquez M.

"Payload and Emission Definition in Space Sciences (XV Canary Islands Winter School 2003)"
Cambridge University Press (ISBN 052185802X). Eds. Martínez Pillet V., Aparicio A., Sánchez F.

"Ultraviolet Radiation in the Solar System"
Berlin: Springer (ISBN: 1-4020-3726-0). Eds. Vázquez M., Hanslmeier A.

"Las Pirámides de Güimar: mito y realidad"
Centro de la Cultura Popular Canaria (ISBN: 84-7926-510-8) Eds. Aparicio A., Esteban C.

Kidger M.R. "Astronomical Enigmas: Life on Mars, the Star of Bethlehem, and other Milky Way Mysteries"
The Johns Hopkins University Press.

Esteban C. "Cosmochemistry. From the Big Bang to the Origin of Life"
Editorial Research Signpost (ISBN: 81-308-0041-1)
"Fundamentals and Challenges in Astrobiology". Ed. Vázquez M.

Esteban C. "Intelligent Life in the Universe"
Editorial Research Signpost (ISBN: 81-308-0041-1)
"Fundamentals and Challenges in Astrobiology". Ed. Vázquez M.

Martín E.L. "Brown Dwarfs, Planets and Life"
Editorial Research Signpost (ISBN: 81-308-0041-1)
"Fundamentals and Challenges in Astrobiology". Ed. Vázquez M.

TESIS

Espinosa Lara F. "Modos de oscilación en estrellas con simetría axial"

Directores: Dr. Fernando J. Pérez Hernández y Prof. Teodoro Roca Cortes.

Cabrera Lavers A.L. "Análisis morfológico multibanda del contenido estelar del plano y disco de la Vía Láctea"

Directores: Dres. Francisco Garzón López y Peter L. Hammersley.

Cristobal Hornillos D. "Análisis de las masas estelares de una muestra de galaxias luminosas compactas azules"

Directores: Dres. Marc Balcells Comas, Mercedes Prieto Muñoz y Rafael Muñoz Llorente (Univ. de Florida, EEUU).

Fernández Cerezo S. "Emisión galáctica difusa y medida de anisotropías en la radiación cósmica de microondas en escalas angulares intermedias"

Directores: Dres. Rafael Rebolo López y Carlos M. Gutiérrez de la Cruz.

García Hernández D.A. "Estudio de la fase de transición entre la rama asintótica de gigantes y el estado de nebulosa planetaria"

Directores: Dres. Arturo Manchado Torres y Pedro García Lario (ESA, Villafranca del Castillo, Madrid).

Melo Martín V.P. "Evolución e impacto de estallidos de formación de estrellas en núcleos de galaxias"

Directores: Dres. Casiana Muñoz Tuñón y José Miguel Rodríguez Espinosa.

Giammanco C. "Un modelo para el estudio interestelar inhomogéneo"

Director: Dr. Juan E. Beckman.

Navarro Jiménez S.G. "Determinación de distancias a Nebulosas Planetarias"

Directores: Dres. Antonio Mampaso Recio y Romano Corradi.

García García M. "Estudio de estrellas masivas con espectros de alta resolución en el UV-lejano, UV y visible"

Directores: Prof. Artemio Herrero Davó y Dra. Luciana Bianchi (John Hopkins Univ., Baltimore, Maryland, EEUU).

Simón Díaz S. "Interacción de estrellas masivas con el medio interestelar en regiones HII galácticas"

Directores: Prof. Artemio Herrero Davó y Dr. César Esteban López.

García-Gil A.M. "Estudio óptico-UV de estrellas de tipo medio y tardío"

Directores: Dres. Ramón J. García López y Carlos Allende Prieto (McDonnal Obs., Univ. de Texas, EEUU).

RESUMEN

ARIA	145	Artículos en revistas internacionales sin árbitro
IR	32	Invited Reviews (Conferencias invitadas)
CI	164	Comunicaciones a Congresos Internacionales.
CN	11	Comunicaciones a Congresos Nacionales.
ARIS	8	Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas.
ARN	4	Artículos en revistas nacionales.
PIAC	5	Publicaciones del IAC.
L	10	Libros y capítulos de libros.
T	11	Tesis doctorales.

MEMORIA
IAC 2005
233

REUNIONES CIENTÍFICAS

“Mass and Mystery in the Local Group”
Cambridge (Reino Unido). Julio.

“10th Scientific Assembly of the International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA)”
Toulouse (Francia). Julio.

“SPIE: Optics & Photonics 2005”
California (EEUU). Julio-agosto.

“29th International Cosmic Rays Conference”
Pune (India). Agosto.

“IAU Symp. No. 229: Asteroids, Comets, Meteors”
Buzios (Brasil). Agosto.

“Nearly Normal Galaxies in a Λ CDM Universe”
Santa Cruz, California (EEUU). Agosto.

“Estellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology”
Tartu (Estonia). Agosto.

“IAU Symp. No. 230: Populations of High Energy Sources in Galaxies”
Dublín (Irlanda). Agosto.

“A Life with Stars. A Meeting in Honor of Ed van den Heuvel”
Ámsterdam (Países Bajos). Agosto.

“10th Anniversary of 51 Peg-b: Status of and Prospects for Hot Jupiter Studies”
Haute-Provence (Francia). Agosto.

“Chromospheric and Coronal Magnetic Fields”
Lindau (Alemania). Septiembre.

“37th DPS Meeting”
Cambridge (Reino Unido). Septiembre.

“Astrophysics of Variable Stars”
Pécs (Hungría). Septiembre.

“XXX Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física”
Orense. Septiembre.

“4th Solar Polarization Workshop (SPW4)”
Boulder, Colorado (EEUU). Septiembre.

“XI Congreso Nacional de Teledetección: Teledetección. Avances en la Observación de la Tierra”
Puerto de la Cruz, Tenerife. Septiembre.

“Conference Survey of Geo-Hazards 2005”
Dresden (Alemania). Septiembre.

“AG 2005: 79th Annual Scientific Meeting of the Astronomische Gesellschaft: The Many Facets of the Universe - Revelations by New Instruments”
Colonia (Alemania). Septiembre-octubre.
“Astronomical Data Analysis Software and Systems XV (ADASS)”
San Lorenzo del Escorial, Madrid. Octubre.

“IAU Coll. No. 200: Direct Imaging of Exoplanets: Science and Techniques”
Niza (Francia). Octubre.

“Outer Edges of Disk Galaxies: A Truncated Perspective”
Leiden (Países Bajos). Octubre.

“Science Perspectives for 3D Spectroscopy”
Garching (Alemania). Octubre.

“17th International Mediterranean Modeling Multiconference”
Marsella (Francia). Octubre.

“Protostars and Planets V. PPV Brown Dwarf Workshop: Late L, T and Y Dwarfs - New Results”
The Big Island, Hawai (EEUU). Octubre.

“The 6th Solar-B Science Meeting”
Kyoto (Japón). Noviembre.

“Sin Ciencia no hay Cultura, III Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia”
La Coruña. Noviembre.

“The Spitzer Science Center 2005 Conference: Infrared Diagnostics of Galaxy Evolution”
California (EEUU). Noviembre.

“ISSI Workshop on Transiting Extrasolar Planets”
Berna (Suiza). Noviembre.

“IAU Symp. No. 232: Scientific Requirements for Extremely Large Telescopes (ELT's)”, Cape Town (Sudáfrica). Noviembre.

“2005 AGU Fall Meeting”
San Francisco, California (EEUU). Diciembre.

“Relativistic Jets: The Common Physics of AGN, Microquasars and Gamma-Ray Bursts”
Ann Arbor, Michigan (EEUU). Diciembre.

- "205th Meeting of the American Astronomical Society"
San Diego, California, EEUU). Enero.
- "COSPAR Colloquium on: Spectra and Timing of Accreting X-Ray Binaries"
Bombay (India). Enero.
- "Planck HFI/LFI Consortium Meeting"
Garching (Alemania). Enero.
- "IAU Coll. No. 198: Near-Fields Cosmology with Dwarf Elliptical Galaxies"
Les Diablerets (Suiza). Marzo.
- "Site Characterization Workshop"
Niza (Francia). Marzo.
- "First Cuban Earth Science Convention"
La Habana (Cuba). Abril.
- "The Ninth Texas-Mexico Conference on Astrophysics"
San Antonio, Texas (EEUU). Abril.
- "Granada Workshop on High Redshift Radio Galaxies"
Granada. Abril.
- "Resolved Stellar Populations"
Cozumel (México). Abril.
- "39th ESLAB Symp.: Trends in Space Science and Cosmic Vision 2020"
Noordwijk (Países Bajos). Abril.
- "European Geosciences Union General Assembly 2005"
Viena (Austria). Abril.
- "Workshop on Adaptive Optics Assisted Integral-field Spectroscopy"
Los Cancajos, Breña Baja (La Palma). Mayo.
- "Physics of Astrophysical Outflows and Accretion Disks",
Santa Barbara, California (EEUU). Mayo.
- "IAU Symp. No. 228: From Lithium to Uranium – Elemental Tracers of Early Cosmic Evolution"
París (Francia). Mayo.
- "COROT Week 8"
Toulouse (Francia). Mayo.
- "Frascati Workshop 2005 Multifrequency Behavior of High Energy Cosmic Sources"
Vulcano (Italia). Mayo.
- "Hot Subdwarf Stars and Related Objects"
Santa Cruz de La Palma (La Palma). Junio.
- "5th Serbian Conference on Spectral Line Shapes in Astrophysics"
Vrsac (Serbia). Junio.
- "The Origin of the Hubble Sequence"
Vulcano (Italia). Junio.
- "Communicating Astronomy with the Public 2005"
Garching (Alemania). Junio.
- "Stellar Pulsation and Evolution"
Roma (Italia). Junio.
- "Scientific Detectors Workshop"
Taormina (Italia). Junio.
- "First Crisis in Cosmology Conference"
Moncao (Portugal). Junio.
- "SF2A-2005: Semaine de l'Astrophysique Francaise"
Estrasburgo (Francia). Junio-julio.
- "A Panchromatic View on Clusters of Galaxies in the LSS"
Puebla (México). Junio-julio.
- "Ultra-Low-Mass Star Formation and Evolution"
Fuencaliente (La Palma). Junio-julio.
- "Planetary Nebulae as Astronomical Tools"
Gdansk (Polonia). Junio-julio.
- "13th Annual Conference of SEAC: Lights and Shadows in Cultural Astronomy"
Isili (Italia). Junio-julio.
- "JENAM 2005. Distant Worlds".
Liege (Bélgica). Julio.
- "Stellar Populations, a Rosetta Stone for Galaxy Formation"
Ringberg Castle (Alemania). Julio.
- "XXI IAP Colloquium: Mass Profiles and Shapes of Cosmological Structures"
París (Francia). Julio.

Assisted Integral-Field Spectroscopy" (Espectroscopía Integral de Campo con Óptica Adaptativa), del 9 al 11 de mayo en el Hotel H10 Taburiente Playa de Los Cancajos. Este congreso reunió en La Palma a más de 60 astrofísicos de todo el mundo para discutir los últimos avances y las perspectivas futuras de una puntera y novedosa técnica de observación astronómica que se encuentra en desarrollo en el Telescopio William Herschel del Observatorio del Roque de Los Muchachos.

En rueda de prensa, los doctores René Rutten, director del Grupo de Telescopios Isaac Newton, José Miguel Rodríguez Espinosa, responsable del grupo de ciencia del Gran Telescopio de Canarias, y Paulo García, orador invitado del Centro de Astrofísica de la Universidad de Oporto, informaron sobre la importancia de esta técnica de observación, sus resultados científicos pasados y futuros y las perspectivas de su utilización en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

El ING es una institución financiada por el Particle Physics and Astronomy Research Council (PPARC) del Reino Unido, el Nederlandse Organisatie voor Wetens-chappelijk Onderzoek (NWO) de los Países Bajos y el IAC. El ING opera, mantiene y es responsable del desarrollo de los telescopios William Herschel (WHT) e Isaac Newton (INT), de 4,2 y 2,5 metros de diámetro respectivamente. El telescopio William Herschel es el mayor de los instalados en Europa Occidental. Todos estos telescopios se encuentran en el Observatorio del Roque de los Muchachos del IAC.

Nueva técnica observacional

Esta nueva técnica observacional permitirá la obtención de espectros electromagnéticos aislados en imágenes de alta calidad, ofreciendo a los astrofísicos la posibilidad de estudiar en detalle regiones de objetos celestes nunca antes estudiadas con la resolución que ahora esta nueva técnica facilita. Como resultado, se prevé la obtención de una enorme cantidad de datos pues se podrá realizar simultáneamente el estudio de la dinámica, la composición química, la medida de la distancia y la distribución de la materia en los objetos celestes observados.

Esta técnica de observación se denomina "espectroscopía de campo integral con Óptica Adaptativa" y aplica la mejora de la calidad de imagen que proporciona la Óptica Adaptativa a espectrógrafos capaces de realizar espectroscopía de campo integral.

La espectroscopía de campo integral es una técnica instrumental consistente en dos procesos: en primer lugar, aísla la luz procedente de pequeñas porciones conexas del campo de visión del telescopio de tal manera que todas juntas cubren una parte importante del objeto celeste observado; en segundo lugar, dispersa la luz previamente aislada. El resultado es la obtención de una enorme cantidad de espectros electromagnéticos individuales de las diferentes partes del objeto observado en que el elemento aislante lo dividido.

h a

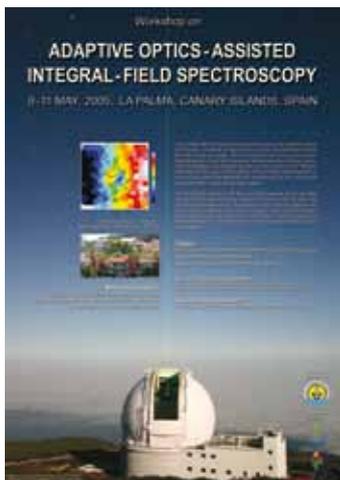


La enana marrón Teide 1, en el cúmulo de las Pléyades. Su descubrimiento con el telescopio IAC-80, del Observatorio del Teide (Tenerife), probó en 1995 la existencia de este tipo de objetos.
© M. Rosa Zapatero Osorio.



Cartel del Congreso. Diseño Gotzon Cañada.

CONGRESO "ULTRALOW MASS STAR FORMATION AND EVOLUTION" (FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DE ESTRELLAS DE MUY BAJA MASA Y ENANAS MARRONES)



Cartel del Congreso.
Diseño Javier Méndez (ING).

El Instituto de Astrofísica de Canarias y la Fundación Galileo Galilei - INAF (responsable del Telescopio Nazionale Galileo) organizaron el Congreso "Ultralow-mass star formation and evolution" (Formación y evolución de estrellas de muy baja masa), que tuvo lugar del martes 28 de junio al viernes 1 de julio, en el Hotel La Palma Princess, en Fuencaliente (La Palma). Este congreso coincidía con el décimo aniversario de los descubrimientos de las enanas marrones Gl 229B y Teide 1, por investigadores de CALTECH (EEUU) y del IAC, respectivamente. Los participantes visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos el miércoles 29 de junio.

"Las estrellas de muy baja masa –explica Eduardo Martín, organizador de este congreso- tienen masas menores que el 20% de la masa del Sol (equivalente a 200 masas de Júpiter) y son muy numerosas. Las enanas marrones son aún menos masivas; comprenden el dominio de masas entre 75 y 13 veces la masa de Júpiter. Los planetas son aún menos masivos que las enanas marrones. En este congreso se intentó establecer un paradigma que permitiera comprender globalmente la formación de todo este tipo de objetos de muy baja masa en el Universo".

Objetivos científicos

El congreso reunió a unos 70 investigadores, procedentes de más de diez países, especializados en el estudio de enanas marrones, planetas extrasolares, formación estelar y formación planetaria, para discutir asuntos como la determinación de las propiedades fundamentales de los objetos de muy baja masa y la complementariedad de mapeos del cielo usando satélites y grandes telescopios en observatorios terrestres. El seguimiento de los candidatos a objetos de temperaturas similares al planeta Júpiter podrá llevarse a cabo utilizando el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y el Telescopio Nazionale Galileo (TNG).

Los temas que se trataron fueron los siguientes:

- Nubes moleculares de muy baja masa y la función de masa desde estrellas hasta planetas.
- Condiciones iniciales de la formación de enanas marrones y planetas.
- Enanas marrones y planetas extremadamente jóvenes con discos o anillos.
- Espectroscopía de objetos de masa subestelar.
- Modelos de formación y evolución de estrellas de muy baja masa.
- Compañeras de enanas marrones y sistemas binarios de enanas marrones.

Más información: <http://www.iac.es/workshop/ulmsf05/index.php>

CONGRESO INTERNACIONAL DE ASTROFÍSICA "ESPECTROSCOPIA INTEGRAL DE CAMPO CON ÓPTICA ADAPTATIVA"

El Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), con la colaboración del Cabildo Insular de La Palma y el Patronato de Turismo de La Palma, celebró el congreso internacional de Astrofísica "Adaptive Optics-

MEMORIA
IAC 2005

237



Participantes en el Congreso.
Foto: Javier Méndez (ING).

que sacudieron los pilares de la Física.

El evento, de alto nivel científico y abierto a un público especializado, fue el séptimo de una serie de encuentros sobre historia de la Relatividad que se celebra cada dos años desde 1986, a instancias de John Stachel, historiador de la Universidad de Boston y editor de la obra de Einstein. El último tuvo lugar en Ámsterdam, y con anterioridad en ciudades como Londres, Berna y Zúrich.

Las conferencias trataron sobre distintos aspectos de la Relatividad, sus hallazgos y consecuencias, así como diversas cuestiones de cosmología, física cuántica y Teoría del Todo. A la cita acudieron prestigiosos científicos como James E. Peebles (Universidad de Princeton) y destacados historiadores de la ciencia como Jürgen Renn (Instituto Max Plank para la Historia de la Ciencia de Berlín), Michael Janssen (Universidad de Minnesota), Diana K. Buchwald (California Institute of Technology) o el español Manuel Sánchez Ron (Universidad Autónoma de Madrid).

Además de las conferencias, también hubo mesas redondas y coloquios. Paralelamente se inauguró una exposición itinerante en torno a la figura de Albert Einstein y su época, organizada por la Fundación Canaria Orotava, el Museo de la Ciencia y el Cosmos y la Universidad de La Laguna, instituciones con amplios compromisos en la divulgación científica.

REUNIÓN DE LA COLABORACIÓN "MAGIC"

Los miembros de la colaboración internacional del telescopio MAGIC (Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope) se reunieron del 14 al 17 de octubre, en el Hotel San Felipe del Puerto de la Cruz (Tenerife). Esta colaboración, en la que participan 18 institutos de 10 países (incluido el IAC), es la responsable de la construcción y operación científica del telescopio MAGIC, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma). Este telescopio, con un espejo segmentado de 17 m de diámetro y dedicado a la detección de «radiación Cherenkov», se verá complementado en breve por un segundo telescopio de iguales características.

Durante esta reunión, organizada por Ramón J. García López y Artemio Herrero Davó, investigadores del IAC y de la Universidad de La Laguna, y que contó con más de 80 participantes, se pasó revista a la operación actual del telescopio y su explotación científica, así como a la construcción de MAGIC II. El martes 18, los participantes visitaron la sede central del IAC, en La Laguna, y el Observatorio del Teide (Tenerife).

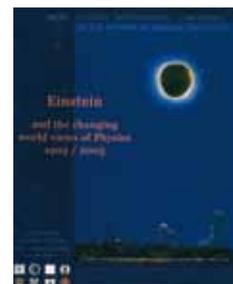
Altas energías

MAGIC es el mayor telescopio del mundo de su clase para la detección de rayos gamma de origen galáctico o extragaláctico. Se trata de un tipo de radiación de muy alta energía que no se puede detectar directamente desde la Tierra al ser absorbida por la atmósfera. En este proceso se genera una cascada de partículas que emiten luz en el rango del azul al ultravioleta, en un intervalo de tiempo muy corto –la llamada "radiación Cherenkov"- destello que precisamente mide este telescopio.

Información sobre



MAGIC: <http://www.magic.mppmu>.



Para cada longitud de onda se obtiene, por lo tanto, una imagen.

La Óptica Adaptativa es una técnica que consiste en la mejora de la calidad de imagen de un telescopio. Primero analiza el frente de onda de la luz procedente del plano focal del telescopio y luego lo aplanar mediante un pequeño espejo segmentado con capacidad para mover sus segmentos a alta velocidad. El resultado es una imagen libre de los efectos introducidos por la turbulencia atmosférica y otros efectos instrumentales. Esta imagen de alta calidad puede ser posteriormente utilizada por otros instrumentos, como espectrógrafos o cámaras de imagen. La Óptica Adaptativa sólo puede aplicarse en observatorios donde regularmente el cielo ofrece una buena calidad de imagen, como es el caso del Observatorio del Roque de Los Muchachos.

La utilización de la espectroscopía de campo integral con Óptica Adaptativa consiste, por lo tanto, en la obtención de espectros electromagnéticos aislados de una imagen con alta calidad o resolución espacial. En el Telescopio William Herschel (WHT), del Observatorio del Roque de los Muchachos se encuentra el espectrógrafo de campo integral OASIS, que trabaja conjuntamente con otro instrumento, NAOMI, el cual le facilita la imagen corregida mediante Óptica Adaptativa. OASIS fue instalado en el WHT como resultado de un acuerdo entre el Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek holandés, el Centre de Recherche Astronomique de Lyon y el Grupo de Telescopios Isaac Newton, y se ofrece a la comunidad de astrofísicos desde el año 2004. La posibilidad de realizar espectroscopía integral de campo con Óptica Adaptativa en el rango óptico del espectro electromagnético convierte a OASIS en un instrumento único.

El Grupo de Telescopios Isaac Newton realiza un importante esfuerzo en el desarrollo de la Óptica Adaptativa. OASIS forma parte de una suite de instrumentos que se benefician de la corrección por Óptica Adaptativa facilitada por NAOMI. Esta suite se encuentra instalada de forma permanente en el laboratorio GRACE en el foco Nasmyth del WHT. Asimismo, un pequeño telescopio robotizado situado en el exterior, ROBODIMM, facilita los datos de la calidad del cielo que son necesarios para la observación con NAOMI. La instalación en el año 2006 de un sistema que produce una estrella artificial en el campo de visión, denominado GLAS, permitirá la utilización de la Óptica Adaptativa de manera más eficiente.

Más información: <http://www.ing.iac.es/PR/press/ing22005.html>

VII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE HISTORIA DE LA RELATIVIDAD GENERAL: EINSTEIN Y LAS CAMBIANTES PERSPECTIVAS MUNDIALES DE LA FÍSICA 1905-2005

El municipio de La Orotava fue escenario, entre los días 10 y 15 de marzo, de la VII Congreso Internacional sobre Historia de la Relatividad General que reunió a historiadores de la ciencia, físicos y filósofos de universidades de todo el mundo, para analizar la teoría de la relatividad, anunciada por Albert Einstein hace ahora 100 años.

Esta reunión, organizada por la Fundación Canarias Orotava de Historia de la Ciencia, el IAC y el Instituto Max Plank de Historia de la Ciencia (Berlín), se enmarca dentro los actos que se celebran en el Año Internacional de la Física. Este Año ha sido declarado por la UNESCO en conmemoración del centenario del llamado "Annus Mirabilis", en el que Albert Einstein publicó cinco importantes artículos

TIEMPO DE OBSERVACIÓN FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
RICARDO CARRERA	1-4/1	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 2,2 m
	21-27/6		
	8-31/1	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio de 2,2 m
KATRINA EXTER	12-14/1	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
JOSE A. CABALLERO	28/1-1/2	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
KERTHU VIIRONEN	7-24/2	Obs. Astronómico Nacional de San Pedro Martir (México)	Telescopio de 2,1 m
	29/11-8/12		
ANTONIO HERNAN ISMAEL PEREZ FOURNON	14-22/2	Radio-Obs. del Pico Veleta (Granada)	Radio-telescopio IRAM 30 m
JOSE A. LOPEZ AGUERRI	15-18/2	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
	26/9-1/10		
CARLOS M. GUTIERREZ DE LA CRUZ	14-19/3 27/10-3/11	Obs. de Haute-Provence, Grenoble (Francia)	Telescopio de 1,9 m
RUYMAN AZZOLLINI	28/3-1/4	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 2,2 m
M. JESUS MARTINEZ ITAHIZA DOMÍNGUEZ REBECCA CENTENO	19-30/5	Sacramento Peak, Nacional Solar Obs. (Colorado, EEUU)	DUNN Solar Telescopio
HERVE BOUY	21/5-9/6	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT NACO y VISIR Telescopio Keck
	16/10-6/11	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	
ARTURO MANCHADO	25/5-2/6	ESO, Cerro Paranal (Chile)	Telescopio VLT
CRISTINA ZURITA	7/6-2/7	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 3,6 m
	15-30/12	South African Astronomical Obs.	Telescopio SAAO , 1,9 m
TARIK SHAHBAZ	18/6-19/7	South African Astronomical Obs.	Telescopio SAAO, 2,1 y 1,9 m
EDOUARD BERNARD	21-25/6	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 2,2 m
JORGE CASARES	6-22/8	South African Astronomical Obs.	Telescopio SAAO, 1,9 m
NOELIA NÖEL	22/9-12/11	Siding Spring Obs. (Australia)	Telescopio 1 m
GARIK ISRAELIAN	24/9-4/10	SAO (Rusia)	Telescopio 1,2 m
MARTIN LOPEZ CORREDOIRA	4-14/10	Obs. "El Leoncito" (Argentina)	Telescopio 2,1 m
EDUARDO MARTIN GUERRERO	18-30/10	Obs. de Mauna Kea (Hawai, EEUU)	Telescopio Keck
	28/11-5/12	NASA, (Orlando, Florida, EEUU)	IRTF control remoto
VICTOR SANCHEZ BEJAR	19-23/10	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m
SUSANA IGLESIAS	22-24/10	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m

DISTINCIONES

Premio “Canarios del Mundo”

El Instituto de Astrofísica de Canarias fue galardonado, el pasado mes de abril, con uno de los Premios de las Artes y de la Ciencia “Canarios del Mundo”, en su primera edición, que conceden el Cabildo de Gran Canaria junto al diario El Mundo. El premio consistió en una escultura de la serie “La mirada del horizonte”, realizada en exclusiva por el artista canario Martín Chirino. En nombre del IAC, recogió el premio su Subdirector, Carlos Martínez Roger.

Los Premios de las Artes y de la Ciencia “Canarios del Mundo” constituyen el reconocimiento a la labor de personas y colectivos que con su actividad hayan contribuido a difundir los valores de la Comunidad Canaria. *“Pocas instituciones de las islas –señala el diario El Mundo- han alcanzado tanta relevancia fuera del archipiélago como el Instituto Astrofísico de Canarias, un organismo que, desde su sede en la Universidad de La Laguna y sus centros de observación en las cumbres de La Palma y Tenerife, han sacado todo el partido científico posible a las espectaculares condiciones del cielo de Canarias”.* Es éste un reconocimiento a la labor investigadora del IAC, pero también a sus esfuerzos por desarrollar tecnología, formar al personal y divulgar los conocimientos.

Otros galardonados fueron el pintor Cristino de Vera, el poeta Andrés Sánchez Robayna, el cineasta Damián Perea y la Orquesta Filarmónica de Gran Canaria.



Foto de grupo: de izquierda a derecha, Alfonso de Salas, presidente de Unedisa; el poeta Andrés Sánchez Robayna; el presidente del Cabildo de Gran Canaria, José Manuel Soria; el director de orquesta Pedro Halffter, el director de cine Damián Perea; el pintor Cristino de Vera; el subdirector del IAC, Carlos Martínez Roger; y el director de El Mundo, Pedro J. Ramírez. Foto Jaime Villanueva y Antonio Heredia.
A la derecha: Escultura de la serie “La mirada del horizonte”, realizada por el artista canario Martín Chirino.

La revista digital “caosyciencia.com”, editada por el IAC, ha sido galardonada con el premio Prisma al “mejor trabajo multimedia” dedicado a la divulgación científica, por la Casa de las Ciencias de la Coruña en su XVIII Convocatoria. El trabajo fue presentado por Annia Domènech, del Gabinete de Dirección del IAC, y fue premiado *“por la variedad de sus contenidos, que abarcan muy diversas ramas de la ciencia, el rigor y al tiempo el equilibrio informativo y divulgativo, la gran calidad de las ilustraciones que complementan a los textos y por haber conseguido un importante grado de implicación de los investigadores en tareas de divulgación”.*

El Jurado estuvo compuesto por Manuel Toharia, director del Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia y por delegación del Alcalde de La Coruña; Miguel Barral, periodista científico; Fernando Garrido, miembro de la Junta Directiva de la Asociación de Amigos de la Casa de las Ciencias; Nieves Gordón, responsable de comunicación y gestión del Planetario de Pamplona; Horacio Naveira Fachal, Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidade da Coruña; Gemma Revuelta, subdirectora del Observatorio de la Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra; y Javier Sampedro, periodista científico del diario El País. La entrega del premio tuvo lugar el pasado 12 de noviembre y fue recogido por Annia Domènech en nombre del IAC.



Universidad de La Laguna.

Se obtiene tras superar una evaluación muy detallada del nivel científico del programa, contenidos, estructura y objetivos, prestando especial atención a la calidad de la docencia impartida y de los proyectos de investigación ofertados, currículum investigador de los profesores, porcentaje de estudiantes que, efectivamente, concluye sus estudios de tercer ciclo respecto al total de inscritos, cantidad y calidad de las tesis doctorales producidas, así como movilidad en profesores y alumnos, entre otros aspectos. La mención faculta para participar en la obtención de ayudas a la movilidad de profesores y estudiantes en las convocatorias específicas que realiza el Ministerio para este fin.

Además, los programas de doctorado que han obtenido esta mención figuran en una relación de "Programas de Doctorado de Calidad" de las universidades españolas, que constituye un referente de garantía de calidad para la participación en los programas nacionales de subvenciones y ayudas competitivas, en la convocatoria de becas de postgrado, así como en la cooperación con otras instituciones nacionales o internacionales.

E s



de señalar que esta "Mención

de Calidad" se otorga a un reducido número de los programas de doctorado de toda España.

Premio al Telescopio Liverpool

En noviembre de 2005, la Universidad John Moores de Liverpool (Reino Unido), que opera el telescopio Liverpool, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), recibió uno de los premios a la educación más prestigiosos del Reino Unido por su excelencia astronómica y su compromiso científico con el público. Estos premios (Queen's Anniversary Prizes for Further and Higher Education), que son otorgados cada dos años, tienen el objetivo de reconocer y premiar la aportación económica, cultural, intelectual y social de las universidades británicas al Reino Unido. El premio fue concedido a la Universidad John Moores en Liverpool específicamente por el desarrollo de telescopios terrestres de gran tamaño y sofisticación, que están aportando nuevos campos de investigación a los astrónomos profesionales, así como por la aplicación creativa de esta tecnología en sus cursos de formación y en el programa National Schools' Observatory, una herramienta para revelar las maravillas del Universo a escolares en el Reino Unido.

MEMORIA
2005 IAC

Nombramiento de "Commendatore"

242

El presidente de la República Italiana, Carlo Azeglio Ciampi, ha concedido la condecoración de "Commendatore" de la Orden de la "Stella della Solidarietà Italiana" al Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Francisco Sánchez. Esta Orden otorga sus condecoraciones a personas que se distinguen por sus méritos personales y que además han mostrado especial amistad y colaboración activa con Italia. En este caso se reconoce el valor de la colaboración en el campo de la astrofísica entre Italia y Canarias, especialmente entre el Instituto de Astrofísica de Canarias y el Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), que se ha hecho efectiva a través del Telescopio Nazionale Galileo (TNG) perteneciente a Italia y situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma, y del telescopio Themis, un consorcio francoitaliano, instalado en el Observatorio del Teide, en Tenerife. Esta colaboración ha permitido, también, un frecuente intercambio de estudiantes, becarios e investigadores entre Italia y Canarias.

La entrega de la condecoración tuvo lugar en un acto celebrado en la Nueva Sede del Consulado

El IAC ya recibió en 2003 el Premio "Prisma Especial del Jurado" en la XVI Convocatoria de los Premios Prismas "Casa de las Ciencias" a la Divulgación Científica, "por significar un modelo de cómo puede hacerse ciencia sin perder de vista los intereses de la ciudadanía, su preocupación por la divulgación y su interés por comunicarse con la sociedad a través de exposiciones, revistas digitales, programas de radio y muchas otras actividades".

Página Web de la revista digital "caosyciencia": <http://caosyciencia.com/>

Premio a "La ciudad relativa"

El corto de divulgación "La ciudad relativa", producido por el Gabinete del IAC, ha sido premiado en el Festival Anual "Pirelli International Award 2005". Este concurso, organizado por el grupo Pirelli para conmemorar el "Año Mundial de la Física", consistía en un trabajo multimedia que explicara la Teoría Especial de la Relatividad de Einstein en 5 minutos. El trabajo, realizado por Iván Jiménez Montalvo e Inés Bonet Márquez, del Gabinete de Dirección del IAC, fue galardonado con un "premio especial al producto más televisivo". El premio consistió en una condecoración en oro y fue recogido por sus autores en nombre del IAC.

Al Pirelli Relativity Challenge se presentaron cerca de 250 trabajos de más de 40 países y participaron cerca de medio centenar de universidades e institutos de Física de todo el mundo. Los finalistas fueron evaluados por un jurado formado por el matemático y divulgador Piergiorgio Odifreddi, el Director del Zurich Technological University Konrad Osterwalder, el Presidente de CNR (Italian National Research Council) Fabio Pistella, el sociólogo de la ciencia Massimiano Bucchi y la estudiante Maria Nicolaci.

La ceremonia tuvo lugar en el "Telecom Italia Future Centre" de Venecia el pasado 1 de diciembre y fue retransmitida por Internet dentro de los actos de clausura del "Año Mundial de la Física" organizado por el CERN (European Organization for Nuclear Research) de Ginebra.

Enlace al vídeo "La ciudad relativa": <http://www.iac.es/gabinete/video/relatividad/relatividadespecial.wmv>

Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia

El Programa de Doctorado Interdepartamental "Física del Cosmos", impartido en la Universidad de La Laguna (Tenerife) obtiene, por tercer año consecutivo, la "Mención de Calidad" otorgada por el Ministerio de Educación y Ciencia.

Esta mención constituye un reconocimiento de la solvencia científico-técnica y formadora de este programa de doctorado, así como de los grupos o Departamentos que participan en el mismo, que son el Instituto de Astrofísica de Canarias y los Departamentos de Astrofísica y Física Fundamental II de la

*De izquierda a derecha:
Cónsul General de Italia en Madrid,
Sergio Barbanti,
Director del IAC,
Francisco Sánchez,
Cónsul en S/C de Tenerife,
Silvio Pelizzolo.*



MEMORIA
IAC 2005

243

VISITANTES

El IAC y sus Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos constituyen un obligado punto de encuentro de la comunidad astronómica internacional y, por ello, anualmente reciben visitas de científicos (también de ingenieros y técnicos) procedentes de todo el mundo. Muchos de ellos vienen a observar con los telescopios instalados en los Observatorios, tras haber solicitado y conseguido el tiempo de observación que asignan los comités correspondientes. Otros vienen a colaborar con el personal del Instituto que trabaje en su mismo campo, a impartir un curso o a dar una charla. Todos los años se celebran, además, varias reuniones científicas, a las que acuden cientos de participantes, de modo que el número de visitas se incrementa notoriamente.

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
DAVID SALABERT	9-23/1	High Altitude Observatory (EEUU)
MARTÍN LÓPEZ CORREDOIRA	11-16/1	Univ. Basel (Suiza)
VÍCTOR DEBATTISTA ENRICO M. CORSINI	17-23/1	Univ. de Washington (EEUU)
KLAUS GALSGAARD	22-29-1	Niels Bohr Inst., Copenhague (Dinamarca)
LEONEL GUTIÉRREZ	24-29/1	UNAM (México)
VICENTE DOMINGO CODOÑER	27-28/1	Univ. de Valencia
JAN JURCAK	28/1-11/2	Academia de Ciencias (República Checa)
BELÉN LÓPEZ MARTÍ	2-5/2	Univ. de Barcelona
ALEXEI V. MOISEEV	11-18/2	Special Astrophysical Observatory Russian Academy of Sciences (Rusia)
NICOLAS DESCHARMES	13-19/2	ENSSAT (Francia)
LUKA POPOVIC	15/2-1/3	Obs. de Belgrado (Serbia y Montenegro)
VICENTE QUILLIS QUILLIS	19-23/2	Univ. de Valencia
LICAI DENG	21-23/2 26/2-3/3	Academia de Ciencias (China)
MARC VALLBE	26/2-14/3	Univ. de Durham (Reino Unido)
ROSARIO LÓPEZ HERMOSO	1-8/3 14-15/7 18-19/12 22-23/12	Univ. de Barcelona
IBALLA CABELLO	13-19/3 27/3-9/4	GACE, Univ. de Valencia
JEAN GAY FIX SCHMIDER CÉDRIC JACOB	27-28/3	UNSA (Francia)
MARK WESTMOQUETTE	28/3-12/4	University College, Londres (Reino Unido)
MIRIAM GARCIA	29/3-1/4	Univ. Johns Hopkins (EEUU)
FRANK KNEER	6-22/4	Univ. de Gottingen (Alemania)
CEDRIC JACOB	11-12/4	Univ. de Niza (Francia)
ENRICO MARIA CORSINI	18-20/4	Univ. de Padua (Italia)
ARNOLD HANSLMEIER INES KIENREICH	22-29/4	IGAM (Austria)
EDUARDO SIMONNEAU	25/4-23/6 8-13/11 21/11-11/12	Inst. de Astrofísica de París (Francia)
RUBÉN DÍAZ	5-9/5 13-23/5	Obs. de Córdoba (Argentina)
JUAN ZOREC	6-9/5	Inst. de Astrofísica de París (Francia)
DEAN YI CHOU	8-9/5	Univ. de Taiwán
MICHELLE MURRAY	8-15/5	Univ. St. Andrews (Reino Unido)
M. ROSA ZAPATERO OSORIO	10-13/5 8-11/11	LAEFF-INTA (Madrid)
GUILLÉN ANGLADA	10-13/5	IAA, Granada

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
OSCAR STRANIERO	10-14/5	Obs. de Teramo (Italia)
FERNANDO ATRIO BARANDELA	13-23/5	Univ. de Salamanca
DAVID SALABERT	29/5-6/6 8-12/6	HAO, Boulder (EEUU)
RUDOLF CENRINK MAURICE TEUWEN	1-8/6	CSEM (Suiza)
JOHN ALLISON	1-10/6	Univ. de Birmingham (Reino Unido)
PAOLA CAPPONI	6-17/6	Univ. de Sevilla
IGOR DROZDOVSKY	9-24/6	CALTECH (EEUU)
STEFANO BERNABEI	11-20/6	Obs. de Bolonia (Italia)
SOFÍA ARAUJO BETANCOR	14-28/6	STSCI (EEUU)
YAKIV PAVLENKO	19-27/6 1-2/7	Univ. de Hertfordshire (Reino Unido)
RENZO RAMELLI	20/6-6/7	Inst. Ricerche Solari Locarno (Suiza)
ANNIQUE LERNORZER	21/6-5/7	Univ. de Amsterdam (Países Bajos)
JULIO RAMÍREZ MONCEF DEROUVICH	25/6-7/7	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
JAVIER PACHECO	27-29/6	Univ. de Alcalá de Henares, Madrid
NUNE SANTOS	4-8/7	Obs. de Lisboa (Portugal)
SERGIO SOUSA	4-16/7	Obs. de Lisboa (Portugal)
RYOHEI KANO	6-7/7	N.A.O.J. (Japón)
MATTEO MONELLI	11-25/7	Obs. de Roma (Italia)
DANIEL MIRALLES CABALLERO	12-13/7	Univ. de Valencia
MAITE BELTRÁN	14-15/7	Univ. de Barcelona
PETER PHILLIPS	15-29/7	Univ. de Guadalajara (México)
M. A. SANCHEZ CONDE	18-31/7	IAA, Granada
YASER HAFEZ	26/7-2/8	Jodrell Bank (Reino Unido)
CHRISTIAN COUTARD	26/7-3/8	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
MARTÍN GUERRERO	27-31/7	IAA, Granada
JOHAN KNAPEN	2-3/8	Univ. de Hertfordshire (Reino Unido)
GILBERT CHAMBE	4-5/8 12-14/8	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
ETIENNE PARIAT	24-25/8	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
EDUARDO TELLES	4-10/9	Obs. Nacional (Brasil)
CAROL KEHRIG	7-10/9	IAA, Granada
ERNESTO RODRÍGUEZ FLORES	9-16/9	IGA (Cuba)
KATIA GANDA	19/9-3/10	Kapteyn Inst. (Países Bajos)
LUCA LAMAGNA	21-28/9	Univ. La Sapienza, Roma (Italia)
ROSER PELLÓ SEBASTIEN BARATCHART SYLVIE BRAN-NOGUE	27-30/9	LAOMP Toulouse (Francia)
PABLO D'AVANZO	27/9-4/10	Univ. Merate, Milán (Italia)
ISABELLE SURDEJ	29/9-30/9	ESO, Garching (Alemania)
THIJJ VAN DER HULST	12-13/10	Obs. de Gröningen (Países Bajos)
ROBERT GREIMER LAWRENCE SABIN	17-20/10	ING (La Palma)
QUENTIN PARKER	17-19/10	Univ. Mcquairry (Australia)
CARLOS ABAD	18-21/10	CIDA (Venezuela)
MEIR SEMEL	22/10-2/11	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
JULIO RAMÍREZ	22/10-6/11	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
RACHEL HIGGINS	25/10-1/11	Univ. Kingston, Londres (Reino Unido)

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
JULIUS KOZA	1-2/11	Univ. de Utrech (Países Bajos)
LUIS GOICOECHEA	6-11/11	Univ. de Cantabria
OSCAR STRANIERO MIRIAM CENTURION	8-12/11	Obs. de Teramo (Italia)
ROGER OLIVA	11-14/11 12-20/12	Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña
ANDREZJ BARAN	15-24/11	Torun Centre For Astronomy (Polonia)
SYLVAIN PAN	17-21/11	Obs. de París (Francia)
WALTER BOSCHIN	17-24/11	ING (La Palma)
EDUARDO COSTA	20-21/11	Obs. de París (Francia)
PETER DETTORI	22-23/11	Royal Academy of Sciences (Suecia)
GUILLERMO GONZÁLEZ CASADO	22/11-12/12	Univ. Politécnica de Cataluña
ROB JEFFRIES JOHANNA ASHMELL	28-29/11	ING (La Palma)
MICHAEL BEASLEY	29/11-20/12	Ooolick Obs. (EEUU)
JORIK VINK	30/11-2/12	Keele University, England
CRISTIANO DE ROCHA	1-6/12	Institut Für Astrophysic
ANDREW CARDWELL	3-4/12	ING (La Palma)
CARLOS GONZÁLEZ MORCILLO	16-17/12	Univ. de Castilla-La Mancha
UMUT YILDIZ REYNIER PELETIER	19-20/12	Kapteyn Inst., Groningen (Países Bajos)
IBALLA CABELLO	12-24/12	Univ. de Valencia

Y ADEMÁS

Aparte de científicos, ingenieros y técnicos, el IAC y sus Observatorios también reciben otro tipo de visitas institucionales y con fines diversos, algunas de las cuales se destacan a continuación:

Visita del Comité de Dirección de la revista *Astronomy & Astrophysics*

El pasado mes de mayo se reunió en Tenerife el "Board of Directors" (Comité de Dirección) de la revista científica *Astronomy & Astrophysics* por invitación del IAC. En esta revista se publican una parte importante de los resultados de investigación de este Instituto.

La revista, que fue creada y es dirigida mayoritariamente por países europeos; se encuentra entre las tres revistas científicas de Astrofísica más importantes en el mundo. España es uno de los países promotores. Fernando Moreno Inertis, investigador del IAC y catedrático de la Universidad de La Laguna, es miembro del Comité de Dirección de la revista y fue el responsable principal de la organización de esta reunión.

MEMORIA
2005 IAC

Visita de ganadores del concurso "Cuando la luna se esconde"

246 En mayo, los alumnos ganadores del concurso "Cuando la luna se esconde" de 2004 visitaron el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma.



NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
D. WILLIAM SMITH	1/4	Presidente de AURA
D. MARK PELOW	6/4	Revista NATURE
D. ÁNGEL ORENES CAYUELA D. ÁNGEL L. MORATILLA RAMOS DÑA. CARMEN RODRÍGUEZ AGUSTÍN D. JOSÉ TORRES RIERA DÑA. LOLA SABAU GRAZIATI	14-15/4	Subdirector General de Investigación y Programas INTA Subdirector General de Experimentación y Certificación INTA Subdirectora General de Relaciones Institucionales INTA Director Dpto. de Ciencias Espaciales y Tecnologías Electrónicas INTA Jefe Área de Cargas Útiles e Instrumentación INTA
DÑA. MARÍA TERESA DÍEZ ITURRIOZ	25-27/5	Subdirectora General de Coordinación de los Organismos Públicos de Investigación del MEC
D. STEPHEN BENKA	31/8	Editor Jefe de la Revista PHYSICS TODAY
D. JUAN CARLOS COMA SANMARTÍN D. HENNING JORGENSEN D. LEIF HELMER D. MIKE IRWIN D. DAFYDD EVANS D. JOSÉ L. MUIÑOS	8-9/9	Director y Real Instituto y Observatorio de la Armada Miembros del Comité de Dirección del telescopio Círculo de Tránsitos Automático
D. TOMÁS P. DE MIGUEL DÑA. ESTHER ROBLES	12-14/10	Director de la Red IRIS
D. JOSÉ MANUEL BOLADO SOMOLINOS D. JOSÉ MARÍA IVÁÑEZ GIMENO DÑA. ELENA RUIZ CASCALES	17-21/10	Inspector General de Servicios del MEC Inspector General de Servicios de la Administración del Estado del MAP Coordinadora de Programas de Actuación del MAP
D. YONGHENG ZHAO D. LICAI DENG D. TIYU GAO D. GUOXUAN DONG D. PEIWEN JI	20/10-5/11	Chinese Academy of Sciences The National Natural Science Foundation of China
D. JAN A. C. VAN DE DONK	18/10	ESO Council y Ministerio de Educación y Ciencia de Holanda
D. LUIS ÁNGEL URGOITI	3/11	Telefónica Móviles. Director Territorial para Canarias
D. FÉLIX AYALA FONTE D. VICENTE GUILLÉN IZQUIERDO D. JUAN JOSÉ ORTIZ PÉREZ D. LUIS ARAGONÉS DELGADO DE T. D. PERE MACÍAS I ARAU D. VÍCTOR BRAVO DURÁN	5/11	Senadores
D. MATEO VALERO D. SERGI GIRONA D. JOSÉ MARÍA CELA D. GUILLAUME HOUZEAUX D. JESÚS LABARTA D. FELIPE LOZANO	11-13/12	Director y otros miembros de Barcelona Supercomputing Center
D. MOGEGE MOSIMEGE DÑA. BONGI MKHIZE	13-14/12	Gobierno de Sudáfrica. Departamento de Ciencia y Tecnología
D. ESTEBAN MANRIQUE		Sudirector General de Programas y Organismos Internacionales del MEC
Miembros de la Asociación para el Progreso de la Dirección	14/12	

ORGANIZACIÓN Y PERSONAS

Administraciones Públicas: Estudiar, comprender y dominar los fundamentos de la gestión económico-financiera de las Administraciones Públicas. El curso fue impartido por el Institute for International Research, durante los días 18 y 19 de noviembre y asistieron 15 personas.

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Formación Continua* son: M. Ávila Miranda y A. Ruigómez (CD); E. Torres y L. Calero (CE).

ACCIÓN SOCIAL

Se continuó el Plan de Acción Social 2005. La Comisión Paritaria de Acción Social se reunió en dos ocasiones.

El presupuesto para 2005 fue de 54.180 €, habiéndose concedido ayudas por el importe total del presupuesto. Las ayudas del Plan de acción Social del IAC comprenden:

- Ayuda de estudios: matrícula universitaria y formación profesional
- Ayuda guardería/ciclo infantil
- Ayuda material escolar
- Ayuda médica: óptica
- Ayuda médica: ortopedia y audífonos
- Ayuda médica: tratamientos bucodentales
- Ayuda para cuidado mayores de 70 años y cuidado familiares con minusvalía
- Ayuda por jubilación
- Ayuda por matrimonio y nacimiento/adopción de hijos

Los miembros de la *Comisión Paritaria de Acción Social* son: R. Arnay y A. Ruigómez (CD); L. de Araoz y N. Villoslada (CE).

SEGURIDAD Y SALUD

En noviembre de 2004 se procedió a la contratación de la Mutua de Accidentes de Trabajo FREMAP como Servicio de Prevención y vigilancia de la salud. Con motivo de ello desde dicha fecha se ha revisado todo el sistema de seguridad y salud, habiéndose elaborado los siguientes documentos principales del sistema de prevención:

- Declaración de la Política Preventiva del IAC
- Plan de Prevención de Riesgos Laborales en el IAC
- Funciones y Responsabilidades en Prevención de Riesgos Laborales en el IAC
- Programación de la Prevención
- Protocolo para Casos de Embarazo
- Evaluación de Riesgos en la Sede

- Evaluación de Riesgos en el Observatorio del Teide
- Evaluación de Riesgos en el Observatorio del Roque de los Muchachos
- Evaluación de Riesgos en el Centro de Astrofísica de La Palma
- Informe de ruidos, protectores auditivos e iluminación en el Taller de Mecánica

Los miembros del *Comité de Seguridad y Salud* son: A. Ruigómez, G. Pescador y L. Manadé (CD); P. Redondo, J. Olives y S. López González-Coviella (CE).

CALIDAD/EFQM

Comunicación Interna

Durante 2005 se firmó un convenio con la Universidad de Deusto con los siguientes objetivos:

- Diagnóstico de la situación en determinados factores de innovación del IAC.
- Recibir formación y asesoramiento para la puesta en práctica de las dimensiones y factores seleccionados por el IAC para su gestión y mejora.
- Colaboración en la puesta en marcha de determinados planes de acción.

Fruto de dicha colaboración fue la aprobación por el Comité de Dirección (18/05) de los Principios y Objetivos del Plan de Comunicación Interna del IAC.

En el segundo semestre de 2005 se elaboró y realizó una encuesta de clima de la Comunicación Interna del IAC, con el fin de en 2005 incluir en el Plan de Actuación, el estudio y elaboración concreto del Plan de CI y su implantación a lo largo del año.

CONCIERTO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN PARA LA FORMACIÓN EN CENTROS DE TRABAJO

Se cumple el duodécimo año consecutivo de estos conciertos de colaboración IAC-Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Durante el 2005 se firmaron dos conciertos específicos para la formación en centros de trabajo, que permitieron que dos estudiantes realizaran su periodo de prácticas en el IAC.

Se incorporaron al Taller de Mecánica:

A. Ruigómez.
L. Manadé.

PERSONAL FUNCIONARIO

Ofertas Empleo Público

Durante 2005 se convocaron y resolvieron dos plazas de Investigador Titular de OPIs correspondiente a la oferta de 2004 de la Escala de Astrofísicos de la Comunidad Autónoma de Canarias.

PERSONAL LABORAL

Durante 2005 se convocaron diversos procesos selectivos para cubrir ocho plazas vacantes de personal laboral, cuatro plazas de personal acogido a Convenio (2 Administrativos, 1 Técnico de Sistemas Junior y 1 Secretaria) y otras cuatro de personal laboral fuera de Convenio (1 Administrador Observatorio-ORM, 1 Gerente Operacional y 2 Ingenieros Senior). Todas ellas fueron cubiertas mediante contratos de interinaje por vacante. Previsiblemente en 2006, se procederá a la provisión definitiva con personal laboral fijo de estas plazas de personal laboral temporal.

También se convocaron diversos procesos selectivos para cubrir plazas de personal laboral fijo mediante promoción profesional. Tres de ellas de personal laboral acogido a Convenio mediante el correspondiente turno de promoción interna (1 Jefe de Taller, 1 Administrativo y 1 Técnico de Taller), y 10 plazas, correspondientes a personal laboral fuera de Convenio (1 Gerente, 1 Jefe de Departamento y 8 Ingenieros Senior).

El número de total de vacantes gestionadas fue 21.

Este año el IAC tramitó a través de la Subdirección de Coordinación de los Organismos Públicos de Investigación (MEC) y de la Subdirección General de Planificación y Estudios de Recursos Humanos (MAP) toda la contratación laboral de carácter temporal, bien a través del CUPO aprobado a inicios de año, bien a través de solicitud de autorizaciones específicas ante necesidades que fueron surgiendo a lo largo del año, cumpliéndose los objetivos previstos.

FORMACIÓN CONTINUA

Se continuó el esfuerzo formativo mediante el desarrollo del Plan de Formación Continua del IAC aprobado por el INAP.

Se impartieron 8 cursos dentro del Plan de Formación Continua subvencionado por el INAP:

- Gestión del tiempo: Adquirir la formación básica para la correcta gestión del tiempo como herramienta para una buena organización de la jornada laboral y la distribución de tareas y agendas.

- Curso básico de MATHCAD: Introducción y desarrollo de las técnicas básicas del software matemático MathCad. El curso fue impartido por ADDLINK (A. Molina), del 12 a al 15 de diciembre y asistieron 9 personas.

- Curso avanzado de MATHCAD: Introducción y desarrollo de las técnicas avanzadas del software matemático MathCad. El curso fue impartido por ADDLINK (A. Molina), del 12 a al 15 de diciembre y asistieron 9 personas.

- Gestión de Personal en el IAC: Perfeccionar y mejorar la gestión de personal en el IAC para lograr una mayor eficiencia y cumplimiento de la normativa vigente en esta materia, incluida la contratación de naturaleza laboral, haciendo especial hincapié en el régimen jurídico del IAC y sus peculiaridades (RD 7/1982 de 30 de abril). El curso fue impartido por F. Martín Izquierdo, durante los días 28 de noviembre, 20 y 21 de diciembre y asistieron 10 personas.

- Rozamientos de precisión FAG AC/SP: Aprendizaje y destreza en Rozamientos de súper precisión GAF AC/SP. El curso fue impartido por Boada Industrial (E. Vial) / INA-FAG (O. Iglesias) en octubre y asistieron 15 personas.

- Selección de Recursos Humanos: La selección en las Administraciones Públicas debe desarrollarse en el marco del respeto a una serie de principios establecidos por la Constitución y las normas reguladoras de los procesos selectivos, que condicionan y determinan la selección entre los distintos candidatos. El curso fue impartido por F. Martín Izquierdo, durante los días 12, 13 y 15 de septiembre y asistieron 10 personas.

- Trabajo en Equipo: Conocimiento de los grupos de trabajo, de su funcionamiento y de las técnicas para su desarrollo orientados a la consecución de mejoras y resultados.

- Formación financiera para técnicos de las

- N. Quintana Ramos, del IES Virgen de Candelaria.
- D. Quintero Díaz, del IES Oscar Domínguez.

La experiencia, al igual que en años anteriores ha sido muy positiva.

PRIMERA JUBILACIÓN EN EL IAC: HOMENAJE A JUAN RUIZ AGÜÍ

Juan Ruiz Agüí nació en Granada, ciudad en la que estudió bachillerato. Obtuvo su titulación de ingeniero superior aeronáutico en la Universidad Politécnica de Madrid, en el año 1966. También se licenció en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense. Comenzó su trayectoria profesional en la empresa "Aeronáutica Industrial, S.A." (Madrid). Durante los cinco años que dedicó a esta empresa, desempeñó distintos puestos en varios departamentos; trabajó en Aprovisionamientos, Asistencia Técnica y Dirección Técnica y Proyectos.

En el año 1971 llegó a Tenerife. Como muchas veces sucede, la razón tras esa decisión no fue profesional sino personal. Vino a esta isla como delegado de la empresa "Ibérica de Montajes, S.A." y volvió a redefinir su futuro. Tras su paso por esta empresa, fue gerente de "Duque y Martínez, S.A.". Desde 1974 hasta 1982 trabajó en el Cabildo de Tenerife como funcionario ingeniero de la Oficina de Promoción Industrial. Fue en esa época cuando comenzó a colaborar con Francisco Sánchez, estableciéndose un estrecho vínculo. Desde su puesto en el Cabildo y la Mancomunidad de Cabildos de Santa Cruz de Tenerife, Juan Ruiz apoyó las iniciativas promovidas por el Prof. Sánchez encaminadas a configurar el Instituto de Astrofísica de Canarias.



En 1982 solicitó una excedencia voluntaria como funcionario para dedicarse en el sector privado a la creación de empresas en el sector industrial y en el turístico. En 1986 se incorporó al Instituto

de Astrofísica de Canarias como Gerente Operacional, puesto en el que ahora se jubila.

El Quijote de regalo

Con motivo del 400 aniversario de El Quijote, Juan Ruiz Agüí quiso dejar como recuerdo de su paso por el IAC un ejemplar de esta "inmortal y genial obra", que entregó al Director, Francisco Sánchez, invitando a "buscar en ella lo que une a Canarias -el Jardín de las Hespérides- y la Astronomía en la constelación de Las Pléyades".

También nos dejó la siguiente carta...

A mis compañeros del IAC...

La Laguna, a 31 de marzo de 2005

Mis queridos compañeros:

Jubilarse debería ser, por su etimología, motivo de alegría. Pero si consultamos el Diccionario de la Real Academia también significa "disponer que, por razón de vejez, largos servicios o imposibilidad, y generalmente con derecho a pensión, cese el funcionario civil en el ejercicio de su carrera o destino". Creo que es éste el auténtico significado de la jubilación. Soy el primer jubilado del Instituto. Hoy par mí es inevitable sentir nostalgia, recordar muchas cosas, hacer un examen de conciencia sobre mi trabajo y pedir perdón por las cosas que no he sabido hacer bien.

Mis principales recuerdos son para aquellos compañeros que dejaron antes esta vida y que tanto significaron para el IAC, para Carlos Sánchez Magro, Félix Herrera Caballero, Pedro Martín Buenafuente, Montserrat Anguera y Fernando Cabrera Guerra. También a aquellos otros ya fallecidos que desde fuera tanto hicieron por su creación, con especial

MEMORIA
2005 IAC

250



En las fotos distintos momentos del homenaje a Juan Ruiz Agüí.

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 (UL)

Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CLT)
Robert Campbell Warden (CL)

GABINETE DE DIRECCIÓN

Jefe del Gabinete

Luis A. Martínez Sáez (CL)

Secretaría

Ana M. Quevedo González (CL)
Eva Untiedt Lomo (CLT)

Asesor científico

Luis Cuesta Crespo (CLT)

Jefa de Ediciones

Carmen del Puerto Varela (CL)

Soporte

Concepción Anguita Fontecha (CLT)

Natalia Ruiz Zelmanovitch (CLT)

Becarios

Inés Bonet Márquez (V)
Iván Jiménez Montalvo (V)
Karin E. Ranero Celius (V)

Eva Rodríguez Zurita (V)
Patricia Ruigómez Lobato (V)
Laura Ventura (V)

SUBDIRECCIÓN

Subdirector

* Carlos Martínez Roger (PO)

ORGANIZACIÓN Y PERSONAS

Alfonso Ruigómez Momeñe (CL)

Luis Manadé Borges (CL)

OFICINA EJECUTIVA DE LA RED EUROPEAN NORTHEN OBSERVATORY (ENO)

Jesús Burgos Martín (CL)

BIBLIOTECA

Documentalista/Encargada

Monique María Gómez (CL)

Gestión Administrativa

Lourdes Abellán García (CL)

Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)

Jefe

Jesús Burgos Martín (CL)

Gestión Administrativa

M. Belén Peyró Outeiriño (CLT)

Ingenieros

Laura Calero Hernández (CLT)

Anselmo C. Sosa Méndez (CLT)

M. Alejandra Martín Gálvez (CLT)

Becario

Jorge Quintero Nehrkorn (V)

SERVICIOS INFORMÁTICOS COMUNES (SIC)

Jefe

* Antonio Jiménez Mancebo (PO)

Secretaría

M. Adela Rivas Fortuna (CL)

DEPARTAMENTO DE REDES Y COMUNICACIONES (DRC)

Ingenieros

Susana Delgado Marante (CL)
Jorge Goya Pérez (CLT)

Carlos A. Martín Galán (CL)
Diego M. Sierra González (CL)

Técnico

Irene Corona Hernández (CL)

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y SOFTWARE (DSS)

Ingenieros

Antonio J. Díaz Chinaa (CL)
Justo Luna López (CLT)

Francisco Orta Soler (CLT)
Estrella Zatón Martín (CL)

Técnicos

Héctor J. Hernández Hernández (CL)
Francisco J. López Molina (CL)

Víctor Plasencia Darías (CL)

DEPARTAMENTO DE BASES DE DATOS (DBD)

Ingenieros

Ricardo Díaz Campos (CLT)

Carlos Westendorp Plaza (CLT)

Técnico

Manuel Ramos Aguilar (CL)

SERVICIO DE OPERACIONES + CAU

Técnicos

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CL)
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CLT)

Isabel M. Plasencia García (CL)

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Coordinador

* Artemio Herrero Davó (UL)

Gerente

Irene Fernández Fuarrós (CLT)

Secretaría

Judith de Araoz Vigil (CL)

Eva Patricia Bejarano Padrón (CLT)

Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Jefe

Nicola Caon (CLT)

Soporte

Manuel Ángel de Vicente Garrido (CLT)

Jorge Andrés Pérez Prieto (CLT)

OPERACIONES TELESCÓPICAS

Jefe

Alejandro Oscoz Abad (CLT)

Astrónomos de Soporte

Gabriel Gómez Velarde (CLT)

José Miguel González Pérez (CLT)

Luis López Martín (CLT)

Alfred Rosenberg González (CLT)

Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)

Santiago López González-Coviella (CL)

Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

Operadores

Cristina Abajas Bustillo (CLT)

Sergio Fernández Acosta (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)

Rafael Rodolfo Kever (CLT)

Antonia M. Varela Pérez (CL)

PERSONAL INVESTIGADOR

Profesor visitante

Guido Ceppatelli (V)

Astrofísicos

- * José Antonio Acosta Pulido (V)
- * Antonio Aparicio Juan (UL)
- * M. Jesús Arévalo Morales (UL)
- * Marc Balcells Comas (PO)
- * John E. Beckman (CSIC)
- * Juan A. Belmonte Avilés (PO)
- * Juan E. Betancort Rijo (UL)
- * José Antonio Bonet Navarro (PO)
- * Jorge Casares Velázquez (PO)
- * Manuel Collados Vera (UL)
- * César Esteban López (UL)
- * Ignacio García de la Rosa (PO)
- * Francisco Garzón López (UL)
- * Jesús González de Buitrago Díaz (UL)
- * Ignacio González Martínez-Pais (UL)
- * Jesús Jiménez Fuensalida (PO)
- * Carlos Lázaro Hernando (UL)
- * Antonio Mampaso Recio (PO)
- * Arturo Manchado Torres (CSIC)
- * Eduardo Martín Guerrero de Escalante (PO)
- * Valentín Martínez Pillet (PO)
- * Evencio Mediavilla Gradolph (UL)
- * Fernando Moreno Insertis (UL)
- * Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
- * Pere Lluís Pallé Manzano (PO)
- * Ismael Pérez Fournon (UL)
- * Fernando Pérez Hernández (UL)
- * Almudena Prieto Escudero (PO)
- * Mercedes Prieto Muñoz (UL)
- * Rafael Rebolo López (CSIC)
- * Clara Régulo Rodríguez (UL)
- * Teodoro Roca Cortés (UL)
- * José Miguel Rodríguez Espinosa (PO)
- Inés Rodríguez Hidalgo (UL)
- * Basilio Ruiz Cobo (UL)
- * Jorge F. Sánchez Almeida (PO)
- * Javier Trujillo Bueno (CSIC)
- * Manuel Vázquez Abeledo (PO)

Becarios y contratados

- Sofía Araujo Betancor (CLT)
- Vasileios Archontis (V)
- Fernanda Artigue Carro (V)
- Andrés Asensio Ramos (CLT)
- Rafael D. Barrena Delgado (CLT)
- Elia Stefano Battistelli (CLT)
- Michael Andrew Beasley (CLT)
- Hervé Bouy (CLT)
- Antonio Luis Cabrera Lavers (V)
- Luz Marina Cairós Barreto (CLT)
- Héctor O. Castañeda Fernández (CLT)
- Julio Alberto Castro Almazán (V)
- Romano Corradi (V)
- Luis Corral Escobedo (V)
- Lucio Crivellari (V)
- Hans Deeg (CLT)
- Carlos José Delgado Méndez (CLT)
- Moncef Devorich (CLT)
- Ithaiza Domínguez Cerdeña (CLT)
- Igor Drozdovsky (CLT)
- Katrina Maxime Exter (CLT)
- M. Carmen Gallart Gallart (CLT)
- Begoña García Lorenzo (CLT)
- Corrado Giammanco (V)
- Antonio César González García (CLT)
- José Nicolás González Pérez (V)
- Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (CLT)
- Evanthia Hatziminaoglou (CLT)
- Sebastián Hidalgo Rodríguez (V)
- Sergi Hildebrandt Rafels (CLT)
- Claudia Höegemann (CLT)
- Susana Iglesias Groth (CLT)
- Garik Israelian (CLT)
- Sebastián Jiménez Reyes (CLT)
- Olena Khomenko (CLT)
- Mark Kidger (CLT)
- Anniqve Lenorzer (CLT)
- Pierre Leisy (V)
- Javier Licandro Goldaracena (V)
- José Alfonso López Aguerri (CLT)
- Martín López Corredoira (CLT)
- Matteo Monelli (CLT)
- Silvana G. Navarro Jiménez (V)
- Ana M. Pérez García (CLT)
- Pablo Rodríguez Gil (CLT)
- Ángeles Rodríguez Hernández (CLT)
- José Alberto Rubiño Martín (CLT)
- Tariq Shahbaz (CLT)
- Víctor Sánchez Béjar (V)
- Rosaria Simoniello (CLT)
- Carrie Trundle (CLT)
- Marc Vallbe Mumbro (CLT)
- Alejandro Vazdekis Vazdekis (CLT)
- M. Rosario Villamariz Cid (V)
- Anthony Robert Watson (V)
- Cristina Zurita Espinosa (CLT)

Colaboradores

- Xavier Calbet Alvarez (V)
- Emilio Casuso Romate (V)
- Bernabé Cedrés Expósito (V)
- Eduardo Delgado Donate (V)
- Carlos Domínguez Tagle (V)
- Antonio Eff-Darwich Peña (V)
- Peña Fabiani Bendicho (V)
- Lester I. Fox Machado (V)
- M. Luisa García Vargas (V)
- Peter Hammersley (V)
- Inés Marques Rodríguez (V)
- Verónica Pabla Melo Martín (V)
- José Manuel Rodríguez Ramos (V)

MEMORIA DE CÁLCULO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo...

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio son:

3. METODOLOGÍA

Se han seguido los siguientes pasos:

1. Recopilación de datos...

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son:

Se han obtenido los siguientes datos:

5. CONCLUSIONES

Se concluye que...

Los resultados indican que...

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda...

Se sugiere...

7. BIBLIOGRAFÍA

Se han consultado las siguientes obras:

Entre ellas se encuentran:

1. Libro de referencia...

2. Documento técnico...

3. Informe de estudio...

4. Artículo científico...

5. Normativa aplicable...

6. Datos estadísticos...

7. Estudios previos...

8. Experiencia propia...

9. Consultas técnicas...

10. Opiniones de expertos...

11. Otros documentos...

12. Fuentes de información...

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Coordinador

* Ramón J. García López (UL)

Secretaría

M. Natividad García Mena (CL)

Rocío Mesa Martínez (CL)

M. Elena Torres Delgado (CL)

INGENIERÍA

Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)

Haresh Mangharam Chulani (CL)

José Miguel Delgado Hernández (CLT)

José Javier Díaz García (CL)

Fernando Gago Rodríguez (CL)

José Vicente Gigante Ripoll (CLT)

Guillermo A. Herrera Carles (CLT)

Roger Hoyland (CLT)

Enrique Joven Álvarez (CL)

Miguel Núñez Cagigal (CLT)

Teodora A. Viera Curbelo (CL)

DEPARTAMENTO DE MECÁNICA

Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

Ingenieros

Sonia Barrera Ordóñez (CLT)

Santiago Becerril Jarque (CLT)

Santiago Alberto Correa Vélez (CLT)

Francisco Javier Fuentes Gandía (CL)

M. Belén Hernández Molina (CLT)

Elvio Hernández Suárez (CLT)

Lorenzo César Peraza Cano (CL)

Jaime Pérez Espinós (CLT)

Pablo Gustavo Redondo Caicoya (CL)

Pablo Saavedra Rodríguez de Palacio (CLT)

Fabio Tenegi Sanginés (CLT)

Becarios

Rene Restrepo Gómez (V)

Pablo Zuluaga Ramírez (V)

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA

Ingenieros

Ana Belén Fragoso López (CL)

Roberto López López (CL)

Luz Marina Montoya Martínez (CLT)

José Luis Rasilla Piñeiro (CL)

DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

Ingenieros

Marta del C. Aguiar González (CL)

M. Francisca Gómez Reñasco (CL)

Alberto Javier Herrera de Lamo (CLT)

Pablo López Ramos (CLT)

José Carlos López Ruiz (CL)

Juan Luis Medina Trujillo (CLT)

Heidy Moreno Arce (CLT)

Esperanza Páez Mañá (CL)

Mónica Sánchez París (CLT)

Becaria

Ruth M. Rodríguez Ramallo (V)

PROYECTOS

Gestores

Ángel Alonso Sánchez (CLT) José Miguel Herreros Linares (CL)
Manuel Amate Plasencia (CL) Liesselotte Jochum (CL)
Carmen M. Barreto Cabrera (CL) Jesús Patrón Recio (CL)
Víctor M. González Escalera (CL) M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)
Juan Carlos González Herrera (CL) Marcos Reyes García-Talavera (CL)

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)

SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECÍFICOS (SIE)

Héctor D. Rodríguez Rodríguez (CL)

TALLER DE ELECTRÓNICA

Técnicos

Roberto Barreto Rodríguez (CL) José Ramón Olives Mora (CL)
Agustín R. Casanova Suárez (CL) Jesús Salvador Rodríguez Díaz (CLT)
Ángel L. Morales Ayllón (CL)

Almacén

J. Gerardo Rodríguez Cándido (CL)

TALLER DE MECÁNICA

Jefe

Francisco Llarena García (CL)

Técnicos

Juan José Dionis Díaz (CL) Esteban González Díaz (CL)
Carlos A. Flores García (CL) Jonay Z. González Noda (CLT)
Higinio Gabino Pérez (CL) Cristóbal Morell Delgado (CL)
Jesús F. García López (CL) Ricardo Negrín Martín (CL)

Almacén

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

Administrador

* Rafael Aray de la Rosa (PO)

Secretaría

Carmen García de Sola Moyano (CL)

Diana C. Paredes Martín (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)

GESTIÓN PRESUPUESTARIA

Ruth Fernández Ribera (CLT)

Sonia Fumero de Sande (CLT)

Nieves S. García Pérez (CL)

M. José González Díaz (CL)

Dionisio Pérez de la Rosa (CL)

Dolores F. Sánchez González (CL)

Carmen Yolanda Zamora Expósito (CL)

TESORERÍA

Lydia de Araoz Vigil (CL)

Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CLT)

José M. Rodríguez Acosta (CL)

PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)

Ana M. Lamata Martínez (CLT)

M. Belén Rodríguez González (CLT)

CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CL)

COMPRAS E INVENTARIO

Otilia de la Rosa Yanes (CL)

A. Delia García Méndez (CL)

DIETAS Y VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

GERENCIA OPERACIONAL

Gerente

Germán R. Pescador Rodríguez (CLT)

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)

Administración

F. Javier Cosme Morán (CL)

Operadoras

Julia M. de León Cruz (CLT)

Lilian de Fátima Domínguez Palmero (CLT)

Mantenimiento

Ignacio del Rosario Pérez (CL)

Enrique Patrón Recio (CL)

Ramón R. Díaz Díaz (CL)

Rafael A. Ramos Medina (CL)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

Administrador

Juan Carlos Pérez Arencibia (CLT)

Administración

Ana Luisa Lozano Pérez (CL)

Nieves Gloria Pérez Pérez (CL)

Mantenimiento

Joaquín Arce Costa (CL)

Jesús M. Mendoza González (CL)

Jorge Gmelch Ramos (CL)

Conductor

José Adolfo Hernández Sánchez (CL)

TOTAL	18	122	130	22	5	23	80	373
-------	----	-----	-----	----	---	----	----	-----

	PO	UL	CSIC	OTROS	TOTAL
PERSONAL FUNCIONARIO *	18	21	5	1	45
PERSONAL NO FUNCIONARIO	-	1	-	327	328
TOTAL	18	22	5	328	373

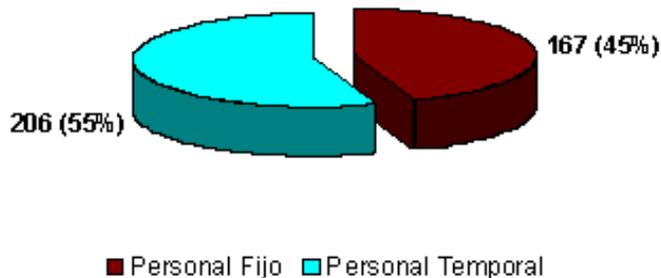
* = Personal Funcionario
 PO = Plantilla Orgánica del IAC
 CL = Contrato Laboral
 CLT = Contrato Laboral Temporal
 UL = Universidad de La Laguna
 CSIC = Consejo Superior de Investigaciones Científicas
 AR = Artrofísicos Residentes

DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2005)

TOTAL	PO	CL	CLT	UL	CSIC	AR	V	
								PERSONAL FIJO 167
Astrofísicos 116	16	1	46	21	4	-	28	PERSONAL TEMPORAL 206
Técnicos 128	1	80	41	1	1	-	4	
Administrativos 62	1	41	14	-	-	-	6	
Doctorandos 67	-	-	2	-	-	23	42	

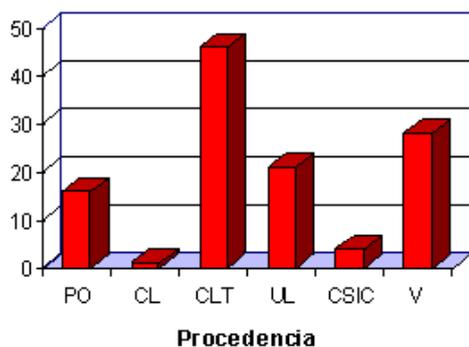
PERSONAL DEL IAC TOTAL 373



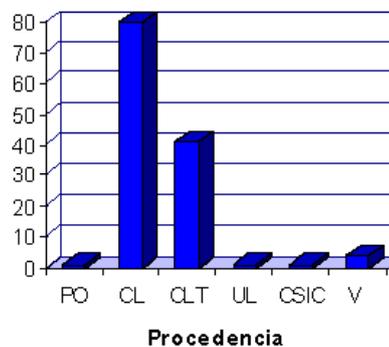
DISTRIBUCIÓN Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2005)

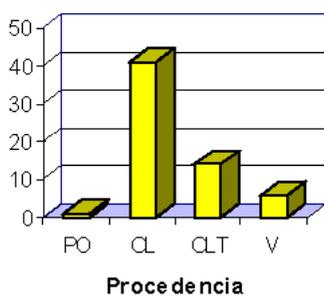
ASTROFÍSICOS



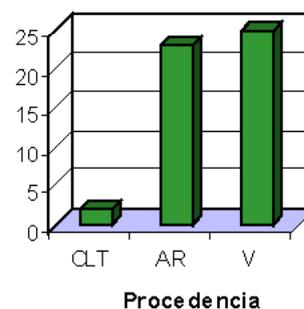
TÉCNICOS



ADMINISTRATIVOS

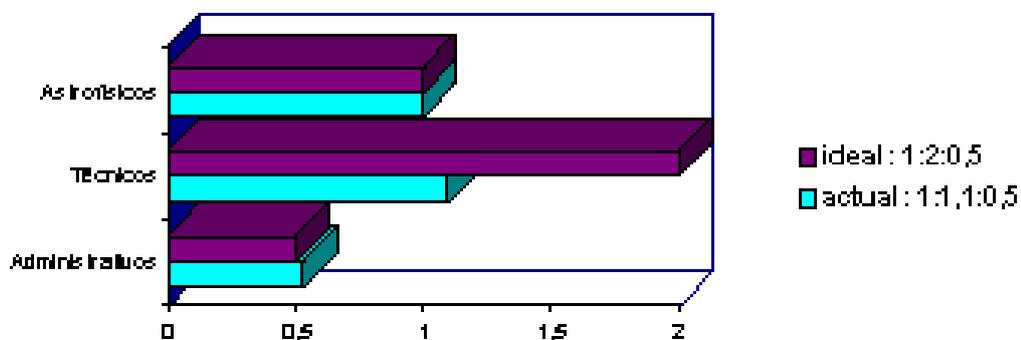


DOCTORANDOS



RELACIÓN

Astrofísicos: Técnicos: Administrativos



DIRECCIONES Y TELÉFONOS

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea s/n
E-38200 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 (TENERIFE)

Instituto de Astrofísica de Canarias
C/ Vía Láctea s/n
E-38200 LA LAGUNA - TENERIFE
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922- 329100
Fax: (34) 922- 329117
E-mail: teide@iac.es
Web: <http://www.iac.es/ot>



CENTRO DE ASTROFISICA DE LA PALMA (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>



OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

Apartado de Correos 303
E-38700 S/C DE LA PALMA
ESPAÑA
Teléfono: (34) 922-405500
Fax: (34) 922-405501
E-mail: adminorm@iac.es
Web: <http://www.iac.es/orm>

