

**MEMORIA  
2002**

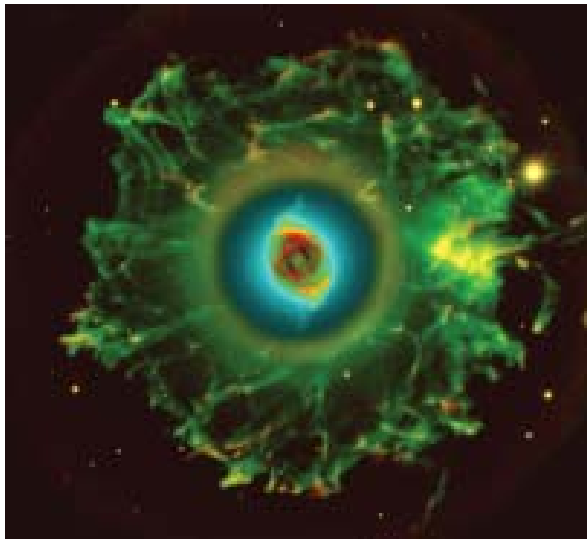
**INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS**



**GABINETE DE DIRECCION**

**INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS**

INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS  
MAQUETACION: Ana M. Quevedo  
PORTADA: Gotzon Cañada  
PREIMPRESION E IMPRESION: Producciones Gráficas S.L.  
DEPOSITO LEGAL: TF-1905/94



*Portada: Imagen de la Nebulosa Planetaria NGC 6543, obtenida con el telescopio NOT del Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma.*

# Indice general

<b>5 - PRESENTACION</b>
<b>6 - CONSORCIO PUBLICO IAC</b>
<b>8 - OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)</b>
<b>9 - OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)</b>
<b>10 - COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT)</b>
<b>12 - ACUERDOS</b>
<b>15 - GRAN TELESCOPIO CANARIAS</b>
<b>23 - AREA DE INVESTIGACION</b>
25 - Estructura del Universo y Cosmología
31 - Estructura de las galaxias y su evolución
53 - Estructura de las estrellas y su evolución
64 - Materia Interestelar
71 - El Sol
81 - El Sistema Solar
84 - Optica Atmosférica
88 - Alta resolución espacial
89 - Diseño y construcción de telescopios
95 - Instrumentación óptica
101 - Instrumentación infrarroja
107 - Astrofísica desde el espacio
<b>116 - AREA DE INSTRUMENTACION</b>
117 - Ingeniería
124 - Producción
127 - Acciones de apoyo tecnológico
131 - Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)
<b>138 - AREA DE ENSEÑANZA</b>
138 - Cursos de doctorado
139 - Seminarios científicos
141 - Seminarios del Director
141 - Coloquios
141 - Becas
143 - XIV Escuela de Invierno: "Materia oscura y energía oscura en el Universo"
<b>145 - ADMINISTRACION DE SERVICIOS GENERALES</b>
145 - Instituto de Astrofísica
146 - Observatorio del Teide
146 - Observatorio del Roque de los Muchachos
147 - Centro Común de Astrofísica de La Palma
147 - Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (OTPC)
149 - Ejecución del Presupuesto 2002
<b>150 - GABINETE DE DIRECCION</b>
150 - Ediciones
152 - Web
153 - Comunicación y divulgación
<b>158 - SERVICIOS INFORMATICOS COMUNES (SIC)</b>
<b>160 - BIBLIOTECA</b>
<b>161 - PUBLICACIONES CIENTIFICAS</b>
161 - Artículos en revistas internacionales con árbitros
166 - Artículos de revisión invitados (Invited Reviews)
168 - Comunicaciones a congresos internacionales
176 - Comunicaciones a congresos nacionales
178 - Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas
179 - Artículos en revistas nacionales
179 - Publicaciones del IAC
179 - Libros
180 - Tesis doctorales
<b>181 - REUNIONES CIENTIFICAS</b>
<b>187 - TIEMPO DE OBSERVACION FUERA DE CANARIAS</b>
<b>188 - DISTINCIONES</b>
<b>189 - VISITANTES</b>
<b>194 - ORGANIZACION Y PERSONAS</b>
<b>197 - PERSONAL</b>
<b>209 - DIRECCIONES Y TELEFONOS</b>

# PRESENTACION

*El pasado, el presente y, también, el futuro del IAC están netamente ligados al desarrollo de sus observatorios y a sus relaciones internacionales. Europa está haciendo un esfuerzo por impulsar su I+D+I activando sinergias y cooperación a través del “Espacio Europeo de Investigación” (ERA), del cual el IAC y sus observatorios internacionales (European Northern Observatory, ENO) constituyen un ejemplo paradigmático, como ha sido reconocido por el comisario Busquin, la Comisión correspondiente del Parlamento Europeo y el CREST cuando nos visitaron. También, durante mi comparecencia ante el Parlamento en Bruselas, tuve la oportunidad de hablar de la ocasión que tiene Europa de liderar parte de la Astronomía, si todos nos unimos para construir, durante la próxima década, un telescopio súper gigante (ELT), para el cual hay un sitio excelente y bien caracterizado en su territorio.*

*Otro hecho que subrayar este año es el nuevo compromiso consorcial al que han llegado el Estado y la Comunidad Autónoma de Canarias para financiar al “consorcio público de gestión” que es jurídicamente el IAC: su presupuesto ordinario será cubierto por ambas administraciones en una proporción 70/30.*

*Digno también de ser destacado es el esfuerzo que se está haciendo por estimular a los grupos científicos de los países socios del Gran Telescopio CANARIAS (GTC) para que tengan preparada la ciencia que se hará con este telescopio nada más entre en servicio. El Congreso realizado en Granada con tal fin fue un éxito de asistencia y de propuestas de calidad. Estos encuentros se irán repitiendo periódicamente.*

*Podría ir destacando más cosas, sobre todo logros científicos y tecnológicos, pero esta introducción se extendería demasiado y, ya nuestra “memoria” va resultando voluminosa. Pero en ella se trata de recoger todo lo que el IAC ha realizado durante el año, por lo que quienes quieran saber lo hecho en ciencia, tecnología, enseñanza, difusión cultural, etc. deberán “meterse” en ella. El índice y los cuadros permiten una primera visión. Para completar el panorama y conocer lo que ha sucedido en sus observatorios internacionales del Teide y del Roque de los Muchachos deben leer, además, el “Annual Report” que produce el Comité Científico Internacional.*

**Prof. Francisco Sánchez  
DIRECTOR**

# CONSORCIO PUBLICO

## "INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS"

El Consorcio Público "Instituto de Astrofísica de Canarias" está integrado por la Administración del Estado (a través del Ministerio de 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 ASTROFISICA** (La Laguna - Tenerife)  
**EL OBSERVATORIO DEL TEIDE** (Izaña - Tenerife)  
**EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS** (Garafía - La Palma)

Se estructura en áreas:

MEMORIA  
2002 IAC

6

**Investigación**  
**Instrumentación**  
**Enseñanza**  
**Administración de Servicios Generales**

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 Política Científica y Tecnológica**, que asume las competencias en materia de investigación científica y desarrollo tecnológico.

### ***Organos Directivos***

### **Nº Reuniones**

#### **CONSEJO RECTOR**

**1**

PRESIDENTE      Ministro de Ciencia y Tecnología

VOCALES            Presidente del Gobierno de Canarias  
                         Representante de la Administración del Estado  
                         Rector de la Universidad de La Laguna  
                         Presidente del CSIC  
                         Director del IAC

#### **DIRECTOR**

### ***Organos Colegiados***

#### **COMISION ASESORA DE INVESTIGACION (CAI)**

### **Nº Reuniones**

#### **COMITE DE DIRECCION (CD)**

**36**

Consejo de Investigadores  
Comisión de Investigación  
Comisión de Enseñanza  
Comité de la Biblioteca

**19**

**10**

**3**

#### **COMITE CIENTIFICO INTERNACIONAL (CCI)**

**2**

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

**2**

**2**

**1**

**1**

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

Telescopios nocturnos (sala nocturna)  
Telescopios solares (sala diurna)

**2**

**1**

# 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. Bradford (RU)	2003
40	Telescopio solar Newton al Vacío (VNT)	Inst. Klepenheuer(A)	1972
50	Telescopio MONS	Univ. Mons (B)	1972
60	Telescopio solar de Torre al Vacío (VTT)	Inst. Klepenheuer (A)	1988
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	Telescopio robótico STELLA	Inst. Postdam (A) Obs. Hamburgo (A)	2003
150	Telescopio solar GREGOR	Inst. Klepenheuer (A) Univ. Gottingen (A) Inst. Postdam (A)	2004
155	Telescopio infrarrojo Carlos Sánchez (TCS)	IAC (E)	1972
	Interferómetro de microondas (VSA)	Univ. Cambridge (RU) Univ. Manchester (RU) IAC (E)	2002
	Interferómetro de microondas JBD-IAC	Univ. Manchester (RU) IAC (E)	1996
	Radiotelescopios COSMO10 y COSMO15	IAC (E)	1996
	<u>Instrumentos en el LABORATORIO SOLAR:</u>		
	- Espectrofotómetro integral MARK-I	Univ. Birmingham (RU) IAC (E)	1978
	- Espectrofotómetro integral IRIS-T	Univ. Niza (FR)	1989
	- Espectrofotómetro ECHO	HAO Boulder (EEUU)	2000
	- Tacómetro de Fourier GONG	NSO (EEUU)	1996
	- Fotómetro de alta resolución TON	Univ. Tsing-Hua (Taiwán)	1993
A= Alemania, B= Bélgica; E= España, EEUU= Estados Unidos; FR= Francia; IT= Italia; RU= Reino Unido; Taiwán; Intern.= Internacional			

MEMORIA  
2002 IAC

8

- Comunicaciones: Red IBERCOM (6 líneas de emergencia con 65 extensiones, 2 líneas de fax), sistema de radio-enlace con 1 estación de base, 5 a bordo de vehículos y 5 portátiles.
- Alojamientos: Residencia con 24 plazas.
- Vehículos: 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.
- Cúpula de visitantes: Aforo 43 personas.
- Otras instalaciones: Zona de servicios, Garajes y Cuarto de Máquinas.



# OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)

- Superficie: 189 hectáreas
- Altitud: 2.396 m
- Situación: Isla de La Palma (Islas Canarias/España)
- Longitud: 17°52'34" Oeste
- Latitud: 28°45'34" Norte

Diámetro (cm)	INSTRUMENTO	PROPIETARIO	Operativo (año)
18	Telescopio Meridiano de Carlsberg (CMT)	Univ. Copenhagen-IDA-RDA (D-RU-E)	1984
20	Monitor de seeing (DIMM)	IAC-Univ. Niza (E-FR)	1984
45	Telescopio solar Abierto Holandés (DOT)	NFRA (PB)	1997
97	Refractor solar (NSST)	R. Academia de Ciencias (S)	2002
60	Telescopio óptico	R. Academia de Ciencias (S)	1982
100	Telescopio Jacobus Kapteyn (JKT)	PPARC (RU-PB-PO-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)	1984
256	Telescopio Nórdico (NOT)	Fundación NOT (D-FI-N-S)	1989
350	Telescopio Nacional Galileo (TNG)	INAF (IT)	1998
420	Telescopio William Herschel (WHT)	PPARC (RU-PB)	1987
1.135	Gran Telescopio CANARIAS (GTC)	GRANTECAN (E-EEUU-M)	2005
1.700	Telescopio Cherenkov MAGIC	Inst. Física d'Altes Energies (E) Univ. Autònoma 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. Tübingen (FI) Univ. Würzburg (A) Inst. Física Yerevan (AR)	2003

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; PO= Portugal; RU= Reino Unido; R= Rusia; S= Suecia; U= Ucrania

MEMORIA  
IAC 2002

9

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

# COMISION PARA LA ASIGNACION DE TIEMPO (CAT) en los Observatorios del IAC

Entre los objetivos del IAC figura "promover la investigación astrofísica" y "fomentar las relaciones con la comunidad científica nacional e internacional". La forma más directa que tiene el Instituto de actuar en tal sentido es facilitando el uso de tiempo de observación disponible en cada uno de los telescopios instalados en los Observatorios de Canarias. La asignación de tiempo de observación se realiza a través de la "Comisión de Asignación de

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

El CAT, en la sala nocturna, para los telescopios nocturnos, se reunió en dos ocasiones: los días 15, 16 y 17 de mayo y los días 13, 14 y 15 de noviembre. Asistieron a las reuniones:

### 15, 16 y 17 de mayo

- *Evencio Mediavilla*, del IAC, como Presidente.
- *Félix Mirabel*, del Centre d'Estudes de Saclay (Francia), propuesto por el Comité Científico Internacional.
- *Ignacio González Serrano*, de la Univ. de Cantabria.
- *Ramón Canal*, de la Univ. de Barcelona.
- *Carlos Gutiérrez*, del IAC.
- *Artemio Herrero*, del IAC.
- *Carme Gallart*, del IAC.
- *Monica Murphy*, del IAC.

### 13, 14 y 15 de noviembre

- *Evencio Mediavilla*, del IAC, como Presidente.
- *Félix Mirabel*, del Centre d'Etudes de Saclay (Francia), propuesto por el Comité Científico Internacional.
- *Margarita Herránz*, del Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña.
- *José I. González Serrano*, de la Univ. de Cantabria.
- *Luis F. Miranda*, del Inst. de Astrofísica de Andalucía (Granada).
- *Mercedes Prieto*, del IAC.
- *Juan A. Belmonte*, del IAC.
- *Tatiana Karthaus*, del IAC.

## Sala diurna

El CAT, en la sala diurna, distribuyó el tiempo de observación de los telescopios solares en su reunión del 14 de febrero. Asistieron a la reunión:

### 14 de febrero

- *José Antonio Bonet*, del IAC, como Presidente.
- *Pere Lluís Pallé*, del IAC.
- *José Luis Ballester*, de la Univ. de Palma de Mallorca.

MEMORIA  
2002 IAC

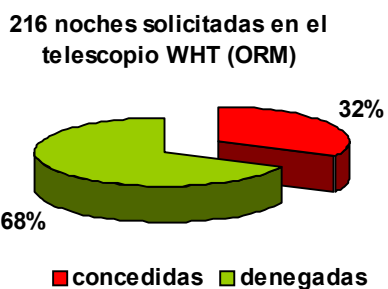
10

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

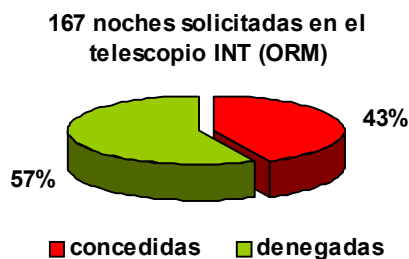
- telescopios solares <http://www.iac.es/cat/diurno/HOJA.html>
- telescopios nocturnos [http://www.iac.es/cat/index\\_noc.html](http://www.iac.es/cat/index_noc.html)

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

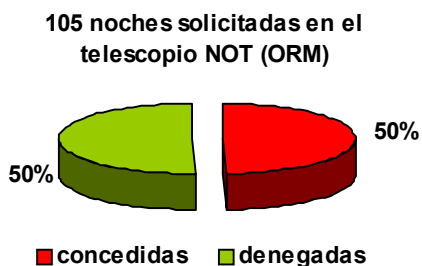
**FACTORES DE SOBREPETICION  
PARA EL TIEMPO ESPAÑOL  
EN LOS TELESCOPIOS NOCTURNOS  
DEL OT Y ORM**



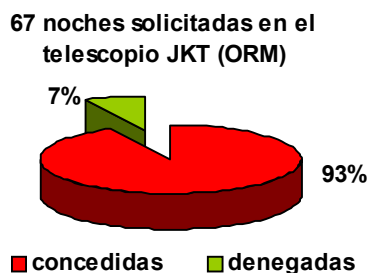
**Factor de sobrepetición: 3,1 (310%)**



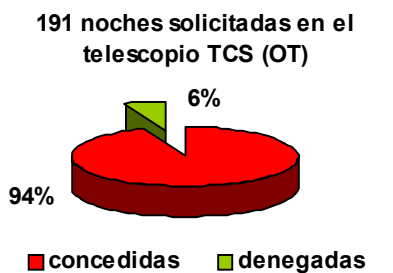
**Factor de sobrepetición: 2,3 (230%)**



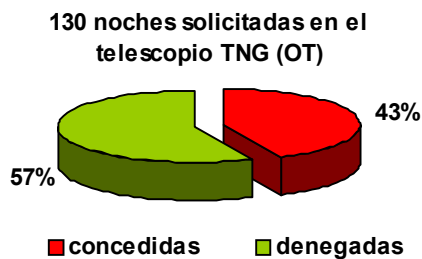
**Factor de sobrepetición: 2 (200%)**



**Factor de sobrepetición: 1,1 (110%)**



**Factor de sobrepetición 1,1 (110%)**



**Factor de sobrepetición 2,3 (230%)**

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

# ACUERDOS

## RENOVACION DEL ACUERDO DE COLABORACION CON IBERIA

Se firmó la renovación del acuerdo por el cual IBERIA concede al IAC descuentos del 40% sobre tarifas completas y del 20% sobre tarifas promocionales publicadas hasta un importe de 10 millones de pesetas, así como facilidades especiales para congresos que organice el Instituto.

Por su parte, el IAC se compromete a promocionar a la compañía IBERIA en sus diferentes revistas y publicaciones, figurando Iberia como patrocinador y transportista oficial de los congresos o reuniones científicas que se celebren organizados por el IAC durante la vigencia del acuerdo.

## COLABORACION CON LA ESCUELA "ENSICA"

En virtud de un acuerdo de colaboración entre el IAC y la Escuela ENSICA (Escuela Nacional Superior de Ingenieros de Toulouse, Francia), un estudiante de dicha escuela ha permanecido en el IAC durante 6 meses en periodo de prácticas.

## CONCIERTOS ESPECIFICOS DE COLABORACION PARA LA REALIZACION DE PRACTICAS PROFESIONALES DOCENTES EN ALTERNANCIA

Se cumple el noveno año consecutivo de la serie de Conciertos Específicos de Colaboración que el IAC ha suscrito con la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

En virtud de estos conciertos, el Instituto acogió este año a dos alumnos para su formación en el IAC como centro de trabajo.

## PLAN DE ACCESIBILIDAD

El IAC ha mostrado su interés en suscribir con el INMERSO y la Fundación ONCE un convenio de colaboración para la cooperación e integración social de personas con discapacidad y el desarrollo de un Plan de Accesibilidad para el Instituto de Astrofísica de Canarias en La Laguna, petición que ha sido aprobada por la Comisión de Seguimiento del Convenio IMSERSO/ONCE.

## CONVENIO DE COLABORACION CON EL CABILDO INSULAR DE TENERIFE

En virtud de este convenio, el Cabildo Insular de Tenerife asimila el mantenimiento y conservación integral de las vías interiores del Observatorio del Teide (OT), en Tenerife.

## CONVENIO DE COLABORACION CON EL CABILDO INSULAR DE LA PALMA

En virtud de este convenio, el Cabildo Insular de La Palma asimila el mantenimiento y conservación integral de las vías interiores del Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma.

## ACUERDO CON LA FECYT: PROYECTO "OBSERVACION DE UNA LLUVIA DE ESTRELLAS DESDE LAS ESCUELAS"

Acuerdo entre la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el IAC para la financiación del Proyecto "Observación de una lluvia de estrellas desde las escuelas".

El objetivo es promover una acción de divulgación científica destinada a alumnos de Secundaria que consiste en una observación astronómica real. La observación se realizó los días 18 y 19 de noviembre con motivo de las Leónidas.

## CESION DE PATENTE

Acuerdo firmado entre el IAC y *The Regents of the University of California* (Santa Bárbara, EEUU), para el uso de la patente del diseño de un componente de microondas. Actualmente ambas entidades participan en varios experimentos de radiación cósmica de fondo, aportando principalmente instrumentación de alta tecnología.

## ACUERDO CON EL AIP

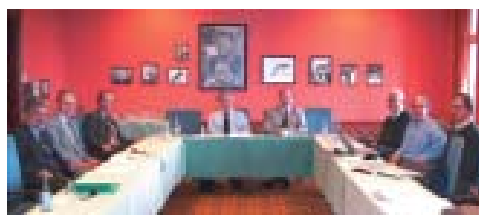
Acuerdo entre el *Astrophysikalisches Institut Postdam* (AIP, Alemania), miembro principal, y el IAC, entre otras instituciones, dentro del programa "Mejora del potencial humano de investigación y la base de conocimientos socio-económicos".

El proyecto consiste en una colaboración en un programa de formación de investigadores que lleva por título "Fomento de la espectroscopía 3D en Europa".

### **CONVENIO PARA LA INSTALACION DEL TELESCOPIO "MERCATOR"**

Convenio de colaboración entre el *Institut Voor Sterrenkunde* (Universidad de Leuven, Bélgica) y el IAC para la instalación del telescopio Mercator en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM).

Con este acuerdo el IAC obtendrá un 20% del tiempo de observación del telescopio y los instrumentos que incorpora. Este tiempo será distribuido por el IAC entre las instituciones españolas y otras entidades colaboradoras de cualquier país.



*Primera reunión de la Junta Directiva de la red ENO en Oslo (Noruega), el 27 de junio.*

### **ACUERDO DE CONSTITUCION DE LA RED "EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY"**

Se pretende favorecer las sinergias y la colaboración entre las instituciones científicas de numerosos países que tienen telescopios y otra instrumentación astronómica en los observatorios internacionales del Instituto de Astrofísica de Canarias.

Los firmantes de estos Acuerdos están convencidos de que ha llegado el momento de reforzar dicha cooperación abriendo caminos para la integración de sus iniciativas por medio de la creación de una red denominada EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY-net.

El objetivo principal de ENO es la prestación de servicios esenciales a la comunidad científica y, en especial, a la europea, en relación con las observaciones astronómicas que se llevan a cabo desde el Hemisferio Norte.

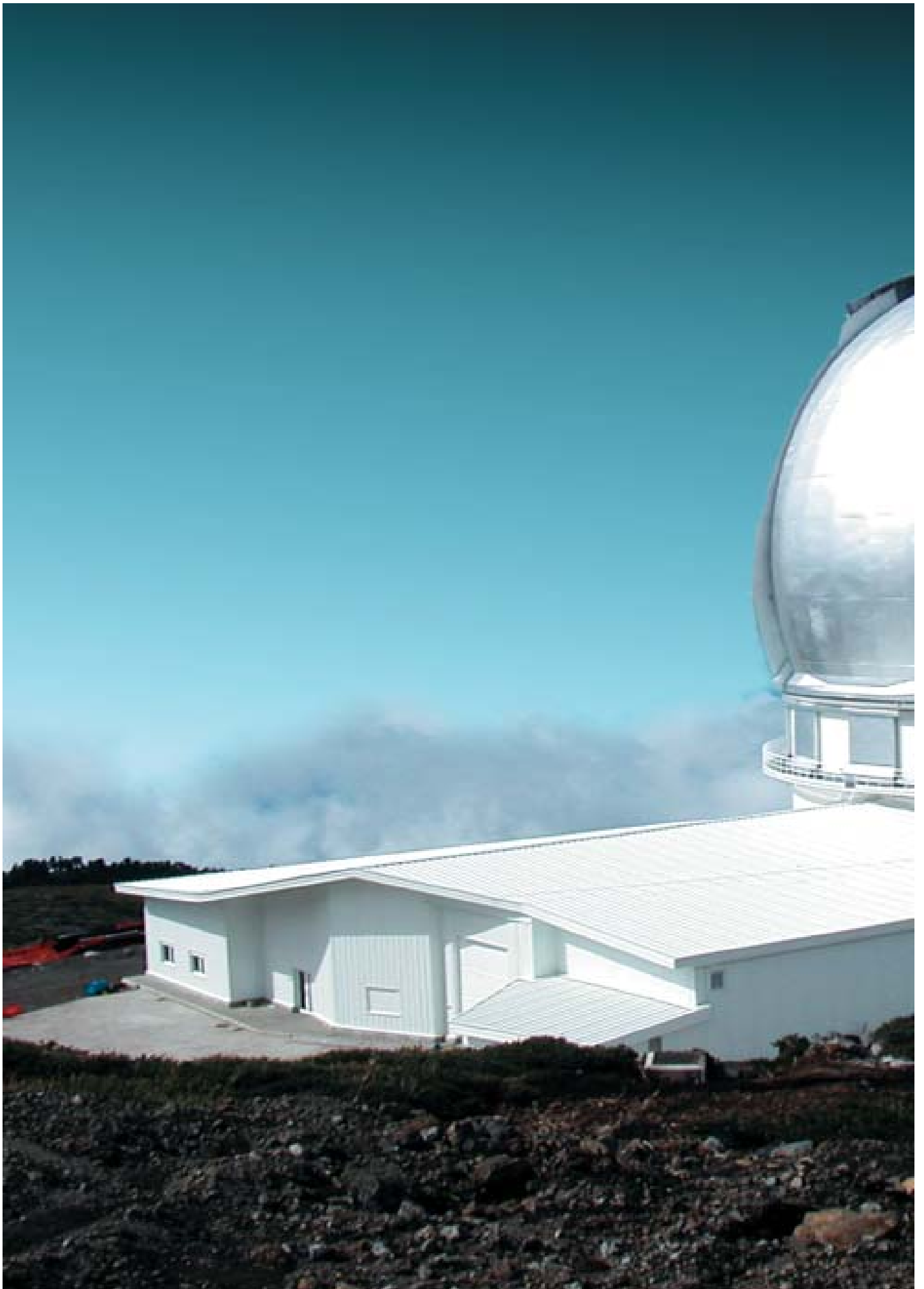
ENO promoverá todas aquellas acciones, proyectos y otras iniciativas con vistas al establecimiento de facilidades comunes, a la construcción de instrumentación conjunta, a la formación de científicos y tecnólogos y cuantas otras líneas de acción se consideren necesarias para fortalecer la cooperación, en el contexto del Espacio Europeo de Investigación, a fin de mantener, promocionar y desarrollar el equipamiento observacional en las Islas Canarias y garantizar su permanencia en la vanguardia de la Ciencia.

En la actualidad han firmado este acuerdo:

- IAC (Instituto de Astrofísica de Canarias)
- Colaboración MAGIC (Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope)
- THEMIS (Telescopio Heliográfico para el Estudio del Magnetismo y las Inestabilidades Solares)
- Instituto de Astronomía de la Universidad de Leuven (Bélgica)
- Universidad John Moores de Liverpool (Reino Unido)
- Radio Observatorio de Jodrell Bank, de la Universidad de Manchester y el Laboratorio Cavendish (Reino Unido)

MEMORIA  
IAC 2002  
13

Para que una organización pueda ser miembro de ENO-net, es preciso que sea propietaria de infraestructuras de observación en los Observatorios de Canarias o exprese su compromiso a instalar instrumentación en ellos.



# GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

El Gran Telescopio CANARIAS (GTC) es el primer proyecto de "gran ciencia" liderado por España, para ser instalado en su territorio. Es, además, un proyecto industrial de alto valor tecnológico con una importante participación de la industria de nuestro país, y un proyecto liderado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Gobierno Autónomo de Canarias, el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Puebla (México) y la Universidad de Florida (EEUU). Este telescopio, con un espejo primario segmentado de 10,4 m de diámetro equivalente, se está construyendo actualmente en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en la Isla de La Palma.

El GTC entrará en el 2003 en un año decisivo, en el que se iniciará el montaje de la estructura mecánica del telescopio y estarán listos los primeros segmentos del espejo primario así como los restantes elementos ópticos y sus mecanismos. Ello es el resultado de los avances realizados en el proyecto durante el año 2002, tanto como consecuencia de los logros como de los retrasos habidos.

## EL CALENDARIO DEL PROYECTO

Los retrasos en la construcción de la obra civil y de la cúpula, actividades situadas en el camino crítico del Proyecto, han hecho necesaria una reestructuración del calendario del GTC. Además, la empresa contratista responsable de la estructura del telescopio, también en el camino crítico del Proyecto, ha revisado al alza su plan de montaje en el ORM con relación al acordado contractualmente. La Oficina de Proyecto (OP) está estudiando la mejor estrategia para reducir el impacto que estos retrasos tendrán en el calendario del Proyecto. Se espera que la primera luz tenga lugar a finales de 2004 y se está reajustando el plan de puesta a punto para iniciar la explotación científica pocos meses después.

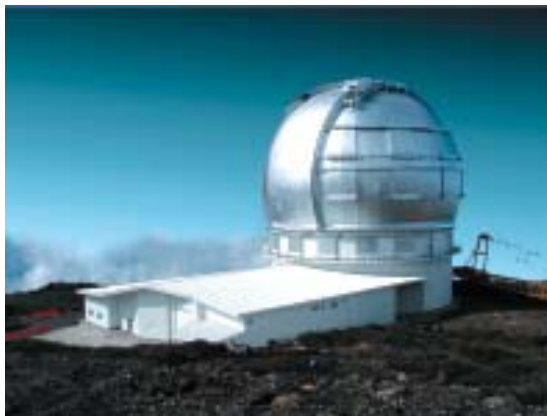
## LA OBRA CIVIL

La construcción de la obra civil finalizó el 10 de diciembre de 2002 con su recepción provisional. Quedan algunos elementos de obra civil que concluirán más adelante, una vez finalicen las instalaciones más pesadas, como es el caso de la estructura del telescopio, para evitar su posible deterioro.

El edificio se está equipando con su mobiliario de oficinas y laboratorios, sistema de telefonía y comunicaciones digitales, herramientas, etc. Estas instalaciones están ya ocupadas y mantenidas por una plantilla de técnicos del GTC que forman el incipiente grupo de operación y mantenimiento del telescopio. Esta plantilla se irá incrementando paulatinamente a medida que nos aproximamos a las fases de integración, puesta a punto y operación del telescopio.

## LA CUPULA

En el mes de noviembre, para poder continuar con el montaje de la estructura mecánica del telescopio, se detuvo la actividad en la terminación de la cúpula. Aunque los trabajos de montaje estructural han concluido, quedan algunos problemas que solventar, fundamentalmente en los mecanismos de las compuertas de observación que no se mueven con la suficiente suavidad y falta de estanqueidad en las ventanas de ventilación. Estos problemas se irán solucionando paulatinamente a lo largo del 2003, en época de mejores condiciones meteorológicas y de manera que no se interrumpan los trabajos de montaje de la estructura mecánica del telescopio.



Hay que tener en cuenta que las grandes piezas del telescopio se introducen en el interior de la cúpula a través de la gran compuerta de observación y, en su manipulación interior, se utilizan las grúas y movimientos de la propia cúpula.

## LA ESTRUCTURA MECANICA DEL TELESCOPIO

Este año 2002 se montó en la factoría, en Tarragona, la estructura mecánica del telescopio para comprobar el resultado de la fabricación y el proceso de montaje. En estas pruebas se detectaron algunos elementos de esta estructura que requerían modificaciones y comprobaciones adicionales que permitiesen verificar el cumplimiento de las especificaciones. En particular, en los elementos principales del tubo: la celda del espejo primario, el anillo de elevación y el soporte del espejo secundario. Para corregir estos errores, las partes afectadas están siendo montadas de nuevo en fábrica para su medida y posible reparación antes de ser enviadas al ORM. El montaje del telescopio dará comienzo en el Observatorio a principios del 2003.

## LOS ELEMENTOS OPTICOS

Ya han sido fabricados por la empresa alemana **SCHOTT** los 42 bloques de material vitrocerámico que formarán los segmentos hexagonales del espejo primario.

Sin embargo, **SAGEM**, la empresa francesa encargada de pulir los segmentos del espejo primario, va muy retrasada en la ejecución de sus trabajos, aunque son todavía los retrasos en obra civil, cúpula y telescopio los que afectan el calendario final del Proyecto. **SAGEM** está próxima a alcanzar el pulido de los segmentos con la calidad especificada para los bordes de los segmentos y en un tiempo suficientemente corto para poder pulir los 42 segmentos en no más de dos años. El pulido de calidad hasta el mismo borde de los segmentos es crucial para alcanzar la calidad óptica requerida en el GTC. Esto se debe al carácter segmentado del espejo del telescopio en el que los bordes de los segmentos se encuentran situados en el interior de la superficie útil del espejo.

Próximamente, los primeros segmentos estarán listos para la fase de pulido iónico, la fase con la que se da a los segmentos el toque final a su superficie óptica. De esta forma, la primera tanda de segmentos se recibirá en el ORM en la segunda mitad del año 2003 y los últimos hacia mediados de 2005.

Muchas partes de los mecanismos de soporte y accionamiento de estos segmentos, que se fabrican en su totalidad en España (**CESA** y **UTE-IDS**), están finalizados. Los restantes se encuentran en avanzado estado de fabricación.

El espejo secundario de berilio se comenzará a pulir en Francia por parte de **SAGEM** en breve. Su fabricación ha sido muy problemática ya que se rompió el bloque existente y fue necesario sintetizar un nuevo bloque de berilio cuyo proceso requirió de tres intentos hasta dar un resultado positivo. Por fin, este bloque pudo ser mecanizado para aligerar al máximo su peso y darle la figura hexagonal serrada definitiva. Un recubrimiento de níquel lo dejó listo para el proceso de pulido que se iniciará a principios de 2003.

Los mecanismos de soporte y movimiento de este espejo, que los fabrica la empresa catalana **NTE**, serán entregados en el ORM en pocos meses.

El pulido del espejo terciario está muy avanzado en Moscú. Allí surgió un pequeño problema cuando se hacían las pruebas de fijación a sus mecanismos, ya que una de las almohadillas de epoxy que sujetan el espejo a su estructura de soporte pareció haberse soltado. Actualmente se está analizando cuidadosamente el tipo de cola (epoxy) que mejor sujete el espejo a su montura.

Muy pronto se recibirán en el Observatorio las denominadas Cajas de Adquisición y Guiado que fabrica **AMOS**, en Bélgica. Estos elementos son los que permitirán el control del telescopio para que alcance la calidad de apuntado y seguimiento que se requiere y mantener sus elementos ópticos, en particular el espejo primario segmentado, bien alineados.

También se recibirá en los próximos meses la Cámara de Pruebas que construye el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (**IA-UNAM**). Se trata de un instrumento que verificará la calidad de imagen de la óptica del GTC durante la fase de pruebas del telescopio.

La cámara de recubrimientos se instalará en breve en su ubicación final dentro del edificio del GTC.

## EL SISTEMA DE CONTROL

A principios de 2003 distribuirá la quinta actualización del sistema de control del GTC. Estas actualizaciones se hacen de forma periódica (cada seis meses) y recogen todo el nuevo "software" que se va haciendo en la Oficina del Proyecto. Dichas



actualizaciones se envían a los numerosos contratistas que producen subsistemas que han de ser controlados por el software de control del GTC, incluyendo los instrumentos científicos. Una gran parte del software ya está terminada y en funcionamiento, no sólo el asociado a los elementos finalizados como es el caso del edificio, sus instalaciones y la cúpula, sino también las capas inferiores del software que dan soporte al desarrollo de las aplicaciones finales.

En cuanto al software científico, la codificación de la cadena de reducción de datos tanto para **ELMER** como para las cajas de A&G está bastante avanzada.

## LA INSTRUMENTACION CIENTIFICA

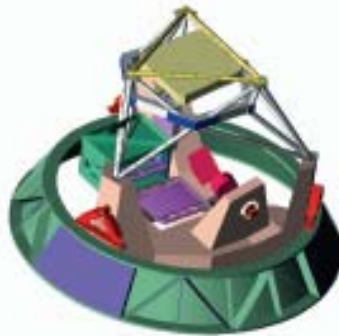
El GTC dispondrá, desde su puesta en operación, de dos instrumentos científicos de primera generación: **OSIRIS** y **CanariCam**. Además, contará con **ELMER**, un instrumento concebido para minimizar los riesgos ante la posibilidad de que los instrumentos de Día Uno no estén a punto. Todos estos instrumentos están en un avanzado estado de fabricación, esperando que su integración en laboratorio comience antes de fin de 2003.

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.

Por último, el primer instrumento de segunda generación, **EMIR**, se encuentra en fase de diseño, esperando que esté completado e instalado en el telescopio para finales de 2006. Además, actualmente, se están cubriendo las primeras etapas para la selección de un espectrógrafo de resolución intermedia-alta, así como de un instrumento infrarrojo de alta resolución espacial que explotará el haz corregido por el sistema de Óptica Adaptativa. Con este complemento de instrumentos, el GTC espera poner a disposición de la comunidad astronómica un amplio abanico de capacidades avanzadas de observación.

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

## OSIRIS



**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 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:

- El diseño óptico de **OSIRIS** se ha hecho en México con importante colaboración del IAC, y ha estado condicionado por la necesidad de acomodar filtros sintonizables comerciales, lo que se ha traducido en un tamaño pequeño de pupila, complicando bastante el diseño que, sin embargo, ha sido solucionado muy satisfactoriamente en términos de calidad de imagen por el grupo de la UNAM, en México.

- El diseño mecánico se ha realizado en el IAC, así como el diseño de la electrónica y del software de control. En breve se realizará la contratación del software de reducción de datos, en el que ha colaborado estrechamente Miguel Sánchez Portal, de la Universidad Pontificia de Salamanca. Este es un tema de gran importancia en el caso de OSIRIS por la complejidad que supone la calibración de los filtros sintonizables.

En la actualidad, **OSIRIS** está en fase de fabricación por parte de la industria. Gran parte de la óptica ya ha sido fabricada y los filtros sintonizables se están fabricando. La mecánica ha sido contratada casi en su totalidad, por lo que se espera que la integración y montaje del instrumento comience a finales de 2003. **OSIRIS** cuenta con financiación tanto del

propio Proyecto del GTC como del Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica.

**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; las llamadas explosiones de rayos gamma (emisiones muy intensas 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** en la página del Proyecto: <http://www.iac.es/project/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 (Universidad de Florida, EEUU) y se está construyendo en su totalidad en dicha Universidad.

MEMORIA  
2002 IAC

18

**CanariCam** permitirá llevar a cabo observaciones espectroscópicas con resolución baja e intermedia en las bandas de 10 y 20 mm, 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 mm. La coronografía en el rango del infrarrojo medio puede ser muy útil para, entre otros proyectos, la detección de posibles planetas de

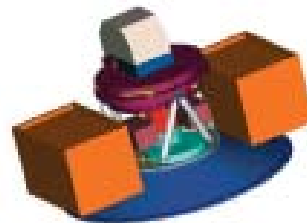
baja masa en torno a estrellas de Secuencia Principal. Por último, **CanariCam** podrá realizar polarimetría en 10 y 20 mm.

**CanariCam** pasó su revisión crítica de diseño en marzo de 2002, y ahora está en avanzado estado de construcción. Su fecha de entrega está prevista para finales del 2003 y no se esperan problemas, dada la amplia experiencia del grupo de la Universidad de Florida en este tipo de instrumentos. El Prof. Charles Telesco está haciendo un gran esfuerzo por aglutinar en torno a **CanariCam** un grupo científico con elevada participación española.

**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** en la página del proyecto: <http://electron.astro.ufl.edu/CanariCam/index.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, que estuviera 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 óptica, hace que **ELMER** pueda ser un instrumento relativamente versátil a pesar de su simplicidad, y uno de los más sensibles construidos hasta ahora.

La mayoría de los componentes ópticos ya están fabricados o terminándose de fabricar. Faltan los elementos dispersivos, que han sido los últimos en diseñarse en detalle y cuya fabricación acaba de comenzar. Igualmente la mecánica está en avanzado proceso de fabricación.

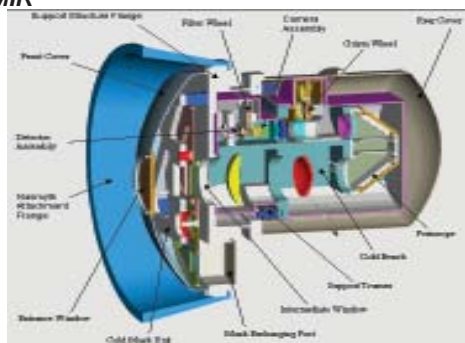
También se está realizando un gran esfuerzo en los paquetes de reducción de datos científicos, en los que el grupo de la Universidad Complutense de Madrid ha realizado un trabajo excepcional.

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

Está previsto que la integración de **ELMER** comience en la segunda mitad de 2003.

Más información sobre **ELMER** 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.

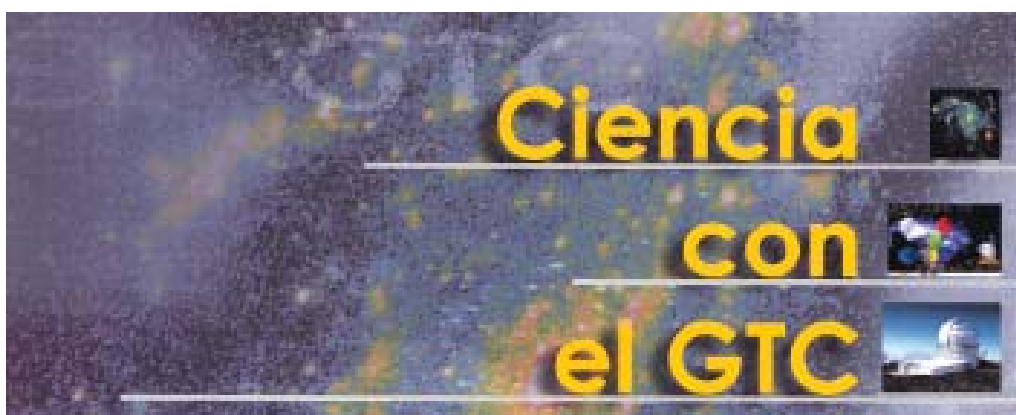
Francisco Garzón (IAC) es el investigador principal de **EMIR**, quien lidera un equipo altamente motivado de científicos e ingenieros de varias instituciones, además del IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratoire d'Astrophysique - Observatoire Midi-Pyrénées (LAOMP, Francia) y la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

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.

**EMIR** pasará su revisión de diseño preliminar en marzo de 2003. Sólo después de una revisión exitosa se dará el visto bueno para proseguir con el diseño y fabricación de del instrumento. Si el Proyecto es aceptado, **EMIR** espera llegar al telescopio para finales de 2006.

Más información sobre **EMIR** en la página del Proyecto: <http://www.ucm.es/info/emir/>



## **El mayor telescopio del mundo reunió en Granada a la Astronomía internacional**

**Investigadores en Astrofísica nacionales y extranjeros se reunieron en Granada, del 6 al 8 de febrero de 2002, con motivo del “I Congreso Internacional de Ciencia con el GTC”. el Congreso, que acogió a más de 180 participantes, se celebró en el Palacio de Congresos de Granada, organizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y la empresa pública GRANTECAN, que gestiona la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).**

El GTC será, cuando entre en funcionamiento en el 2004, el mayor telescopio del mundo, con sus 10,4 m de diámetro, y estará instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla canaria de La Palma. El GTC es una iniciativa pública española, aunque cuenta con el apoyo de EE.UU., a través de la Universidad de Florida, y de México, a través del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y del Instituto de Astronomía de la Universidad Autónoma de México (IA-UNAM), con la financiación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Estos acuerdos internacionales prevén la participación de estos países en el tiempo de observación del telescopio.

El “I Congreso Internacional de Ciencia con el GTC” se sumó a las actuaciones dirigidas a la comunidad nacional cuya finalidad es la preparación para el uso del instrumento español de observación astronómica más ambicioso planteado hasta la fecha: el telescopio de 10 m, GTC.

Este Congreso contó para su organización con el patrocinio, no sólo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, sino también de varias empresas, todas ellas implicadas en la construcción del GTC, y con la colaboración del IAA como anfitrión, especialmente de Víctor Costa, Pepa Masegosa e Isabel Márquez.

### **“Momento importante”**

Esta fue la primera ocasión en la que las tres comunidades a las que dará servicio el GTC se reunían para presentar las actividades científicas de sus miembros. El congreso albergó foros de debate para discutir, a la luz de los últimos resultados científicos, las principales líneas de investigación del que será el instrumento más avanzado para la observación astronómica y el más potente impulsado por España. Durante los días del congreso se presentó el estado actual del GTC y sus instrumentos científicos. Hubo sesiones dedicadas a otros grandes proyectos y sesiones para la revisión de las actividades astronómicas.

Los objetivos principales del congreso fueron: primero, familiarizar a la comunidad astronómica a la que el GTC dará servicio con el estado actual del proyecto y plantear las expectativas científicas del GTC y sus instrumentos; segundo, promover el intercambio de ideas y fomentar la colaboración entre astrónomos de las comunidades a las que servirá el GTC, que pueden dar lugar a futuros proyectos de observación con el GTC; y tercero, explorar las ideas sobre nueva instrumentación que podrá desarrollarse en un futuro para el GTC.

Asimismo, hubo contribuciones tanto orales como murales sobre temas de relevancia para el GTC, como, por ejemplo, desarrollos instrumentales, sistema solar, discos protoplanetarios y protoestelares, objetos de baja masa, formación estelar, astronomía estelar, astronomía galáctica y extragaláctica, abundancias químicas, el universo primordial y cosmología.

### Los instrumentos del GTC

El Gran Telescopio CANARIAS estará equipado con una instrumentación avanzada que aprovechará al máximo sus posibilidades científicas. La primera generación de instrumentos, ya en desarrollo, fue presentada precisamente en el transcurso del I Congreso "Ciencia con el GTC".

Gran parte del aprovechamiento científico de un telescopio depende de la elección y calidad de sus instrumentos, que son responsables de analizar la luz concentrada por el telescopio y guardarla en forma digital para que después el investigador pueda trabajar con ella durante el tiempo necesario. Con el desarrollo de la instrumentación científica, que plantea siempre difíciles retos tecnológicos, se pretenden satisfacer además las demandas y exigencias de las investigaciones que, sin esta instrumentación, serían irrealizables.

Inicialmente, el GTC estará dotado de dos cámaras espectrógrafo que permitirán obtener imágenes y estudiar la composición de la luz de los objetos observados: **OSIRIS** y **CanariCam**. Pero pensando en el futuro, se está desarrollando ya el primero de la denominada segunda generación: **EMIR**. Este instrumento, de altas prestaciones y gran dificultad tecnológica, permitirá observar los objetos con temperaturas medias. También se presentó el desarrollo de **ELMER**, un instrumento óptico más sencillo que los anteriores y de propósito general que garantizará las operaciones científicas el Día Uno.



En los nuevos instrumentos destaca la utilización de los sistemas ópticos más avanzados y de detectores –el elemento que capta la imagen final tomada por el instrumento–, que los dotarán de mayores capacidades de observación que los instrumentos actuales en otros telescopios.

El conjunto de estos instrumentos permitirá contemplar la formación y evolución de las galaxias en la infancia del Universo y aclarar dudas sobre los lejanos cuásares, las enanas marrones, los planetas fuera de nuestro Sistema Solar o la composición del medio interestelar, que ocupa la mayor parte del espacio.

El telescopio prevé el desarrollo de nuevos instrumentos que se irán instalando sucesivamente para completar su rendimiento en el futuro.

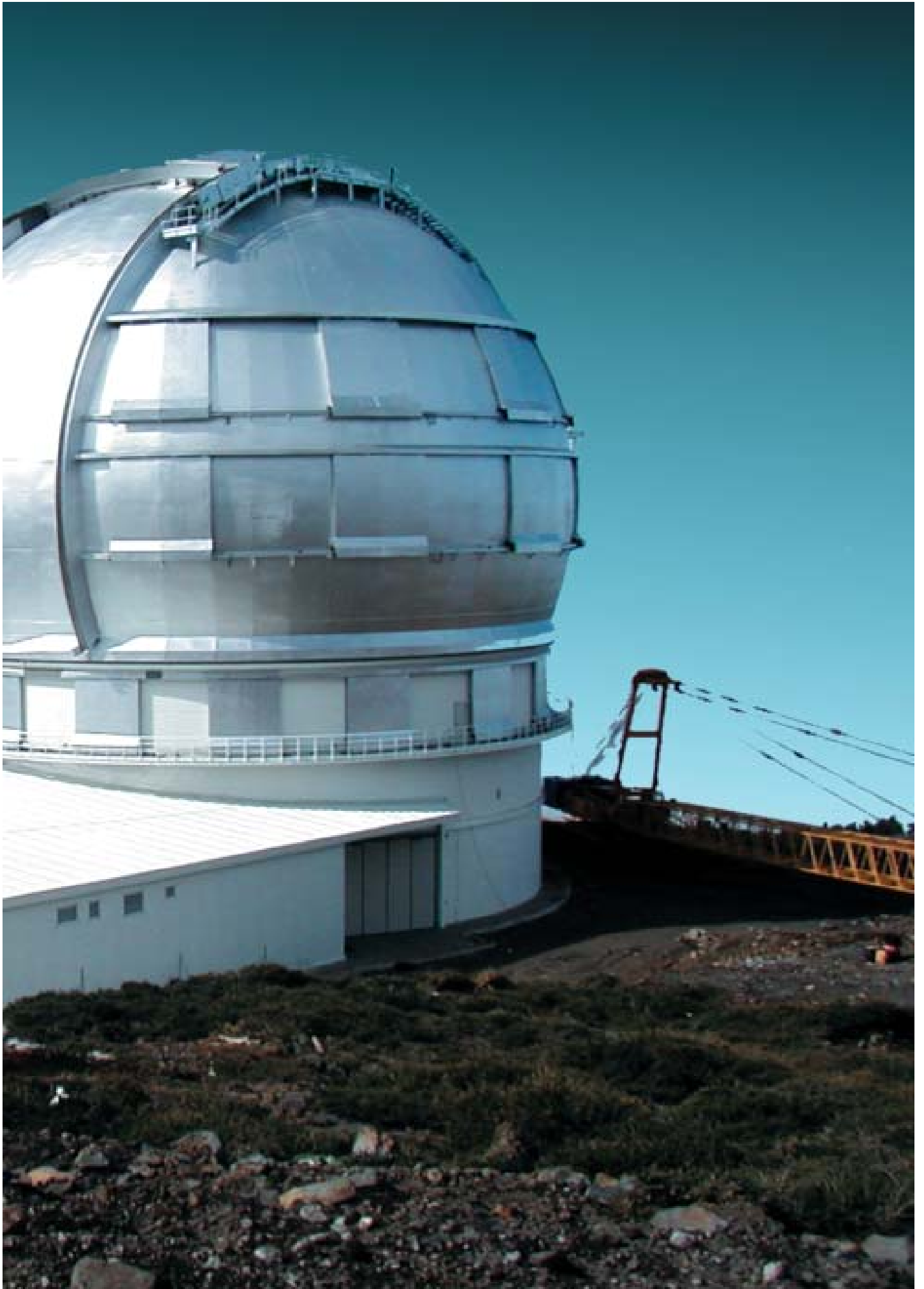
### Apoyo internacional

En la clausura del "I Congreso Ciencia con el GTC" se puso de manifiesto el interés de la comunidad científica internacional por el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) en las intervenciones de los ponentes de las instituciones extranjeras participantes en la construcción y operación de este telescopio.

Entre estas instituciones está la Universidad de Florida, que firmó un acuerdo de participación con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Esta universidad aportará el 5% del presupuesto del telescopio y ha mostrado su intención de aumentar a un 10% su aportación final al proyecto.

El IAC también tiene suscrito otro acuerdo con el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional de México (IA-UNAM), conjuntamente con el Instituto de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), ambos financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT). Estas instituciones mexicanas participarán con otro 5% en el presupuesto del telescopio.

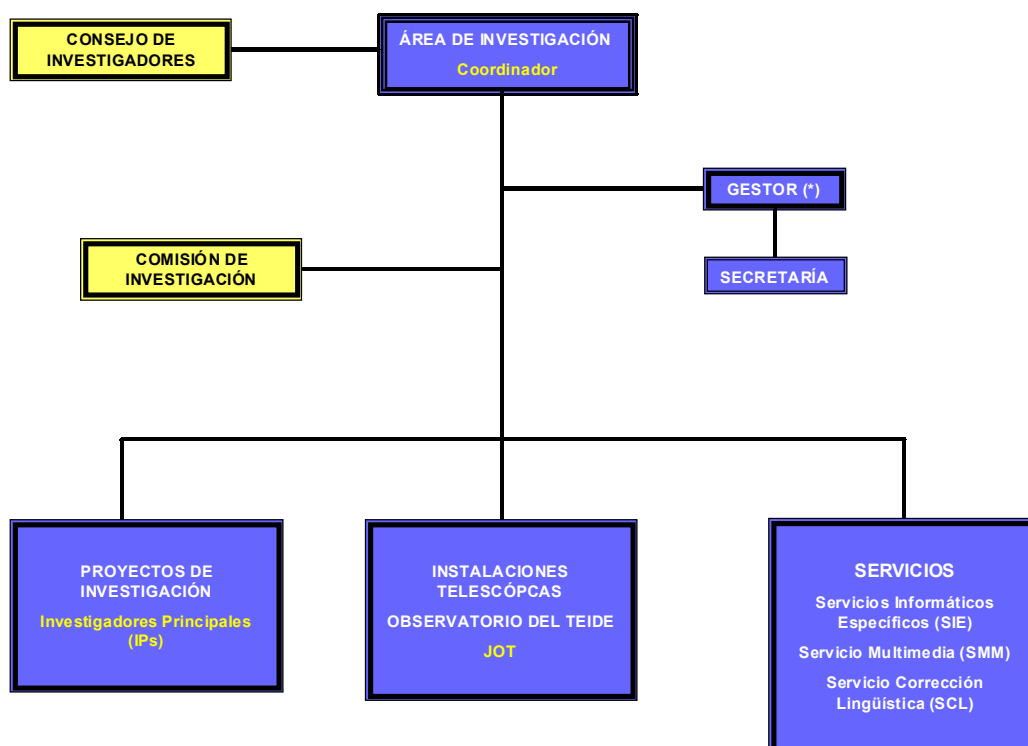
*De izquierda a derecha, Asunción Jodar (Concejala de Relaciones Institucionales del Ayuntamiento de Granada), Rafael Rodrigo (Director del IAA), Ramón Marimón (Secretario de Estado de Ciencia y Tecnología), Francisco Sánchez (Director del IAC) y Emilio Lora Tamayo (Vicepresidente del CSIC) en un momento de la inauguración del congreso.*



# AREA DE INVESTIGACION

Corresponde al Area 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 Area posee una estructura organizativa, de gestión y de servicios enfocada a facilitar y encauzar el desarrollo de la actividad investigadora.

La estructura organizativa del Area (ver gráfico) está encabezada por el **Coordinador de Investigación** como responsable directo de las actividades de investigación del IAC. La **Secretaría** (compuesta por tres administrativos) asiste al Coordinador (\*) en las labores administrativas a la vez que ofrece apoyo y servicios a los investigadores.



(\*) Durante el mes de noviembre, se ha incorporado en la estructura organizativa del Area de Investigación la figura del **Gestor**, que tiene como misión la de asistir al Coordinador en sus funciones y llevar a cabo, bajo sus directrices, la gestión interna del Area.

El **Consejo de Investigadores** (con normativa pendiente de aprobación) es el órgano asambleario del Area y en él están presentes todos los doctores que ejercen su tarea investigadora 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 auxiliar al Coordinador en el desempeño de sus funciones, existe la **Comisión de Investigación**, que él mismo preside, y del que forman parte el Director del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna y cinco

doctores del centro que representan distintas líneas de investigación. Si bien es éste un órgano consultivo del Coordinador - para estudiar todos los asuntos relativos a la investigación y proponer las resoluciones pertinentes a los órganos competentes - éste lleva a través de la misma una dirección colegiada del Area de Investigación.

Los tres bloques organizativos de mayor envergadura del Area lo constituyen los propios **Proyectos de Investigación**, la **Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC** (todas ellas en el OT) y los **Servicios**.

Dependen del Area de Investigación una serie de Servicios dirigidos directa, aunque no exclusivamente, al personal investigador:

- **Servicios Informáticos Específicos (SIE)**, cuya 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 cuatro investigadores que dedican una buena parte de su tiempo a estas labores de soporte.

- **Servicio MultiMedia (SMM)**, que 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 Area.

- **Servicio de Corrección Lingüística (SCL)**, encargado de la revisión de textos de investigación astrofísica en lengua inglesa, destinados a ser publicados en revistas especializadas del campo. El servicio está formado por un técnico especializado.

La **Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC** en el OT, se lleva a cabo de modo estructurado y en colaboración con el Area de Instrumentación y la propia Administración del Observatorio. Es el objetivo de esta unidad el 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.

Finalmente, la actividad netamente investigadora en el IAC se estructura en **Proyectos de Investigación** que actualmente se ubican en diez

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 de Universo y Cosmología"; "Estructura de las Galaxias y su Evolución"; "Estructura de las Estrellas y su Evolución"; "Materia Interstelar"; "El Sol"; "El Sistema Solar"; "Alta Resolución Espacial"; "Instrumentación Óptica"; "Instrumentación Infrarroja" y "Astrofísica desde el Espacio".

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



# ESTRUCTURA DEL UNIVERSO Y COSMOLOGIA

## ABUNDANCIAS DE LOS ELEMENTOS LIGEROS (P2/86)

**R. Rebolo.**

**G. Israelian, R. García López y J. González Hernández.**

T. Kajino (Inst. Tokyo, Japón); N. Schukina (Obs. de Kiev, Ucrania); D. Wasserburg (Caltech, EEUU).

### Introducción

Este Proyecto persigue esclarecer el origen y evolución de algunos de los elementos de menor masa atómica de la Tabla Periódica. Mediante observaciones que revelen la presencia de estos elementos en distintos contextos astrofísicos se pretende restringir los procesos de nucleosíntesis que los han originado.

Es bien sabido que el litio pudo ser sintetizado en los primeros minutos después del Big Bang. Conocer la cantidad producida en aquellos instantes permitiría acotar uno de los pocos parámetros libres del modelo cosmológico estándar: la densidad bariónica. Con este fin, se investiga la presencia de litio en diferentes poblaciones estelares de la Galaxia (estrellas viejas del halo y del disco, estrellas jóvenes de cúmulos y asociaciones) y también en estrellas peculiares (estrellas de carbono, estrellas en órbita alrededor de agujeros negros y enanas marrones) que podrían producir o preservar su litio inicial.

El berilio, el carbono, nitrógeno y oxígeno son elementos que proporcionan información sobre otros procesos de nucleosíntesis en nuestra Galaxia, concretamente sobre las reacciones de astillado de núcleos en el Medio Interestelar por impacto de rayos cósmicos y sobre las explosiones de supernovas con progenitores masivos. La evolución de la abundancia de estos elementos está estrechamente ligada entre sí, especialmente en las primeras etapas de formación de la Galaxia. El estudio pretende esclarecer los mecanismos de nucleosíntesis involucrados en la producción de estos elementos y también obtener información sobre la evolución primitiva de la Galaxia.

## Algunos resultados relevantes

Se ha medido la abundancia de azufre en estrellas de muy baja metalicidad. La razón [S/Fe] sigue una tendencia creciente según vamos a estrellas más pobres en metales. De manera análoga al oxígeno, el azufre es producido en supernovas de tipo II cuyos progenitores son estrellas al menos 10 veces más masivas que el Sol. Los resultados obtenidos sobre la evolución del azufre confirman que en las primeras etapas de la formación de nuestra Galaxia las supernovas de tipo II y posiblemente las hipernovas fueron los principales responsables del enriquecimiento químico galáctico.

## Evolución del Proyecto

Se está investigando la composición química de estrellas con extrema pobreza de metales. Se dispone de observaciones de varias líneas de oxígeno (tripleto infrarrojo, OH, línea prohibida) en estrellas con un contenido de hierro 1.000 veces inferior al del Sol. El análisis realizado tiene en cuenta efectos NLTE (desviación del equilibrio termodinámico local) y proporciona un buen acuerdo entre los varios indicadores.

Se está investigando la composición química de la estrella que orbita alrededor del agujero negro A0620 a partir de espectros de alta calidad obtenidos con el instrumento UVES del VLT.

Se han analizado las observaciones espectroscópicas de la estrella rho Cassiopea, que evidencian fuertes episodios de pérdida de masa. Esta estrella se encuentra en una fase de evolución previa a la explosión como supernova.

## ANISOTROPIA DEL FONDO COSMICO DE MICROONDAS (P5/86)

**R. Rebolo.**

**S. Fernández Cerezo, R. Génova Santos, C.M. Gutiérrez, N. Falcón, P. Sosa Molina y J.A. Rubiño.**

R. Watson, R. Davis, 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); A. de Oliveira-Costa (Univ. de Pennsylvania, EEUU).

## Introducción

El Proyecto persigue determinar las variaciones espaciales en la temperatura del Fondo Cósmico de Microondas a escalas angulares de unos pocos 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  $1 \times 10^{-5}$ . 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.

## Algunos resultados relevantes

Con el experimento VSA (Very Small Array) se ha detectado el primer, segundo y tercer pico en el espectro de potencias angular del Fondo Cósmico de Microondas. El instrumento VSA ha sido utilizado en su configuración compacta y extendida para determinar el espectro de potencias angular desde multipolo 100 hasta 1.400. El análisis de los datos obtenidos durante los primeros dos años (2000 y 2001) de operación del instrumento en el OT ha determinado la amplitud y posición de los tres primeros picos acústicos en el espectro de potencias angular del Fondo Cósmico de Microondas. Estos picos se encuentran localizados en los multipolos  $l = 224, 509$  y  $771$  con amplitudes de  $72, 46$  y  $47 \mu\text{K}$  respectivamente. Asumiendo el escenario de fluctuaciones adiabáticas gaussianas para el origen de la estructura en el Universo, el análisis del espectro de potencias de VSA combinado con el de otros experimentos (COBE, BOOMERANG, MAXIMA, DASI y CBI) conduce a los siguientes valores para los parámetros cosmológicos:  $\Omega_b = 0.045$ ,  $\Omega_m = 0.46$ ,  $\Omega_\lambda = 0.59$ ,  $\Omega_{\text{total}} = 1.04$  (con errores relativos de aproximadamente un 10%) y un valor de 1.03 para el índice espectral de las fluctuaciones primordiales (error de un 5%).

## Evolución del Proyecto

Se ha continuado la adquisición de datos con VSA en su configuración extendida con el fin de conseguir una determinación precisa del cuarto pico en el espectro de potencias angular que en estos momentos con los datos disponible sólo se puede intuir que está situado en el rango de multipolos

1100-1200. Durante el año 2002 se ha observado un área comparable en tamaño a la cubierta en los primeros dos años de operación del instrumento.

Con la misma configuración extendida, VSA ha observado los cúmulos de galaxias Abell 399, 401, 478, 1795 con el objetivo de medir el efecto Sunyaev-Zeldovich producido por el gas caliente que se conoce en estos cúmulos en medidas de rayos X. Los datos se encuentran bajo análisis y deben permitir una estimación de la densidad central de gas caliente y una estimación de la masa total de gas en dichos cúmulos.

Se ha proseguido con la toma de datos con el experimento COSMOSOMAS, actualmente se dispone de mapas a 13, 15 y 17 GHz con una sensibilidad mejor que  $100 \mu\text{K}$  por haz en una región que cubre más de 7.000 grados cuadrados del Hemisferio Norte.

## ASTROFISICA RELATIVISTA Y TEORICA (P6/88)

E. Mediavilla.

J. Buitrago, M. Serra, A. Oscoz, C. Abajas, L. Crivellari, J. Betancort, S. Patiri, D. Alcalde, V. Motta, R. Barrena y J.A. Muñoz.

Colaboradores del IAC: J. Licandro.

L.J. Goicoechea (Univ. de Cantabria); R. Schild, E. Falco (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 de Belgrado, Rep. Serbia); M. Ramella (Obs. de Trieste, Italia); R. Gil-Merino (Univ. de Potsdam, Alemania); A. Bette (Royal Inst. of Technology, Suecia); G. Lewis (Univ. de Sidney, Australia).

## Introducción

### Lentes Gravitatorias

El estudio de las lentes gravitatorias proporciona poderosas herramientas para determinar 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  $\lambda_0$  y  $\Omega_0$  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, análisis teórico de la influencia del *microlensing* en las líneas de emisión de los QSOs y observaciones espectroscópicas en 2D de los sistemas lente conocidos.

#### *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.

#### *Métodos de inversión. Nuevos algoritmos para problemas de transporte radiativo*

Los métodos de inversión son esenciales para comprender muchas de las observaciones que se llevan a cabo en Astrofísica. El objetivo de este Programa es estudiar opciones alternativas a los procedimientos estándar de inversión (algoritmos tipo Lucy). En particular, se piensan aplicar al estudio de las galaxias, de su distribución 3D de brillo y de su cinemática.

En concreto, se desarrolla la formulación cinética de la teoría de formación de las líneas espectrales, en particular el estudio de las funciones de redistribución (estas funciones expresan la probabilidad conjunta de que un fotón, que viaja en una dirección y con una frecuencia dada, sea absorbido y luego reemitido por un átomo, en una dirección diferente y con otra frecuencia). Las observaciones espectrofotométricas con alta resolución espectral y angular disponibles hoy en día reclaman el cálculo de funciones de redistribución que guarden toda la información sobre los aspectos direccionales de la física del problema. La teoría actual, sin embargo, sólo permite expresar funciones promediadas direccionalmente. Con el fin de superar esta limitación, se ha realizado un estudio detallado de los procesos atómicos que están en el origen de la formación de las líneas espectrales. Este estudio ha conducido a una formulación operativa de las funciones de redistribución, que permite expresarlas tanto en función de la frecuencia como de la dirección.

#### *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 primeras 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**

#### *Lentes Gravitatorias*

El estudio del evento de alta magnificación detectado en la componente A del sistema lente Q 2237+0305 ha permitido estimar las características de este cuásar. De acuerdo con la curva de luz de la componente A, un disco de acreción estándar alrededor de un agujero negro supermasivo es el principal candidato para explicar la fuente de la emisión del continuo del cuásar. Los modelos establecen un tamaño de 0.012 pc para el disco de acreción.

Se ha identificado un grupo de 10 lentes gravitatorias en los que el *microlensing* inducido por un objeto estelar podría dar lugar a alteraciones en el flujo y en la forma de las líneas de emisión anchas. Se ha propuesto el estudio de líneas de emisión anchas de diferentes grados de ionización como método alternativo para estudiar la estratificación de la región donde se generan, alrededor del agujero negro supermasivo que existe en el interior de los cuásares, según el modelo estándar.

## Evolución del Proyecto

### *Lentes gravitatorias*

En la actualidad se está concluyendo una etapa que comenzó alrededor de 1998 con la incorporación de varios alumnos, con la iniciación de un proyecto financiado por el MCYT y con la obtención de tiempo de observación bajo la colaboración internacional Gravitational Lensing International Time Project (GLITP). Se han publicado varios trabajos muy importantes por la fuerte implicación que ha tenido el grupo en ellos (algunos han significado un gran esfuerzo como las curvas de luz de QSO 2237+0305) y se han leído dos tesis doctorales. Este ha sido el año de mayor actividad del grupo que, sin embargo, no contará el año que viene con varios de sus elementos más activos. Por este motivo habrá que centrar los esfuerzos en consolidar los temas de investigación de mayor proyección.

Se ha publicado en *Astrophysical Journal* un artículo con el ajuste de los datos del evento de microlensing en la componente A de Q 2237+0305 en el que se discuten varios modelos posibles para el disco de acreción alrededor del agujero negro supermasivo y se acota el tamaño de la región donde se origina el continuo. Se han seguido estudiando las propiedades del mecanismo central generador de energía en este objeto y en un próximo trabajo, ya aceptado, se publicarán estimaciones para la masa del agujero negro supermasivo y para el ritmo de acreción de materia. Se continúa con el estudio de los datos para intentar detectar una diferencia de tamaño de la fuente en los filtros V y R.

Se ha continuado la reducción de los datos de espectroscopia 2D de lentes gravitatorias. Se ha extendido el estudio de la emisión extensa en la línea de CIII] 1909 de Q 2237+0305 al perfil de las líneas estrechas y anchas. Los resultados apoyan la existencia de una región extensa de gas ionizado de dimensiones galácticas en la región central de la galaxia que hospeda al cuásar fuente. Se han obtenido algunos resultados preliminares para el sistema cuádruple PG 1115 y para Q 0957+561 que deben ser confrontados con nuevos datos. Se ha solicitado tiempo de observación (parte de él en

colaboración con la red europea Euro3D) para seguir con el programa de observaciones que se extendería también al estudio de arcos gigantes en cúmulos.

Tras el éxito alcanzado con la detección de la característica a 2175Å en la curva de extinción de Q 0909+531, se ha dedicado mucho esfuerzo a esta línea de investigación. Se han presentado varias comunicaciones a congresos discutiendo las implicaciones de la extinción en el dominio extragaláctico, se han analizado datos del HST para otros tres sistemas y se ha solicitado tiempo de observación para el telescopio NOT (ya concedido).

Se ha continuado con la campaña de seguimiento fotométrico de Q 0957+561. Se han publicado los resultados correspondientes a la gran variación en el flujo de la componente A. Con los datos de la última campaña se está en condiciones de discutir la naturaleza de este evento y la curva histórica de *microlensing*. Debido a los retrasos en la entrada de funcionamiento del telescopio de Liverpool no se ha podido empezar aún el seguimiento fotométrico de Q 2237+0305 con este telescopio.

Se ha terminado el estudio de la muestra disponible de radiofuentes. Se ha enviado un artículo con los datos y resultados discutiendo su impacto en la determinación de parámetros cosmológicos. Se ha solicitado (y obtenido) tiempo de observación para intentar completar la muestra de radiofuentes con flujos más bajos.

Se ha publicado la lista de lentes para las que la probabilidad de detectar un evento de *microlensing* en las líneas de emisión ancha es mayor. Un resultado muy interesante de este artículo es que la comparación entre los perfiles de líneas de baja y alta ionización podría ayudar al estudio de la estratificación de la región de líneas anchas. Se ha enviado un artículo con los resultados teóricos sobre el *microlensing* en discos de acreción en las métricas de Schwarzschild y Kerr.

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

Se ha concluido el estudio de la evolución no lineal del campo de velocidades, en la aproximación Euleriana, en los tres principales modelos cosmológicos: universo de Einstein-deSitter, universo de Friedmann abierto y universo de deSitter. Se han encontrado soluciones analíticas o en términos de simples cuadraturas, generalizando resultados anteriormente obtenidos por A. P. Raposo, J. Buitrago y L.J. Goicoechea. Queda pendiente la generalización a modelos con Quintaesencia, en los que la densidad de energía oscura varía con el tiempo.

Además de continuar trabajando en los métodos matemáticos para estudiar la estructura a gran escala, este año se han desarrollado técnicas estadísticas aplicables al Fondo de Microondas y se ha propuesto un modelo para la formación de alabeos en galaxias.

También se ha empezado una colaboración con el Prof. A. Bette (Royal Inst. of Technology, Suecia) para el estudio de la dinámica relativista de cuerdas y partículas con *spin*, basado en la dinámica de *twistors* que proporciona un límite clásico a la ecuación de Dirac en presencia de campos electromagnéticos y gravitatorios externos.

En lo relativo a los cúmulos de galaxias, se sigue trabajando en la tesis de R. Barrena. Se ha publicado el estudio espectroscópico del cúmulo 1E0657-56 que apoya la existencia de un sub-cúmulo, resultado de un proceso de captura y fusión.

## **GALAXIAS Y “REDSHIFTS”: FORMACION Y EVOLUCION (P9/97)**

**C.M. Gutiérrez.**

**I. García de la Rosa, R. Juncosa, I. Trujillo, A. Manchado y C. Domínguez Tagle.**

**Colaboradores del IAC: F. Prada.**

H. Arp (MPI, Alemania); M. Azzaro (ING, La Palma); R. de Carvalho (Obs. Nacional, Brasil); J. Funes (Steward Obs., EEUU); M. López-Corredoira (Univ. de Basilea, Suiza); S. Zepf (Univ. de Yale, EEUU).

### **Introducción**

Las medidas de las fluctuaciones presentes en la radiación cósmica de microondas muestran que a  $z=1100$  el Universo era altamente isótropo. Sin embargo, hoy en día se observa una gran inhomogeneidad en la distribución de materia con estructuras ligadas gravitatoriamente que se extienden al menos hasta masas de cúmulos de galaxias. Se acepta que es la gravedad la que ha amplificado las pequeñas inhomogeneidades iniciales hasta formar estas grandes estructuras. Sin embargo, el proceso detallado no se conoce, ni tampoco cuál fue la época de generación de los primeros objetos, ni el tamaño o masa típico de estos. Aunque las observaciones parecen inclinarse por el modelo jerárquico, el tema sigue aún abierto. En estos modelos, las primeras estructuras formadas son objetos de masa subgaláctica. Posteriormente, por procesos de fusión, agregación, etc. se van generando objetos mayores hasta formar

la gran variedad de estructuras observadas hoy en día. Las propiedades y evolución de las anteriores estructuras sólo han sido estudiadas de forma parcial, existiendo carencias en diversos rangos de corrimiento al rojo y tipo de estructuras. En particular el Proyecto se ha centrado en el estudio de asociaciones de galaxias similares al Grupo Local en el Universo cercano ( $z < 0.1$ ) y de cúmulos de galaxias cercanos ( $z < 0.1$ ) y lejanos ( $z > 0.5$ ). Para ello se analizan las propiedades estructurales, cinemáticas, fotométricas y espectroscópicas de las galaxias presentes en muestras amplias del tipo de las estructuras mencionadas. Mediante la comparación de las propiedades observadas con las predicciones de los distintos modelos será posible contrastar los mecanismos de formación e historia evolutiva de cada clase de objetos.

### **Algunos resultados relevantes**

Se ha comprobado en el cúmulo de Coma la existencia de una relación entre densidad local de galaxias y concentración interna de las mismas.

Se han descubierto dos objetos a  $z > 0.2$  en el filamento que, aparentemente, conecta las galaxias NGC7603 y NGC7603B.

Se ha realizado un nuevo estudio sobre PNG 135.9+55.9 confirmando la naturaleza de este objeto como la nebulosa planetaria más pobre en oxígeno y determinando las abundancias de los elementos a en la misma.

### **Evolución del Proyecto**

#### *Desplazamientos al rojo anómalos*

Se ha continuado con este estudio en el que se analizan las asociaciones aparentes entre objetos con diferencias de desplazamiento al rojo de varios miles de km/s. Los resultados obtenidos en 2001 acerca de la asociación entre NGC7603 y NGC7603b fueron publicados en 2002. A lo largo del año, se realizaron nuevas observaciones, tanto de este sistema, como de varios más (VV172, NEQ3, GC0248+430, etc.) en tiempo concedido en los telescopios NOT y WHT del ORM. Estos datos se encuentran en fase de análisis.

#### *Galaxias satélites*

El primer artículo sobre este tema fue publicado este año; en él se presentó la morfología de unas 60 galaxias satélites alrededor de galaxias espirales gigantes. Igualmente a lo largo del año se finalizó con el estudio de la fotometría en las bandas B, V, R e I de estos objetos. Se realizaron dos campañas de observación de 7 noches cada una (9 noches

útiles en total) en el telescopio VATT de 1,8 m en el Obs. Mount Graham (Arizona, EEUU). En dichas campañas se observaron los mencionados objetos en filtros estrechos centrados en  $H\alpha$ , lo cual permitirá estimar su tasa de formación estelar.

#### *Cúmulos cercanos*

Se publicó un primer trabajo sobre el análisis morfológico en las partes centrales del cúmulo de Coma, en el que se comprobó la existencia de la misma relación entre la concentración interna de las galaxias elípticas y la densidad local del cúmulo, previamente encontrada en el cúmulo Abell 2443.

#### *Otros*

I. García de la Rosa y sus colaboradores han continuado con el estudio de poblaciones estelares (edad, metalicidad y abundancias anómalas Mg/Fe) en galaxias elípticas de Grupos Compactos de Hickson. Para la determinación de los anteriores parámetros se está haciendo uso de las predicciones de los modelos de síntesis de poblaciones estelares de A. Vazdekis.

Se comenzó un estudio destinado a la detección de galaxias muy lejanas ( $z=4-6$ ) por medio del efecto lente gravitatoria en cúmulos de galaxias. A partir de la información sobre desplazamiento al rojo, subestructura y emisión en rayos X, se seleccionaron los mejores candidatos. Con las imágenes de varios cúmulos masivos se tratará de identificar los patrones de posibles efectos gravitatorios en las mismas, lo cual permitirá delimitar las regiones en las que la amplificación gravitatoria es mayor, y por tanto resulta más probable encontrar objetos a un  $z$  dado. Las primeras observaciones se realizaron en el mes de octubre a lo largo de 2 noches en el telescopio WHT del ORM. Los datos están siendo analizados.

Se ha continuado con el estudio de PNG 135.9+55.9. En 2001 se había presentado evidencia de que este objeto era una nebulosa planetaria extremadamente pobre en metales y situada en el halo galáctico. Otros grupos han confirmado la naturaleza de este objeto. Este año se ha realizado un estudio observacional intensivo de este objeto, que ha permitido delimitar con más precisión la abundancia de oxígeno ( $<1/50$  de la solar) y medir las abundancias de los elementos  $\alpha$ .

A lo largo de este año aparecieron publicados los resultados de trabajos ya descritos en la Memoria de 2001, como el análisis del Quinteto de Stephan, el estudio de las propiedades físicas que se infieren de perfiles de bulbos galácticos descritos con leyes de Sérsic y el análisis de los campos SSA observados con el HST.

En septiembre se presentó la tesis doctoral de I. Trujillo Cabrera "Quantitative Morphological Analysis of Intermediate-Redshift Galaxies". La misma obtuvo la calificación de Sobresaliente Cum Laude.

R. Juncosa se incorporó en octubre al Proyecto como Astrofísico Residente en el cual realizará su tesis doctoral titulada: "Evolución cosmológica de galaxias". Estará dedicada al estudio de cúmulos de galaxias a  $z>0.5$ . Se ha comenzado el trabajo analizando diversos *surveys* profundos existentes en el óptico y preparando el plan de observaciones para los semestres sucesivos.

# ESTRUCTURA DE LAS GALAXIAS Y SU EVOLUCION

## **GALAXIAS ACTIVAS Y CUASARES: MORFOLOGÍA Y CINEMATICA DEL GAS EXTRANUCLEAR**

**(P10/86)**

## **EL ORIGEN DE LOS FONDOS DE RADIACION EXTRAGALACTICOS**

**(P20/00)**

**I. Pérez Fournon.**

**D. Fadda y A. Afonso Luis.**

G. Rodighiero (Univ. de Padua, Italia); F.M. Montenegro y G. Mora (Univ de La Laguna).

Colaboración ELAIS (European Large Area ISO Survey); Proyecto SWIRE de Legado Científico del satélite SIRTf, redes europeas «ISO Survey» y «POE (Probing the Origin of the Extragalactic Background Radiation)», Proyecto Herschel/SPIRE y Colaboración AXIS.

### **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 los fondos de radiación extragalácticos. Los Proyectos principales son:

- *European Large Area ISO Survey (ELAIS)* y otros programas de observación con el satélite ISO  
- Observaciones con los satélites de rayos X Chandra X-Ray Observatory y Newton/XMM de los campos ELAIS

- *The SIRTf Wide Area InfraRed Extragalactic Survey (SWIRE)*, el mayor proyecto del satélite infrarrojo SIRTf de NASA

- Proyecto AXIS (*An XMM International Survey*) en colaboración con el *XMM Survey Centre*

### **Algunos resultados relevantes**

#### *ELAIS Deep X-Ray Survey (EDXS)*

Durante el año 2002 se ha completado la identificación en el visible e infrarrojo cercano de las fuentes de rayos X descubiertas a partir de observaciones con el telescopio espacial de rayos X Chandra de dos campos ELAIS del Hemisferio

Norte. Se han realizado observaciones profundas en el infrarrojo cercano con los telescopios UKIRT (Hawai, EEUU) y TNG (ORM, La Palma) para estudiar las fuentes de rayos X que son muy débiles, o que incluso no se detectan, en observaciones profundas en el rango visible. Se han obtenido espectros en el infrarrojo cercano, de gran calidad, de una muestra pequeña de estas fuentes con el telescopio SUBARU (Hawai, EEUU) que revelan que la población de fuentes de rayos X “duros” a desplazamientos al rojo altos tiene propiedades muy diversas, presentando diferencias importantes en su oscurecimiento en el rango visible y en rayos X y también en los estados evolutivos de las galaxias asociadas.

#### *The SIRTf Wide Area Infrared Extragalactic Survey (SWIRE)*

En el marco del Proyecto SWIRE se han desarrollado métodos de selección de cuásares a partir de fotometría multi-banda en el rango visible e infrarrojo cercano y se han aplicado a la selección de cuásares en varios campos SWIRE del Hemisferio Norte. Asimismo, se ha demostrado la viabilidad de aplicar técnicas de fotometría multi-banda para la medida de desplazamientos al rojo fotométricos de cuásares. Este avance en la identificación de cuásares anterior a las observaciones de SIRTf permitirá el análisis científico rápido de las primeras muestras de cuásares que serán detectados con SIRTf en el Proyecto SWIRE. También se ha llevado a cabo la preparación de los estudios en el infrarrojo medio y lejano de galaxias cercanas. En los campos SWIRE se ha catalogado una muestra de aproximadamente 500 galaxias con diámetro superior a 20”, seleccionadas a partir de su emisión en el infrarrojo cercano en datos del proyecto 2MASS, y se ha creado una base de datos con sus propiedades utilizando tanto bases de datos públicas como los datos multi-lambda de los Proyectos ELAIS y SWIRE.

#### *Observaciones extragalácticas de gran campo y profundas con el satélite ISO*

En colaboración con C. Lari y C. Gruppioni se ha finalizado una reducción de gran calidad del campo de Lockman observado con ISO a 15 y 90 micras lo que ha permitido estudiar muestras de galaxias con emisión intensa en el infrarrojo medio y lejano a niveles de flujo comparables con los de los estudios

más profundos realizados con el satélite ISO. También se ha completado la identificación de los objetos emisores en el infrarrojo medio detectados por el Proyecto ELAIS a partir de una nueva reducción de los datos de ISOCAM a 15 micras utilizando el método de C. Lari.

#### *Observaciones de cúmulos de galaxias en el infrarrojo medio con ISO*

Se han realizado observaciones espectroscópicas de varios cúmulos de galaxias observados con la cámara ISOCAM del satélite ISO (incluyendo el cúmulo Abell 1689). Los resultados obtenidos indican que las estimaciones de las tasas de formación estelar basadas solamente en observaciones en el rango visible son incorrectas: sólo un 10% de la formación estelar es detectable en el rango visible. Las observaciones infrarrojas son capaces de detectar el 90% restante. Para extender estos estudios a cúmulos más lejanos, el próximo año se realizarán observaciones de dos cúmulos distantes (3C330 y J188) utilizando los telescopios VLT y TNG.

#### **Evolución del Proyecto**

Durante este año se han producido avances importantes en todos los proyectos y objetivos planteados en el informe anual anterior. En particular, se ha contribuido de forma significativa a la preparación del Survey SWIRE de Legado Científico del satélite SIRTf, tanto en los aspectos científicos como en el desarrollo de software de reducción y análisis de los datos y en observaciones complementarias desde tierra. I. Pérez Fournon ha participado en varias reuniones científicas del Proyecto SWIRE. Se han desarrollado métodos de selección de cúasares a partir de fotometría multi-banda en el rango visible e infrarrojo cercano que se han aplicado a la selección de cúasares en varios campos SWIRE del Hemisferio Norte. Asimismo, se ha demostrado la viabilidad de aplicar técnicas de fotometría multi-banda para la medida de desplazamientos al rojo fotométricos de cúasares. Este avance en la identificación de cúasares anterior a las observaciones de SIRTf y en la determinación de sus desplazamientos al rojo fotométricos permitirá el análisis científico rápido de las primeras muestras de cúasares que serán detectados en el Proyecto SWIRE con SIRTf. Otro aspecto del Proyecto SWIRE liderado en el IAC es la preparación de los estudios en el infrarrojo medio y lejano de galaxias cercanas. En los campos SWIRE se ha catalogado una muestra de aproximadamente 500 galaxias con diámetro superior a 20", seleccionadas a partir de su emisión en el infrarrojo cercano en datos del Proyecto 2MASS, y se ha creado una base de datos con sus propiedades utilizando tanto bases de datos públicas como los datos multi-lambda de los Proyectos ELAIS y SWIRE.

En los estudios de gran campo y profundos con el satélite ISO también se han obtenido resultados

relevantes. En colaboración con C. Lari y C. Gruppioni se ha realizado una reducción completa de gran calidad del campo de Lockman a 15 y 90 micras lo que ha permitido estudiar muestras de galaxias con emisión intensa en el infrarrojo medio y lejano a niveles de flujo comparables con los de los estudios más profundos realizados con el satélite ISO. También se ha completado la identificación de los objetos emisores en el infrarrojo detectados por el Proyecto ELAIS a partir de una nueva reducción de los datos utilizando el método de C. Lari.

Una muestra de 13 galaxias infrarrojas descubiertas en observaciones profundas con ISO han sido observadas con el telescopio VLT y su espectrógrafo infrarrojo ISAAC.

Este año han sido aceptados para su publicación varios trabajos relacionados con las observaciones profundas con el satélite de rayos X Chandra en los campos ELAIS (*ELAIS Deep X-ray Survey*), incluyendo el catálogo y los primeros resultados, el estudio de las asociaciones y la correlación angular entre las fuentes de rayos X y las fuentes submilimétricas (SCUBA) y las observaciones espectroscópicas en el infrarrojo cercano con SUBARU de una muestra de galaxias activas oscuras.

I. Pérez Fournon continúa liderando la participación española y del IAC en la red europea "*Probing the Origin of the Extragalactic Background Radiation*" (POE).

I. Pérez Fournon ha continuado su participación en el Proyecto Herschel/SPIRE. Este año se consiguió financiación del Programa Nacional de I+D+i (Plan Nacional Espacio). En colaboración con los principales grupos que participan en la construcción de los tres instrumentos del satélite Herschel (SPIRE, PACS y HIFI). I. Pérez Fournon ha participado en la definición de una propuesta de red europea de investigación del VI Programa Marco de la Unión Europea para preparar los proyectos científicos del satélite Herschel. Esta solicitud de financiación será presentada en la primera convocatoria de las nuevas redes europeas del VI Programa Marco europeo.

I. Pérez Fournon ha seguido prestando servicios a la comunidad astronómica europea como miembro del comité de usuarios del *Space Telescope European Coordinating Facility*.

Dos miembros del grupo han dejado en 2002 el IAC para incorporarse a otros centros de investigación de prestigio. E. A. González Solares se incorporó en enero de 2002 al grupo de Astrofísica de la Univ. de Sussex (Reino Unido) y ha conseguido una beca europea post-doctoral "Marie Curie" para trabajar en el Inst. de Astronomía de Cambridge (Reino Unido) donde se incorporará en marzo de 2003. D. Fadda comenzó a trabajar en agosto de 2002 en el SIRTf Science Center en el California Int. of Technology (Pasadena, California, EEUU).



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

C. Muñoz-Tuñón.

V. Melo, J.A.L. Aguerri, N. Caon, A.M. Varela, M. Prieto, J.M. Rodríguez Espinosa, J.A. Acosta Pulido, I. Martínez Delgado, B. García Lorenzo y E. Recillas.

Colaboradores del IAC: D.R. Gonçalves, A.M. Pérez García y H. Deeg.

A. Prieto (MPI, Alemania), J. Iglesias (Obs. de Astronomía Espacial, Marsella, Francia); L.M. Cairós (Univ.-Sternwarte Gottingen, Alemania); 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. Graham (Univ. de Florida, EEUU).

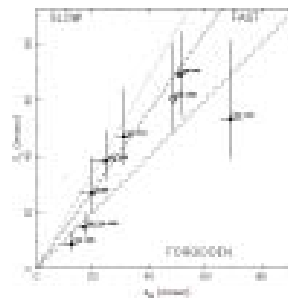
### Introducción

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 plantean 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.

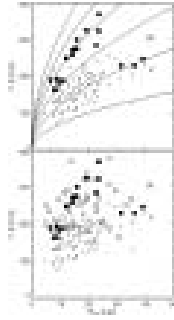
### Algunos resultados relevantes

El perfil plano que muestran las partes externas de las curvas de rotación de las galaxias espirales ha sido usado como prueba de la presencia de halos de materia oscura en dichas galaxias. La cantidad de materia oscura y la estructura de los halos depende del modelo cosmológico que se asuma. En particular, la concentración central de los halos de materia oscura está relacionada con el modelo de expansión del universo que se considere. La teoría más popular actualmente sobre formación de galaxias (CDM) predice altas concentraciones centrales para los halos de materia oscura de las galaxias espirales brillantes. La mejor prueba observacional que se conoce hasta ahora consiste en estudiar como es la rotación de las barras presentes en la mayoría de los discos de las galaxias espirales. Debido a que la barra rota dentro del halo de materia oscura de la galaxia, cede momento angular por fricción dinámica con el halo y va frenando su rotación. El proceso de frenado depende de la concentración del halo de materia oscura. Se ha estudiado la rotación de 6 galaxias barradas tempranas dando como resultado que todas ellas son compatibles con barras en rotación rápida. Lo cual implica que los contenidos centrales de materia oscura en los halos de dichas galaxias no pueden ser muy altos.



La figura muestra el radio de corrotación de las barras ( $D$ ) frente a su longitud ( $a_b$ ), para las galaxias de nuestra muestra (puntos rellenos) y dos galaxias más de la literatura (puntos vacíos). Las líneas superpuestas corresponden a los casos  $D/a_b=1.0$ ,  $1.4$  y  $1.7$ . Las galaxias con  $1.0 < D/a_b < 1.5$  corresponderían a barras rápidas. Se puede ver que dentro de los errores todas ellas son compatibles con ser barras rápidas.

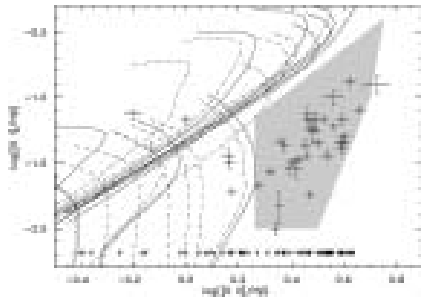
Un estudio de las galaxias lenticulares (S0) en comparación con las espirales (S) en los diagramas de diagnóstico dinámico, V-R (velocidad-tamaño) y TF (masa-velocidad), ha dado como resultado que las galaxias S0 son dinámicamente similares a las S, ocupando el mismo espacio que éstas, desde las más tempranas a las más tardías. Este resultado indica que las lenticulares no son un tipo de galaxias intermedias entre las espirales y las elípticas sino que es compatible con que sean una evolución de las espirales al perder material interestelar por procesos diferentes, tales como interacción, fusión o evolución natural.



La figura muestra la posición de los distintos tipos de galaxias en el diagrama V-R. Las galaxias Sa (puntos rellenos) presentan velocidades mayores y radios más pequeños que las galaxias Sc (cruces). Las galaxias S0 (cuadrados) se localizan por todo el diagrama. Las líneas continuas superpuestas corresponden a líneas de masa superficial constante.

### Fotones que se escapan

Los brazos de las galaxias espirales contienen grandes cantidades de estrellas en proceso de formación. Alrededor de las estrellas más calientes y jóvenes se forman las regiones HII, que contienen en su mayor parte hidrógeno ionizado por los fotones ultravioleta provenientes de las estrellas que encierran. Si la cantidad de hidrógeno que rodea una estrella no es suficiente para atrapar todos sus fotones ultravioleta, se produce un escape de éstos hacia las partes más externas de las galaxias. Conocer con precisión cuantos fotones ultravioleta escapan de las regiones HII es el primer paso para poder determinar si este proceso contribuye de forma importante a la producción de la luz difusa observada en los halos de las galaxias. El trabajo del grupo ha permitido estimar cuantitativamente la cantidad de fotones ultravioleta que escapan de una muestra de regiones HII a partir de los espectros observados de dichas regiones.



La figura muestra la posición de los modelos teóricos para regiones HII que atrapan todos los fotones ultravioleta en un diagrama en el que se comparan las líneas espectrales de emisión [OII] y [OI]. La región sombreada no contiene dichos modelos por lo que las regiones HII observadas (representadas por cruces) que caen en ese área deben corresponder al subgrupo de regiones que deja escapar fotones ultravioleta.

## Evolución del Proyecto

### Impacto de los starbursts nucleares. Disparo y confinamiento

Actualmente se está analizando el *starburst* nuclear de la galaxia espiral NGC253, para estudiar las condiciones y estructuras que se ven en el centro de esta galaxia y compararlas con M82. M82 es el prototipo de galaxia que sufre supervientos galácticos (SVG). Para este análisis se trabajó con observaciones realizadas con el HST. Los primeros resultados parecen apoyar la idea de que NGC253 no está sufriendo SVG, esto se deriva del número de supercúmulos estelares (SSC) por unidad de área en el centro de la galaxia, así como las distancias entre estos. Comparando con M82 se comprueba que ésta tiene un número casi 5 veces mayor de SSC por unidad de área que NGC253, y que además están, en promedio, más juntos.

Paralelamente se realizaron trabajos con la galaxia *starburst* NGC4631. Esta galaxia también se plantea que puede estar sufriendo SVG. Se detectó una gran burbuja (superburbuja) formada a partir de la región más brillante de la parte central de la galaxia. La energía necesaria para producir las dimensiones y velocidad medidas en la burbuja se corresponde con la energía liberada por los brotes catalogados dentro de esta región.

### Sobre las Galaxias Compactas Azules

Se continuo el Proyecto "*Multiwavelength observations of a large sample of Blue Compact Dwarf Galaxies*". Durante el pasado año, se completó la reducción y análisis de una muestra de BCDs en el NIR. Se ha completado la fotometría superficial profunda de más de 40 BCDs en el infrarrojo cercano (NIR). Esta supone, hasta la fecha, la mayor muestra de BCDs observadas en el NIR. Se realizó con telescopios de 3-4 m (NTT, La Silla, Chile y WHT, ORM). Alcanzando brillos del orden de 23 mag/arcsec<sup>2</sup> en K, 25 mag/arcsec<sup>2</sup> en J, lo que implica que, por primera vez, se ha cartografiado en el infrarrojo la galaxia anfitriona en una muestra representativa de BCDs.

Los resultados más destacados del análisis son: a) se han obtenido por primera vez los parámetros estructurales de la galaxia anfitriona en el NIR, para una muestra de BCDs; b) se han obtenido los colores óptico-NIR de la galaxia para las galaxias de la muestra que permiten dar estimaciones fiables de la edad; c) se han construido mapas de color óptico-NIR, que han revelado la presencia de polvo en aproximadamente el 30% de las galaxias de la muestra (en contradicción con la idea comúnmente

aceptada de que el contenido de polvo en estas galaxias es despreciable y d) se ha comprobado la validez de distintos modelos para la distribución de luz de la galaxia: modelo exponencial, ley de Sersic y "flattening exponencial". Los primeros resultados apuntan hacia un rango de propiedades estructurales muy amplio, implicando propiedades muy diferentes para las galaxias subyacentes.

Se ha comenzado un análisis exhaustivo de las propiedades de la galaxia subyacente en BCDs combinando fotometría superficial muy profunda en el óptico-NIR.

Los primeros resultados apuntan a que la componente subyacente de las galaxias BCDs se ajusta en ~80% de los casos con una ley de Sersic, con exponentes  $n$  cercanos a 1. Un 20% restante presenta  $n$  mayores. Atendiendo a estas propiedades, las galaxias de la muestra se separan en dos grupos. La mayoría de las galaxias anfitrionas presentan propiedades estructurales/colores semejantes a las dE/dSph.

Se ha realizado espectroscopía profunda (*slit*) en el óptico-NIR de 10 BCDs (seleccionadas para cubrir todos los rangos morfológicos, clasificados por nuestro grupo). Se está en el proceso de reducción/análisis de los datos. La alta calidad de los espectros ha permitido, por primera vez, detectar líneas de absorción en estas galaxias (CaT), con una S/N lo suficientemente buena como para elaborar curvas de rotación. Esto va a permitir realizar el primer análisis de cinemática del gas/estrellas en BCDs.

#### *Parámetros estructurales de galaxias y formación estelar*

Se han estudiado las propiedades en el infrarrojo medio y lejano de la galaxia starburst NGC253 utilizando para ello observaciones de IRAS (12, 25, 60 y 100 micras) y de ISOPHOT (180 micras). De sus perfiles de luminosidad se identifican tres componentes estructurales: una componente nuclear no resuelta, un disco exponencial y una barra. También se puede apreciar la presencia de un anillo al final de la barra. El modelado de las distribuciones espectrales de energía de cada componente estructural permitió la caracterización de cada una de ellas, y la determinación de la luminosidad, masa de polvo y tasa de formación estelar. Como resultados más significativos se puede resaltar la confirmación de la existencia de una gran cantidad de polvo en el disco de la galaxia que se extiende hasta grandes distancias del centro de la galaxia, distancias comparables o mayores que la extensión óptica del sistema. Esta masa de polvo muy frío supone el 94% de la masa total del

polvo medido en la galaxia ( $M_{\text{dust}}=8.2 \cdot 10^7 M_{\odot}$ ). Este polvo no había sido detectado hasta el momento ya que no presenta un pico de emisión en el infrarrojo lejano, sobre 180 micras, rango espectral al que solo se ha accedido con el satélite ISO.

#### *Sobre la dinámica y estructura de galaxias barradas*

El 50% de los discos de las galaxias brillantes tienen estructuras en forma de barras. El parámetro dinámico que describe la barra es el llamado patrón de velocidades. El cual nos da velocidad con la que rota la barra en el disco de la galaxia. En su rotación en el disco de la galaxia, las barras comparten momento angular con el halo de materia oscura. Así, la barra cede momento angular al halo debido a la fricción dinámica entre las dos componentes. Por lo tanto, la barra se va frenando con el tiempo. El tiempo de frenado de la barra depende directamente de la concentración central del halo de materia oscura; halos centralmente muy concentrados harían que las barras se frenasen en tiempos inferiores al tiempo de Hubble. Observacionalmente, determinar la velocidad de la barra no es fácil. Durante la última década se han diseñado gran cantidad de métodos (sobre todo fotométricos) con el fin de determinar la rotación de las barras. Uno de los mejores métodos basado en medidas espectroscópicas es el llamado método de Tremaine-Weinberg. El cual, había sido aplicado tan sólo a 2 galaxias barradas durante los últimos 10 años. Durante el pasado año se ha observado y analizado con este método una muestra de 6 galaxias barradas tempranas. El resultado obtenido es que todas las barras presentan velocidades de rotación rápidas compatibles con la presencia de poca materia oscura en las partes centrales de las galaxias. Este resultado pone en duda las predicciones de las teorías de formación de galaxias que auguran halos altamente concentrados en sus partes centrales.

También se ha continuado el estudio de las correlaciones entre las propiedades generales de los bulbos y de los agujeros negros supermasivos. En particular, a través de un refinado modelado de los bulbos, que permite sustraer con precisión la contribución luminosa de barras, discos internos etc., se ha encontrado que la correlación entre la masa del agujero negro y la luminosidad total de los bulbos resulta notablemente mejor que la encontrada previamente por otros autores, y es casi tan buena como la existente con el parámetro de concentración central. Este nuevo resultado proporciona otro elemento clave para las teorías y los modelos sobre los mecanismos de formación y crecimiento de los agujeros negros supermasivos.

### *Efectos del entorno sobre la actividad de formación estelar en galaxias*

El grupo tiene una gran experiencia en el estudio de la morfología de galaxias espirales próximas y aisladas. Durante los dos últimos años se ha desarrollado un nuevo programa para estudiar la morfología de las galaxias con alto o medio desplazamiento al rojo. Esta tarea de ajuste de componentes automática también sirve para hacer el estudio de la morfología de una forma rápida de un gran número de galaxias, como las presentes en cúmulos. El estudio de la morfología galáctica es importante ya que toda teoría que intente explicar la formación y evolución de las galaxias tiene que explicar las distintas morfologías observadas en las mismas y cómo depende del entorno donde se encuentren. Durante el año se aplicó el programa desarrollado al cúmulo de Coma y a imágenes de galaxias de campo del HST. En el cúmulo de Coma se ha encontrado una correlación entre la concentración de la luz de las galaxias esferoidales y su entorno, siendo las más concentradas las que están en entornos más densos. En las imágenes de campo del HST se ha estudiado como evolucionan los diferentes tipos de galaxias con el desplazamiento al rojo. El hecho de que haya o no haya evolución es clave para entender los procesos de formación de las galaxias. Se analizaron 8 campos profundos observados con el telescopio espacial, obteniendo una muestra completa en magnitud de galaxias hasta  $z=0.8$ . Se ha encontrado que el número de galaxias elípticas disminuye en función del desplazamiento al rojo. Esto estaría de acuerdo con los modelos jerárquicos de formación de galaxias, median los cuales las galaxias se van formando a partir de sucesivos "mergers" de galaxias masivas.

La luz difusa observada en algunos cúmulos de galaxias también es determinante para entender la formación y evolución de los cúmulos de galaxias. En los últimos años el descubrimiento de nebulosas planetarias como integrantes de la luz difusa ha abierto una nueva ventana para su estudio. Durante el pasado año se estudió la población de nebulosas planetarias en varias imágenes de gran campo del cúmulo de Virgo, encontrando que la luz difusa contribuye entre un 20-40% a la luminosidad total de dichos campos. Además, presenta una distribución no homogénea. Lo cual indica que el mecanismo que mejor explica el origen y evolución de la luz difusa es el "harassment". Es decir, dicha luz ha sido arrancada de las galaxias del cúmulo debido a sucesivas interacciones entre ellas y el potencial cumular.

## **ORIGEN DE LA ACTIVIDAD NUCLEAR EN GALAXIAS (P2/93)**

**J.M. Rodríguez Espinosa.**  
**J.A. Acosta Pulido, A.M. Pérez García y M.R. Kidger.**

**Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida y C. Muñoz-Tuñón.**

A. Prieto (MPI, Alemania); B. García Lorenzo (ING, La Palma); U. Klaas (MPIA-Heidelberg, Alemania); R. Laureijs (VILSPA, Madrid).

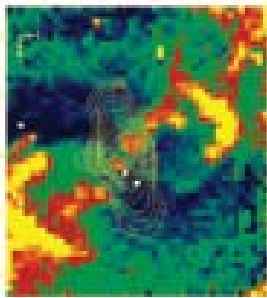
### **Introducción**

Este Proyecto trata de abordar el estudio de las galaxias activas desde dos puntos de vista. Uno es a través de variabilidad, que proporciona información sobre los tipos de mecanismos capaces de originar la actividad nuclear, así como sobre el tamaño del núcleo mismo. El otro es mediante el entendimiento de la relación entre las propiedades de la galaxia que alberga al núcleo activo y éste. El grupo está investigando estos dos aspectos clave de la actividad de las galaxias. Para el primero se está estudiando la variabilidad, incluyendo microvariabilidad, de cuásares y objetos activos violentamente variables. Para el segundo se cuenta con imágenes ópticas e IR, y fotometría ISO, de una muestra estadísticamente completa de galaxias Seyferts, con la idea de analizar su morfología, así como otros parámetros físicos, tales como la tasa de formación estelar en los discos. Por último, se están estudiando galaxias activas con conos de ionización bien definidos en el rango óptico, con la idea de encontrar en el IR los discos (toros) que producen la colimación de la radiación del núcleo activo.

El objetivo último del Proyecto es entender los mecanismos que originan la actividad en las galaxias activas, y los efectos de esta actividad en los bulbos y discos de estas galaxias.

### **Algunos resultados relevantes**

Se ha detectado una estructura lineal, perpendicular al cono de emisión en [OIII] en el núcleo de la galaxia Mrk 573. También se ha detectado emisión extensa en las galaxias NGC1386 y NGC526-A aunque en estas galaxias la emisión extensa se alinea con la emisión de gas ionizado observado en [OIII].



*Emisión extensa en el IR medio en Mrk 573 superpuesta sobre una imagen óptica de color del HST. La emisión en el IR medio se interpreta como un toro molecular responsable de la colimación de la emisión óptica.*

### **Evolución del Proyecto**

Se han obtenido imágenes en el IR térmico de galaxias Seyferts con conos de ionización en el óptico.

Se ha continuado con el análisis de los datos de TIMMI-2. Se ha obtenido la deconvolución de las imágenes en aquellas galaxias cuya emisión aparecía compacta. Entre los resultados más relevantes se destacan: detección de una estructura lineal y perpendicular al cono de emisión en [OIII] en el núcleo de la galaxia Mrk 573; mientras que en las galaxias NGC 1386 y NGC 526-A también se detecta emisión extensa aunque se alinea con la emisión de gas ionizado observado en [OIII]. El trabajo de deconvolución de las imágenes formó parte del trabajo de fin de carrera de A. Benítez Cañete.

Se han analizado las imágenes obtenidas para realizar el Atlas de galaxias con formación estelar violenta en Ha. Asimismo, se ha medido el ritmo de formación estelar a partir de la luminosidad en las imágenes de Ha y se han buscado correlaciones entre estas y la luminosidad en el rango IR lejano. Este estudio fue realizado por M.J. Vidal durante su trabajo de fin de carrera.

Se ha mejorado la reducción de los datos obtenidos en el rango IR cercano con el telescopio TCS. Se han medido perfiles de luminosidad a partir del ajuste de isofotas elípticas. Este estudio ha sido realizado por P. Rodríguez Hidalgo como parte de su trabajo de fin de carrera.

Se ha concluido un estudio espectroscópico en el rango IR medio de la luz zodiacal. Se han analizado espectros obtenidos por el instrumento ISOPHOT-S a bordo del satélite ISO. Se ha encontrado que el espectro puede ser explicado como emisión de cuerpo negro con temperaturas entre 255 y 300 K, y además no contiene rasgos característicos de emisión debida a silicatos. Este trabajo ha sido realizado en colaboración con los Drs. C. Leinert, P.A. Abraham, D. Lemke y R. Siebenmorgen del instituto Max-Planck de Heidelberg (Alemania).

## **POBLACIONES ESTELARES Y MATERIA OSCURA EN GALAXIAS (P3/94)**

**A. Aparicio.**

**C. Gallart Gallart, A. Marin Franch, D. Martínez Delgado, A. Rosenberg y S. Hidalgo Rodríguez.**

**Colaboradores del IAC: C. Martínez Roger y F. Prada.**

G. Bertelli, G. Piotto\*, A. Recio\* y M. Zoccali (Univ. de Padua, Italia); I. Saviane\* (ESO, Chile); M.A. Gómez Flechoso\* (Madrid); M. Mateo (Univ. de Michigan, EEUU); P. Stetson (Univ. Victoria, Canadá); P. Demarque y R. Zinn (Univ. de Yale, EEUU); D. Martínez Delgado (MPI, Alemania). (\*) *Colaboradores externos que forma parte de un proyecto del MCyT.*

### **Introducción**

Los objetivos de este Proyecto son: la caracterización de las poblaciones estelares, estructura, historia evolutiva y proceso de formación de galaxias y el estudio de la materia oscura en dichas galaxias. La investigación se centra, para ello, en las galaxias próximas, incluyendo, en algunos aspectos, la propia Vía Láctea y asumiendo que son una buena representación de todas las galaxias y pueden considerarse como una buena referencia para entender cómo éstas se forman y evolucionan. Por otra parte, se pretende abordar el estudio de la población de galaxias ultradébiles presentes en el Hubble Deep Field más allá del límite de detección fotométrico. El Proyecto se divide en cuatro líneas principales:

*Galaxias enanas: poblaciones estelares, materia oscura y estructura primordial*

En un universo dominado por materia oscura fría, las galaxias enanas serían las primeras en formarse, dando lugar su posterior aglutinamiento a galaxias mayores. En este sentido, las galaxias enanas que ahora observamos en nuestro entorno podrían ser los objetos que no llegaron a aglutinarse. La estructura extendida y contenido estelar primitivos proporcionarían información valiosa sobre la propia distribución de materia oscura y sobre sus luminosidades y sus ritmos de formación estelar en las primeras etapas de la evolución del Universo.

El objetivo de esta línea es caracterizar la estructura espacio-temporal de las galaxias enanas y, en particular, la búsqueda de estructuras extendidas

que puedan estar constituidos por una población estelar vieja. Recientemente se han obtenido indicios de que estas estructuras existen, pero se necesitan estudios más detallados que proporcionen pruebas más concluyentes y posibiliten llegar a determinaciones precisas de sus propiedades.

#### *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 podríamos decir 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 esos artículos. 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 por el grupo 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 encontraron varios cúmulos que son o pueden ser excepciones a este resultado. Es necesario extender el 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.

#### *Galaxias ultra débiles*

El análisis de la función de luminosidad de galaxias es fundamental tanto en el estudio de la evolución de galaxias como en cosmología. Integrando la función de luminosidad de galaxias en el espacio y

el tiempo se pueden obtener varias distribuciones observables, como la densidad superficial de galaxias en función de su magnitud aparente,  $n(m)$ . La capacidad de predecir la función  $n(m)$  con éxito depende del modelo cosmológico empleado y de cómo se caracterice la evolución de las galaxias desde su formación hasta la época actual. En este contexto, la función  $n(m)$  proporciona un observable fundamental y su estudio puede emplearse para comprobar la validez tanto de modelos cosmológicos como de evolución de galaxias.

La función  $n(m)$  ha sido estudiada en diferentes entornos por un gran número de autores. Recientemente, se ha hecho un gran esfuerzo en este sentido utilizando el HST. Diferentes grupos han estudiado  $n(m)$  de galaxias muy débiles basándose en las imágenes del Hubble Deep Field (HDF). Estos estudios han conseguido llegar a magnitudes tan débiles como  $V_{606} \approx 29$ , pero entre ellos aparece una diferencia de un factor 1.7 en el número de galaxias detectadas más débiles que  $V_{606} \approx 28$ . Esto pone de manifiesto que el conteo de galaxias no es, hasta ahora, una ciencia precisa.

En este contexto, el grupo está analizando las imágenes profundas del HDF utilizando la técnica de las fluctuaciones de brillo superficial. Con este análisis se está obteniendo una nueva determinación de la función  $n(m)$  que se extiende más allá del límite de detección de los trabajos anteriores, y además, al estar detectando las galaxias no resueltas presentes en el HDF, los resultados estarán libres de incompletitud.

#### *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.

El grupo ha trabajado durante años con códigos de cálculo de diagramas color-magnitud sintéticos. Fruto de esta experiencia es la posibilidad de ofrecer a la comunidad internacional una serie de herramientas de cálculo de poblaciones sintéticas que, básicamente, estará constituida por tres

elementos: el cálculo de diagramas color-magnitud sintéticos para cualquier batería de parámetros de entrada; resolución de la historia de la formación estelar mediante diagramas color-magnitud, basada en un algoritmo genético, y 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

El año pasado se plantearon cuatro líneas de trabajo: galaxias enanas: poblaciones estelares, materia oscura y estructura primordial; formación de la Vía Láctea: corrientes de marea, materia oscura y galaxias esferoidales; formación de la Vía Láctea: cúmulos globulares y estructura del halo, y escenario evolutivo de las galaxias elípticas: sistemas de cúmulos globulares.

A continuación se presentan los resultados más relevantes alcanzados durante este año. Aunque se dan por finalizadas algunas cosas y se plantean otras nuevas para el año 2003, el trabajo realizado durante el año tendrá continuidad en el que se pretende realizar en 2003. Por lo tanto, los hitos que siguen, se pueden considerar también como prolegómenos de las nuevas líneas.

Se ha detectado un gran número de candidatas a variables RR-Lyrae en la galaxia enana de Phoenix que es, de este modo, la tercera enana fuera del halo de la Vía Láctea en que tal detección se ha efectuado. El hecho es significativo porque no existía ninguna detección fidedigna de RR-Lyrae en enanas hasta el año 2002 y porque las RR-Lyrae permiten la caracterización de las poblaciones estelares más viejas y de su distribución espacial.

Se han detectado los restos de la galaxia enana de Sagitario en torno al cúmulo globular Pal 12. Esto confirma la sugerencia basada en un estudio dinámico de que este cúmulo fue arrancado de Sagitario por las fuerzas de marea de nuestra Galaxia.

A través de un método independiente se ha medido el contenido en materia oscura de Ursa Minor, encontrando un valor muy inferior al obtenido asumiendo que esta galaxia está en equilibrio virial. Esto sugiere que esta galaxia no es "tan oscura" como previamente se pensaba.

Se ha conseguido la primera medida de la densidad de cúmulos globulares intergalácticos en un cúmulo de galaxias, con un resultado que indica que, tal

densidad, es cero o completamente despreciable. Para ello, se han analizado las fluctuaciones de brillo superficial en un total de 20 regiones intergalácticas pertenecientes al cúmulo de Coma.

Resultado preliminar: datos sobre la galaxia enana de Phoenix obtenidos a través del HST, indican que la población estelar de las zonas externas de la galaxia es una mezcla de edades viejas e intermedias, existiendo un gradiente suave de la edad con el radio galactocéntrico. Este resultado podría indicar que la formación estelar en una galaxia enana tiene lugar en una región cuyo tamaño disminuye continuamente con el tiempo.

### Evolución del Proyecto

*Galaxias enanas: poblaciones estelares, materia oscura y estructura primordial*

Se ha continuado con el estudio de la historia de formación estelar y de enriquecimiento químico de la galaxia esferoidal enana de grupo Local Fornax, usando datos obtenidos con FORS1 en el telescopio VLT. Esta galaxia presenta formación estelar que ha continuado, aunque a un ritmo decreciente, hasta los últimos pocos cientos de millones de años. Combinando la información del diagrama color-magnitud con información espectroscópica, se ha establecido que esta galaxia ha experimentado un enriquecimiento químico bastante rápido y más importante de lo que indicaría el diagrama color-magnitud solo. Como la mayoría de galaxias que se están estudiando, ésta presenta un gradiente de población, con mayor cantidad de formación estelar reciente en el centro de la galaxia. (C. Gallart, en colaboración con R. Zinn, E. Hardy, F. Pont, R. Buonanno y G. Marconi).

Se han continuado con el estudio de la población de estrellas variables en la galaxia esferoidal enana del Grupo Local Phoenix, a partir de datos obtenidos durante 7 épocas de observación desde 1997 en el telescopio de 2,5 m del Obs. de Las Campanas (Chile). Se ha establecido la presencia de un gran número de estrellas variables del tipo RR Lyrae, que son trazadoras de una población estelar muy vieja, en esta galaxia, así como de estrellas variables cefeidas de corto periodo. (C. Gallart, A. Aparicio y D. Martínez-Delgado, en colaboración con W.L. Freedman, B.F. Madore y P. Stetson).

Se ha realizado una calibración teórica de las fluctuaciones de brillo superficial que produciría una población estelar simple, esto es, con una edad y metalicidad bien definida. Esta calibración se ha empleado para estudiar la edad y metalicidad de la estructura extensa no resuelta de las galaxias enanas irregulares DDO 165 y DDO 181. (S.L. Hidalgo, A. Marín-Franch y A. Aparicio).

*Formación de la Vía Láctea: corrientes de marea, materia oscura y galaxias esferoidales*

Se ha avanzado en el trazado de la corriente de marea de Sagitario. Se ha concluido el análisis de los resultados de nuestra campaña del 2001 con el descubrimiento de dos nuevos trozos de la cola Norte de esta corriente y se ha obtenido un modelo dinámico actualizado de la destrucción de esta galaxia. Como resultado, se ha enviado un artículo a *Astrophysical Journal* que está en fase de revisión (D. Martínez-Delgado, A. Aparicio y M.A. Gómez-Flechoso).

Con ayuda de el modelo dinámico de Sagitario, se ha buscado la presencia de restos de marea de esta galaxia en la vecindad solar, encontrándose que algunos "proper-motion groups" descubiertos en las últimas décadas en el halo de nuestra Galaxia son en realidad restos de Sgr. (D. Martínez-Delgado y E. J. Alfaro).

Desde el punto de vista teórico, se ha trabajado en un nuevo modelo dinámico más preciso, en el que la estructura de la galaxia enana de Sgr es caracterizada por dos componentes (visible + materia oscura). (D. Martínez Delgado y M.A. Gómez-Flechoso).

Se ha iniciado un proyecto de DEA a cargo de L. Difrabricio (TNG) para el trazado de distancias a lo largo de la corriente de Sgr mediante estrellas variables RR Lyrae, usando el catálogo de variables de Sloan Digitized Sky Survey. (D. Martínez Delgado y F. Prada).

Se ha concluido el análisis de la destrucción por marea de la galaxia Ursa Minor dSph. Los resultados indican que esta galaxia está en un avanzado estado de su destrucción por marea, indicando que no estaría dominada por la materia oscura tal como se pensaba. (D. Martínez Delgado, A. Aparicio y M.A. Gómez Flechoso).

Se desarrolló un nuevo método teórico para caracterizar el contenido en materia oscura de una galaxia enana a partir del brillo superficial de su cola de marea. Este trabajo ha sido aceptado en *Astrophysical Journal Letters*. (D. Martínez Delgado y M.A. Gómez-Flechoso).

Se han detectado los restos de marea de Sgr en torno al cúmulo globular joven Pal 12. Esto confirma que este cúmulo es parte de la corriente de marea de esta galaxia y confirma que algunos cúmulos globulares aparentemente aislados podrían haber sido acretados de galaxias satélites, tan como predice el modelo de formación de la Vía Láctea de "Searle & Zinn". Este trabajo ha sido publicado en *Astrophysical Journal Letters*. (D. Martínez Delgado, C. Gallart, R. Carrera y R. Zinn).

Se detectó la presencia de dos *turnoffs* de estrellas de secuencia principal en el campo de los cúmulos globulares NGC4147 y NGC5024. El más débil corresponde a Sgr, situado a 45 kpc. El más cercano corresponde a un "tidal stream" situado a 20 kpc., que podría formar parte de una capa de material más cercana de Sagitario o de una nueva galaxia destruida no detectada con anterioridad. Estos resultados están en proceso de análisis. (D. Martínez Delgado, R. Zinn y D. Dinescu).

Se ha dirigido el trabajo del becario de verano A. Tuntsoff sobre el contenido en materia oscura del cúmulo globular Pal 13. En este trabajo se encontraron indicios de que este cúmulo está casi completamente destruido por la Vía Láctea, lo que explicaría su anómala relación masa-luminosidad. Se está preparando un artículo que incluye una simulación N-body de la destrucción de este cúmulo a cargo de M.A. Gómez-Flechoso. (D. Martínez Delgado).

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

Se ha concluido la observación de todos los cúmulos globulares situados entre 16.5 y 42 kiloparsecs del centro galáctico (18 en total), cubriendo de esta manera la mayor parte del halo externo. Las observaciones han sido llevadas a cabo con los telescopios gemelos TNG y NTT, de 3,5 m. (A. Rosenberg y A. Aparicio).

Se han obtenido las velocidades de rotación de un total de 56 estrellas de rama horizontal en cúmulos globulares. No se encuentra relación entre la rotación estelar y la presencia de huecos en la rama horizontal y no se puede identificar un mecanismo que explique la alta rotación en estas estrellas. (A. Aparicio, A. Recio y G. Piotto).

*Escenario evolutivo de las galaxias elípticas: sistemas de cúmulos globulares*

Se investigó la posible existencia de cúmulos globulares intergalácticos en cúmulos de galaxias. Se ha analizado con detalle el cúmulo de Coma y se ha probado que en este cúmulo no existe una población de cúmulos globulares intergalácticos. (A. Marin-Franch y A. Aparicio).

Se está estudiando la población de galaxias de fondo en las imágenes profundas del Hubble Deep Field. Para ello se están usando las regiones de la imagen en las que no se resuelven galaxias para, mediante el análisis de las fluctuaciones de brillo superficial, obtener la abundancia de galaxias débiles, se prevé poder llegar dos magnitudes más profundo que los estudios previos sobre el Hubble Deep Field. (A. Marin-Franch y A. Aparicio).



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

E. Mediavilla.

J.A. Acosta, A. Monreal y V. Motta.

**Colaboradores del IAC: B. García López.**

L.M. Cairós (Univ. de Göttingen, Alemania); M. Rodríguez (INAOE, México); S. Arribas (STScI, EEUU), V. Motta (Univ. de Montevideo, Uruguay); L. Colina (IFCA, Santander); P. Felenbok (Obs. Paris-Meudon, Francia); R. Díaz y S. Lípari (OAC, Italia); M. Roth (IAP, Francia); E. Battaner, A. Castilla, A. Guijarro y E. Florido (Univ. de Granada).

### Introducción

El propósito final 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 descubierto una estructura bicónica de ionización en la galaxia NGC5033. Esta Galaxia es un núcleo activo de baja luminosidad y las líneas del [OIII] resaltan poco respecto al continuo. Por este motivo es difícil obtener mapas de la emisión de [OIII] basados en imágenes de filtros. Gracias a la espectroscopía 2D se ha podido localizar el núcleo Seyfert 1 y reconocer la estructura bicónica de ionización predicha por los modelos. Sin embargo, los resultados indican que el principal responsable del alineamiento de la ionización es el oscurecimiento inducido por material en el disco de la galaxia, en lugar del mecanismo interno en ocasiones propuesto.

### Evolución del Proyecto

Este año se ha reforzado y extendido la colaboración con la Universidad de Granada. Un artículo sobre el anillo de gas ionizado en NGC7331 aparecerá publicado en *Astronomy & Astrophysics*, se está terminando otro sobre la estructura de ionización en NGC5033 y se ha avanzado con un estudio exhaustivo de la cinemática del gas y las estrellas en M100. Además hay previstas nuevas observaciones (concedidas) e intercambios de estancias. Gracias a esta colaboración, se ha entrado formalmente en el Proyecto Planck en la sección de estudios extragalácticos.

En el campo de investigación de las ultraluminosas, se han analizado las regiones de gas ionizado de la galaxia IRAS 14347-1448 con la ayuda de imágenes de archivo del HST. Las regiones extranucleares son compatibles con un brote de formación estelar instantáneo de unos 5 millones de años con masas de un millón a diez millones de veces la del Sol. Podrían ser ejemplos de regiones HII gigantes o incluso de galaxias enanas de marea. En los núcleos de las galaxias en proceso de fusión, es necesaria cierta contribución de polvo caliente además de una componente estelar para explicar los colores observados una vez corregidos de extinción. También se ha publicado un artículo en *Astrophysical Journal* sobre la galaxia NGC2110 y otro sobre MrK 370.

Se ha dedicado un gran esfuerzo en la Red Euro3D, organizando una reunión en el IAC y asistiendo a otras. También se coordina uno de los grupos de trabajo sobre "Lentes Gravitatorias" y se ha solicitado la organización de una Escuela de Invierno (Winter School). Sin embargo, la Red absorbe mucha actividad (observaciones, reducción de datos, implementación de estándares, informes, etc.) y en la situación actual los recursos del Proyecto son claramente insuficientes.

En lo que se refiere a la instrumentación, se ha sistematizado la calibración absoluta en flujo de datos tomados con INTEGRAL, realizando un análisis cuidadoso de los diferentes factores que pueden afectar a la calibración absoluta. Se ha comprobado que, en condiciones típicas de trabajo, es posible llevar a cabo dicha calibración en la mayor parte de los casos con unos errores del orden de 10-15%. Asimismo, se sigue manteniendo contacto con el CfA estudiando la posibilidad de implementar un sistema de dos IFUS gemelas en el MMT. El IAC construiría el haz de fibras y ellos se encargarían de las interfases en el plano focal y a la entrada del espectrógrafo.

## DISTRIBUCION Y DINAMICA DE POBLACIONES ESTELARES GAS Y POLVO, Y FORMACION ESTELAR EN GALAXIAS (P5/94)

F. Garzón.

P.L. Hammersley, A. Cabrera y T. Mahoney.

Colaboradores del IAC: X. Calbet.

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

### 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.

Además, se ha incluido entre las metas 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, que se ha construido y puesto a punto. En este apartado del Proyecto, se cuenta con la colaboración activa del grupo del Prof. E. Battaner (Univ. de Granada).

Durante el año 2002 se han ampliado los objetivos del Proyecto para incluir, además, el estudio selectivo de las poblaciones estelares fuera del plano para determinar la hipotética estructura del disco grueso de la Galaxia.

### Algunos resultados relevantes

Determinación de los parámetros de escala del disco a partir de la generación de un modelo que incluye alabeo del disco galáctico y un *flare* de escala de altura variable con la distancia galactocéntrica.

Medida directa de la densidad estelar y extinción en la línea de visión mediante la selección y medida de las poblaciones estelares predominantes en diagramas color-magnitud.

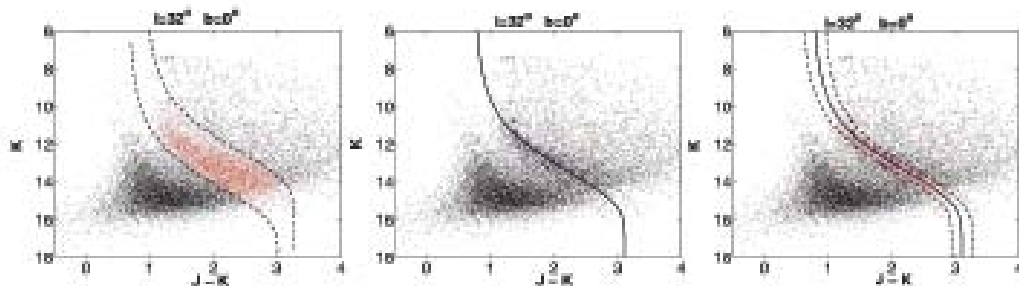
Determinación de la estructura a gran escala en un conjunto de espirales próximas a partir de fotometría superficial en el NIR.

### Evolución del Proyecto

Durante 2002 se ha continuado el estudio de la población estelar de la Galaxia haciendo uso de una base de datos propia (el catálogo TMGS ha quedado ya superado y sólo se utiliza el mapa profundo multibanda de CAIN) y de las de DENIS, Proyecto en el que se participa, y 2MASS.

Asimismo, se ha progresado en el cartografiado multibanda con CAIN, que constituye la base de la tesis doctoral en marcha en el grupo, seleccionando áreas que muestran características de interés en los cartografiados anteriores. En este sentido se ha empezado a investigar sobre la existencia del disco grueso, componente controvertida y que sólo debería tener carta de naturaleza como tal si contara con una población estelar diferenciada.

*Selección de la población de gigantes K2 a partir de su posición en el diagrama CM (izquierda). Una vez seleccionado, se realiza un ajuste gaussiano a cada corte horizontal, y se ajusta la traza K2III a los máximos, de donde se determina directamente la distancia y extinción a lo largo de la línea de visión. Finalmente, se selecciona la población de gigantes K2 alrededor de esta traza (derecha).*



Se ha continuado con la toma de datos profundos en óptico, que complementen las observaciones infrarrojas, haciendo uso de la WFC del telescopio INT en regiones seleccionadas.

En el apartado de la colaboración con el grupo del Obs. de Besançon (Francia), durante la estancia en el IAC como becario EARA de S. Picaud, se ha analizado la estructura interna del disco de la Vía Láctea mediante el modelo de Besançon, dinámicamente consistente, obteniendo evidencias directas de la existencia y geometría de la barra central.

Se ha impulsado el estudio de la estructura y poblaciones de galaxias espirales próximas, que ha de completar el cartografiado estelar de gran profundidad que forma el núcleo del trabajo de investigación de Grupo. En este sentido, se ha completado la primera fase del catálogo de espirales de cara, susceptibles de ser estudiadas estructuralmente, y la mitad del catálogo de las espirales de canto, de las que se espera poder determinar los truncamientos del disco.

## **COSMOS, EVOLUCION COSMOLOGICA DE GALAXIAS (P5/00)**

**M. Balcells.**

**M. Prieto, D. Cristóbal Hornillos, P. Erwin, J. Cepa, M. Pohlen, L. Domínguez Palmero, C. Eliche Moral, D. Vergani y A. Graham.**

**Colaboradores del IAC: F. Garzón, C. Muñoz-Tuñón, J.A.L. Aguerri y A. Vazdekis.**

R. Guzmán y A. Graham (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, J. Zamorano, E. García-Davó, J. Gorgas, A. Gil de Paz y A. Serrano (UCM, Madrid); N. Cardiel (CAHA/UCM); R. Pelló y T. Contini (LAOMP, Francia); R.F. Peletier y J. Falcón (Univ. de Nottingham, Reino Unido); D. Carter (Univ. de Liverpool, Reino Unido); C. González, y T. van Albada (Univ. de Groningen, Países Bajos); C. del Burgo (ESTEC, Países Bajos); R. Swaters (Univ. John Hopkins, EEUU); F. van den Bosch (MPI, Alemania).

### **Introducción**

El Proyecto COSMOS desarrolla varias líneas de investigación en estructura y evolución cosmológica de galaxias. La próxima puesta en operación del telescopio GTC permitirá el estudio de la formación y evolución de galaxias por observación directa de galaxias a distancias cosmológicas. Las actividades

de este Proyecto se dirigen a la preparación para la pronta explotación científica del telescopio GTC mediante la confección y estudio de muestras de galaxias a alto  $z$ . Para ello, desde el año 2000 se está llevando a cabo un muestreo profundo de una amplia área del cielo, conocido como "muestreo COSMOS", que alimentará una amplia gama de proyectos científicos, entre otros la selección y estudio de muestras de galaxias hasta  $z \sim 3$ .

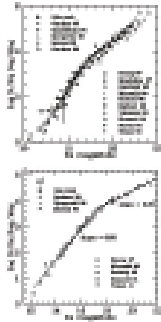
A partir del "muestreo COSMOS", el equipo está actualmente abordando dos estudios de la evolución cosmológica de galaxias. En primer lugar, el estudio de galaxias luminosas compactas azules (LBCGs), objetos identificados en muestreos profundos en la década de los años noventa, cuya abundancia a  $z$  altos y paucidad en el Universo local las identifican como una de las clases de galaxias que más han evolucionado desde  $z=1$ . En segundo lugar, se estudian la estructura y colores de los bulbos de galaxias espirales a desplazamientos al rojo  $0.5 < z < 1$ , para abordar, entre otras, la cuestión de la edad relativa de bulbos y discos en las galaxias espirales.

Tanto las LBCGs como los bulbos son ejemplos de componentes esferoidales de las galaxias, y el grupo prosigue líneas de estudio de la estructura de bulbos y elípticas en el Universo local, así como de procesos de interacción y fusión de galaxias mediante simulaciones numéricas.

### **Algunos resultados relevantes**

#### *Cuentas de galaxias en el "muestreo COSMOS"*

Se ha completado el análisis de las cuentas de galaxias en dos campos del "muestreo COSMOS", en la banda  $K_s$  del infrarrojo cercano. COSMOS tiene características únicas de área y profundidad, lo que ha permitido determinar con precisión que las cuentas de galaxias (número de galaxias por intervalo de magnitud y por grado cuadrado) muestran un cambio de pendiente a  $K \sim 17$ . Las pendientes obtenidas son  $g=0.60$  y  $g=25$  para los rangos brillante y débil, respectivamente. El resultado confirma estimaciones anteriores menos precisas. Se ha comprobado que las cuentas de galaxias publicadas por distintos autores muestran una dispersión notable, pero que todas las cuentas consideradas completas (con buena estadística y con correcciones de completitud menores del 5%) concuerdan bien unas con otras sobre un rango de 12 magnitudes (Ver figura). Esto indica que los métodos de corrección de eficiencia de detección precisan ser mejorados.



El panel superior muestra cuentas de galaxias de diversos autores (número de galaxias por grado cuadrado y por intervalo de magnitud), en la banda K infrarroja. El panel inferior muestra solamente cuentas completas, considerando como tales aquellas con buena estadística y con correcciones de completitud inferiores al 5%. Se aprecia un acuerdo notable entre las cuentas completas de los distintos autores. Las líneas rectas muestran ajustes lineales a las cuentas brillantes y débiles, señalándose las pendientes en ambos rangos.

El cambio de pendiente de las cuentas a  $K \sim 17$  está relacionado con la naturaleza de la población galáctica en las distintas edades del Universo y que los modelos de formación y evolución de galaxias deben explicar. La pendiente en el rango débil permite asegurar que la contribución de galaxias no resueltas al fondo NIR es finito, las galaxias no resueltas contribuyen a lo sumo un 50% al fondo de radiación infrarroja. Se han construido modelos de cuentas de galaxias usando el método tradicional de trazar la evolución de las galaxias del Universo local atrás en el tiempo. El método permite evaluar la bondad de las suposiciones sobre la época de formación y la historia de formación estelar de las galaxias de distintas clases. Para reproducir el cambio de pendiente en las cuentas observadas, es necesaria una formación galáctica reciente, de  $z \sim 2$  para elípticas y espirales tempranas, y  $z \sim 1$  para espirales tardías, siendo necesario asimismo introducir una población de galaxias enanas con formación estelar en todas las épocas.

MEMORIA  
2002 IAC

44

#### *Bulbos de galaxias en el Universo cercano*

M. Balcells, A. Graham y L. Domínguez, en colaboración con R.F. Peletier, han completado el estudio del perfil de brillo de bulbos de tipo morfológico temprano e intermedio, utilizando imágenes obtenidas con la cámara NICMOS en el HST. La alta resolución espacial del HST ha permitido obtener perfiles de brillo hasta  $0.1''$  del centro de las galaxias. Combinando estos perfiles con perfiles de brillo obtenidos en telescopios en tierra, que cubren un campo mayor, se han obtenido perfiles de brillo que cubren desde unos 15 pc del centro hasta algunos kiloparsec, y que muestrean desde la región más interna de los bulbos hasta las zonas dominadas

por el disco de las galaxias. La descomposición en componentes bulbo y disco muestra la presencia de componentes centrales en la mayoría de los bulbos (85%). La mayoría de estas no están resueltas espacialmente por la cámara NICMOS, lo que les da un tamaño típico de menos de 20 parsec. Su luminosidad típica, del orden de  $10^{-3}$  de la luminosidad del bulbo, corresponde a la de unos 20 cúmulos globulares. Se ha inferido una forma para los perfiles de brillo de los bulbos más próxima a la exponencial que la obtenida con imágenes desde tierra, deduciéndose que no se encuentra ningún bulbo que siga la conocida ley  $r^{1/4}$  de Vaucouleurs. Este resultado pone en entredicho los modelos de formación de bulbos basados en fusiones de galaxias de disco.

## **Evolución del Proyecto**

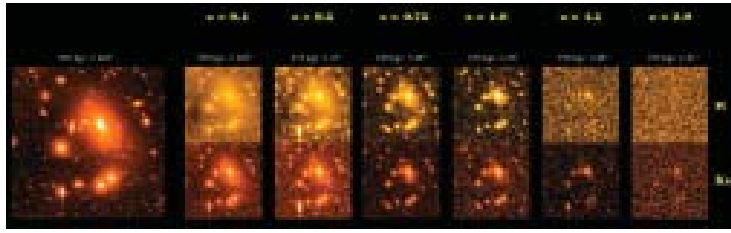
### *Muestreo COSMOS*

Se ha proseguido la obtención del "muestreo COSMOS" usando la cámara INGRID en el telescopio WHT, y la cámara Omega Prime en el telescopio de 3.5 m del Obs. de Calar Alto. Se ha encontrado una coincidencia total entre los resultados sobre cuentas de galaxias obtenidos en campos distintos analizados con software de reducción independientes, lo que confirma la bondad de los algoritmos de reducción y extracción de fuentes hasta magnitudes  $K \sim 20.5$ .

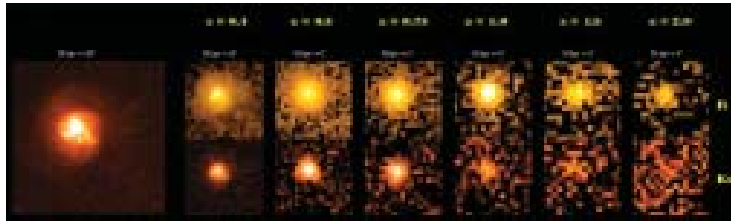
El "muestreo COSMOS" ha ampliado su alcance añadiendo la obtención de imágenes de los mismos campos en longitudes de onda del visible y ultravioleta. Los campos del "muestreo COSMOS" han sido seleccionados para el "muestreo OTELO" (Ver Proyecto P6/00), optimizándose así las tareas de cartografiado necesarias para los dos mayores proyectos de preparación para la explotación científica del telescopio GTC. Ambos equipos han iniciado una coordinación de la obtención y reducción de los datos, y en el desarrollo de los protocolos correspondientes, usando telescopios del ORM.

### *Masas de las poblaciones estelares en galaxias con formación estelar activa a $z$ intermedios*

Dentro de su proyecto de tesis doctoral, D. Cristóbal, en colaboración con R. Guzmán, ha desarrollado algoritmos para determinar la masa bariónica contenida en las poblaciones estelares de galaxias con formación estelar activa. El método consiste en ajustar los flujos medidos en bandas fotométricas desde U hasta K, en el sistema de referencia intrínseco de la galaxia, mediante distribuciones espectrales de energía derivadas de los modelos de síntesis evolutiva de Bruzual y Charlot. Los códigos se han aplicado para la determinación de las masas



Simulaciones de visibilidad usando el paquete de programas COSMOPACK. Panel superior: El cúmulo de galaxias Abell 2634, a  $z=0,030$ , tal como se observaría en la banda R con la cámara PFC del telescopio WHT, y en la banda infrarroja Ks con la cámara INGRID del telescopio WHT, si estuviera situado a  $z=0,1, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, \text{ y } 2,0$ . Los tiempos de exposición varían de 1.000 s a 7.200 s. Cada panel cubre la misma escala espacial, y lleva indicado su tamaño en segundos de arco. Debido a sus poblaciones estelares viejas, Abell 2634 se observa a mayor distancia en el infrarrojo.



La galaxia UCM2325+2318 ( $z=0,0043$ ), reproducida con los mismos parámetros por el paquete de programas COSMOPACK. Debido a la presencia de poblaciones estelares jóvenes, esta galaxia se observa a mayor distancia en la banda R.

estelares de galaxias luminosas, compactas azules en el campo de Groth, usando los flujos en K obtenidos en el "muestreo COSMOS" y los desplazamientos al rojo espectroscópicos hechos públicos por el Proyecto DEEP.

#### El paquete de programas COSMOPACK

El grupo ha puesto a punto un paquete de programas (COSMOPACK), en el entorno de IRAF, para la simulación de la apariencia de galaxias a alto  $z$  mediante la aplicación de correcciones K y cosmológicas a imágenes de galaxias cercanas. El paquete permite simular cómo se observarían distintos tipos de galaxias locales si se encontraran a un desplazamiento al rojo dado, observadas con cualquier combinación de telescopio, detector y tiempo de exposición (Ver figura). Con esta herramienta, pueden estudiarse de qué forma los efectos cosmológicos (atenuamiento  $(1+z)^4$ , corrección K y evolutiva), y efectos observacionales (ruido de fondo, PSF, pixelado, tiempo de exposición) afectan a la selección y estudio de galaxias a alto  $z$ . El paquete se ha puesto a disposición de la comunidad astronómica.

#### Estudios de bulbos galácticos a $z$ intermedios

L. Domínguez, M. Balcells y M. Prieto han seguido un estudio de bulbos galácticos a  $z$  intermedios. El objetivo es obtener colores característicos de bulbos y discos en galaxias que, por su desplazamiento al rojo, se observan en épocas cercanas a la época de formación de la estructura bulbo-disco, que se

supone alrededor de  $z=1$ . Se espera responder a cuestiones fundamentales tales como quién se formó antes, el bulbo o el disco. Para obtener colores de los bulbos no afectados por polvo en el disco, se trabaja con galaxias inclinadas, en las cuales un lado del bulbo no queda enrojecido por el disco. Se ha definido una muestra limitada en diámetro de 133 galaxias inclinadas en el campo de Groth, a partir de imágenes tomadas con el HST (Ver figura), y se han obtenido perfiles de color sobre el eje menor de los bulbos. El estudio demuestra que bulbos y discos a  $z$  intermedios tienen colores muy parecidos, apuntando a épocas de formación similares.



Una galaxia del campo de Groth, en imagen Ks del "muestreo COSMOS", y en imágenes de la cámara WFPC2 del HST en las bandas F606W (V) y F814W (I). Las imágenes cubren un campo de 6 segundos de arco de lado.

### *El Plano Fundamental de los bulbos galácticos*

M. Balcells, J. Falcón y R.F. Peletier han completado un estudio de la posición de los bulbos galácticos en el Plano Fundamental de las galaxias elípticas. Usando parámetros estructurales derivados de imágenes infrarrojas, y velocidades de dispersión a partir de espectros obtenidos utilizando el espectrógrafo ISIS del telescopio WHT, se ha determinado que el plano fundamental de los bulbos es muy parecido al de las galaxias elípticas, aunque mostrando un leve desplazamiento relativo. Este desplazamiento es explicable por la energía de rotación de los bulbos, aunque la interpretación más común sugiere que el desplazamiento es debido a una ligera diferencia de edad entre las poblaciones de bulbos y discos. La diferencia de edad estimada, 10-20%, es similar a la derivada de los colores ópticos e infrarrojos de bulbos y discos obtenida por el grupo.

### *Poblaciones estelares en bulbos galácticos*

M. Balcells, A. Vazdekis, J. Falcón y R.F. Peletier han completado un estudio de las poblaciones estelares de bulbos galácticos a partir de índices de líneas de calcio, Paschen y magnesio en el infrarrojo cercano. El índice del calcio decrece con la velocidad de dispersión de los bulbos, con poca dispersión, en un comportamiento similar al encontrado por miembros del grupo en galaxias elípticas. La disminución del índice del calcio con la velocidad de dispersión contrasta con el comportamiento inverso de otro elemento a como el magnesio. El resultado podría estar relacionado con una infra-abundancia del calcio o con variaciones de la función inicial de masas de las poblaciones estelares.

### *Fusiones de galaxias y el Plano Fundamental*

M. Balcells ha participado en la dirección de la tesis doctoral de A.C. González (Univ. de Groningen, Países Bajos). Como parte de este estudio se han realizado simulaciones a N cuerpos del la fusión de galaxias espirales, con el objetivo de investigar los efectos de las fusiones en la anchura del Plano Fundamental de las galaxias elípticas. Las simulaciones muestran que, si las galaxias de disco precursoras siguen la relación de Tully-Fisher entre la luminosidad y la velocidad de rotación, las elípticas resultado de la fusión se sitúan sobre el Plano Fundamental y además sobre la relación Faber-Jackson, requiriendo solamente un escalado entre masa y luminosidad parecido al observado. Por el contrario, cuando las galaxias precursoras no siguen la relación Tully-Fisher, reproducir el Plano Fundamental de las elípticas requiere una relación masa luminosidad poco realista, y además no se

puede reproducir la relación Faber-Jackson. Este resultado permite explicar el Plano Fundamental de las galaxias elípticas a partir de fusiones de espirales, sin necesidad de introducir modificaciones en las poblaciones estelares debidas a brotes de formación estelar durante la fusión.

### *Halos de galaxias enanas tardías*

M. Balcells, R. Swaters y F. van den Bosch han concluido un estudio de la forma del perfil de densidad de los halos de materia oscura en galaxias enanas tardías. Los perfiles de densidad se han obtenido a partir de curvas de rotación del hidrógeno neutro y de espectroscopía Ha. Usando tanto técnicas de ajuste de modelos canónicos de halos como de inversión de la curva de rotación, se han obtenido valores para la pendiente del perfil de densidad del halo. Para cada galaxia la pendiente queda indefinida en el rango  $0 < a < 1$ . Los halos con núcleos de densidad constante ( $a=0$ ) dan ajustes ligeramente mejores, pero el valor  $a=1$  predicho por los modelos de materia oscura fría no queda excluido por los ajustes, una vez considerados los efectos sistemáticos en las observaciones. Como parte del mismo estudio de galaxias enanas tardías, M. Balcells y R. Swaters han publicado un catálogo de fotometría superficial de 171 galaxias enanas tardías, derivado de observaciones con el telescopio INT.

### *Seguimiento de EMIR*

El equipo de COSMOS ha seguido su labor de equipo científico del instrumento EMIR. Las tareas principales han sido la evaluación de las prestaciones científicas del nuevo diseño óptico del instrumento, la definición de los requerimientos de control y de los modos de observación del instrumento.

## **DISTRIBUCION ENERGETICA, CON ALTA RESOLUCION ESPACIAL, DE FUENTES EN EL IR CERCANO Y MEDIO (P9/00)**

**M.R. Kidger,  
F. Martín-Luis, A. Pérez García y F. Artigue.**

**Colaboradores del IAC: J.A. Acosta y J. Licandro.**

M. Cohen (Univ. de Berkeley, EEUU); T. Megeath (Harvard Smithsonian Inst., EEUU); M. Manteiga (Univ. de La Coruña); O. Suárez (LAEFF, Madrid); J.N. González (Univ. de Hamburgo, Alemania).

## Introducción

Este Proyecto pretende desarrollar las facilidades necesarias para la calibración astronómica de CanariCam en todos sus modos de observación. Esto implica desarrollar técnicas de fotometría de alta precisión de estrellas en el visible y el infrarrojo y aplicar estas medidas a los modelos de la distribución de energía de las estrellas.

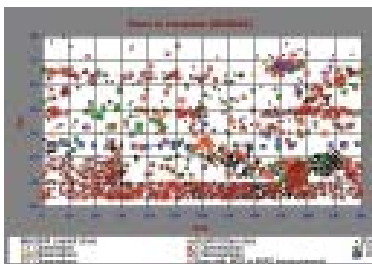
## Algunos resultados relevantes

El 2002 ha sido un año de progresos importantes en muchos aspectos, más que de adelantos espectaculares. Esto incluye la publicación del segundo catálogo importante de fotometría precisa de estrellas con casi 11 000 medidas de 323 estrellas en JHKL'M. La incertidumbre media en las magnitudes calculadas de las estrellas va desde 0.0038 magnitudes en J a 0.0033 magnitudes en K. Este es el segundo catálogo de fotometría precisa que se publica y el total de medidas precisas UBVRJHKL'M realizadas con los telescopios IAC-80, JKT y TCS ya publicadas supera a 45.000 observaciones de 694 estrellas.

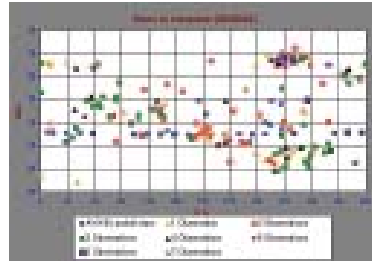
Un hito relevante para el Proyecto ha sido el aporte importante a la calibración de SIRTf con la entrega de un paquete de fotometría de alta precisión de estrellas en el Polo Eclíptico Norte, realizada con los telescopios IAC-80 y JKT. La fotometría suministrada ha sido utilizada para definir los modelos de las estrellas de calibración primarias del SIRTf y generar las estrellas que se utilizarán para calibrar el telescopio cuando se lance en marzo de 2003.

Asimismo, se ha adaptado el proyecto de calibración de CanariCam a MIRI del NGST y actualmente se está estudiando la posibilidad de que el mismo equipo de calibración de CanariCam pudiese liderar la calibración del MIRI de NGST.

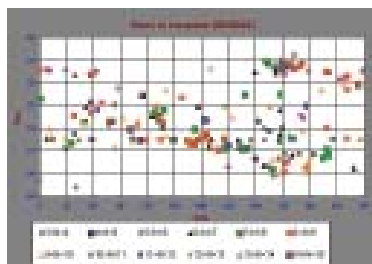
Actualmente se han observado un total de 267 estrellas el visible en al menos una época con los telescopios JKT y/o IAC-80. Además, se han observado un total de 154 estrellas con el telescopio TCS.



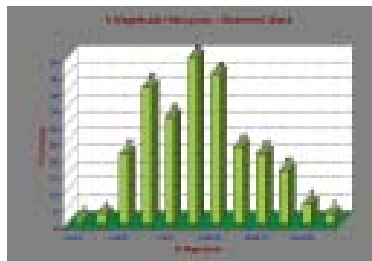
La distribución en el cielo de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTf observadas en el visible y el infrarrojo. Los límites en declinación del telescopio TCS de  $-30^\circ < d < +60^\circ$  limita la distribución.



La distribución en el cielo de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTf observadas en el visible en al menos una época con los telescopios IAC-80 y/o JKT. El incremento en la cantidad de estrellas observadas durante 2002 ha sido muy importante. El gran grupo de estrellas en A.R.=270°, Dec.=65° son estrellas del Polo Eclíptico Norte observadas para SIRTf.



La distribución en el cielo por magnitud de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTf observadas en el visible y el infrarrojo.



La distribución por magnitud de las estrellas Hipparcos/Tycho y SIRTf observadas en el visible y el infrarrojo.

## Evolución del Proyecto

El Proyecto sigue en una fase de acumulación de datos. Sin embargo, ha sido importante la entrega de un primer paquete de estrellas que han formado una parte fundamental para la calibración de IRAC en SIRTf. Asimismo, se han estado preparando los datos para la entrega de un segundo paquete de estrellas de calibración secundaria (estrellas en el plano de la eclíptica) para el SIRTf.

Un segundo trabajo de gran importancia ha sido el desarrollo de dos proyectos científicos que requieren la calibración precisa de CanariCam para poder alcanzar sus objetivos. Sobre todo, el desarrollo del "Project Io" para el estudio de los procesos volcánicos en lo está atrayendo un interés internacional.

## **OTELO: OSIRIS TUNABLE EMISION LINE OBJECT SURVEY (311602)**

**J. Cepa Nogué.**

**M. Balcells; H. Castañeda, A.M. Pérez García,  
M. Prieto, B. Cedrés y A. Vazdekis.**

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**

OSIRIS (Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy) es el instrumento español de Día Uno del telescopio GTC. Optimizado para utilizar filtros sintonizables (TF) en un rango espectral desde 365 hasta 1000 nm, entrará en servicio en 2004.

OTELO (OSIRIS Tunable Emission Line Object Survey) es el Proyecto que permitirá un óptimo aprovechamiento de OSIRIS en el telescopio GTC con un alto rendimiento científico y gran impacto internacional. Esencialmente consiste en utilizar los TF para llevar a cabo tomografía comóvil a una profundidad que permita detectar los objetos más débiles en emisión, cubriendo un volumen de Universo que contenga una cantidad estadísticamente significativa de objetos. Un cartografiado auxiliar en banda ancha de las mismas zonas del cielo proporcionará el tipo morfológico, el desplazamiento al rojo aproximado, la fracción de galaxias sin emisión, una estimación de masas estelares y una síntesis de poblaciones aproximada para los objetos de la muestra.

La gran sensibilidad alcanzable gracias a los TF permitirá medir cómodamente, hasta un desplazamiento al rojo de 0.40, el hidrógeno ionizado en la línea  $H\alpha$  en galaxias de baja emisión. Es más, debido al volumen comóvil barrido y a la evolución de las fuentes, una gran fracción de detecciones corresponderán a otras líneas de emisión en galaxias con desplazamientos al rojo mayores como, por ejemplo,  $[OII]\lambda 372.7$  nm hasta un desplazamiento al rojo de 1.5. Todas estas fuentes proporcionarán un enlace muy interesante con el instrumento infrarrojo EMIR (instrumento de segunda generación para el telescopio GTC). Efectivamente, dado que OTELO proporcionará determinaciones de  $H\beta$ ,  $[OII]\lambda 372.7$  nm y  $[OIII]\lambda 500.7$  nm para objetos hasta  $z \sim 0.9$ , cuya emisión  $H\alpha$  cae en el dominio del infrarrojo próximo, dichas galaxias podrán ser corregidas de extinción a través del cociente  $H\beta/H\alpha$  a y su metalicidad determinada a partir de las líneas de oxígeno antes mencionadas.

La muestra así obtenida permitirá abordar, principalmente, los siguientes estudios:

- Correcciones a la evolución de la densidad de formación estelar en el Universo a partir de galaxias de baja emisión
- Determinación de la función de luminosidad de galaxias de baja emisión
- Evolución química del Universo mediante la evolución de la metalicidad
- Evolución de la formación estelar en brazos espirales
- Determinación de la densidad espacial de cúasares
- Estudio de la evolución y densidad espacial de AGNs
- Estudios de la Vía Láctea y Sistema Solar: estructura galáctica, colas de marea, estrellas peculiares, objetos del cinturón de Kuiper

OTELO permitirá determinar razones de formación estelar menores que 0.1 masas solares por año. Es decir, podría medir dicha cantidad en la pequeña Nube de Magallanes, satélite de nuestra Galaxia, si estuviera situada a un desplazamiento al rojo de  $z=0.40$ , equivalente a 4.6 miles de millones de años luz. El censo total de objetos que se espera detectar en OTELO es de más de 12.000. En resumen, OTELO será el cartografiado más profundo y numeroso de objetos en emisión efectuado hasta la fecha, que proporcionará una gran cantidad de datos para atacar una multiplicidad de estudios de la mayor importancia Astrofísica, como requiere un Proyecto Clave para el instrumento Español de Día Uno del telescopio GTC.

Sin embargo, un Proyecto de tal envergadura se distingue de otros proyectos por los siguientes aspectos:

1.- No puede llevarse a cabo en el marco de asignación de tiempos habitual, sino que debe plantearse como un "Proyecto Clave del telescopio GTC", donde se garantice el tiempo necesario para llevarlo a cabo. Esto es posible al disponer España, por primera vez, de la mayor parte del tiempo de observación de un gran telescopio.

2.- Aunque las condiciones en que se puedan desarrollar estos Proyectos Clave no han sido definidas aún, su éxito reside en una preparación intensiva previa bajo el punto de vista científico y estratégico:

- Desarrollo de los casos científicos
- Desarrollo de la viabilidad técnica: estrategia observacional más idónea, estimación de tiempos de observación, necesidad de observaciones complementarias a otras longitudes de onda, programas de reducción de datos, sistemas de archivo, etc.



- Actividades preparatorias diversas: observaciones y reducción de los datos del cartografiado auxiliar de banda ancha
- Estimación, búsqueda de financiación y selección del personal científico y técnico requerido
- Establecimiento de las colaboraciones externas necesarias, etc.

## **Evolución del Proyecto**

A continuación se mencionan los objetivos que se planteaba desarrollar durante 2002 en el informe anual anterior y se comentan las acciones realizadas:

1.- Desarrollar en más profundidad los casos científicos de OTELO.

Este objetivo no está concluido, ni se concluirá hasta que empiecen las observaciones en el telescopio GTC. Se han producido adelantos significativos que se espera conduzcan a una versión casi final a finales de 2003.

2.- Estrategia: observaciones y tareas preliminares.

- Pre-selección de los campos para el cartografiado OTELO. Gran parte de los campos han sido ya seleccionados puesto que son comunes con los campos de COSMOS. Otros campos serán seleccionados en base a los campos de HERSCHEL.

- Elaborar en más detalle la estrategia observacional para OTELO en el telescopio GTC. Está prácticamente concluida salvo algún detalle significativo. Es una de las áreas donde más se ha avanzado durante 2002. Se espera concluir en 2003.

- Estudio comparativo de métodos de recuperación del flujo de [NII] y su separación de  $H\alpha$ . Se ha mejorado la separación directa mediante mejoras en la estrategia observacional, lo que reduce la necesidad de recuperación de flujos durante el proceso de reducción de datos. Sin embargo, durante 2003 se proseguirá en dicha línea puesto que proporcionará datos de mejor calidad para los objetos de mayor señal a ruido.

- Establecimiento de estrategias conjuntas con el grupo científico de EMIR incluyendo colaboraciones en pre-selección y observaciones de campos en banda ancha. Iniciado con éxito y actualmente en pleno desarrollo. Se han coordinado las propuestas de solicitud de tiempos y ya se han iniciado las observaciones y reducción de datos, que se continuarán durante 2003.

3.- Solicitud al Plan Nacional de Astronomía y Astrofísica (PNAYA) de financiación de OTELO en su fase inicial.

Ha sido efectuada y los fondos concedidos en su mayor parte.

A continuación se mencionan los objetivos que se planteaba iniciar en 2002 y continuar en años posteriores, según el informe anual anterior, comentando las acciones ejecutadas:

1.- Estrategia: observaciones y tareas preliminares.

- Observaciones en banda ancha (UBVRIK) de los campos de OTELO en los telescopios INT y WHT. Las primeras observaciones se realizaron a finales de octubre y principios de noviembre de 2002. El tiempo no fue muy bueno ni la calidad de imagen la más adecuada, aunque parte de los datos son aprovechables. Se ha obtenido más tiempo para mayo de 2003.

- Reducción de dichas observaciones. Ya ha empezado y se han obtenido los primeros mapas.

- Clasificación morfológica de los objetos observados. Aun pendiente ya que las observaciones no han sido reducidas en su totalidad.

- Determinación de desplazamientos al rojo fotométricos. Ver comentario anterior.

2.- Recursos humanos.

- Convocatoria y selección de dos post-doc para OTELO para el "Survey Team" encargado de la ejecución del Proyecto. Únicamente se ha podido convocar uno durante dos años en vez de dos durante tres años. El post-doc ya ha sido contratado y ha empezado a trabajar en el Proyecto.

- Formación de un núcleo estable de investigadores españoles, mexicanos y de la Univ. de Florida para el aprovechamiento del cartografiado OTELO, el "OTELO Scientific Team": en la reunión de OTELO de noviembre de 2002 en Madrid se decidió cambiar las condiciones del OTELO Scientific Team, por lo que dichas actividades se postergaron para el momento en que se espera que OTELO pueda ser considerado como Key Project del telescopio GTC.

3.- Gestión: consolidación del organigrama, hitos y calendario del Proyecto.

- Seguimiento de los procedimientos del IAC y de GRANTECAN S.A. relativos a Proyectos Clave. La carencia de dichos procedimientos ha hecho que esta actividad no haya tenido lugar.

- Elaboración de la estrategia y de la toma de decisiones correspondiente a partir de los resultados del punto anterior.

- Organización del "Survey Team". Se ha contratado uno de los post-doc necesarios.

- Organización del "OTELO Scientific Team" y elaboración de sus estatutos. Los estatutos ya han sido elaborados y la formación del OTELO Scientific Team pospuesta para el momento en que OTELO pueda ser considerado oficialmente como Key Project para el telescopio GTC.

## **LAS NUBES DE MAGALLANES: GAS, ESTRELLAS Y EVOLUCION QUIMICA (311902)**

**C. Gallart.**

**A. Aparicio, J.E. Beckman, R. Carrera, R. García López, A. Herrero y M. Relaño.**

D. Alloin, R. Méndez (ESO, Chile); G. Bertelli, C. Chiosi y E. Nasi (Univ. de Padua, Italia); E. Costa\* y M. Rubio (Univ. de Chile); P. Demarque, B. van Altena, R. Zinn\* y J. Woo (Univ. de Yale, EEUU); U. Fritze-v. Alvensleben (Univ. de Göttingen, Alemania); D. Geisler (Univ. Concepción, Chile); L. Girardi (Obs. de Trieste, Italia); E. Hardy\* (NRAO y Univ. de Chile); E. Pancino\* y M. Zoccali (ESO, Alemania); A. Sarajedini (Univ. de Florida, EEUU); P. Stetson\* (DAO, Canadá); S. Yi (Univ. de Oxford, Reino Unido). (\*) *Colaboradores externos que forman parte de un Proyecto del MCyT.*

### **Introducción**

Estamos 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, nos 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 nos 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.

No es exagerado decir que los estudios de las galaxias del Grupo Local, y en particular de la Vía Láctea y su sistema de cúmulos estelares y galaxias

satélites enanas, han proporcionado la mayoría de los tests de la teoría de evolución estelar, así como una buena fracción de lo que se conoce sobre la evolución de las galaxias. Estos sistemas son también de importancia fundamental para calibrarla escala de distancias.

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 objetos 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 estas galaxias), 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, nuestra Galaxia, 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.

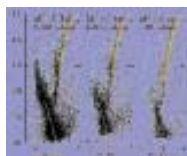
El presente Proyecto tiene como objetivo principal usar las Nubes de Magallanes como laboratorios para el estudio de diferentes aspectos de la formación estelar y formación y evolución de galaxias. En un enfoque que busca conectar lo local con lo global, este Proyecto comprende desde la observación de 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.

## Algunos resultados relevantes

En colaboración con M. Zoccali y miembros de los grupos de evolución estelar de Padova (Bertelli, Chiosi, Girardi y Nasi) y Yale (Demarque, Yi y Woo), se ha finalizado el estudio de tres cúmulos estelares de edad intermedia en la Nube Grande de Magallanes (NGC2173, NGC2155 y SL556). El objetivo era hacer una comparación entre el diagrama color-magnitud profundo de estos cúmulos y las predicciones de la teoría de evolución estelar en el rango de masas y metalicidades correspondiente, y en particular, acotar la cantidad de *overshooting* necesaria en los modelos para reproducir correctamente las observaciones, así como la cantidad de estrellas binarias presentes en estos cúmulos. Se ha concluido que la cantidad de *overshooting* supuesto en los actuales modelos, a pesar de estar calibrado para poblaciones existentes en la Vía Láctea (viejas y pobres en metales, o jóvenes y ricas en metales), es básicamente adecuado también para poblaciones relativamente jóvenes y pobres en metales, como las de los cúmulos estudiados. También se llegó a la conclusión que un mínimo de aproximadamente un 25% de estrellas binarias con relación de masas próxima a 1 era necesaria para reproducir los DCM. En el caso de SL556, formulamos la hipótesis de que este cúmulo ha experimentado un periodo extendido de formación estelar, para poder reproducir las peculiares características de su diagrama color-magnitud.

En colaboración con P. Stetson, R. Zinn, E. Hardy y F. Pont, se ha obtenido la fotometría de cuatro campos situados a 2.8, 4.0, 5.3 y 6.6 Kpc respectivamente del centro de la barra de la LMC. Esta fotometría alcanza con buena precisión fotométrica los *turnoffs* más viejos de la secuencia principal, siendo comparable en calidad a observaciones realizadas con el HST. El gradiente de población estelar, con más población joven hacia el centro de la galaxia, es claramente visible (Ver figura). Es interesante, además, que en el campo más externo, situado a casi 7 kpc del centro de la galaxia, en una zona donde ya la columna de HI es muy tenue, la población estelar no es exclusivamente vieja (es decir, tipo halo), sino que hay una mezcla de población estelar de edad vieja e intermedia.

*Diagramas color-magnitud a tres distancias del centro de masas de la LMC. Los tres corresponden a una misma área en el cielo: 15x8 minutos de arco, que es 1/8 del área total que se ha cubierto en cada posición. Se han*



*superpuesto isocronas de la librería de Bertelli et al. (1994) de 10, 4, 1,5 y 0,2 Gyr. Nótese el gradiente de poblaciones estelares, con más estrellas jóvenes hacia la parte central de la galaxia. En el campo más externo, sin embargo, se observan todavía estrellas bastante jóvenes, de por lo menos 1 Gyr.*

## Evolución del Proyecto

*Cúmulos estelares como calibradores de la teoría de evolución estelar y como indicadores de poblaciones estelares.*

Se concluyó el análisis de los cúmulos estelares SL556, NGC2155 y NGC2173, para los que se dispuso de DCM profundos obtenidos con el telescopio VLT. Se realizó la comparación con las predicciones de la teoría de evolución estelar en el rango de masas y metalicidades correspondiente, y en particular, se acotó la cantidad de "overshooting" necesaria en los modelos para reproducir correctamente las observaciones, así como la cantidad de estrellas binarias presentes en estos cúmulos. En cuanto al desarrollo de la presente línea cabe mencionar que en colaboración con G. Bertelli, E. Nasi y C. Chiosi (Univ. de Padua), P. Demarque y J. Woo (Univ. de Yale), L. Girardi (Obs. de Trieste), S. Yi (Univ. de Oxford), M. Zoccali (ESO), se ha finalizado el estudio de los diagramas color-magnitud de los cúmulos de edad intermedia de la LMC NGC2173, NGC2155 y SL556.

*Síntesis de poblaciones: construcción de un código de diagramas color magnitud sintéticos y comparación de los resultados del análisis de poblaciones estelares usando espectros integrados y DCM*

Se ha concluido, y ya se encuentra operativo, la primera versión operativa del código de DCM sintéticos del Grupo, y se ha comprobado en una variedad de situaciones (en colaboración con el Proyecto P3/94).

*Estudio de la interacción entre estrellas jóvenes y el medio interestelar*

Se ha presentado una propuesta de observación para el telescopio NTT de la ESO, para realizar fotometría del contenido estelar de una muestra de regiones HII brillantes de la LMC. No se obtuvo el tiempo pedido. Se han tenido conversaciones con la Dra. M. Rubio, de la Univ. de Chile, con vistas a que participe en este Proyecto.

*Estudio de la historia de la formación estelar y enriquecimiento químico en la Nube Grande de Magallanes*

Se obtuvo la fotometría instrumental de los cuatro campos de la LMC y falta obtener la calibración fotométrica, y las pruebas de *crowding*. Asimismo, se ha obtenido la de los tres campos de la SMC.

En relación a la tesis de R. Carrera: 1) Se observaron tres cúmulos abiertos (uno con WYFFOS y dos con ISIS en el telescopio WHT), se redujeron los datos,

se obtuvieron las anchuras equivalentes del triplete del Ca II en las estrellas observadas, y se realizó un estudio preliminar, que fue presentado en la Reunión de la SEA en Toledo (septiembre). Además se obtuvo tiempo para observar más cúmulos usando IDS en el telescopio INT. En la campaña de observación correspondiente (diciembre) se observaron el resto de los cúmulos del programa. La reducción de esos datos está en curso; 2) En colaboración con E. Hardy (NRAO) se obtuvieron tres noches en el telescopio de 4 m de CTIO para hacer espectroscopia en la zona del triplete del CaII en estrellas de los 4 campos de la LMC para los que tenemos fotometría profunda. La campaña de observación correspondiente (diciembre) cuando observamos un centenar de estrellas en cada uno de los campos. Una propuesta similar para la SMC, en colaboración con E. Costa, no obtuvo tiempo.

Esta línea tiene básicamente dos vertientes: una es el estudio de la historia de la formación estelar, y sus gradientes, a partir de diagramas color-magnitud profundos de diferentes zonas de la LMC y la SMC, y la otra es el estudio espectroscópico de una muestra de estrellas en los mismos campos, para obtener la historia de enriquecimiento químico. Ambos aspectos son complementarios, y su realización paralela dará lugar a una interpretación autoconsistente del estado evolutivo de estas dos galaxias.

Para la primera vertiente, el procesado de la gran cantidad de datos fotométricos ha representado un verdadero cuello de botella. En colaboración con P. Stetson (DAO) se ha logrado obtener la fotometría de los cuatro campos a diferentes distancias galactocéntricas de la LMC. La información que proporcionan los diagramas color-magnitud es verdaderamente apasionante: todos ellos alcanzan *los turn-off* viejos con buena calidad fotométrica y se observa un claro gradiente en las poblaciones estelares, con más población joven hacia el centro de la galaxia. Sin embargo, se observa población de edad intermedia incluso en los campos más externos. Se han obtenido también los diagramas color-magnitud de tres campos en la SMC. Cada campo ocupa en este caso, unos 10x10 minutos de arco aproximadamente, pero la calidad fotométrica es similar a los datos de la LMC. También en este caso se observan diferencias campo a campo en las características de la población estelar. Los pasos siguientes en el análisis de estos datos, que

esperamos llevar a cabo durante 2003, son: su calibración fotométrica precisa, la realización de pruebas de *crowding* y el análisis usando diagramas sintéticos.

En la vertiente espectroscópica, y en particular en las áreas relativas a la tesis de R. Carrera, el avance ha sido notorio. Era un verdadero reto, por ejemplo, conseguir el tiempo de telescopio en el Hemisferio Sur. Una de las dos propuestas que se presentaron para ello obtuvo tiempo y las observaciones se realizaron con éxito en el telescopio de 4 m de CTIO. Estas observaciones pueden ser suficientes para el estudio de la LMC que se propuso. Se han completado, asimismo, la espectroscopia de baja resolución de las estrellas en cúmulos abiertos, y una parte de los datos han sido reducidos y analizados de manera preliminar. Los aspectos que quedan pendientes de la obtención de tiempo de telescopio son la espectroscopia de alta resolución de un subconjunto de las estrellas en cúmulos abiertos, y la espectroscopia de la SMC.

#### *Dinámica del sistema en interacción Vía Láctea-LMC-SMC.*

Se solicitó y se obtuvo el tiempo de observación para continuar con el proyecto relativo a la obtención de los movimientos propios de la SMC en el año 2003.

# ESTRUCTURA DE LAS ESTRELLAS Y SU EVOLUCION

## ESTRELLAS BINARIAS (P7/88)

C. Lázaro Hernando.

M.J. Arévalo, I.G. Martínez-Pais, P. Rodríguez Gil, J. Casares y T. Shahbaz.

E. Barrera (Univ. La Laguna).

### Introducción

El estudio de las estrellas binarias es una parte esencial de la Astrofísica Estelar. Es sabido que la mayoría de estrellas parecen formarse en sistemas dobles o múltiples, por lo que entender la evolución de los sistemas binarios es una parte importante de la Astrofísica Estelar. En muchos casos la evolución de sus componentes estelares es influida por su interacción mutua, que da lugar a una variedad de procesos físicos como son los procesos de acrecimiento de materia o la actividad estelar inducida por rotación. Por otra parte, las binarias juegan un papel fundamental en la determinación de parámetros estelares absolutos, siendo la única fuente de datos precisos en radios y masas estelares.

Actualmente el Proyecto se centra en dos líneas de trabajo:

El estudio espectroscópico, fotométrico y polarimétrico, de sistemas Variables Cataclísmicas, para identificar el origen de sus emisiones y las estructuras de acrecimiento que se forman en estas binarias interactivas.

La determinación de parámetros absolutos estelares en binarias eclipsantes tipo Algol, mediante curvas de luz en el infrarrojo y visual.

### Algunos resultados relevantes

*Acrecimiento magnético en los sistemas SW Sextantis*

El descubrimiento de polarización circular modulada en el sistema SW Sex, LS Pegasi, realizado por el grupo de Estrellas Binarias en 2001, proporcionó una prueba crucial de la presencia de acrecimiento magnético en este tipo de Variables Cataclísmicas. Con el objetivo de confirmar la naturaleza magnética

de los sistemas SW Sex, se realizaron más observaciones fotopolarimétricas (telescopio NOT, ORM), tanto de LS Peg como de otros sistemas. Los resultados preliminares para LS Peg confirman la variabilidad en el nivel de polarización circular detectado en la campaña anterior (telescopio WHT, ORM), obteniéndose una modulación con el mismo periodo (~30 min). También se ha detectado polarización circular en el sistema V795 Her, modulada con un periodo de unos 15-20 minutos y con una amplitud de ~0.1%. Los periodos obtenidos son consistentes con los de las modulaciones (cuasiperiódicas) que presentan las curvas de luz en el visible de ambos sistemas. Estos resultados han permitido proponer un nuevo modelo de la estructura de acrecimiento en los sistemas SW Sex, teniendo en cuenta por primera vez la presencia de una enana blanca fuertemente magnética. A grandes rasgos, el modelo sugiere que las partes internas del disco de acrecimiento alrededor del objeto compacto están truncadas por la acción del campo magnético. El radio interno del disco coincide con el radio de corrotación del sistema (distancia desde la enana blanca donde la velocidad angular de rotación de la misma y la Kepleriana del disco coinciden). En contraste con otras Variables Cataclísmicas magnéticas que poseen discos truncados (las Polares Intermedias), los sistemas SW Sex no experimentan erupciones (aumentos súbitos de brillo originados por una inestabilidad térmica en el disco de acrecimiento). Esto indica que los ritmos de transferencia de masa desde la estrella compañera (la componente secundaria) y a través del disco son muy altos, encontrándose por encima del umbral por debajo del cual las erupciones pueden tener lugar. El nuevo modelo propone que el chorro de gas proveniente de la secundaria no se detiene al chocar con el borde externo del disco, sino que lo sobrevuela, siguiendo una trayectoria balística hacia las partes internas del disco. Esta idea ha sido corroborada por recientes simulaciones hidrodinámicas en 3D, que ponen de manifiesto que el desbordamiento del chorro de gas sobre el disco (disc overflow) es un proceso común entre las Variables Cataclísmicas. Pero antes de chocar nuevamente con el disco, el chorro se acopla a las líneas de campo magnético de la enana blanca, y el plasma es conducido hacia sus polos magnéticos, tal y como ocurre en las Polares (Variables Cataclísmicas magnéticas en las que el campo magnético es tan intenso que es imposible la

formación de un disco de acrecimiento). En las Polares, la rotación de la enana blanca está sincronizada con la órbita del sistema, por lo que el acoplamiento del chorro a las líneas de campo ha de ser relativamente amistoso. Por el contrario, los periodos detectados en los sistemas SW Sex, tanto en las curvas de polarización circular como en las de luz, sugieren que la enana blanca rota de forma asíncrona (tal y como sucede en las Polares Intermedias). Esto podría provocar que parte del material del chorro sea expelido en la zona de acoplamiento, en forma de viento o de atmósfera extensa alrededor de la zona de choque, lo que produciría las características componentes de absorción que se observan en las líneas de emisión de los sistemas SW Sex y de las Polares Intermedias en erupción. En la Figura 1 se muestra una concepción artística de un sistema SW Sex. El nuevo modelo es el único que ha podido dar una explicación, de momento cualitativa, a todas las peculiaridades que presenta este grupo de Variables Cataclísmicas.

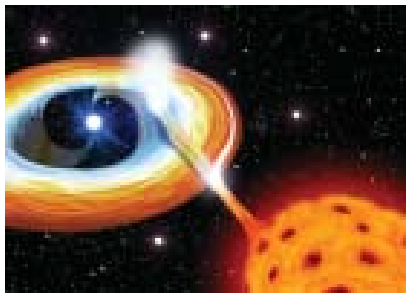


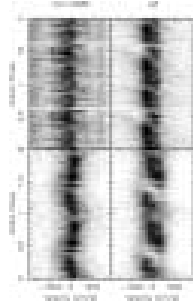
Figura 1: Concepción artística de la estructura de un sistema SW Sex.

#### Nuevas evidencias de acrecimiento magnético

El nuevo modelo predice una relación entre el periodo de rotación de la enana blanca ( $P_1$ ) y el orbital ( $P_{orb}$ ) tal que  $P_1 \sim 0.1 P_{orb}$ . Esta relación también se encuentra en las Polares Intermedias, y refleja que la rotación de la enana blanca se encuentra en equilibrio con el disco, es decir, que el ritmo de acrecimiento de momento angular sobre la enana blanca coincide con el torque magnético que produce el campo sobre la parte interna del disco. La variabilidad rápida detectada en las curvas de luz y en las de polarización circular son consistentes con dicha relación. Debido a que en la zona de acoplamiento chorro-campo se esperan procesos de emisión (tal y como sucede en las Polares), se ha desarrollado una campaña de espectroscopía de alta resolución temporal (telescopio WHT, ORM) para detectar el efecto que podría tener el acrecimiento magnético en las líneas de emisión de los sistemas SW Sex. Hasta el momento se han observado tres sistemas: V533 Herculis, RX

J1643.7+3402 y KUV 03580+0614, utilizando el espectrógrafo ISIS del telescopio WHT. En los tres casos se ha detectado que el flujo de las líneas varía con una escala temporal consistente con las predicciones del modelo. En la Figura 2 se presentan los diagramas de evolución del flujo (trailed spectra) de varias líneas de emisión en función del tiempo (en este caso, la fase orbital), donde se aprecia (sobre todo en la línea de HeII 14686) que el flujo no es constante, sino que presenta máximos y mínimos a lo largo de la órbita del sistema.

Figura 2: Evolución temporal del flujo de las líneas de H $\beta$  y de HeII 14686Å. De arriba abajo: RX J1643.7+3402 y KUV 03580+0614. En el caso de LS Peg (ya presentado anteriormente), la anchura equivalente de H $\beta$  está modulada con el periodo de batido (i.e. sinódico) entre el periodo de rotación de la enana blanca (dado por la curva de polarización circular) y el periodo orbital del sistema. Esto indica que la emisión en línea tiene constancia del movimiento orbital de la binaria, lo cual no es sorprendente, ya que el chorro de gas, a parte de estar acoplado al campo magnético de la enana blanca, lo está también a la estrella secundaria, donde se origina.



#### Detección de polarización circular variable en el remanente de Nova RR Chamaeleontis

RR Chamaeleontis es un remanente de nova eclipsante que muestra una curva de luz en el óptico muy similar a la de los sistemas SW Sex eclipsantes. La morfología de los eclipses deja claro que existe un disco de acrecimiento en el sistema. Aunque no existen datos espectroscópicos, se ha llevado a cabo un estudio fotopolarimétrico con el telescopio de 1.9 m del South African Astronomical Obs. (SAAO). Sorprendentemente, RR Chamaeleontis muestra polarización circular modulada con un periodo cercano al orbital, con una amplitud del 10% (Figura 3).

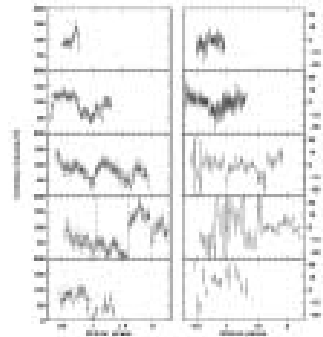


Figura 3: Curvas de polarización circular de RR Cha.

Este alto nivel de polarización circular sólo ha sido observado en las Variables Cataclísmicas polares, que no poseen discos. Es más, tanto la curva de luz como la de polarización circular de RR Chamaeleontis muestran un periodo coherente de 1950 s ( $\sim 0.1$  Porb), que es muy probablemente el periodo de rotación de la enana blanca. Por tanto, es la primera vez que se detecta un nivel de polarización circular tan alto en una Variable Cataclísmica magnética y asíncrona. En un futuro próximo, se pretende realizar un estudio espectroscópico de RR Chamaeleontis con resolución temporal, con el objetivo de comprobar si se trata de un sistema SW Sex. Una identificación positiva proporcionaría la prueba definitiva de la naturaleza magnética de estos sistemas.

## **ESTRELLAS DE BAJA MASA, ENANAS MARRONES Y PLANETAS EXTRASOLARES (P6/95)**

**R. Rebolo.**

**G. Israelian, V. Sánchez Béjar, J.A. Caballero,  
C. Domínguez Cerdeña y A. Ecuviellón.**

M.R. Zapatero Osorio y D. Barrado y Navascués (LAEFF, Madrid); E.L. Martín (Inst. Astronomía, Hawai, EEUU); R. Mundt (MPIA, Alemania); M. Mayor (Obs. de Ginebra, Suiza); Y. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania).

### **Introducción**

Este Proyecto tiene como principal objetivo estudiar el origen y la evolución física de los objetos subestelares (enanas marrones y planetas) mediante su detección directa y caracterización fotométrica y espectroscópica. En los últimos años se ha comprobado que las estrellas de baja masa no son en realidad los objetos más abundantes de nuestra Galaxia. 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 cuerpos como Júpiter aislados de las estrellas. Las enanas marrones y los planetas gigantes aislados parecen ser muy abundantes. El mecanismo que produce estos objetos tiene que ser establecido con claridad si queremos lograr una visión global del proceso de formación de estrellas y planetas. Los resultados que se han obtenido en regiones de formación estelar apuntan a que los cuerpos como Júpiter pueden formarse, no sólo en discos protoplanetarios

como la teoría convencional sugiere sino también por otros mecanismos cuya clarificación sólo es posible con un gran esfuerzo observacional y teórico.

Asimismo, el Proyecto pretende entender el papel que tiene la metalicidad estelar en el proceso de formación de planetas jovianos (los únicos descubiertos hasta ahora alrededor de estrellas). En los últimos años se ha comprobado que las estrellas con planetas gigantes en órbitas internas tienen una metalicidad aproximadamente un factor dos mayor que el promedio de las estrellas en la vecindad del Sol, algunas mucho más. Es necesario 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 nuestro equipo propone desde hace tiempo. Las nuevas técnicas de imagen en el infrarrojo cercano con instrumentos basados en óptica adaptativa y los futuros instrumentos sensibles en el infrarrojo medio serán cruciales para completar el escenario de formación de los planetas y sistemas planetarios.

En definitiva, y a largo plazo, se pretende seguir la evolución de objetos en un dominio esencialmente inexplorado que va desde cuerpos con las masas de planetas como Júpiter (alrededor de estrellas o no) hasta las masas de las más pequeñas estrellas haciendo énfasis en la detección directa y su caracterización física en distintas etapas evolutivas, realizando para ello observaciones en regiones de formación estelar, cúmulos estelares o alrededor de estrellas muy jóvenes de las cercanías del Sol.

### **Algunos resultados relevantes**

En el cúmulo de sigma de Orión se ha descubierto S Ori 70, un objeto con una masa sólo 3 veces superior a la de Júpiter. Este es el objeto menos masivo observado por imagen directa y analizado espectroscópicamente fuera del Sistema Solar. Su edad es muy probablemente la del cúmulo, unos 3-5 millones de años. Las estrellas más cercanas a este objeto se encuentran a distancias de decenas de miles de unidades astronómicas de él por lo que probablemente S Ori 70 no está ligado a estrella alguna y acabará escapando del cúmulo.

### **Evolución del Proyecto**

Se continúa investigando la función de masas en el dominio de las enanas marrones en el cúmulo sigma de Orión. Se dispone de varias decenas de

candidatos a planetas gigantes aislados resultado de una exploración realizada en la banda I con el telescopio INT y en la banda J con el telescopio VLT. Se ha encontrado emisión H $\alpha$  muy intensa en algunas enanas marrones de este cúmulo, lo que interpretamos como evidencia de discos de acreción.

Se ha obtenido por primera vez en el telescopio WHT imágenes infrarrojas de estrellas jóvenes con óptica adaptativa alcanzándose el límite de difracción en varias de las observaciones realizadas. Varios candidatos a objetos subestelares descubiertos en estas imágenes están siendo investigados.

Se ha continuado el estudio de la composición química de estrellas con planetas. En particular se están investigando la presencia de los isótopos de litio como posibles trazadores de procesos de migración planetaria.

## **MODELIZACION DE ATMOSFERAS ESTELARES (P4/96)**

**R.J. García López, M.R. Villamariz Cid, L. Crivellari, A. Herrero, M.A. Urbaneja y A. García Gil.**

**Colaboradores del IAC: S. Simón.**

C. Allende Prieto y D.L. Lambert (Univ. de Texas, Austin, EEUU); E. Simmoneau (IAP, Francia); B. Gustafsson, M. Asplund y A.E. García Pérez (Obs. de Uppsala, Suecia); I. Hubeny (Goddard Space Flight Center, EEUU); B. Caccin (Univ. de Roma II, Italia); O. Cardona y R. Gulati (INAOE, México); G. Severino, L. Terranegra, E. Covino, M.T. Gómez, A. Tripicchio, V. Andretta y E. Bussa (Obs. de Capodimonte, Italia); G. Cauzzi y S. Randich (Obs. de Arcetri, Italia); D. Barrado y Navascués, B. Montesinos y M.R. Zapatero Osorio (LAEFF, Madrid); Ya.V. Pavlenko (Obs. de Kiev, Ucrania); K. Butler y J. Puls (Obs. Univ. de Munich, Alemania); A. Ulla (Univ. de Vigo); M.G. Franchini y C. Morossi (Obs. de Trieste, Italia); F. Najarro (Inst. Estructura de la Materia, CSIC, Madrid).

### **Introducción**

El estudio y la generación de modelos de atmósfera para estrellas con distintos tipos espectrales y estados evolutivos tiene una importancia fundamental, no sólo por el desarrollo que en sí mismo supone, sino también por su relevancia en distintas parcelas dentro de la Astrofísica. En este marco, y teniendo como hilo conductor común los fenómenos de transporte radiativo, se encuentran en marcha diferentes líneas de trabajo dentro del Proyecto.

La obtención, caracterización y estudio de modelos semi-empíricos de atmósferas de estrellas pobres en metales supone una parte importante del trabajo que se lleva a cabo. Para ello se adaptan y desarrollan códigos de síntesis espectral y de inversión de líneas espectrales, y se comparan sus resultados con espectros de gran calidad. La generación de modelos hidrodinámicos tridimensionales y su comparación con espectros obtenidos con la máxima resolución disponible actualmente merecen una atención especial.

El uso de líneas alcalinas como diagnóstico de los modelos de atmósfera en estrellas de tipo tardío, y el estudio y generación de modelos de atmósfera teóricos clásicos partiendo de las bases de la teoría de atmósferas estelares constituyen otro pilar fundamental del Proyecto.

Bajo el título "Nuevos algoritmos para el transporte radiativo: problema directo y problema inverso" se consideran dos temas distintos de Astrofísica Estelar: el cálculo autoconsistente de modelos de atmósferas estelares y la formación de líneas espectrales en el ámbito astrofísico. El denominador común de ambos temas es el estudio del transporte radiativo. Desde el punto de vista matemático, el cálculo de la estructura es un problema directo; el diagnóstico a través de la espectroscopía, un problema inverso. En ambos casos la dificultad intrínseca de los problemas permite sólo una solución numérica.

Por otra parte, las estrellas masivas azules proporcionan importantes pistas acerca de la evolución en la parte superior del diagrama HR, y son susceptibles de ser utilizadas como patrones de distancia. Ello implica, sin embargo, el uso de sofisticados programas de análisis, que dentro del Proyecto se aplican y mejoran continuamente.

### **Algunos resultados relevantes**

Se ha aplicado con éxito el "Método Integral Implícito" al problema del átomo con varios niveles energéticos. Se ha logrado la puesta a punto definitiva de un código para el cálculo de modelos de atmósferas estelares en equilibrio termodinámico local que determina de una forma autoconsistente la distribución de la temperatura, teniendo en cuenta el transporte convectivo.

### **Evolución del Proyecto**

Se han llevado a cabo observaciones de la estrella Prócion con el HST para llevar a cabo un estudio de la opacidad presente en el espectro ultravioleta de su atmósfera. Estas observaciones se encuentran en proceso de análisis y complementarán el estudio llevado a cabo para la estrella Vega por A. García Gil y R.J. García López.



A. García Gil disfrutó de una estancia de un mes en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Texas (Austin, EEUU) para trabajar con C. Allende Prieto en el estudio del espectro UV de Vega. Dicho estudio se enmarca en el proyecto correspondiente a la fase de investigación de sus estudios de tercer ciclo.

L. Crivellari y E. Simonneau han emprendido un estudio profundo de la fenomenología del transporte radiativo bajo el punto de vista de la teoría cinética, analizando la estructura físico-matemática de la ecuación de transporte radiativo (ecuación TR), considerada como una ecuación de Boltzmann para la función de distribución de los fotones. Se han estudiado las propiedades geométricas del medio a través del cual se propagan los fotones, que determinan la forma del miembro que describe la evolución de la función de distribución de los fotones en la ecuación TR. Por otro lado, se ha reconsiderado la fenomenología de la interacción radiación-materia, logrando una formulación operativa de las fuentes y sumideros para los fotones. Esta labor fundamental permite discutir en términos físicos las aproximaciones numéricas (ordenadas discretas) que deben introducirse para el cálculo correcto de los modelos de atmósferas estelares.

En 2002 se ha reformado el programa de cálculo de modelos de atmósfera en expansión que utilizamos (FASTWIND). J. Puls ha implementado una aproximación para el efecto de la opacidad de los metales. A. Herrero, F. Najarro y J. Puls han realizado una comparación entre FASTWIND y otro código de cálculo de modelos de atmósfera (CMFGEN), en el cual el tratamiento del efecto anterior es más realista, pero no así otras aproximaciones. La comparación indica que en el caso de vientos muy densos puede haber una diferencia máxima del 5-10% en la temperatura efectiva obtenida mediante los dos códigos. Este error es ligeramente superior a la incertidumbre de los modelos, por lo que se concluye que es necesario seguir trabajando en esta comparación hasta lograr la convergencia en los valores obtenidos. No obstante, esta diferencia es menor que las que se obtienen frente a valores de la temperatura efectiva derivados con modelos que no incluían la opacidad de los metales. La nueva escala de temperaturas resultante es hasta 10.000 K más fría que las anteriores.

M.A. Urbaneja ha trabajado en la implementación de nuevos modelos atómicos en el código, en especial de especies neutras para las estrellas de menor temperatura efectiva. Los análisis de estrellas extragalácticas han impedido implementar una corrección de temperatura como estaba previsto.

## **NATURALEZA Y EVOLUCION DE BINARIAS DE RAYOS X (P10/97)**

**J. Casares.**

**C. Zurita, T. Shahbaz, I.G. Martínez Pais, G. Israelian y A. Herrero.**

C. Zurita (Univ. de Lisboa, Portugal); M. Pérez Torres (Univ. de Cork, Irlanda); P.A. Charles y T. Marsh (Univ. de Southampton, Reino Unido); R.I. Hynes (Univ. de Texas, EEUU); D. Steeghs (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); F. Mirabel, Goldwurm y P. Goldoni (Saclay, CEA, Francia); J.M. Paredes y M. Ribo (Univ. de Barcelona); J. Martí (Univ. de Jaén); P. Molaro y P. Bonifacio (Obs. de Trieste, Italia); S. Campana (Merate, Italia); S. Bernabei, A. Piccioni y Bartolini (Obs. de Bolonia, Italia); E. Kuulkers (Univ. de Utrecht, Países Bajos); G. Dubus (Caltech, EEUU); M. Wagner (Obs Flagstaff, EEUU); P. Hakala (Univ. de Helsinki, Finlandia); C. Haswell (Open Univ., Reino Unido); L. Pavlenko (Obs. de Crimea, Ucrania); A. Castro-Tirado (IAA, Granada); C. Sánchez-Fernández (LAEFF, Madrid).

### **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 para el conocimiento de las últimas etapas en la evolución de estrellas masivas. 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 numerosas 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 EN,  $M_{\min}$  para BH, pérdida de masa de las estrellas progenitoras).

Analizar la estructura 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 nos permitirá analizar la distribución radial de emisividad de los discos y obtener restricciones al tamaño del disco, ritmo de transferencia de masa y estado evolutivo. Además, se ha abierto una nueva ventana con el descubrimiento de variabilidad óptica rápida (mins-segs) en los discos de acreción en quietud en 4 BHs y 1 NS. Es importante ampliar la muestra de sistemas y extraer el espectro de la variabilidad para restringir posibles mecanismos de formación.

Asimismo, se pretende estudiar la composición química de las estrellas compañeras y, concretamente, establecer el origen de las altas abundancias de litio y elementos-a descubiertas por el grupo. Para ello se proyecta:

- Realizar análisis de metalicidad para encontrar evidencias de la explosión de supernova que dio origen al BH/NS. Anomalías en las abundancias nos permitirán reconstruir la historia evolutiva de las estrellas progenitoras.

58 - Investigar la formación de líneas de litio en los discos de acreción y en las atmósferas de las estrellas secundarias. La razón isotópica  $Li7/Li6$  es un indicador del mecanismo de aceleración de partículas que produce estos elementos en el entorno del BH o NS.

### Algunos resultados relevantes

Descubrimiento de "flares" ópticos en 5 binarias de rayos X en quietud (4 ANS y 1 NS). La luminosidad y propiedades temporales de la variabilidad descartan la hipótesis de emisión cromosférica en la estrella

compañera y sugieren fenómenos de reconexión magnética o reprocesamiento de rayos X en el disco de acreción.

Espectroscopía VLT de la binaria de rayos X XTE J1650-500 y determinación de la función de masa. Es la más pequeña medida para un candidato a agujero negro y supone una inclinación muy baja ( $< 40$  deg).

Primera detección de Nova Muscae 1991 en quietud con el satélite XMM-Newton. La luminosidad obtenida descarta la hipótesis de emisión coronal en la estrella compañera y apoya los modelos de discos advectivos (ADAF).

Espectro en rayos X del microcuásar XTE J1550-564 durante la erupción. Se ha la línea de emisión Fe  $K\alpha$ , ensanchada por la rotación del disco, y ponemos restricciones a la geometría de la acreción.

### Evolución del Proyecto

Se ha finalizado la primera fase del estudio de las propiedades de la variabilidad rápida en binarias transitorias de rayos X en quietud. La variabilidad proviene del disco de acreción, no está correlacionado con ningún parámetro físico de las binarias y se encuentra «velada» por la contribución de la estrella compañera. Los mecanismos más probables son el reprocesamiento óptico de rayos X o fenómenos de reconexión magnética en la superficie del disco o corona. Se continúa la búsqueda y el estudio de variabilidad rápida en una muestra de 3 binarias de rayos X del Hemisferio Sur con el telescopio Gemini que confirman los resultados anteriores (Hynes et al astro-ph/0211578). También se ha realizado en el mes de diciembre fotopolarimetría en IR con el telescopio UKIRT de A0620-00 para detectar polarización lineal correlacionada con la variabilidad.

En esta línea, se ha presentado la primera detección en rayos X de N. Muscae en quietud (Sutaria et al. 2002 *Astronomy & Astrophysisc* 391 993) y se ha medido una luminosidad de  $L_x = 4 \times 10^{31}$  erg/s que favorece modelos de acreción ADAF frente a emisión cromosférica de la estrella compañera. Por otro lado, se ha presentado espectroscopía en rayos X de XTEJ1550-564 con Chandra/XTE en la que se detectó la línea Fe  $K\alpha$  a 6.4 keV, ensanchada por efecto Doppler del gas en las proximidades del AN. La anchura de la línea y la distribución espectral del continuo permiten restringir el radio interno del disco a  $\sim 3 R_g$ .

Se continúa con el estudio óptico de nuevas fuentes transitorias de rayos X. Se han obtenido espectros VLT de la binaria de rayos X XTE J1650-500 durante la caída a la quietud, que han permitido determinar

el periodo orbital y la amplitud de velocidad radial de la estrella compañera. La función de masa obtenida es muy pequeña ( $0.64 M_{\odot}$ ) e implica que el candidato a agujero negro tiene una inclinación muy baja ( $i < 40$  deg) (IAUC 7989). Por otra parte, la campaña de observaciones de la fuente de rayos X clásica BW Cir (telescopios VLT + 2.2 m, La Silla, Chile) no pudo realizarse por malas condiciones meteorológicas. Se ha vuelto a solicitar tiempo para el próximo semestre.

Tras el descubrimiento de emisión fluorescente NIII-CIII 4640 asociada a la estrella compañera en Sco X-1 (Steehgs & Casares 2002 ApJ 568, 273) se ha comenzado este año una nueva campaña de observaciones con los telescopios AAT, NTT y VLT para varios sistemas LMXBs del Hemisferio Sur. La estrella compañera es indetectable en estas binarias por el intenso brillo del disco de acreción. El objetivo del Proyecto es usar el reprocesamiento óptico de los rayos X en la estrella compañera para extraer información dinámica que permita medir las masas de los objetos compactos.

Por su parte, se ha comenzado a desarrollar el código de síntesis espectral para atmósferas de estrellas compañeras en binarias de rayos X usando modelos NEXTGEN especialmente apropiados para estrellas frías. El modelo resolverá el problema de la incertidumbre asociada a la ley de "limb-darkening" y permitirá calcular el ensanchamiento rotacional exacto de la estrella compañera y así medir el cociente de masas de la binaria de forma muy precisa.

En el marco de la Acción Integrada con Italia (HI00-23) se recibieron varias visitas de S. Bernabei y A. Piccioni para participar en sendas campañas de observación de la binaria XTE J1118+480 con la OGS. El objetivo del Proyecto es el estudio de la evolución del radio y del periodo de precesión del disco de acreción en este sistema para comparar con modelos de erupción. Asimismo, se recibió la visita de P. D'Avanzo para iniciar una colaboración en el estudio de binarias de rayos X con estrellas de neutrones pulsantes y se trabajó con datos VLT del sistema SAX J1808.4-3658.

J. Casares visitó el Service d'Astrophysique (CEA/Saclay). En el mes de marzo se participó en la reunión del Consorcio MINE (Multi- $\lambda$ . Integral Network) en CEA/Saclay, destinada a coordinar observaciones multifrecuencia de microcuásares y otras binarias de rayos X simultáneamente con INTEGRAL. También visitaron el IAC en noviembre F. Mirabel, J. M. Paredes y J. Martí para discutir detalles del programa de observaciones. Hasta el momento se ha conseguido para esta campaña tiempo de observación con los telescopios INT, NOT, Liverpool (ORM), 2.2 m (CAHA), MERLIN y VLA/VLBA.

Como fruto de la colaboración con el grupo de J.M. Paredes y J. Martí, en diciembre se obtuvo espectroscopía con el telescopio WHT de 10 candidatos a microcuásares galácticos, seleccionados a partir de correlación de catálogos radio/rayos X. Los datos se encuentran en proceso de análisis. Otro de los objetivos perseguidos es el estudio de los parámetros físicos del microcuásar LS5039, la confirmación del periodo orbital y la determinación de la función de masa. Se realizaron observaciones con el telescopio INT en julio y el resultado del análisis no permite discriminar entre dos posibles periodos de 1.4 y 4d. En una próxima campaña de observación (julio 2003) se resolverá el dilema y se realizará un estudio de abundancias en la estrella compañera 09.7V.

Con respecto al estudio de anomalías en la abundancia química en las estrellas compañeras de binarias de rayos X, se está finalizando el análisis de los datos de A0620-00 (VLT+UES) y se continúa con el estudio de las bases de datos de alta resolución espectral de los sistemas Cyg X-2 (WHT), V404 Cyg (WHT, UKIRT) y Cen X-4 (VLT+UES). El análisis preliminar de los espectros de este último sistema revelan la presencia de una tercera estrella en el rango azul del espectro y se debe investigar si está asociada gravitatoriamente a la binaria.

Asimismo, visitaron el IAC M. Pérez Torres y P.A. Charles para discutir sobre el análisis e interpretación de diferentes bases de datos.

## **ESTRELLAS MASIVAS AZULES (P8/98)**

**A. Herrero.**

**M.R. Villamariz, M.A. Urbaneja y S. Simón.**

**Colaboradores del IAC: L.J. Corral Escobedo.**

R.P. Kudritzki y F. Bresolin (Inst. for Astronomy, Hawai, EEUU); J. Puls y K. Butler (Obs. de la Univ. de Munich, Alemania); D.J. Lennon (ING, La Palma); S.J. Smartt (IoA, Cambridge, Reino Unido); F. Najarro de la Parra (Inst. de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid).

### **Introducción**

Las estrellas masivas azules se caracterizan por su alta luminosidad y rápida evolución, lo que las une estrechamente al medio del que nacen. Por ello, constituyen excelentes laboratorios para comprobar nuestros conocimientos acerca de la estructura y evolución de las estrellas y galaxias.

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, si disponemos de dichos parámetros estelares y abundancias, podemos además comparar con las determinaciones de abundancias en el Medio Interestelar de nuestra Galaxia y galaxias vecinas, y con las predicciones de las teorías de evolución química de las galaxias.

Utilizando la relación entre la luminosidad estelar y el momento del viento, se pueden además determinar distancias extragalácticas mediante el análisis de los espectros estelares. Y, finalmente, es posible utilizar los espectros sintéticos para realizar síntesis de poblaciones aplicables a galaxias cuyos espectros estén dominados por estrellas de este tipo (ej. galaxias de intensa formación estelar "starburst"), especialmente a alto desplazamiento al rojo, cuando el espectro UV es observable a longitudes de onda del visible.

Los objetivos que se persiguen en el presente Proyecto, relacionados con el análisis de estrellas masivas azules y sus implicaciones son:

Determinar si las atmósferas de las estrellas masivas exponen material contaminado por el ciclo CNO durante la fase de Secuencia Principal.

Derivar abundancias de estrellas OBA a diferentes distancias galactocéntricas en galaxias espirales del Grupo Local.

MEMORIA  
2002 IAC

60

Derivar abundancias de estrellas OBA en galaxias irregulares enanas del Grupo Local.

Estudiar la influencia de la fase LBV en la evolución de las galaxias.

Calibrar la relación del momento del viento y la luminosidad.

Las mejoras a introducir en los modelos de atmósfera utilizado para los análisis están incluidos en el Proyecto P4/96 (Modelización de Atmósferas Estelares), pero tienen una fuerte influencia sobre este Proyecto.

## Algunos resultados relevantes

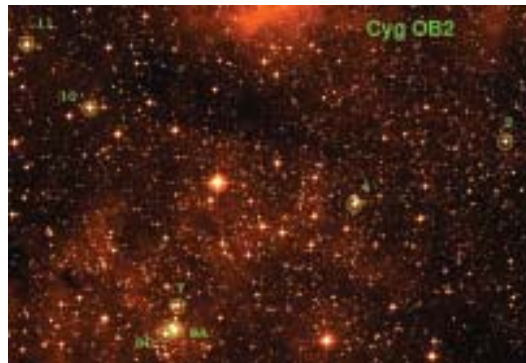
Este año se han conseguido dos resultados importantes:

Se ha establecido una nueva escala de temperaturas para las estrellas supergigantes O, que es hasta 10.000 K más fría que la aceptada hasta ahora (A. Herrero, J. Puls, F. Najarro, 2002, *Astronomy & Astrophysics* 369, 949).

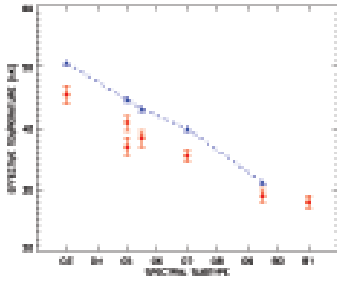
Esta nueva escala se ha obtenido analizando estrellas en la asociación Cyg OB2 que contiene algunas de las estrellas más masivas de la Vía Láctea. Para el análisis se han utilizado nuevos modelos de atmósfera desarrollados con nuestros colaboradores y observaciones realizadas con los telescopios INT y HST. Con esta escala se obtienen se obtienen menores flujos ionizantes y masas estelares más fiables.

Se ha determinado por primera vez la composición química detallada de una supergigante B más allá del Grupo Local.

Se ha realizado con dos estrellas de la galaxia NGC300, a 2.0 Mpc de distancia, utilizando espectros obtenidos con el espectrógrafo FORS del telescopio VLT. El interés de este estudio, aparte del salto más allá del Grupo Local, es la demostración de que se pueden llevar a cabo análisis detallados a resoluciones de  $R=1000-1500$ , lo que tiene gran importancia para estos proyectos con OSIRIS en el telescopio GTC. Como resultado adicional se puede citar que ambas estrellas están en posiciones muy distintas (una cerca del núcleo, la otra en un extremo de la galaxia) y presentan metalicidades muy diferentes, confirmando la existencia de un fuerte gradiente de metalicidad en NGC300.



*Imagen de Cyg OB2 (Digital Sky Survey, ESO). Rodeadas con un círculo aparecen las estrellas cuyo análisis ha servido para determinar la nueva escala de temperaturas.*



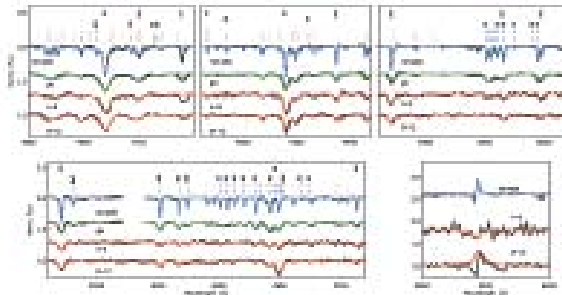
La nueva escala de temperaturas de las estrellas O, dada por los círculos rojos en la gráfica. Las barras verticales indican el error en la temperatura. Nótese que dos estrellas del mismo tipo espectral pueden tener temperaturas muy distintas, lo que depende de la intensidad del viento estelar. Los triángulos azules y su línea de puntos representan la escala de temperaturas de Vacca, Garmany & Shull (1996, ApJ 460, 914).



Spiral Galaxy NGC 300  
(MPG/ESO 2.2-m + WFI)

Imagen de NGC 300 tomada con el Wide Field Imager del telescopio de 2,2 m de ESO. Los puntos en verde y amarillo marcan las posiciones de la supergigante B conocidas como B-12 (en el centro, rica en metales) y A-9 (en un borde, pobre en metales).

El espectro observado de B-12 y A-9 en NGC300, y la supergigante B galáctica HD14956, cuyo espectro ha sido degradado a la resolución de los de las estrellas de NGC300. Los espectros han sido desplazados para mayor claridad. Se identifican los rasgos más prominentes de los espectros. Nótese la excelente calidad del ajuste obtenido con el programa FASTWIND.



## Evolución del Proyecto

Respecto a los objetivos planteados para el año, la evolución ha sido la siguiente:

### *Determinar abundancias de CNO en rotoras rápidas de tipo OB*

En este objetivo sólo se consiguieron avances parciales, si bien significativos. M.R. Villamariz y A. Herrero presentaron en St. Luc (Suiza) un análisis preliminar de dos nuevas rotoras rápidas: HD149747 y HD15642. La primera no muestra contaminación CNO, y la segunda muestra una contaminación moderada. Junto con los resultados obtenidos en HD191423 (otra rotora rápida) los nuevos análisis muestran que una rápida rotación no garantiza una atmósfera contaminada con CNO.

Los cambios en CNO deben estar correlacionados con los cambios en He. Utilizando la abundancia de He y los parámetros de las estrellas A. Herrero y D. Lennon han mostrado las dificultades de los modelos actuales de evolución estelar (con y sin rotación). Se ha sugerido un escenario para explicar las observaciones. Sin embargo, es imposible explicar el alto número de supergigantes B observado pasada la Secuencia Principal.

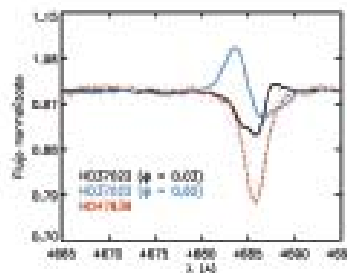
### *Encontrar la causa de las diferencias entre los modelos calculados con el programa ALI y el programa TLUSTY. Calcular modelos con line-blanketing*

S. Simón encontró en su trabajo de investigación para el DEA que la causa principal de la diferencia entre los resultados de ALI y TLUSTY cuando se calculan modelos similares residía en una diferencia en los factores de Gaunt libre-libre del H y del He (aunque también había otras razones de menor efecto). Encontrar la razón de las diferencias era necesario a fin de poder usar TLUSTY para calcular modelos con line-blanketing (lo que no puede hacer ALI) y compararlos con los de ALI.

Los modelos con line-blanketing, sin embargo, no se han calculado finalmente con TLUSTY. Al ser éste planoparalelo e hidrostático no da cuenta de la extensión y pérdida de masa de la estrella. Por ello, se ha decidido proseguir los estudios utilizando FASTWIND, que sí incluye geometría esférica y pérdida de masa. Esto ha sido posible gracias a la inclusión de un tratamiento aproximado de la opacidad de los metales. Estos modelos serán utilizados para análisis de estrellas O.

### *Determinar parámetros estelares de las estrellas del Trapecio*

Este objetivo se ha cumplido, excepto para la estrella  $\theta 1$  Ori C, cuyo espectro es anómalo y exige un esfuerzo mayor. En la actualidad se está intentando desarrollar un modelo que permita calcular sus parámetros. Este objetivo es importante para poder determinar el flujo que ioniza la nebulosa de Orión.



La línea H&ell 4686Å de  $\theta 1$  Ori C (HD 37022) mostrando su variación. Nótese que llega a presentar un perfil P-Cygni invertido, con emisión en el azul y absorción en el rojo.

Se muestra también el perfil de esta línea en una estrella normal del mismo tipo espectral (15 Monoceros, HD47839, una O7 V como  $\theta 1$  Ori C).

### *Determinar abundancias de C, N, O, Mg y Si en estrellas de M33 observadas con el telescopio WHT*

Este objetivo ha sido cumplido y extendido, ya que los análisis se están repitiendo a fin de incluir el efecto de la opacidad de los metales. También se han incluido algunas estrellas de la Vía Láctea para la comparación. Algunas estrellas de M33 sin embargo no pueden ser analizadas completamente ya que se carece de un espectro de H $\alpha$ . Se presentará una propuesta para completar estas observaciones.

### *Preparar una propuesta internacional coordinada para observar estrellas en NGC6822 con FLAMES*

La propuesta fue presentada bajo la coordinación de S.J. Smartt y ha obtenido tiempo de observación en el telescopio VLT. En marzo de 2003 se celebrará en Cambridge (Reino Unido) una reunión para iniciar los trabajos preparatorios.

### *Desarrollar la propuesta presentada para observar estrellas en galaxias del Grupo Local utilizando OSIRIS*

Esta propuesta obtuvo comentarios favorables de los árbitros encargados de revisarla. Para su

desarrollo se están siguiendo dos líneas de investigación: a) la observación fotométrica de galaxias cercanas para detectar candidatos a estrellas azules (objetivo 2c); b) el estudio de las técnicas desarrolladas por el grupo a fin de ver si es posible obtener resultados a resoluciones relativamente bajas. Este estudio atrajo el interés del grupo debido a las observaciones de NGC300 realizadas con el FORS por W. Gieren, donde se podía comprobar los límites de esta técnica y ha conducido al primer análisis detallado de supergigantes B más allá del Grupo Local.

*Determinar pérdidas de masa en las estrellas de Cyg OB2 y obtener su relación momento del viento-luminosidad en Cyg OB2*

Estos dos objetivos están relacionados y se han cumplido con creces, junto con la determinación de una nueva escala de temperaturas para las estrellas O supergigantes de nuestra galaxia. Además, el análisis ha puesto de manifiesto dos importantes resultados adicionales:

Un mejor acuerdo entre las masas deducidas del análisis del espectro y las predichas por los modelos de evolución estelar. Aunque todavía quedan inconsistencias, la discrepancia entre ambos cálculos de masa ya no parece tener un carácter sistemático. Esto implica, de confirmarse en los trabajos que está desarrollando el grupo, que por fin se puede confiar en las masas deducidas para estrellas masivas aisladas.

La existencia de una diferencia entre las estrellas que tienen vientos muy fuertes y las que los tienen algo más moderados. Mientras que las segundas siguen la relación teórica entre la luminosidad de la estrella y su cantidad de movimiento del viento (la llamada WLR), las primeras presentan una cantidad de movimiento mayor de lo que les correspondería. Actualmente se está intentando explicar esto por la existencia de grumos o condensaciones en el viento.

Para avanzar en los resultados anteriores se ha obtenido tiempo en los telescopios TNG y WHT para realizar observaciones en el IR y óptico.

#### *Otros Resultados*

Se han realizado algunos trabajos no previstos a principios de año. Entre ellos cabe destacar:

El análisis de supergigantes B en NGC300.

El estudio de la variabilidad de HD191612, una de las 3 estrellas Of?p de la Vía Láctea. Se ha descubierto que estas estrellas cambian su tipo espectral, lo que parece relacionado con ciertas peculiaridades de su espectro, que llevaron a N. Walborn a distinguirlas con el símbolo f? en su clasificación. Otros aspectos (como la duración de los cambios, su causa, etc.) apenas han comenzado a ser explorados.

La determinación de velocidades de rotación en estrellas de distintas asociaciones galácticas. Se ha encontrado que la distribución es muy variable, pero los datos parecen sugerir que hay una dirección preferente de rotación en algunos casos. La evidencia sin embargo es todavía pequeña.

# MATERIA INTERESTELAR

## ESTUDIOS CINEMATICOS, ESTRUCTURALES Y DE COMPOSICION, DE LOS MEDIOS INTERESTELARES E INTERGALACTICOS (P3/86)

**J.E. Beckman.**

**M. Relaño, A. Vazdekis, C. Giammaco, M. Pohlen, A. Cardwell, P. Erwin y J.C. Vega.**

**Colaboradores del IAC: R. Génova, E. Casuso y A. Zurita.**

I. Shlosman (Univ. de Kentucky, EEUU.); J. Dyson (Univ. de Leeds, Reino Unido); J. Knapen (Univ. Herts./ING, Reino Unido); M. Rozas. (UNAM y Obs. San Pedro Mártir, México); S. Kemp (Univ. de Guadalajara, México); S. Ryder (Australian National Univ., Australia); B.W. Jones (Open Univ., Reino Unido).

### Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es estudiar el papel del Medio Interestelar y sobre todo el ionizado en la formación, estructura y evolución de las galaxias. El Proyecto, en sus comienzos, basaba sus estudios fundamentalmente en el Medio Interestelar Local cerca del Sol, pero con el tiempo ha ido abarcando más temas y cambiando su naturaleza. Asimismo, en la actualidad contempla, estudios sobre el Medio Interestelar, Física Estelar, Física de las Galaxias, Medio Intergaláctico y Cosmología. Los objetivos científicos del Proyecto abarcan dos líneas de investigación: el estudio fotométrico de las galaxias externas mediante sus líneas de emisión que provienen de su gas ionizado y el estudio dinámico de las componente gaseosa y estelar de las galaxias espirales.

- 64 La primera línea proporciona información sobre el Medio Interestelar y sobre la distribución del gas ionizado dentro y fuera de las galaxias, abordando aspectos del Medio Intergaláctico ionizado y del problema de la materia oscura bariónica del Universo. La segunda línea está muy relacionada con el problema de la construcción progresiva de las galaxias a través de la adquisición de material mediante combinación, es decir "acreción" y "mergers". Ambas líneas estudian las propiedades macroscópicas de las galaxias y sus implicaciones cosmológicas. Otro de los estudios que se llevan a

cabo, eventualmente con implicaciones cosmológicas, es el de la definición de una nueva candela estándar para medir distancias a gran escala, basado en las propiedades colectivas de las regiones HII en las galaxias espirales e irregulares. Asimismo, otro de los temas de investigación del grupo es el de las poblaciones estelares en las galaxias con estructura compleja: las galaxias de disco, en donde la formación estelar no se puede tratar como si hubiese ocurrido en un brote de formación inicial (como ocurre en las galaxias elípticas o S0) sino de forma continua. Además, y dentro de la línea principal de estudio del grupo, se realizan investigaciones sobre el estudio de las galaxias barradas y la relación de su estructura con la actividad central: cómo la presencia de una barra influye en el pasaje del gas hacia el centro de una galaxia, provocando brotes de formación estelar y alimentando los núcleos galácticos activos.

### Algunos resultados relevantes

#### *Cartografiado del Medio Interestelar Local*

Durante el año se completó una fase importante de lo que es el proyecto mayor que existe del cartografiado del Medio Interestelar Local a través de su cinemática. En un artículo muy relevante (R. Génova y J.E. Beckman) se han descubierto diferentes flujos de gas en la zona alrededor del Sol. Destacando dos de ellos: el principal, debido a la expansión de la región HII de radio 150 pc y centrado en la asociación OB Escorpión-Centauro, y el otro que proviene de la otra dirección, es decir fuera de la órbita del Sol, debido a una supernova individual que explotó hace unos 10<sup>5</sup> años.

#### *Una nueva teoría de los alabeos*

En un artículo publicado en *Astronomy & Astrophysics* (M. López-Corredoira, J. Betancort, J.E. Beckman) se presentó un nuevo modelo para explicar un fenómeno ubicuo de las galaxias espirales: los alabeos (*warps*), que distorsionan sus discos en las zonas exteriores. En los últimos años se ha pretendido explicar este fenómeno vía la interacción del disco de una galaxia con su halo de materia oscura. Esta teoría se basa en la hipótesis de la producción de los alabeos por la interacción del flujo de nubes de gas intergaláctico que caen sobre el plano de una galaxia. Se ha conseguido explicar la forma que tienen los alabeos, tanto los de forma "S" como los de forma "U" (la teoría usando los halos no predice *warps* de forma "U"), y la



fracción de alabeos de cada tipo. La caída de nubes de gas sobre galaxias grandes es un proceso equivalente (pero con objetos de masas más bajas) al proceso de acreción y fusión que ahora se sabe juega un papel fundamental en la evolución de las galaxias.

#### *Una reclasificación de galaxias espirales tempranas*

Se ha descubierto una población de galaxias espirales tempranas cuyos bulbos no son tales, sino que consisten en un bulbo pequeño rodeado por un «disco interno». Esto implica un cambio de relevancia en la clasificación global morfológica de las galaxias y tiene implicaciones debido a las rutas principales de su formación.

#### *Descubrimiento de cáscaras expansivas en las regiones HII luminosas*

Tras un importante esfuerzo llevado a cabo en el análisis y la reducción de datos, se ha establecido la presencia de cáscaras más o menos esféricas de gas en expansión dentro de la mayoría de las regiones HII luminosas (con luminosidades en Ha mayores de 38 dex (erg/seg). Estas cáscaras contienen una fracción significativa de la energía cinética de las regiones. Se producen por los efectos acumulativos de vientos estelares y presión de radiación de los cúmulos de estrellas masivas que iluminan e ionizan las regiones. Las pérdidas disipativas de momento y energía de estas cáscaras pueden surtir de forma continua la turbulencia observada dentro de las regiones HII.

### **Evolución del Proyecto**

#### *Medio Interestelar Local (LISM)*

Durante 2002 se completó una fase importante de este Proyecto de largo plazo: cartografiar el Medio Interestelar en 300 pc alrededor del Sol, usando líneas en absorción debidas a la materia interestelar que aparecen en los espectros de las estrellas en la zona (notablemente las estrellas OB, que dan más luminosidad y espectros con líneas anchas que no se confunden con las líneas estrechas interestelares). Como resultado se elaboró un artículo en donde se ha sistematizado la información sobre las nubes interestelares en el hemisferio en la dirección opuesta al centro galáctico: el hemisferio "anticentro". Mediante el uso de una metodología que combina las medidas de las densidades columnales y las velocidades radiales de cada

componente espectral en el espectro de cada estrella (habitualmente el uso de la cinemática ha sido mucho menos comprensiva), se ha podido identificar y cuantificar la presencia de 8 nubes principales distintas (unas bastante extensas, otras más pequeñas) y asignarles a cada una su vector de velocidad. Toda esta información ha servido para completar la parte "fácil" del Proyecto, usando la mayoría de las estrellas OB observables desde el ORM. Esto ha proporcionado una red estelar adecuada para obtener un modelo marco, pero demasiado rala para elaborar nuestro mapa tridimensional con todo lujo de detalle. Sin embargo, se seguirá trabajando en la misma línea mediante espectros de estrellas más tardías y más difíciles de usar, afinando la metodología para poder aprovecharlas. Asimismo, se explorará la posibilidad de utilizar medidas de otros tipos; por ejemplo estimando densidades columnales de gas indirectamente a través del enrojecimiento de su contenido de polvo interestelar. (R. Génova y J.E. Beckman).

#### *Dinámica interna de las galaxias*

Se realizó un trabajo en detalle sobre la cinemática interna de la galaxia barrada NGC1530, usando como observaciones un campo de velocidad en Ha obtenido con el instrumento (no operativo en la actualidad) TAURUS en el telescopio WHT. Además de perfeccionar los trabajos previos sobre la curva de rotación y medir mejor su centro dinámico, se ha podido obtener con precisión el campo de velocidad no circular, sustrayendo la curva de rotación de forma bidimensional del campo de velocidad observado. Se observaron los efectos de las ondas de densidad en distorsionar la velocidad a través de los brazos espirales (*streaming motions* o movimientos de flujo), se cuantificó el campo cinemático de órbitas alargadas alrededor de la barra principal de la galaxia y el campo más sosegado con velocidades perpendiculares (las órbitas X2) en la zona circunuclear. Pero lo más interesante ha sido la posibilidad, dada la resolución espacial tan fina que proporcionan las observaciones, de relacionar las zonas de formación estelar con los campos de velocidad. Por primera vez se han podido distinguir zonas de fuerte gradiente de velocidad en la dirección del flujo de gas, que concluyen en regiones de choque y en gas esencialmente estacionario donde se aumenta el ritmo de formación de estrellas masivas, y zonas de fuerte gradiente de velocidad en la dirección perpendicular al flujo de gas (zonas de *shear*) donde se inhibe ese ritmo de producción.

Es más, se pueden distinguir dos regímenes de producción de estrellas masivas: uno dentro de los brazos y el disco de la galaxia, donde hay compresión de gas pero sin choques fuertes, y otro en las puntas de la barra donde hay compresión de gas con la presencia de choques fuertes. Todo la fenomenología aquí descrita de forma cualitativa se ha cuantificado y a medio plazo servirá a los teóricos para buscar teorías consistentes de la formación estelar, que todavía no existen. (M. Relaño, A. Zurita, J. Knapen y J.E. Beckman).

En términos más generales, se ha completado un estudio sobre la cinemática de las zonas interiores de 17 galaxias mediante su emisión en gas ionizado, distinguiendo la cinemática del gas de la de las estrellas, para identificar componentes estructurales y especiales, tales como la contrarrotación debida a la fusión de galaxias pequeñas (J.C. Vega y colaboradores de la Univ. Padova, Italia).

#### *Origen de los elementos ligeros*

En el marco de los modelos de la evolución del disco de la Vía Láctea, se realizó un trabajo de interpretación explicando la evolución de las abundancias de los elementos ligeros: litio, berilio y boro, en función de las abundancias de los elementos más pesados, oxígeno y hierro, y también en función de la época. La clave del trabajo es tener en cuenta el efecto de la alimentación continua del gas en el plano de la Galaxia a través del gas que llega desde el Medio Intergaláctico del Grupo Local de galaxias. Para definir bien la distribución del número de estrellas en el disco en función de su metalicidad, no sólo se tiene que suponer esta llegada de gas de baja metalicidad desde fuera, sino suponer que el ritmo de esta llegada ha ido aumentándose con época de forma consistente, medida a largo plazo y sujeta a variaciones bastante fuertes a corto plazo. Con este modelo las cantidades de berilio, boro y litio en estrellas de diferente metalicidad se explica de una forma que no depende críticamente de los detalles de sus mecanismos de producción. Como corolario de todo esto surgió una determinación de la fracción de gas en el Grupo Local que no se encuentra en las galaxias (50% mínimo, en concordancia con las mejores determinaciones) y una teoría de los alabeos. También tiene implicaciones sobre la rotación general de las galaxias que quedan por explorar (E. Casuso, J.E. Beckman, M. López Corredoira y J. Betancort).

#### *Elementos estructurales de las galaxias*

Se ha descubierto una clase de galaxias con bulbos aparentemente grandes (clasificadas como S0 y

Sa) que son realmente pequeños y rodeado por discos internos (P. Erwin, J.C. Vega y J.E. Beckman). Se ha comenzado a tipificar las poblaciones estelares en galaxias barradas, un trabajo que está empezando, pero que tiene promesa de futuro (A. Vazdekis, S. Lourenso y J.E. Beckman). Se ha encontrado un disco circunuclear de gas en contrarrotación con respecto a su galaxia e inclinado con respecto al plano de la misma (J.C. Vega, P. Erwin, J.E. Beckman, junto a colaboradores del Obs. Padua). Se ha cuantificado la distribución de las masas de las nubes interestelares en el marco de un modelo que muestra hasta que punto se trata de fractalidad, y hasta que punto hay dependencia de escala (E. Casuso y J.E. Beckman).

## **NEBULOSAS BIPOLARES (P13/86)**

### **A. Mampaso.**

**D.R. Gonçalves, L. López Martín, P. Leisy, L. Cuesta, S. Navarro y M. Santander.**

### **Colaboradores del IAC: V. Ortega.**

R. Corradi (ING, La Palma); M. Perinotto y L. Magrini (Univ. de Florencia, Italia); J. Mikolajewska (Copernicus Centre, Polonia); P. Phillips (Univ. de Guadalajara, México); L. Colombón, E. Recillas y M. Rodríguez (INAOE, México).

### **Introducción**

El Proyecto persigue tres objetivos principales:

Determinar las condiciones físico-químicas de las Nebulosas Planetarias (NPs) con geometría bipolar, tratando de entender el origen de la bipolaridad y proponer modelos teóricos que expliquen la morfología y cinemática observadas. Se incluyen 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.

Investigar sobre las NPs extragalácticas en galaxias vecinas, desde su detección y estudio individual hasta sus propiedades globales, en particular, el estudio de los gradientes de excitación y de composición química a lo largo de la galaxia.

## Algunos resultados relevantes

Estudio del halo de la nebulosa planetaria NGC6543. La imagen del telescopio NOT producida por R. Corradi y D.R. Gonçalves fue "imagen astronómica del día" en Internet.

Determinación directa de la abundancia química en las Nebulosas Planetarias más distantes hasta la fecha (M33).

- Organización del Congreso "Symbiotic Stars probing stellar evolution" en La Palma, 27-31 de marzo 2002, Euroconferencia organizada por el ING y el IAC.

## Evolución del Proyecto

D.R. Gonçalves, R. Corradi y A. Mampaso realizaron un estudio detallado de la nebulosa planetaria NGC7009 y de sus microestructuras de baja excitación. Esta nebulosa cuenta con un par de "jets" de alta velocidad y dos pares de "condensaciones" de baja ionización, alineados todos en la dirección del eje de simetría de la nebulosa. Nuevos espectros tomados con el telescopio INT permitieron estudiar las condiciones físico-químicas de las microestructuras y su relación con la NP con una precisión sin precedentes. El resultado más notable de esta investigación es la comparación de las características de las microestructuras con los modelos existentes. Aunque hay una variedad de modelos teóricos desarrollados para explicarlas (modelos HD y MHD para la interacción de vientos, modelo HD de "estancamiento" de los flujos, modelo "con conservación de momento" para la formación de microestructuras, etc.) parece que ninguno es capaz de explicar adecuadamente las observaciones (por otra parte, sorprendentemente sencillas). En efecto, las "condensaciones" y "jets" de NGC7009 presentan una extraordinaria uniformidad en sus propiedades físicas y químicas: la temperatura electrónica es constante en todos los casos dentro de un 7%; la extinción, lo mismo; las abundancias químicas de helio, oxígeno, argón, nitrógeno, neón y azufre son constantes (en las microestructuras y en la propia NP) hasta la precisión que alcanzan las medidas. No hay, por otro lado, ninguna evidencia de que la densidad de las microestructuras sea significativamente mayor que la de su entorno. La pregunta ¿qué son entonces estas microestructuras y cómo se han formado? sigue, por tanto, abierta y los modelos existentes no parecen adecuados para responderla.

A. Mampaso, R. Corradi junto a L. Magrini y M. Perinotto finalizaron el estudio espectroscópico de

48 objetos con líneas de emisión en M33, usando datos del telescopio WHT. La mayoría de esos objetos (70%) resultaron ser, como se esperaba, Nebulosas Planetarias, mientras que el resto son regiones HII de pequeño tamaño o restos de supernovas. En seis de las NPs se pudo detectar la débil línea auroral del [OIII] en 4363 Å, lo que permite calcular la temperatura electrónica y, con ella, las abundancias químicas. Es de destacar que las NPs de M33 son las planetarias más lejanas donde se ha podido medir directamente la abundancia química, por lo que su comparación con galaxias más cercanas (Vía Láctea, Nubes de Magallanes y M31) tiene especial interés. El resultado más importante de este estudio es que las abundancias de helio, oxígeno y argón de estas NPs de M33 son similares a las de nuestra Galaxia, pero la abundancia de nitrógeno es inesperadamente baja (siete veces menor que en la Galaxia). Aunque se han encontrado antes valores tan bajos de la abundancia de nitrógeno en NPs de otras galaxias del Grupo Local (ej. la Nube Pequeña de Magallanes, o la galaxia enana de Sagitario) es la primera vez que se encuentran en una galaxia con metalicidad normal como M33. Esta discrepancia es importante para los modelos de evolución estelar y hay que continuar investigándola.

Asimismo, se ha iniciado el estudio de las cinco NPs detectadas anteriormente (usando la WFC del telescopio INT) en la galaxia enana Sextans B. Para ello se han realizado observaciones con el espectrógrafo multirrendija del telescopio TNG que permiten confirmar su naturaleza de NPs y comenzar a estudiar sus características físicas y químicas. Sextans B está a una distancia de 1300 Kpc, y los flujos esperables de sus NPs son menos de la mitad que los de M33 por lo que su estudio físico-químico es un reto que habrá que abordar con telescopios de la clase 8-10 m. Los primeros resultados obtenidos en 2002 con el telescopio TNG sugieren una metalicidad extremadamente baja para las tres primeras NPs estudiadas. Tras la incorporación de P. Leisy al grupo, se continuará con nuevas observaciones en los telescopios TNG y VLT durante el próximo año.

S. Navarro, R. Corradi y A. Mampaso, han continuado con la clasificación espectral de las estrellas de campo alrededor de 36 NPs, con el fin de determinar las distancias a dichas NPs con el método "extinción-distancia". Se ha trabajado en la definición y caracterización de los índices espectrales que entrarán en la red neuronal que clasifica los espectros. También se ha investigado el halo alrededor de NGC7027, realizándose nuevas observaciones con la cámara WFC del telescopio

INT y espectros de alta resolución que ayuden a separar la emisión del halo de la del fondo galáctico y de la región HII vecina NGC7000. El trabajo se concluirá a lo largo de 2003.

L. López Martín, D.R. Gonçalves, R. Corradi y A. Mampaso iniciaron el modelado hidrodinámico de "jets" y condensaciones en NPs utilizando el código "IGUAZU" desarrollado por A. Raga en la UNAM (México). Con el estudio de una nebulosa simple como K4-47, se ha trabajado en definir los parámetros iniciales adecuados y adaptar el código al caso de nebulosas ionizadas.

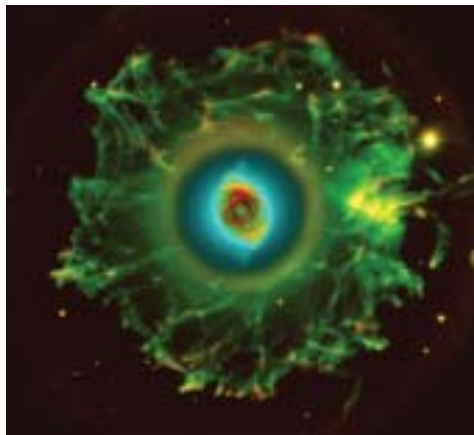
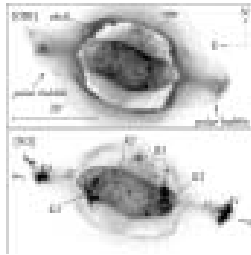


Imagen de la Nebulosa Planetaria NGC 6543, obtenida con el telescopio NOT del ORM.

## REGIONES HII EXTRAGALACTICAS (P14/86)

MEMORIA  
2002 IAC  
68

**C. Esteban.**

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

M. Peimbert y S. Torres-Peimbert (UNAM, México); M. Rodríguez (INAOE, México); M.T. Ruíz (Univ. de Chile); R. Dufour (Univ. Rice, EEUU).

### 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:

La detección y el 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 Wolf-Rayet. El estudio del efecto de los vientos galácticos y el papel de las interacciones entre y con objetos enanos.

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

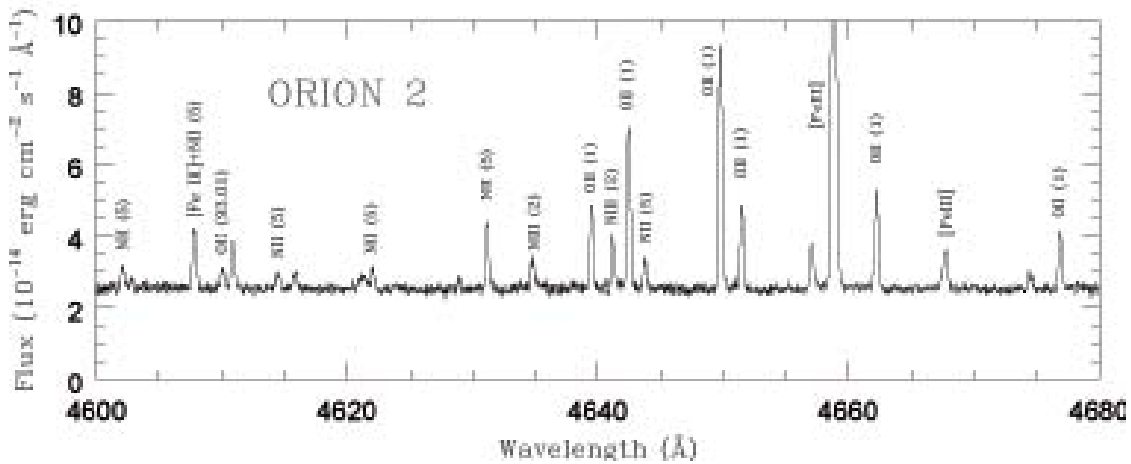
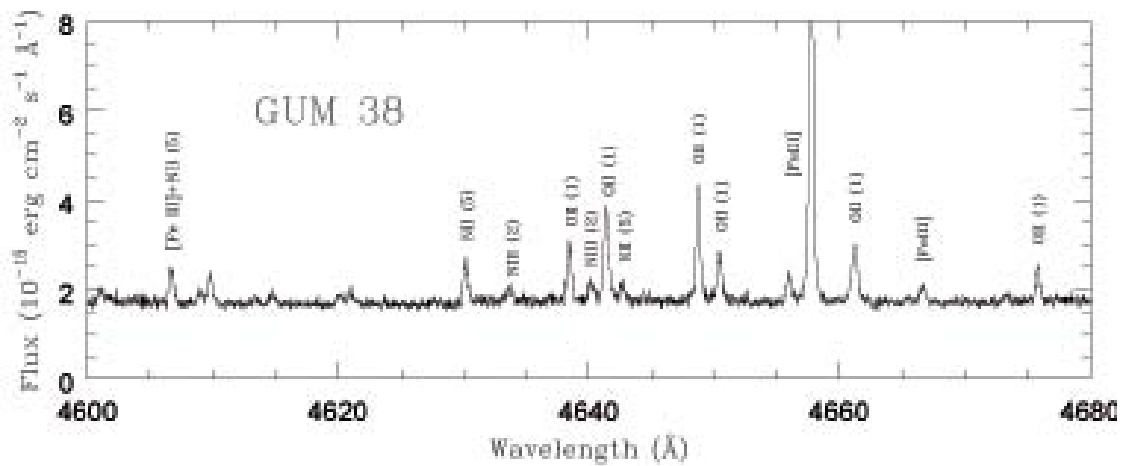
### Algunos resultados relevantes

Se han obtenido y reducido espectros profundos de alta resolución (*echelle*) de una serie de regiones HII galácticas con el espectrógrafo UVES del telescopio VLT *Kueyen* de Cerro Paranal (Chile). Estas observaciones constituyen un verdadero hito en el campo, ya que cubren desde 3100 a 10360 angstroms y permiten medir la intensidad de multitud de líneas de emisión débiles que no se habían detectado con anterioridad en este tipo de objetos. En particular, se ha detectado una gran cantidad de líneas de recombinación de iones de elementos pesados, por lo que se puede determinar la abundancia de estos iones y compararla con la obtenida mediante líneas de excitación colisional. Por otra parte, se puede determinar la temperatura electrónica de los objetos a partir de los continuos de recombinación de Balmer y Paschen por lo que se puede explorar y cuantificar de distintas formas la presencia de fluctuaciones de temperatura en los objetos.

### Evolución del Proyecto

Se organizó y celebró con un gran éxito en cuanto a asistencia y calidad científica el Congreso Internacional "IAU Symposium No. 212. A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova" del 24 al 28 de junio, en Lanzarote. Asistieron alrededor de 175 participantes de más de 20 países; especialistas en el campo de las estrellas masivas, evolución, atmósfera e interacción con el Medio Interestelar. Este ha sido el primer simposio auspiciado por la IAU (Unión Astronómica Internacional) celebrado en el territorio español desde hace más de 20 años y el primero en Canarias.

A. López Sánchez está desarrollando su tesis doctoral dentro del Proyecto estudiando los procesos de formación estelar en galaxias Wolf-Rayet. Durante el año ha estado reduciendo y analizando gran cantidad de datos sobre imagen óptica e infrarroja, así como espectroscopía óptica. Ha obtenido resultados preliminares muy interesantes sobre los objetos HCG 31, Mrk 1087 y Haro 15, principalmente, analizando sus características de interacción, así como de su contenido en estrellas masivas.



*Espectro UVES-VLT de las regiones HII galácticas NGC1976 (Nebulosa de Orión) y Gum 38 mostrando la zona alrededor de las líneas del multiplete I de OII. Se puede observar la riqueza en líneas permitidas (de recombinación y fluorescencia) y su excelente resolución y relación señal-a-ruido. En el caso de Gum 38, estas son las primeras observaciones que detectan este tipo de líneas.*

J. García Rojas ha comenzado su tesis doctoral como becario FPI reduciendo los datos UVES (VLT) de una muestra de regiones HII galácticas (Orión, M8, M16, M17, Gum 38 y Carina) que se obtuvieron en marzo de 2002 en Cerro Paranal (Chile). En la actualidad se encuentra en fase de análisis de la gran cantidad de líneas que se han detectado en los espectros. Este trabajo se ha realizado en colaboración con M. Peimbert y M.T. Ruíz.

C. Esteban y J. García Rojas han obtenido espectros ISIS profundos con el telescopio WHT de zonas escogidas de la nebulosa de Orión con el fin de aislar y analizar los espectros de objetos de especial interés: varios *proplyds* (discos protoplanetarios), así como regiones Herbig-Haro posiblemente excitadas por choques. Este trabajo se ha realizado en colaboración con M. Peimbert y S. Torres-Peimbert.

C. Esteban ha publicado (junto con M. Peimbert, S. Torres-Peimbert y M. Rodríguez) un importante trabajo sobre la primera detección de líneas de recombinación de iones de elementos pesados en regiones HII extragalácticas del hemisferio norte, lo que permite calcular abundancias de una forma independiente a la tradicional basada en líneas de excitación colisional, especialmente de C<sup>++</sup> y O<sup>++</sup> y que proporciona valores superiores. También se ha estimado la posible presencia de fluctuaciones de temperatura en los objetos.

L. López Martín ha completado la reducción e iniciado el análisis (con la colaboración de C. Esteban) de datos espectroscópicos Fabry-Perot de una serie de nebulosas planetarias obtenidos con el espectrógrafo PUMA del Obs. de San Pedro Mártir (México). Los datos servirán para comprender mejor la cinemática global de estos objetos en varias líneas de emisión y emprender su modelización.

## ESTUDIO FISICO DE NEBULOSAS PLANETARIAS (P15/86)

**A. Manchado.**  
**D.A. García Hernández y C. Domínguez.**

**Colaboradores del IAC: P. Leisy.**

P. García Lario (VILSPA, Madrid); Y-H Chu, M. Guerrero (Univ. de Illinois, EEUU); L. Bianchi, E. Villaver y L. Stanghellini (STScI, EEUU); S. Pottasch (Kapteyn Lab., Países Bajos); G. García (UNAM, México); M. Manteiga (Univ. de La Coruña); O. Suárez (LAEFF, Madrid); A. Ulla (Univ. de Vigo).

### 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 post-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 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.

### Algunos resultados relevantes

De una muestra de 101 estrellas RAG galácticas ricas en oxígeno, se ha encontrado que el 24% presenta un importante enriquecimiento en Li I. Se ha encontrado que la presencia de Li I está correlacionada con el periodo y la velocidad de expansión de la envoltura (ambos indicadores de masa independientes de la distancia), confirmando que sólo las estrellas RAG (Rama Asintótica de Gigantes, ricas en O) más masivas sufren el proceso denominado "Hot Bottom Burning" (HBB), que es responsable de la producción de Li I durante la RAG. Sin embargo, el análisis preliminar realizado por el

grupo nos indica que las estrellas RAG ricas en Li I de nuestra galaxia no están enriquecidas en elementos S.

Se estudió la correlación entre la morfología y los parámetros de las estrellas centrales del "Catálogo Morfológico del IAC de Nebulosas Planetarias Galácticas del Hemisferio Norte", encontrando que los tipos morfológicos redondo, elíptico y bipolar son el resultado de la evolución de estrellas de diferente masa.

### Evolución del Proyecto

Se ha concluido la reducción de los espectros *echelle* obtenidos con los telescopios WHT y NTT (ESO 3,6 m) para una amplia muestra de estrellas RAG ricas en O de nuestra galaxia. También se han reducido estos espectros ópticos para una muestra de estrellas post-RAG y Nebulosas Planetarias.

Se ha comenzado el análisis de abundancias de Li I y elementos S en la muestra de estrellas RAG galácticas (ricas en O), utilizando modelos de atmósferas MARCS y códigos de síntesis espectral. Este trabajo se realiza en colaboración con B. Plez y P. García-Lario.

El grupo dispone de espectros infrarrojos de resolución intermedia en las bandas H y K para algunas de las estrellas RAG galácticas observadas en el óptico. Estos datos fueron obtenidos en el telescopio TNG (ORM) y permitirán analizar los cocientes C12/C13 en estrellas RAG y estudiar su relación con la producción de Li I y/o activación del HBB.

En colaboración con L. Stanghellini y E. Villaver se ha realizado un estudio estadístico de una muestra completa de NPs del Hemisferio Norte. En particular se ha estudiado la correlación entre diferentes tipos morfológicos y los parámetros de sus estrellas centrales. Se ha encontrado que los tipos morfológicos redondo, elíptico y bipolar presentan una distribución de masa diferentes, si bien no se encontró que las estrellas centrales de las NPs bipolares fuesen más calientes que aquellas de las NPs elípticas o redondas. Estos resultados confirman que las NPs de tipos morfológicos redondo, elíptico y bipolar son el resultado de la evolución de estrellas de diferente masa.

D.A. García-Hernández obtuvo el D.E.A. Asimismo, elaboró y defendió el proyecto de tesis doctoral.

# EL SOL

## ESTRUCTURA Y DINAMICA DE LA ATMOSFERA SOLAR (P3/87)

**M. Vázquez.**

**J.A. Bonet y V. Martínez Pillet.**

**Colaboradores del IAC: I. Márquez y H. González Jorge.**

R. Casas (Obs. de Sabadell); A. Hanslmeier (Univ. de Graz, Austria); B.W. Lites y H. Socas (HAO, EEUU); K. Puschmann (Univ. de Göttingen, Alemania); T. Roudier (Obs. Midi-Pirenees, Francia); M. Sobotka (Astronomical Int., República Checa); M. Sánchez Cuberes (Univ. de Barcelona).

### Algunos resultados relevantes

Aplicación de la técnica de "Phase Diversity" (PD) a imágenes de alta resolución.

Espectropolarimetría con alta resolución espacial de la estructura fina de las manchas solares.

Conclusión del programa de observaciones solares en el telescopio VNT.

### Evolución del Proyecto

J.A. Bonete I. Márquez han culminado la preparación de dos series temporales de imágenes solares de excelente y homogénea calidad de dos horas de duración, tratadas con la técnica de «Phase Diversity». En la actualidad, basándose en este material, se está finalizando el análisis dinámico de las estructuras brillantes en torno a una mancha solar. El trabajo anterior completa un estudio dinámico similar realizado en un poro solar que representa otra fase dentro de la evolución de las manchas. Aunque susceptible de mejoras previstas para el próximo año, el código PD se puede considerar en condiciones de explotación para su aplicación a material científico y también para modelado de desarrollos instrumentales. En esta línea se ha participado en una campaña de caracterización de las aberraciones instrumentales del telescopio THEMIS y en el modelado de las tolerancias en el telescopio Sunrise, de forma que la técnica PD pueda ser aplicada con eficacia en dicho experimento espacial.

En colaboración con H. Socas y M. Sobotka, V. Martínez Pillet y M. Vázquez han empezado a

analizar los datos espectropolarimétricos de puntos umbrales obtenidos con *La Palma Stokes Polarimeter* en la antigua torre sueca. Estos puntos umbrales son consecuencia de la inestabilidad convectiva de las capas superficiales del Sol y que en la umbra de las manchas solares se ve fuertemente modificada debido a la presencia de un fuerte campo magnético (2500 gauss). Los primeros resultados muestran un exceso de polarización lineal, en relación a la umbra circundante, en los puntos umbrales más brillantes. Se está realizando el análisis de toda la muestra de espectros de alta resolución espacial (0,7 segundos de arco) de que se dispone, para entender el origen del exceso observado. Una primera interpretación del fenómeno es la generación de un efecto canopia producido por la convección al penetrar en las capas fuertemente magnetizadas.

B. Ruiz Cobo, M. Vázquez y J.A. Bonet, en colaboración con K. Puschmann y A. Hanslmeier han aplicado el código de inversión SIR a una serie temporal de espectros de la granulación solar. En una primera fase, se han obtenido modelos promedio de la granulación, mostrando la estratificación de los parámetros físicos con la profundidad óptica y geométrica. A continuación se ha elaborado un modelo dinámico de una celda convectiva y se ha estudiado cómo las propiedades de dichas celdas varían conforme al tamaño.

## MAGNETISMO, RADIACION Y FLUIDOS EN ASTROFISICA (P5/96)

**F. Moreno Insertis.**

**J. Trujillo Bueno, E. O'Shea, V. Archontis, R. Manso Sainz, A. Asensio Ramos, C. Carretero Herráez, R. Centeno Elliot, L. Merenda y A.J. Gómez Peláez.**

**Colaboradores del IAC: P. Fabiani y A.J. Gómez Peláez.**

S. Bagnulo (ESO, Chile); R. Casini (HAO, EEUU); J. Cernicharo (Instituto de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid); K. Galsgaard (Niels Bohr Inst., Dinamarca); E. Landi Degl'Innocenti (Univ. de Florencia, Italia); F. Paletou (Obs. de Niza, Francia); N. Shchukina (Obs. de Kiev, Ucrania); M. Schüssler (MPI, Lindau Alemania); D. Banerjee (Univ. de Leuven, Bélgica); M. Carlsson (Univ. de Oslo, Noruega); A. Hood (St Andrews Univ, Escocia).

MEMORIA  
IAC 2002

71

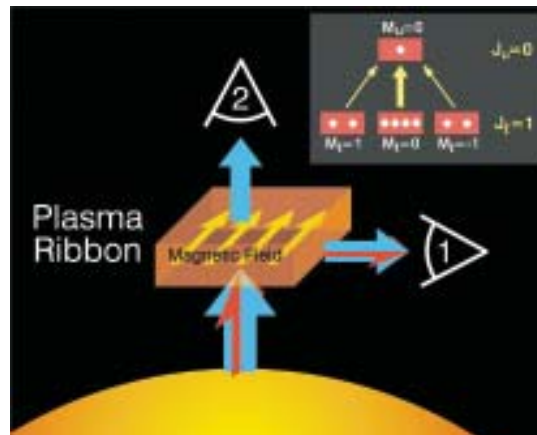
## Introducción

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 plantea 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 y (d) la transferencia de radiación en líneas moleculares con vistas al desarrollo de técnicas de diagnóstico en Astrofísica Molecular. Lo anterior se hace mediante el desarrollo y uso de técnicas analíticas y numéricas y de códigos de ordenador magnetohidrodinámicos y de transporte radiativo que aprovechen de forma óptima las posibilidades computacionales del momento. En este Proyecto se da importancia a la referencia observacional, llevando a cabo observaciones espectropolarimétricas, usando datos de observación de satélites y manteniendo estrechas colaboraciones con grupos observacionales.

## Algunos resultados relevantes

Se ha demostrado que los débiles campos magnéticos que confinan el plasma de las protuberancias solares pueden dar lugar mediante el efecto Hanle a señales medibles de polarización lineal, lo que contradice la creencia generalizada de que tales campos magnéticos destruyen la polarización atómica. Esta es la conclusión de una investigación publicada en la revista *Nature*, la cual ha requerido combinar estudios teóricos, observaciones espectropolarimétricas y simulaciones numéricas. La polarización lineal en líneas espectrales que se produce por procesos de dispersión en atmósferas estelares resulta de la iluminación anisótropa de los átomos, lo que induce polarización atómica (es decir, diferencias entre las poblaciones de los subniveles magnéticos pertenecientes a los niveles de energía degenerados y a interferencias cuánticas entre los mismos). Los resultados obtenidos ofrecen una clara evidencia observacional de que en la atmósfera solar está actuando un mecanismo físico que puede resultar de gran interés para la detección de campos

magnéticos en otros contextos astrofísicos. Consiste en la generación de señales de polarización lineal por un mecanismo de absorción selectiva en presencia de débiles campos magnéticos (Ver figura). Estos fenómenos físicos revelan un aspecto poco familiar del efecto Hanle y abren una nueva ventana para la investigación empírica de débiles campos magnéticos en Astrofísica.



*Ilustración del mecanismo de absorción selectiva en la atmósfera solar. La evidencia observacional de que este mecanismo de absorción selectiva, predicho teóricamente en el marco de la teoría cuántica de la polarización, está de hecho actuando en el plasma magnetizado de los filamentos coronales ha sido lograda mediante observaciones con el polarímetro TIP construido en el IAC (Nature, 2002, 415, 403).*

## Evolución del Proyecto

### Atmósferas estelares y transporte radiativo

Se ha comenzado un proyecto sobre determinación de las abundancias del oxígeno y del hierro en atmósferas estelares de muy baja metalicidad, basado en la estrategia denominada “nueva espectroscopía estelar”, que no hace uso de la aproximación de Equilibrio Termodinámico Local (ETL) y utiliza sofisticados modelos tridimensionales hidrodinámicos (J. Trujillo Bueno y N. Shchukina).

### Espectropolarimetría y diagnóstico de campos magnéticos

Se ha iniciado una investigación cuyo objetivo es la determinación empírica de la distribución de los campos magnéticos fotosféricos más débiles asociados a la magnetoconvección (J. Trujillo Bueno, N. Shchukina y P. Fabiani). Para tal fin, se están realizando complejas simulaciones numéricas de la polarización lineal inducida por múltiples procesos de dispersión en modelos tridimensionales hidrodinámicos de la fotosfera solar y comparando los resultados con observaciones espectropolarimétricas de la línea a 4607 Å del Sr I.



Se han realizado diversas observaciones espectropolarimétricas en líneas atómicas y moleculares utilizando el telescopio VTT y el polarímetro TIP, desarrollado en el IAC, para hacer factible la espectropolarimetría entre 1 y 2 micras. Asimismo, se ha utilizado el telescopio THEMIS para medir la polarización en diversas líneas espectrales del rango visible. El objetivo es obtener información sobre la intensidad y topología del campo magnético en la fotosfera y cromosfera del Sol y lograr descifrar la geometría de los campos magnéticos que confinan el plasma de las gigantes protuberancias solares (A. Asensio Ramos, M. Collados, F. Paletou y J. Trujillo Bueno).

#### *Generación y Transporte de Radiación Polarizada*

Se ha realizado un trabajo analítico y numérico que demuestra que la mera detección de señales de polarización lineal en la línea D1 del sodio, observada en regiones no activas de la cromosfera solar, implica que los campos magnéticos cromosféricos pueden llegar a ser extremadamente débiles, pues cuando son más intensos que solo 10 gauss tales señales de polarización son destruidas rápidamente como consecuencia del desacople del momento angular electrónico del momento angular nuclear en el nivel superior de la línea D2 (J. Trujillo Bueno, R. Casini, Egidio Landi Degl'Innocenti y M. Landolfi).

#### *Estabilidad térmica de medios astrofísicos inhomogéneos*

Se ha estudiado la evolución temporal de perturbaciones dinámicas y térmicas en un medio astrofísico extenso, como continuación del estudio publicado el pasado año en este mismo proyecto (A. Gómez Peláez y F. Moreno Insertis). En este caso se ha investigado el desarrollo de inestabilidades cuando el medio no perturbado es dependiente del tiempo, inhomogéneo y contiene flujo material. Para realizarlo se ha generalizado la aproximación eikonal usual en Física del Plasma, Óptica y Mecánica Cuántica, ampliando el tratamiento realizado en el contexto de la Física del Plasma hace décadas por Steven Weinberg e Ira Bernstein.

#### *Emergencia de flujo magnético en la atmósfera solar: teoría y experimento numérico*

Se han llevado a cabo experimentos de simulación numérica de la evolución temporal del flujo magnético en la fotosfera, región de transición y corona solar resultante de la irrupción de una región de plasma magnetizado flotante (F. Moreno Insertis, K. Galsgaard y V. Archontis). Se busca entender en detalle la física y fenomenología de la emergencia de regiones activas (en particular pequeños dipolos)

en la fotosfera, poniéndola en relación con la formación de regiones magnéticas en la corona (puntos brillantes de rayos X, arcos, etc). Los experimentos numéricos se basan en la solución de las ecuaciones de la magnetohidrodinámica en tres dimensiones incluyendo disipación óhmica y viscosidad. La solución de las ecuaciones se lleva a cabo mediante el código numérico desarrollado por A. Nordlund y K. Galsgaard. Se está terminando la puesta a punto del código y se han obtenido los primeros resultados nuevos sobre la retracción de regiones activas tras un periodo efímero de emergencia en la atmósfera. Este proyecto conlleva el desarrollo de herramientas complejas de visualización de datos 3D (F. Moreno Insertis, V. Archontis y E. O'Shea).

Estudio observacional con datos de misiones espaciales sobre regiones activas en la región de transición y corona solares

Se ha comenzado un estudio observacional de estructura y dinámica de regiones bipolares pequeñas en la región de transición y corona mediante datos de las misiones espaciales SOHO y TRACE (E. O'Shea y F. Moreno Insertis). Este proyecto aprovecha la abundancia de datos recopilados por los detectores de dichas misiones espaciales (con posible extensión a la misión YOKHOH) en los últimos años. En la primera fase de este estudio, se han localizado varias regiones bipolares posibles objeto de este proyecto y se ha comenzado la reducción de datos correspondiente.

#### *Propagación de ondas MHD en la atmósfera solar*

Se ha estudiado la influencia de efectos no adiabáticos en los modos de una atmósfera estratificada de manera isoterma y comparado los resultados con datos observacionales procedentes del satélite SOHO (E. O'Shea y D. Banerjee). Para ello se han utilizado observaciones de dos manchas solares obtenidas en el rango EUV con el detector CDS en SOHO. Se han examinado series temporales de intensidad de línea y velocidades relativas y se ha calculado su espectro de potencias usando transformadas wavelet. Se han encontrado oscilaciones en la cromosfera y región de transición sobre las manchas en el rango de temperatura  $\log T = 4.6-5.4$ . Las frecuencias de oscilación se han comparado con las frecuencias teóricas, llegándose a interpretar las observaciones en términos de ondas magneto-acústicas lentas.

Se ha comenzado un estudio de la propagación de ondas de choque en un medio estratificado compuesto que modela de forma elemental el ascenso de temperatura característico de la atmósfera solar (F. Moreno Insertis y A. Fragos).

Para ello se han realizado simulaciones 1D y pseudo-1D de la propagación vertical de señales producidas por movimientos perturbativos de pequeña y media amplitud en la fotosfera y parte alta de la zona de convección.

*Estudio teórico-observacional de variación con el ciclo solar de frecuencias de modos P de grado bajo*

Se han comparado datos observacionales de variación con el ciclo solar de las frecuencias de los modos globales de oscilación de tipo p de grado bajo con predicciones teóricas (C. Régulo y F. Moreno Insertis). Para ello se ha utilizado la teoría desarrollada por F. Moreno Insertis y S. Solanki en los últimos años basada en la influencia de las distribuciones superficiales de campo magnético sobre los modos de oscilación y las variaciones de flujo magnético observadas a lo largo del ciclo solar.

#### *Astrofísica molecular*

Mediante simulaciones hidrodinámicas de procesos dinámicos y ondas de choque en la atmósfera solar se ha investigado la fiabilidad de la suposición de equilibrio químico instantáneo para calcular la concentración de especies moleculares en atmósferas estelares (A. Asensio Ramos, J. Trujillo Bueno, M. Carlsson y J. Cernicharo). Este estudio es de interés en el campo de la espectroscopía estelar y, en particular, para lograr averiguar si de verdad existen nubes de gas muy frío embebidas en la cromosfera solar. Se ha podido demostrar que dicha aproximación puede dar lugar a concentraciones de CO mucho mayores que las obtenidas mediante cálculos de evolución química, lo que tiene importantes implicaciones.

Se ha finalizado el desarrollo de un programa numérico para obtener el desdoblamiento Zeeman y la fuerza de cada componente para una molécula diatómica general, mediante la diagonalización del hamiltoniano molecular donde se incluyen diferentes tipos de acoplamiento. Esto permite hacer síntesis espectral de los parámetros de Stokes incluyendo el efecto de un campo magnético para moléculas diatómicas en cualquier estado electrónico. Su aplicación al caso de transiciones IR en la molécula de CN ha permitido explicar los misteriosos perfiles de polarización observados con el polarímetro TIP en regiones fuertemente magnetizadas y frías del plasma solar (A. Asensio Ramos y J. Trujillo Bueno).

Se ha iniciado una investigación cuyo primer objetivo ha consistido en entender físicamente las "enigmáticas señales" de polarización lineal en líneas moleculares descubiertas en regiones débilmente magnetizadas de la atmósfera solar (J. Trujillo Bueno y A. Asensio Ramos). Para tal fin, se

han tenido en cuenta procesos de dispersión y el efecto Hanle molecular en el marco de la teoría cuántica de la polarización, lo que ha permitido explicar por qué las señales de polarización observadas apenas son sensibles al ciclo de actividad magnética del Sol e inferir la distribución de los campos magnéticos más débiles generados por el fenómeno de la magnetoconvección en regiones profundas de la fotosfera solar.

## **ESPECTROPOLARIMETRIA SOLAR (P2/99)**

**M. Collados.**

**R. Centeno, M.T. Eibe, V. Martínez Pillet, M.J. Martínez, I. Rodríguez Hidalgo y B. Ruiz Cobo.**

A. Sainz (THEMIS); H. Balthasar (AIP, Alemania); L.R. Bellot Rubio, Ch. Beck y R. Schlichenmaier (KIS, Alemania); T. Berger (Lockheed-Martin, EEUU); L. van-Driel (Obs. de Paris-Meudon, Francia); E. Khomenko (MAO, Ucrania); B.W. Lites (HAO, EEUU); S. Solanki (MPA, Alemania); J.C. del Toro Iniesta (IAA, Granada).

### **Introducción**

La finalidad de este Proyecto es estudiar diversas manifestaciones del campo magnético que se pueden observar en la atmósfera solar. Estas incluyen estructuras tan diversas como las manchas solares o los campos débiles presentes fuera de la red fotosférica. 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, etc.).

Estructura del campo magnético de las manchas solares.

Estructura del campo magnético en las capas atmosféricas altas (cromosfera y corona).

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.

### Algunos resultados relevantes

#### *Determinación del campos magnético en filamentos y protuberancias*

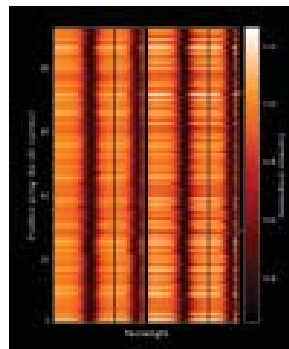
Observaciones realizadas con TIP en el telescopio VTT del OT en la línea de He neutro en 1083 nm en protuberancias y filamentos han permitido demostrar que se puede determinar en ellas el campo magnético. El análisis realizado de los datos muestra que la polarización atómica de niveles de larga vida, generada por procesos de bombeo, genera señales de polarización en presencia de campos magnéticos muy inclinados, con intensidades del orden de unos pocos gauss (como los existentes en protuberancias). En lugar de destruir la polarización atómica, los campos magnéticos generan, a través del efecto Hanle, señales de polarización lineal del mismo orden de magnitud que las debidas a la polarización atómica de los estados excitados de corta vida. Este tipo de análisis abren una nueva puerta para el estudio del magnetismo en las capas más externas de la atmósfera solar (cromosfera, región de transición y corona).

#### *Estrategia para alcanzar resolución espacial fotométrica a partir de datos espectropolarimétricos*

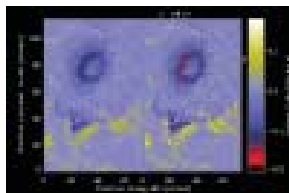
Se ha desarrollado un método para obtener la Función de Dispersión Puntual (Point Spread Function, PSF) de datos espectropolarimétricos bidimensionales. Se basa en la comparación de mapas de la intensidad del continuo de regiones en calma con imágenes fotométricas de la granulación de alta resolución, en este caso procedentes de la Torre Solar Sueca del ORM. Se ha deconvolucionado cada mapa espacial a cada longitud de onda y parámetro de Stokes de la PSF estimada; con objeto de no incrementar el nivel de ruido se utiliza un Filtro Óptimo (FO) evaluado "ad hoc". Este procedimiento de restauración ha sido aplicado con éxito a dos conjuntos de datos:

Mapas de intensidad a cada longitud de onda construidos a partir de espectros de rendija en la región de 6300 Å obtenidos en el telescopio VTT del OT. El contraste en intensidad de la granulación en calma mejora del 4.5% al 8.4%. Asimismo, los desplazamientos y asimetrías de las líneas espectrales se acentúan notablemente manteniéndose prácticamente invariable la relación señal/ruido.

Mapas de los 4 parámetros de Stokes a cada longitud de onda en la misma región espectral obtenidos con el Advanced Stokes Polarimeter (ASP) en el Dunn Solar Telescope (DST) del Observatorio de Sacramento Peak (EEUU), correspondientes a una zona de Sol en calma y a una mancha, ambas en el centro del disco solar. El contraste en intensidad del continuo de la granulación pasa del 3.0% al 8.2%. La resolución espacial en los mapas de luz polarizada aumenta significativamente apareciendo estructuras apenas observables en los datos originales. Se observa un notable aumento de la amplitud y asimetrías de los perfiles de polarización, sobre todo en las señales débiles. En este caso ha sido necesaria una sofisticada evaluación del FO para mantener los niveles de relación señal/ruido, especialmente en Stokes Q y U.



*Espectrogramas original (izquierda) y restaurado (derecha) correspondiente a un punto de la granulación en calma observado con el telescopio VTT en la región de las líneas 6301Å y 6302Å de FeI.*



*Mapa de polarización circular en 6301.44Å obtenido con el ASP en el telescopio DST del Observatorio de Sacramento Peak (EEUU). El muestreo espacial es 0,37" (a lo largo de la rendija, eje horizontal) y 0,6" (perpendicular a la rendija, eje vertical).*

### *Peculiaridades de los perfiles de polarización observados en el infrarrojo cercano en la penumbra de manchas solares*

Se ha realizado un análisis exhaustivo de las características de los perfiles espectrales de la luz lineal y circularmente polarizada en la penumbra de manchas solares, con datos obtenidos con TIP en el telescopio VTT del OT. Quizás el resultado más sorprendente es que los mapas de polarización circular (NCP, net circular polarization, en inglés) son antisimétricos respecto al eje que conecta el centro del disco solar con el centro de la mancha. Por el contrario, los mapas de NCP obtenidos en trabajos previos por otros investigadores en longitudes de onda visibles son simétricos. Por otra parte, a partir de los perfiles de polarización lineal, se miden directamente desplazamientos Doppler hasta de 5 km/s, cercanos a la velocidad del sonido.

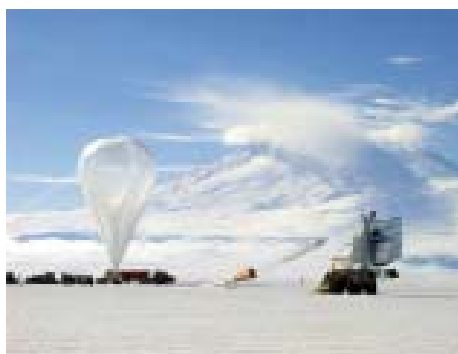
### **Evolución del Proyecto**

A lo largo del año se han continuado con las mismas líneas de investigación abiertas en años anteriores. Quizás sea de resaltar que, gracias a la extensión del rango de aplicabilidad de TIP a la alta cromosfera, se inició una línea de investigación sobre la determinación del campo magnético en protuberancias, filamentos y otras estructuras típicas de las capas externas de Sol, dando lugar a una publicación en la revista *Nature*.

Asimismo, se han realizado observaciones con el telescopio THEMIS y con TIP en el telescopio VTT para el estudio de los estructuras bipolares observadas en los alrededores de las manchas solares. Dentro del marco de la tesis de A. Sainz Dalda se propone el estudio de las propiedades magnéticas de estas estructuras y de los fenómenos resistivos observados en la cromosfera asociados a ellas. Estos fenómenos de disipación de energía pueden ser la clave a la hora de entender el destino final del flujo de materia observado en las penumbras de las manchas solares conocido como flujo Evershed.

Cabe mencionar también que se ha presentado al Plan Nacional del Espacio (PNE) un proyecto de gran relevancia, "Imaging Magnetograph Experiment, ImaX", para el desarrollo de un magnetógrafo para el globo estratosférico SUNRISE. Este globo volará en el 2007 durante el verano antártico y consiste en un telescopio de un metro de diámetro y tres instrumentos de plano focal (espectropolarímetro SUPPOS, cámara de diversidad de fase, SUFI e ImaX). Para la realización de ImaX se ha formado un consorcio liderado por el IAC y que incluye al IAA (Granada), LINES/INTA (Madrid) y GACE (Valencia) como miembros integrantes del Proyecto. En el IAC

se centraliza la definición científica del instrumento y la gestión global del Proyecto. La ingeniería propiamente dicha se encuentra, en su práctica totalidad, bajo responsabilidad de las instituciones peninsulares antes mencionadas. Por parte del IAC actúan como investigador principal el Dr. V. Martínez Pillet y cuenta con la participación de los Drs. M. Collados (responsable definición científica), J.A. Bonet, B. Ruiz Cobo, I. Rodríguez Hidalgo y L. Bellot (KIS). El Proyecto SUNRISE está liderado por la MPI (Lindau, Alemania) y cuenta con financiación de la DLR (agencia espacial alemana), la NASA-LDB (programa de la NASA de globos antárticos, siendo la institución IP estadounidense el HAO/NCAR de Boulder) y del PNE a través del Consorcio ImaX. En la siguiente Figura se puede ver el lanzamiento de un globo del programa NASA-LDB. El objetivo científico de ImaX es obtener magnetogramas limitados por difracción con una resolución espacial de 70 km en la superficie solar y durante toda la duración del vuelo antártico (15 días). Para la modulación de las señales de polarización, ImaX utilizará los retardadores ópticos basados en cristal líquido desarrollados por nuestro grupo en colaboración con la compañía TECDIS Display Ibérica. La experiencia que adquirirá el Consorcio durante la construcción de ImaX (que se realiza en su totalidad en España) servirá para poder acceder a una participación importante en la construcción del magnetógrafo de la misión ESA Solar Orbiter (lanzamiento 2010-2012).



*Lanzamiento del experimento Boomerang que participa en el mismo programa que el Proyecto SUNRISE, el NASA-LDB (NASA-Long Duration Ballon). El lanzamiento se produce desde la base M<sup>o</sup> Murdo en la Antártida.*

Se han iniciado las medidas de la campaña de prospección en el ORM, dentro del estudio que está realizando el National Solar Observatory en varios lugares del mundo para decidir la ubicación de un gran telescopio solar de 4 m de diámetros (ATST, Advanced Technology Solar Telescope). Miembros de nuestro grupo participan activamente en la preparación de la campaña, análisis de datos y como miembros del Site Survey Working Group y Science Working Group de ATST.

Además, a lo largo de 2002, se han dado los primeros pasos para conseguir los siguientes avances instrumentales:

Calibración polarimétrica de el telescopio VTT del OT. En colaboración con el KIS (Friburgo, Alemania), se han construido dos mosaicos de polarizadores (uno para longitudes de onda visibles y otro para el infrarrojo cercano) para realizar tal calibración. Este procedimiento ya ha sido utilizado de manera regular en todas la campañas de observación realizadas con TIP durante 2002.

Observaciones simultáneas TIP-POLIS. Mientras TIP opera en el infrarrojo cercano, POLIS es un espectrógrafo construido por el KIS y HAO (Boulder, EEUU) que también está instalado en el telescopio VTT. Durante este año se realizaron las primeras pruebas para demostrar la viabilidad de usar los dos instrumentos simultáneamente sobre la misma región solar. Se espera poder obtener datos científicamente válidos durante 2003. Será la primera vez que dos instrumentos de estas características operen conjuntamente en un observatorio.

Adaptación de LPSP al telescopio VTT del OT.

Extensión del polarímetro infrarrojo a la región de 2 micras.

## **SISMOLOGIA SOLAR Y ESTELAR (P8/00)**

**A. Jiménez.**

**P.L. Pallé, T. Roca Cortés, C. Régulo, F. Pérez Hernández, H. Deeg, F. Espinosa, L. Fox Machado, J.A. Belmonte, R. Alonso Sobrino, H. Vázquez Ramíó y R.M. Domínguez.**

**Colaboradores del IAC: A. Eff-Darwich, S. Jiménez Reyes, I. Martín Mateos, J. Patrón. Becarios: T. Muñoz (verano y fin de semana) y O. Creevey (de fin de semana).**

E. Fossat y B. Gelly (Univ. de Niza, Francia); G. Grec, T. Toutain y J. Provost (Obs. Cote d'Azur, Francia); J. Christensen-Dalsgaard y M.C. Rabello-Soares (Inst. de Astronomía de Aarhus, Dinamarca); D.O. Gough (Univ. de Cambridge, Reino Unido); T. Appourchaux (ESA, Países Bajos); Y. Chou (Univ. Tsing Hua, Taiwán); F. Hill, J. Leibacher y J. Harvey (National Solar Obs., EEUU); R. Ulrich (Univ. de California, EEUU); S. Korzennick (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, EEUU); R. García Bustinduy (DSM/DAPNIA, CEA, Francia); J. Kuhn (Sac. Peak Obs. EEUU); G.R. Isaak e Y. Elsworth (Univ. de Birmingham, Reino Unido); C. Frolich, C. Wehrli y W. Finsterle (PMOD/WRC, Suiza); S. Tomczyk (HAO, EEUU); C. Rabello Soares (Univ. de Stanford, EEUU).

## **Introducción**

El presente Proyecto tiene como objetivo genérico, el estudio de la estructura y dinámica del interior solar. Para alcanzar tal objetivo, se utiliza la única técnica posible, a la vez que probada: la Heliosismología. Mediante la detección observacional de las pulsaciones globales del Sol es posible inferir de modo preciso, información acerca de las condiciones reinantes en las partes más internas del interior de nuestra estrella.

Este Proyecto cubre las distintas facetas necesarias para alcanzar el objetivo antes mencionado: el observacional (se realizan observaciones ininterrumpidas a lo largo del año desde varias estaciones heliosismológicas y las provenientes del laboratorio solar espacial SOHO), el instrumental (consecuencia del anterior), las diversas técnicas de reducción y análisis de los datos, la interpretación y finalmente el desarrollo teórico de técnicas de inversión de datos y elaboración de modelos de estructura y evolución del Sol.

El principal objetivo de la Astrosismología o Sismología Estelar en este Proyecto es el estudio del espectro de modos propios de oscilación en estrellas distintas al Sol para proporcionar información sobre la estructura interna, evolución y dinámica de las mismas. El Proyecto considera tanto el enfoque teórico (modelización estelar) como observacional (redes de observación, futuros telescopios espaciales, etc.), así como la interacción entre ambos.

## **Algunos resultados relevantes**

Con las observaciones realizadas durante seis años por el instrumento VIRGO del satélite SOHO, se ha hecho un estudio muy completo de las variaciones de los parámetros de los modos acústicos solares en función de la actividad magnética a lo largo del ciclo de actividad solar. Por primera vez se ha determinado el porcentaje de variación de estos parámetros por unidad de radio flujo solar, siendo estos: frecuencia, splitting, amplitud, potencia, anchura, energía y ritmo de energía. Con estos resultados se puede calcular la variación de los parámetros a cualquier intensidad del campo magnético, mostrando que el amortiguamiento aumenta de forma considerable con el ciclo de actividad mientras que la potencia de los modos parece por el contrario disminuir. En cuanto al ritmo de energía suministrada a los modos, aunque los primeros resultados llevaron a pensar que ésta, parecía mantenerse prácticamente constante con el ciclo, un análisis más detallado, usando también datos de GOLF/SOHO, hace pensar que posiblemente varíe con un periodo aproximado de 1.5 años. Por último, destacar que la profundidad

de excitación de los modos acústicos de  $\lambda$  bajos representa uno de los principales temas de investigación del grupo. Los resultados preliminares indican una clara variación de este parámetro que deben ser confirmados.

Tras las observaciones hechas con los instrumentos VIRGO y GOLF del satélite SOHO se ha realizado por primera vez el estudio de las condiciones de adiabaticidad a lo largo del ciclo de actividad solar. Con series equiespaciadas en radio flujo se ha determinado que las diferencias de fase entre modos en intensidad y velocidad (indicativo del carácter adiabático) no cambia con el ciclo de actividad. Después de aplicar la necesaria corrección de la influencia del background solar, los resultados encajan bastante bien con uno de los modelos no adiabáticos existentes. El hecho de que las diferencias de fase no varíen con la actividad magnética es una excelente condición de contorno para los modelos de atmósfera solar que incluyen no adiabaticidad.

Se ha ajustado la señal de base del espectro de potencias solar a partir de fluctuaciones de la irradiancia del disco integrado, que han sido medidas por el experimento VIRGO, a bordo del satélite SOHO. Esta señal da cuenta de las distintas componentes convectivas presentes en la fotosfera solar, así como de la traza que dejan las regiones activas. El ajuste del modelo de Harvey ha permitido extraer las amplitudes y los tiempos característicos de cada una de ellas. Este análisis se ha realizado como primera parte de una tesis que se extenderá al estudio de la convección en estrellas de tipo solar usando técnicas astrosismológicas.

Se está desarrollando una técnica para aislar señales solares del ruido de fondo. Actualmente se está estudiando su aplicación para la detección de modos g.

Utilizando los datos de GOLF que se han obtenido durante seis años de observación y aplicando técnicas estadísticas se han detectado un par de posibles candidatos a modos g solares o interferencias entre ellos. Actualmente el límite de detección está situado en 7 mm/s.

En el mes de junio, se realizaron con éxito las primeras observaciones en el telescopio INT con el WFC por el catálogo principal de estrellas que se podrán observar con la misión COROT como fuentes por la detección de planetas extrasolares. Se obtuvieron 180 Gbte de datos en cuatro noches y su reducción avanza en una colaboración conjunta con la Universidad de Cambridge (Reino Unido) y el Laboratorio de Astrofísica de Marsella (Francia). El

catálogo preliminar, basado en estas observaciones, contiene fotometría en 4 colores de unos 5 millones de estrellas. Observaciones similares para completar el catálogo están aprobadas para los meses de febrero y junio de 2003.

Se organizó una reunión de astrónomos españoles interesados en participar en el experimento de exoplanetas del COROT, el 26 de julio en la Universidad Autónoma de Madrid. Como resultado, se establecieron colaboraciones en las tareas de estrellas binarias eclipsantes y el manejo de las bases de datos.

Fruto de la campaña de observación de la red STEPHI X de 1998 se anuncia el descubrimiento de una nueva variable tipo  $\delta$  Scuti en el cúmulo de las Pléyades, HD23628, la cual fue observada como estrella de comparación para el objetivo principal, V534 Tau.

En la campaña de STEPHI X de 1999, también en el cúmulo de las Pléyades, se obtuvieron datos de gran calidad para las estrellas V627 Tau y HD23194, con lo cual se logran identificar 7 y 4 frecuencias respectivamente. Estas 2 estrellas nunca habían sido observadas con anterioridad en el marco de campañas multisitio.

En un estudio sobre la correlación entre las amplitudes y los parámetros físicos de las estrellas tipo  $\delta$  Scuti en cúmulos abiertos, se ha encontrado una correlación con la velocidad proyectada de la estrella,  $V^* \sin(i)$ , que parece deberse en realidad al ángulo de inclinación con el que se observa la estrella. Esto sugiere que la excitación en este tipo de estrellas sigue una regla de selección que favorece la excitación de los modos sectoriales ( $m = \pm \lambda$ ).

Durante este año se han analizado las curvas de luz de la primera campaña de STARE desde su instalación en el OT en junio de 2001, obteniendo una serie de candidatos a tránsitos planetarios. A lo largo del verano, se emplearon los telescopios nocturnos del OT para desarrollar técnicas que permitiesen la confirmación de estos candidatos. Como resultado de estas observaciones fueron descartados varios de estos candidatos. Unas medidas de velocidad radial obtenidas por colaboradores del Proyecto STARE en el telescopio Keck permitieron descartar otros candidatos.

De manera adicional, se han detectado más de 40 nuevas variables del tipo  $\delta$  Scuti en las observaciones de STARE en un sólo campo, incrementando en un 6% el número de estrellas conocidas con este tipo de variabilidad.

En colaboración con el COROT Seismology Group, se han observado con STARE un total de 5 campos potencialmente observables por el satélite, detectando numerosas estrellas variables nuevas que podrían ayudar en la elección de los campos finales del satélite, y en la orientación final de estos campos.

El análisis de los datos obtenidos este año permitirá la detección de nuevos candidatos a tránsitos planetarios.

## **Evolución del Proyecto**

Este año el Proyecto ha cumplido con casi todas sus expectativas. Una parte de ellas se han logrado con el satélite SOHO (GOLF y VIRGO) procediéndose al procesado, análisis e interpretación de los datos. Otra parte, se ha logrado con las campañas STEPPI, STARE y la implicación del grupo en COROT.

Asimismo, se han llevado a cabo las observaciones solares desde el Laboratorio de Sismología en el OT, con los siguientes instrumentos MARK-I, GONG, TON, ECHO, STARE CCD.

Por otro lado, todas las redes mundiales de observación heliosismológica con un nodo en Tenerife, han sido mantenidas y constituyen otra gran base de datos que junto al satélite SOHO hacen que las expectativas para el próximo año continúen y sean realmente alentadoras.

El instrumento LOW-L de la red ECHO del NCAR (Boulder, EEUU) está completamente operativo constituyendo una mini-red junto con el instrumento instalado en Hawaii. Hay que resaltar que este instrumento ha sufrido problemas técnicos que se han ido subsanando y actualmente las perspectivas con esta nueva red son muy altas. Esta mini-red tiene una gran importancia ya que constituye actualmente la única en el mundo para modos de grado intermedio.

Hay que resaltar que debido a los problemas técnicos del LOW-L en Tenerife, se ha realizado un gran esfuerzo instrumental por parte del responsable del instrumento en el IAC, en cuestión de mantenimiento y reparación de los problemas que todo nuevo instrumento genera.

El telescopio STARE, para la detección de tránsitos planetarios y Astrosismología, está plenamente operativo en el OT. La colaboración entre las dos instituciones (HAO e IAC) comenzó con la formalización del proyecto de tesis conjunto sobre el tema, que va a llevar a cabo el R. Alonso Sobrino bajo la supervisión de los Dres. J.A. Belmonte, T.

Brown y P.L. Pallé. R. Alonso se desplazó varias veces al HAO para su puesta a punto tanto en cuestión instrumental como de reducción y análisis de los datos. Actualmente el Proyecto STARE está en pleno funcionamiento y los objetivos fijados se han conseguido en su totalidad.

Se han realizando y todavía se están llevando a cabo varios estudios sobre la relación de los modos de oscilación y el ciclo de actividad solar, con lo que este punto se ha conseguido plenamente.

El establecimiento de la base de datos del instrumento TON se inició en verano de 2001 y actualmente se encuentra estancado por limitaciones de recursos humanos específicos.

Actualmente se continúa con el estudio del espectro solar a bajas frecuencias, por debajo de 1,5 mHz y con la búsqueda de los modos g. El IP del grupo forma parte del grupo "Phoebus" para la búsqueda de este tipo de oscilaciones.

La campaña STEPPI se realizó con éxito y actualmente los datos están siendo analizados. Asimismo, ya se han conseguido resultados sobre estrellas que no habían sido observadas con anterioridad.

A lo largo del año el VIRGO Data Center (VDC) ha continuado su operatividad y productividad. El excelente funcionamiento del VDC hace que actualmente VIRGO esté en plena producción científica y que el grupo VIRGO requiera la participación del VDC para una posible próxima misión.

## **MAGNETOMETRIA SOLAR (3I1502)**

**J. Sánchez Almeida.**

**Colaboradores del IAC: J.A. Bonet y M.T. Eibe.**

F. Kneere I. Domínguez Cerdeña (Univ. de Göttingen, Alemania); H. Socas Navarro y B. Lites (High Altitude Obs., EEUU); F. Cattaneo y T. Emonet (Univ. de Chicago, EEUU).

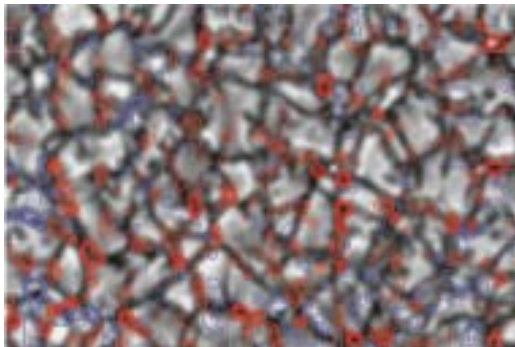
## **Introducción**

La mayor parte de la superficie solar es en apariencia no magnética. Sin embargo contiene un campo magnético cuya energía y flujo podrían 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 aun por determinar, debido a los problemas técnicos que presenta. Se propone averiguar sus propiedades físicas atacando 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

Magnetogramas del “Sol en calma” con una resolución espacial y sensibilidad sin precedentes han detectado dos veces más campo magnético que ninguna medida previa. Esta detección representa sólo un límite inferior al flujo que existe realmente, lo que indica la importancia del “Sol en calma” y la dirección a seguir para detectar su campo magnético.



*Imagen de la superficie del “Sol en calma” y sobre ella el magnetograma de la misma región (contornos rojos y azules). Al menos la mitad de la superficie muestra señal, lo que implica una cantidad de flujo magnético al menos dos veces superior a todas las detecciones anteriores. Las marcas de los ejes indican segundos de arco.*

MEMORIA  
2002 IAC

- 80 Las simulaciones numéricas de dínamo turbulenta de Cattaneo y Emonet (*Astrophysical Journal*, 515, L39; *Astrophysical Journal*, 560, L197), generan una polarización que reproduce muchas de las propiedades observadas en el “Sol en calma” (nivel de polarización, asimetrías en las líneas espectrales, etc.). Este acuerdo indica que la dínamo turbulenta podría ser el marco correcto para entender el origen del magnetismo del “Sol en calma”. De ser esta interpretación correcta, aún faltaría por detectar el 90% del flujo magnético del “Sol en calma”.

### Evolución del Proyecto

En colaboración con F. Cattaneo y T. Emonet, se ha sintetizado la polarización que producen sus modelos de dínamo turbulenta. Al comparar los espectros sintéticos con observaciones del “Sol en calma” se han encontrado muchas similitudes y también alguna diferencia. Del análisis se deducen varias conclusiones importantes, a saber: el modelo de dínamo turbulenta no está en contradicción con ninguna observación y podría ser un buen marco teórico para entender el origen del magnetismo del “Sol en calma”; si este modelo es válido entonces aún queda por detectar el 90% de flujo magnético que contiene el Sol y los modelos numéricos contienen mucha menos estructura a pequeña escala que el Sol. El trabajo aparecerá como J. Sánchez Almeida et al. Este trabajo se corresponde con uno de los objetivos específicos de la propuesta de Proyecto redactada el año pasado.

En colaboración con I. Domínguez Cerdeña y F. Kneer, se han obtenido y analizado magnetogramas del “Sol en calma” de muy alta resolución y buena sensibilidad polarimétrica. (La alta resolución se consigue tras aplicar técnicas Speckle de reconstrucción de imagen). Esta combinación de sensibilidad y resolución es única y ha permitido detectar muchas más estructuras magnéticas en el “Sol en calma” de las que se habían detectado hasta la fecha. Más aún, de las medidas es posible inferir que la intensidad del campo magnético es alta (kG) y que las estructuras magnéticas ocupan sólo una pequeña fracción de los elementos de resolución (2%). Existe ya un trabajo sobre este particular. Durante este año se espera redactar y enviar el trabajo completo. Estos resultados también han sido presentados en dos congresos (I. Domínguez Cerdeña et al., 2002a, 2002b, n. 2 y 3 en secc. A8).

En colaboración con T. Eibe, P. Mein, G. Aulanier, J.M. Malherbe, se han analizado las asimetrías en el perfil de polarización circular de la línea cromosférica de Na I D<sub>1</sub> observada en una región activa. Se han encontrado: asimetrías moderadas cuya forma varía sistemáticamente dentro de la región; trazas del flujo Evershed cromosférico y una línea neutra bien definida con perfiles de Stokes muy asimétricos que parecen ser distintos de cero. Los resultados preliminares se discuten en M.T. Eibe et al. la contribución número 4 (Apdo. A8).

En colaboración con I. Domínguez Cerdeña y F. Kneer, se ha observado simultáneamente una región



# EL SISTEMA SOLAR

del "Sol en calma" usando líneas visibles e IR. Se trata de las observaciones centrales de la tesis de I. Domínguez Cerdeña, para las que no se dispone de un único instrumento con el que poder medir a la vez las dos regiones espectrales. Fue necesario recurrir a dos telescopios VTT y THEMIS, cada uno de los cuales dispone de un espectro-polarímetro que opera sólo en uno de los dos rangos espectrales de interés. Los dos telescopios debían ser apuntados a la vez a la misma región del "Sol en calma" con una precisión de unos pocos segundos de arco. Era una observación sin precedentes que afortunadamente resultó un éxito. Para este Proyecto se concedió Tiempo Internacional de observación. Los datos obtenidos han sido, en parte, reducidos ya. Estos datos son únicos y permitirán estimar qué porcentaje del "Sol en calma" está ocupado por campos magnéticos con una determinada intensidad. Esta observación y sus resultados corresponden a uno de los objetivos específicos incluidos en la memoria de 2001.

En colaboración con B. Lites, se ha continuado con la interpretación de la polarización que genera una mancha solar para así discernir las propiedades de la micro-estructura de su campo magnético. Se trata de un trabajo laborioso al que se le ha dedicado menos tiempo del que se merece por su importancia.

## ARQUEOASTRONOMIA (P7/93)

**J.A. Belmonte.**  
**C. Esteban.**

**Colaboradores del IAC: R. Génova.**

Alumnos de D.E.A. en periodo de investigación:  
M.M. Delgado y C. Hidalgo (Univ. de La Laguna).

J. Galindo (UNAM, México); M. Hoskin (Churchill College, Reino Unido); R. Marrero y M.A. Perera (Unidad de Patrimonio, Cabildo de Lanzarote); J. Pérez Ballester (Univ. de Valencia); A. Poveda Navarro (Univ. de Alicante); M.T. Ruiz González (Unidad de Patrimonio, 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, Italia).

## Introducción

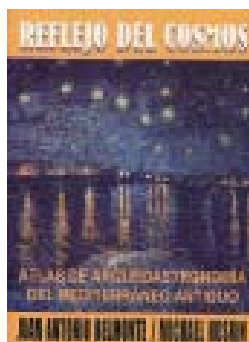
Este Proyecto tiene como objetivo fundamental determinar la importancia de la Astronomía como parte integrante de la cultura y de la civilización desde el Paleolítico a nuestros días.

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 y a su entorno geográfico inmediato. Sin embargo, también se tienen ramificaciones en el área del Pacífico y en Mesoamérica.

## Algunos resultados relevantes

En agosto de 2002 vio la luz el libro "Reflejo del Cosmos: Atlas de Arqueoastronomía del Mediterráneo Antiguo", escrito por J.A. Belmonte y M. Hoskin, Profesor Emérito de la Universidad de Cambridge. En este amplio volumen se recoge más de una década de estudios arqueoastronómicos llevados a cabo por los autores y sus colaboradores, entre ellos C. Esteban, de numerosos rincones del Mediterráneo occidental y en algunos emblemáticos del oriental. El libro está concebido como una guía, haciendo un recorrido, desde el Paleolítico a la llegada del Islam, por casi un centenar de yacimientos arqueológicos de la Península Ibérica, el Sur de Francia, las islas del Mediterráneo, el Norte de Africa, la Península Itálica y las Islas Canarias.

En él se exploran, entre otros, lugares como la Cuevas de Altamira o Lascaux y la Mezquita de Córdoba, así como los centenares de monumentos megalíticos que pueblan la región, pirámides de Egipto incluidas, en búsqueda de la relación existente entre el acervo cultural de nuestros antepasados y su visión de la bóveda celeste. Esta circunstancia conduciría finalmente a que muchos de los elementos simbólicos de su arte o de su arquitectura fueran un auténtico "reflejo" de su forma de ver y comprender el Cosmos; de ahí, el título de la obra.



*Portada de "Reflejo del Cosmos". El libro fue presentado el lunes 4 de noviembre de 2002 en las Salas Nobles del Museo Arqueológico de Madrid, con la presencia del Director del Museo, M.A. Elvira, que presidió el acto, T. Fernández de Castro, Subdirector del Planetario de Madrid que presentaba la obra, J. Ruiz Morales, Director de Equipo Sirius, editora del libro, y J.A. Belmonte.*

## Evolución del Proyecto

Se acometieron la gran mayoría de los objetivos propuestos en el informe de 2001.

A destacar, como parte de una expedición arqueológica, se llevó a cabo una campaña arqueoastronómica de dos semanas de duración en el centro y Norte de Túnez, en colaboración con la Departamento de Arqueología de la Universidad de La Laguna y la Unidad de Patrimonio del Cabildo de Lanzarote, financiada por esta última institución. Durante la campaña se consiguió completar la muestra de monumentos megalíticos estudiados en la región y verificar resultados anteriores, visitando por primera vez numerosas necrópolis megalíticas como Djebel Goraa, Hamman Zouakra o Henchir Mided o volviendo a otras ya trabajadas como Elles, Dougga o Mactar. Igualmente, se tomaron medidas de la orientación de templos y monumentos funerarios en numerosas ciudades romanas en ruinas no visitadas en campañas anteriores, como Sbeitla, Thignica o Uthina, u otras en las que se

tomaron nuevas medidas, como Shimitu o Dougga. Los resultados de los monumentos megalíticos se encuentran, una vez reducidos y analizados, en fase de publicación, mientras que el resto de los datos se encuentran en proceso de análisis.

Siguiendo la tradición del Proyecto de estudiar el fenómeno megalítico en todas sus facetas, no podíamos olvidar de una de las regiones claves del megalitismo europeo, la Bretaña francesa. Por ello, como se había planeado, este año nos unimos al trabajo de campo que está llevando a cabo M. Hoskin en los monumentos megalíticos de esta región. En una breve campaña, se visitaron algunos de los emplazamientos más importantes, como Locmariaquer, Carnac o Barnenez, entre muchos otros, tomando nuevas medidas o verificando resultados preliminares. Aunque los datos están aún en proceso de análisis, es de destacar la posibilidad de que el planeta Venus haya jugado un papel importante en la orientación de algunos de los monumentos megalíticos más importantes de Bretaña. Esta sería la primera ocasión en que una muestra coherente de datos mostrase indicios que favoreciesen la orientación venérea sobre la lunisolar, mucho más prosaica.

En esta misma línea, se ha comenzado el análisis de los datos arqueoastronómicos de las nuraghas y las "domus de janas" de la isla de Cerdeña, obtenidos por nuestro colaborador M. Zedda. En particular, se cuenta con una muestra con las medidas de casi mil nuraghas que se están analizando en la actualidad y que muestran unos patrones de orientación tremendamente interesantes que, al ser astronómicos casi con seguridad tal como demuestran los histogramas correspondientes, podrían revolucionar los conceptos sobre el uso o la finalidad de estos sorprendentes monumentos ciclópeos erigidos por millares en la isla de Cerdeña a finales de la Edad del Bronce (c. 1500-1000 a. C.). El estudio continúa actualmente con nuevas medidas sobre el terreno y una ampliación de la muestra a las tumbas púnicas de la isla con el fin de realizar un estudio comparativo con otros lugares alcanzados por la colonización fenicia en el Mediterráneo occidental.

En el marco de la investigación en el Archipiélago Canario, se realizó trabajo de campo en la isla de Lanzarote, en compañía de la arqueóloga M.A. Perera, responsable del Servicio de Patrimonio del Cabildo Insular, visitando algunos emplazamientos arqueológicos muy interesantes, como el conjunto de cazoletas y canales de Montaña Casa, en el Sur de la Isla. Los datos complementan los obtenidos

en esta Isla en campañas anteriores y se encuentran en la actualidad en proceso de estudio. Aprovechando los conocimientos adquiridos en varios años de experiencias, se han impartido numerosas conferencias, en los ámbitos más diversos, divulgando los hallazgos arqueo y etnoastronómicos obtenidos en el Archipiélago con anterioridad.

En este sentido, a principios de este año ha visto por fin la luz un libro que se llevaba preparando desde hacia tiempo, "El Cielo de los Magos", donde se exponen las tradiciones astronómicas del campesinado canario recogidas en el último lustro en las siete islas del Archipiélago.

Tal como se tenía planeado, se asistió a la conferencia anual de la SEAC celebrada en Tartu (Estonia), 26-30 de agosto, en la que se actuó como miembro del Comité Científico. En esta misma conferencia se participó en una mesa redonda sobre la "Historia de la Constelaciones" en que se analizaron la evolución histórica y las diversas formas de reconocer el Firmamento por culturas diferentes. Igualmente, en septiembre se asistió a 8<sup>th</sup> EAA Annual Meeting (Octava Reunión Anual de la Asociación Europea de Arqueología), celebrada en Tesalónica (Grecia) donde se impartió una contribución oral en una sesión especial sobre Arqueoastronomía. Esta es la primera vez que miembros del Proyecto participan activamente en congresos científicos internacionales sobre Arqueología.

Se completó buena parte del trabajo de investigación para obtener el DEA de M.M. Delgado. En él se han desarrollado técnicas precisas de obtención de medidas arqueoastronómicas y de análisis informático de imágenes y datos y se han aplicado a algunos yacimientos arqueológicos interesantes de Tenerife. También se comenzó la dirección de la fase de investigación para obtener el D.E.A. de C. Hidalgo. En él se plantea elaborar una serie de patrones de orientación asociados a los movimientos de Venus y de la Luna que puedan ser comparado con las distribuciones halladas en ciertos conjuntos de monumentos megalíticos.

Finalmente, para contribuir a la difusión de los importantes resultados obtenidos, en el campo de la Astronomía Cultural, en los 10 años de existencia del Proyecto (desde 1993 hasta 2002), se ha llevado a cabo la elaboración de las páginas Web del mismo que se pueden encontrar en [www.iac.es/project/arqueoastronomia](http://www.iac.es/project/arqueoastronomia). En ellas se recoge la evolución del Proyecto en temas tan básicos como el personal científico involucrado, sus líneas

fundamentales de trabajo y sus publicaciones, así como una muestra ilustrada de los resultados más importantes de la investigación.

Hay que destacar que se ha puesto en marcha un proyecto a medio plazo para el estudio arqueoastronómico de los monumentos de la civilización faraónica en Egipto, en colaboración con el astrónomo egipcio M. Shaltout, que esperamos se ponga en marcha en los primeros meses del próximo año, tras una breve toma de contacto con el país en septiembre de 2002, en que se analizó la situación social y se comprobó la accesibilidad de los monumentos con el fin de determinar de forma objetiva la viabilidad del proyecto.

# OPTICA ATMOSFERICA

## CARACTERIZACION DE LOS OBSERVATORIOS DE CANARIAS (P1/89)

C. Muñoz-Tuñón.  
Antonia M Varela y Albar G. de Gurtubai.

Colaboradores del IAC: J.J. Fuensalida, M. Collados y T. Mahoney.

J. Vernin (Univ. de Niza, Francia); Z. Benkhaldoun (Univ. de Marrakech, Marruecos); M. Sarazin (ESO, Garching, Alemania).

### Introducción

Bajo el objetivo de caracterizar de manera sistemática los parámetros relevantes en la caracterización de la calidad del cielo (relacionado directamente con la turbulencia atmosférica), se han continuado las campañas de prospección de sitio en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Las primeras campañas intensivas de prospección astronómica en los Observatorios de Canarias se iniciaron en 1992, y hasta entonces se ha proseguido su caracterización óptica (*seeing*) y meteorológica, contribuyendo a que nuestros Observatorios, junto con La Silla y Paranal (Chile), dispongan de la más amplia base de datos de *seeing* nocturno. Durante el año 2002 se han iniciado otras campañas coordinadas con las medidas ya mencionadas para explorar otros parámetros relevantes con la turbulencia atmosférica, como son el ángulo isoplanático y los perfiles verticales de viento.

En el verano de 2001 se consiguió la licencia definitiva para la instalación de los equipos en la Degollada del Hoyo Verde (municipio de Puntagorda) al suroeste del ORM. En febrero 2002 quedan definitivamente instalados los equipos consistentes en: un monitor de *seeing* (DIMM) instalado en una torre de 5 m, una caseta donde albergar los equipos de control (PCs, monitores, etc.) y un mástil equipado con sensores meteorológicos estándar y una estación meteorológica automática.

El propósito es doble, explorar la idoneidad de nuevos enclaves para la instalación de futuros telescopios y el estudio de la influencia en las medidas del *seeing* de la orientación de nuevos emplazamientos en relación al viento dominante. Las medidas se realizan durante 5 noches en semanas alternas.

Bajo el propósito de optimizar el tiempo de observación y de disponer de una base de datos de *seeing* durante todas las noches del año, y para ir actualizando toda la infraestructura del DIMM, se ha iniciado una primera fase para su automatización. Para ello se compró una nueva cámara CCD (ST-237 de Santa Barbara Instruments) para reemplazar el modelo existente. La adaptación y mejora del software para la adquisición de datos de *seeing* fue el objetivo y meta del trabajo realizado por un becario y coordinado por el Grupo de Calidad del Cielo en colaboración con los Departamentos de Electrónica y Software del IAC.

Asimismo, entre septiembre y diciembre de 2002 se llevaron a cabo 7 campañas simultáneas de DIMM y SCIDAR en los telescopios TCS (OT) y JKT (ORM) en colaboración con el Grupo de Alta Resolución del IAC. Se pretende con ello desarrollar técnicas de medidas del perfil de viento e implementar el SCIDAR en la rutina de medidas y análisis. Los datos del DIMM servirán como calibradores del SCIDAR.

Se está explorando la posibilidad de determinación del ángulo isoplanático a partir del índice de centelleo de una estrella simple a través de pequeñas aperturas (< 10cm) a partir del viento a 200 mb. Este método presenta la ventaja de poder utilizar una base de datos del centelleo de más de 10 años en los Observatorios de Canarias para la caracterización del isoplanatismo atmosférico, parámetro necesario en el desarrollo de técnicas de Optica Adaptativa.

Por otra parte se sabe que los diferentes regímenes de viento asociados a la orografía local puede producir efectos locales en el comportamiento del *seeing* (Brandt y Wöhl (1982), Brandt y Righini (1985), Mahoney, Muñoz-Tuñón y Varela (1998); Muñoz-Tuñón, Varela y Mahoney (2002). Una caracterización completa de cualquier enclave implica un estudio exhaustivo de dicho parámetro y para ello se ha iniciado un proyecto para compilar todas las bases de datos de viento obtenidas por las diferentes estaciones meteorológicas instaladas en el ORM.

En julio de 2002 se iniciaron las gestiones para instalar cerca del telescopio GTC un GSM (Generalized Seeing Monitor) basado en la técnica desarrollada por el grupo de Fracoise Martin en la Universidad de Niza frecuentemente usada en campañas intensivas. Se usó por ejemplo los Observatorio en Paranal (Chile), para GEMINI (Norte y Sur), en Monte Palomar (California, EEUU) y en

Mauna Kea (Hawai, EEUU) y proporciona (bajo hipótesis de modelo) el ángulo isoplanático, tiempo de vida *speckle* y escala externa de la turbulencia (muy importante porque compite con el tamaño de los futuros Telescopios gigantes).

En agosto se construyeron las bases de hormigón y a principios de septiembre se instalaron los equipos de medida y control y se inició una campaña intensiva simultánea con el DIMM.

A partir de los resultados se quiere valorar su incorporación (periódica - intensiva??) en el ORM y difundir y comparar los resultados con los proporcionados con otras técnicas (DIMM).

### Algunos resultados relevantes

Instalación del IAC DIMM y una estación meteorológica en la Degollada del Hoyo Verde.

Instalación de una caseta para almacenar equipos de control, material fungible, etc. Se inicia la campaña de prospección.

En febrero se llevó a cabo una campaña simultánea del IAC DIMM y un DIMM perteneciente al Observatorio de Calar Alto (Almería). De estos resultados comparativos se han podido extraer conclusiones relevantes respecto a los parámetros que pueden afectar a las medidas del seeing (el ruido fotónico asociado a la saturación de la estrella, ráfagas de viento, etc.).

En septiembre se organizó y coordinó una campaña GSM en el telescopio GTC junto con el equipo de la Universidad de Niza. De ella podemos obtener parámetros relevantes para caracterizar la turbulencia atmosférica sobre el ORM (isoplanatismo, parámetro de Fried, escala externa de la turbulencia, etc.).

Entre septiembre y diciembre se llevaron a cabo campañas simultáneas entre SCIDAR (en el telescopio) y el IAC DIMM. Las medidas obtenidas serán utilizadas en la calibración del SCIDAR.

Los resultados de calidad de imagen obtenidos durante la campaña de medidas en la Degollada del Hoyo Verde en el año 2002 dieron un valor global medio del seeing de  $0.94'' \pm 0.55''$ , y una mediana de  $0.78''$ , alcanzando un mínimo en  $0.14''$ . El valor medio y mediana del seeing mejoran durante los

meses de verano (del orden de  $0.7''$ ), apuntando como en otros años hacia la dependencia estacional del seeing. En un 73% de los casos las medidas son mejores que  $1.0''$  y en un 10% son inferiores a  $0.5''$ . Valores superiores a  $2''$  se alcanzaron sólo en un 5% de las medidas.

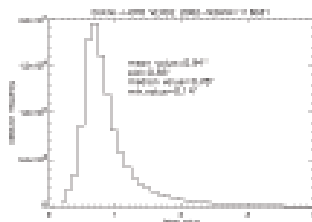


Figura 1. Histograma de los valores del seeing obtenidos en 2002 en la Degollada del Hoyo Verde en el ORM.

El estudio de las rosas de viento revelan diferentes patrones diurnos y nocturnos, y a su vez, diferentes patrones en diferentes lugares del ORM. Así, las rosas de viento diurnas muestran una marcada componente noroeste relacionada con el calentamiento del Sol que causa vientos diurnos normales a los contornos orográficos. El comportamiento local del seeing depende de estos regímenes de viento, de manera que bajo velocidades moderadas de viento (entre 2 y 6 m/s), el seeing mejora cuando se trata de vientos alisios (componente Norte).

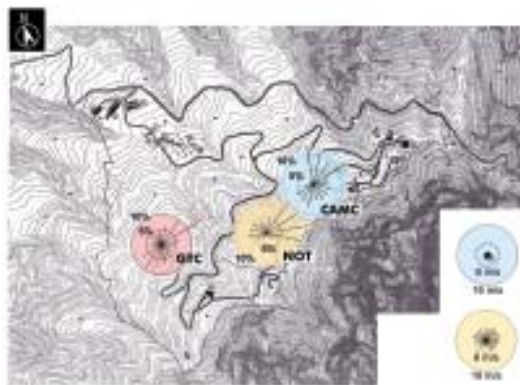
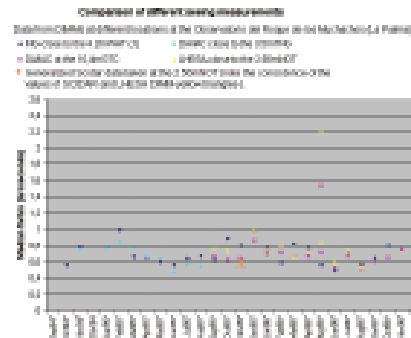
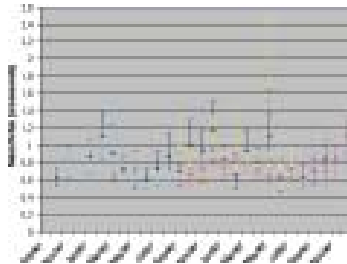


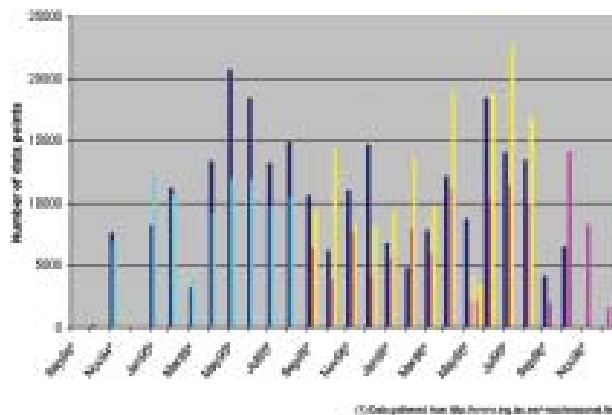
Figura 2. Regímenes de viento nocturnos en diferentes zonas del ORM. Datos procedentes del CAMC, NOT y AWS del telescopio GTC.

Se han compilado las bases de datos de seeing existentes en el ORM, bien procedentes de instrumentos específicos para medir el seeing (como es el caso de otros DIMMs u otras técnicas como SCIDAR), o procedentes de medidas obtenidas en

las diferentes instalaciones telescópicas. La estadística mensual se presenta en las Figuras 3. [http://www.iac.es/proyecto/sitesting/dimms\\_scidar.html](http://www.iac.es/proyecto/sitesting/dimms_scidar.html)



Figuras 2. Comparación de diferentes medidas del seeing obtenidas con diferentes instrumentos y en diferentes sitios en el ORM.



## Evolución del Proyecto

Las metas del Proyecto son:

- Caracterización de la atmósfera y de la calidad de imagen en los Observatorios de Canarias.
- Difundir los resultados obtenidos para que la calidad astronómica en los Observatorios de Canarias esté muy bien valorada en la comunidad científica y en la sociedad española.

### Actuaciones

- Programa continuado de prospección de sitio en el ORM: campañas sistemáticas.
- Compilación de bases de datos de *seeing* y meteorología en el ORM.
- Análisis de resultados.
- Automatización del DIMM.
- Experimentar con otros instrumentos y estudiar la viabilidad de instalarnos de manera permanente en el ORM.
- Colaboración con grupos de expertos, dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias.
- Difusión de resultados en un foro especializado.
- Difusión de resultados al público en general.

## Acciones

Se han continuado los sondeos del *seeing* en el ORM. En enero 2002 finalizaron los sondeos del Sitio 1 (segundo enclave preseleccionado para el telescopio GTC) y se inició una campaña intensiva de calidad óptica y meteorología en el ORM.

Previo acuerdo con miembros de GONG, el grupo de Calidad del Cielo del IAC se encarga de almacenar la base de datos meteorológicas que GONG obtiene de manera continuada en el OT. Esto permitirá realizar campañas comparativas entre ambos Observatorios.

Reducción y análisis estadístico de las medidas del *seeing* en el ORM. Estudio comparativo con los obtenidos en años anteriores. Los valores obtenidos durante el 2002 son ligeramente peores a los obtenidos en campañas anteriores en otros enclaves del ORM. Esto está siendo analizado detenidamente para discernir si se trata de un efecto generalizado durante este año en el Observatorio o/y si está asociado a efectos puramente locales.

Estas medidas están siendo analizadas frente a los parámetros meteorológicos para el estudio de la climatología del *seeing*, para confirmar la hipotética

correlación que el grupo ha encontrado entre el comportamiento del *seeing* y valores del viento bajo diferentes regímenes del mismo.

Se ha realizado el estudio estadístico diario, semanal, mensual, estacional y anual *seeing* durante todas las campañas. Estos resultados son accesibles desde la página Web del Proyecto (<http://www.iac.es/project/sitestesting/site.html>). Se ha comenzado la creación de la base de datos *seeing-meteorología* accesible desde la Web del Proyecto.

Durante el verano de 2002 colaboró con el Grupo de Calidad del Cielo un becario para la creación del software en C\*\* y Visual Basic adaptado a la CCD ST-237 que sustituirá a la CCD de LHESA en el DIMM automático. El software introduce mejoras que optimizan el proceso de adquisición de imágenes. Esto se ha realizado en colaboración con los Departamentos de Software y Electrónica del IAC.

Se llevó a cabo una campaña simultánea GSM vs DIMM, en colaboración con Ziad y Slobodan (Dpto. Astrofísica de la Universidad de Niza, Francia).

Junto con J. Vernin (Univ. de Niza, Francia) y el grupo de Alta Resolución del IAC se ha iniciado una colaboración para explorar la posibilidad de determinar el ángulo isoplanático atmosférico a partir de las medidas del centelleo diferencial de una estrella simple.

Se continúa la cooperación con expertos dentro y fuera de las instituciones usuarias de los Observatorios de Canarias. En julio participamos en el *Sites Workshop II* celebrado en el NOAO (Tucson, Arizona, EEUU). En él se analizaban posibles enclaves para la ubicación del 30 m CELT. Se presentó una contribución oral.

Formando parte del grupo de selección de sitio para el ELT.

Colaborando con el Site testing Working Group creado por el National Solar Observatory (NSO) y liderado por M. Collados del IAC, para la realización de una campaña de prospección astronómica para la determinación del enclave idóneo para el Advanced Technology Solar telescope (ATST -4 m), siendo el ORM uno de los seis observatorios candidatos preseleccionados. Colaborando en la discusión de resultados, coordinación con las observaciones nocturnas y diseño de página Web coordinada.

Actualización continua de la página Web del Proyecto, tratando de darle utilidad científica, proporcionando gráficas y resultados obtenidos durante estas campañas de prospección de sitio (<http://www.iac.es/project/sitestesting/site.html>).

En febrero se participó como miembro del Tribunal de la tesis doctoral de S. Chueca sobre "Estrellas de referencia por láser: estructura y dinámica de la mesosfera terrestre".

Se ha impartido un curso y charlas de divulgación al público en general sobre los Observatorios de Canarias, publicación de dos artículos en revistas de divulgación, y colaboraciones con la prensa.

# ALTA RESOLUCION ESPACIAL

## DESARROLLO DE SISTEMAS DE IMAGEN DE ALTA RESOLUCION (P35/86)

J.J. Fuensalida.  
C. Hoegemann, S. Chueca, J.M. Rodríguez  
González, E. Mendizábal, A. Alonso, M. Reyes,  
J.M. Delgado y M. Verde.

**Colaboradores del IAC: J.M. Rodríguez Ramos.**

A. Comerón (UPC); J. Vernin (Univ. de Niza, Francia);  
R. Foy (Obs. de Lyon, Francia).

### Introducción

Parámetros de la turbulencia atmosférica, no estudiados todavía con suficiente profundidad (caso de la "escala externa"), son fundamentales para fijar los requerimientos y los procedimientos de operación de los sistemas de óptica adaptativa multi-conjugada. Estos sistemas serán imprescindibles en los grandes y extremadamente grandes telescopios (30-100 m) de la próxima generación. Además, se requieren facilidades para hacer un seguimiento con una cobertura suficiente que asegure los resultados estadísticos de los valores típicos de todos los parámetros que influyen, por ejemplo, los perfiles verticales de turbulencia y de viento.

Otros sistemas básicos en los nuevos telescopios serán los generadores de «estrellas» artificiales por láser (*Laser Guide Star*, LGS). La eficiencia de estos sistemas para generar una fuente de referencia útil depende de factores atmosféricos, además de otros puramente instrumentales. Información tal como la abundancia de sodio en la mesopausa, la altura y grosor de la capa, así como la probabilidad de existencia de capas esporádicas, puede ser determinante para la eficiencia óptima de estos sistemas.

Los sistemas de LGS presentan algunos problemas todavía sin solución. La inclinación global del frente de onda no queda determinado por la emisión de una LGS *monocromática*, por ejemplo, utilizando los átomos de sodio presentes en la mesosfera. Una propuesta para evitar esta limitación es el uso de la emisión estimulada de átomos de varios elementos simultáneamente en la mesosfera. Para estudiar la viabilidad de esta solución es fundamental conocer los perfiles de distribución y densidades de los componentes de la mesosfera.

Los sistemas de LGS para telescopios mayores que 5 m presentan algunos problemas específicos todavía en estudio. Para pupilas de entrada tan grandes, el efecto cono es considerablemente importante incluso para LGS producidas en la mesosfera. La producción de un *array* de LGS soslayaría este efecto aunque implicaría utilizar sensores de frente de onda de campo grande.

### Objetivos generales

Los objetivos del Proyecto están centrados en los problemas de sensado de frente de onda y la caracterización de la atmósfera en el OT para la generación de LGS's experimentalmente.

Respecto a la detección y recuperación del frente de onda se propone estudiar numéricamente soluciones a las dificultades mencionadas anteriormente relacionadas con la aplicación de LGS en telescopios de 10 m. Y, utilizando medidas del perfil vertical de turbulencia (SCIDAR en el telescopio TCS), estudiar las características espaciales y de emisión de una LGS generada con el telescopio OGS, estudiar la influencia de la estructura vertical de la turbulencia y condiciones para la máxima eficiencia en la emisión de la LGS, y adicionalmente, obtener un registro temporal del perfil vertical de turbulencia. Un objetivo relevante es el estudio de la escala externa de la turbulencia.

Por otra parte, dentro del marco del sensado de frente de onda se seguirá trabajando en la optimización de un sistema para detectar el pistón local de un frente de onda proveniente de un espejo segmentado. La medida de los defectos de fase de los elementos de un espejo segmentado, es imprescindible para lograr una resolución espacial mejor que la del *seeing*. Convendría que este sistema pudiera utilizar tanto una estrella natural como una LGS para detectar las aberraciones. (<http://www.iac.es/project/gare>)

### Algunos resultados relevantes

Descripción de la respuesta del sensor de curvatura analíticamente basada en la aproximación de Fresnel del campo difractado, mostrando que un sensor de curvatura es capaz de detectar desalineamiento entre segmentos. El modelo de respuesta conduce a un algoritmo rápido para medir las posiciones de los segmentos. Se ha aplicado al enfase de pistón. Finalmente, se ha caracterizado la señal de curvatura



# DISEÑO Y CONSTRUCCION DE TELESCOPIOS

integrada que simplifica el análisis de la respuesta del sensor de curvatura para desalineamientos. Los requisitos de tiempo de procesamiento y memoria principal del algoritmo son relajados lo que lo hace adecuado para telescopios extremadamente grandes (J.M. Rodríguez-González y J.J. Fuensalida, *SPIE* 4837 "Diffractional treatment of the curvature sensing in segmented mirror telescopes" y "Results of diffraction effects in segmented mirrors: co-phasing with integrated curvature signal").

Aplicación de modelos recientes desarrollados en comunicación óptica a través de la atmósfera para evaluar el tamaño de LGS en diferentes escenarios de turbulencia. El resultado de considerar 6 perfiles de turbulencia experimentales se obtiene un diámetro medio del spot en la mesopausa de 0.2 m (S. Chueca, J.J. Fuensalida, M. Reyes, A. Alonso, L. Jochum, *SPIE* 4839 "Beam focusing of a laser guide star").

Seguimiento sistemático de medidas de perfil vertical de turbulencia desde el OT y el ORM. Estos datos serán cruciales para la definición de sistemas de óptica adaptativa en los grandes telescopios. Para ello se ha desarrollado un instrumento prototipo que se ha utilizado en los telescopios TCS y JKT. Los requerimientos establecidos con este prototipo dará origen a un instrumento SCIDAR de uso confortable para usar en varios telescopios.

## OPERACION DE LAS INSTALACIONES TELESCOPICAS DEL IAC EN EL OT (3I1101)

**A. Osoz.**

**S. Chueca, M.T. Eibe, M. Pohlen, C. Abajas, L. Chinarro, S. Fernández, S. López y A. Pimienta.**

**Colaboradores del IAC: Administración del OT, Delineación Técnica, Mantenimiento del OT, Mantenimiento Instrumental, Taller de Electrónica y Taller de Mecánica.**

### Introducción

La organización europea de Astronomía en el hemisferio norte, el ENO, está constituida por el Observatorio del Teide (OT), el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) y la sede central del IAC. El objetivo de este Proyecto, dentro de la estructura del ENO, es la gestión de las instalaciones telescópicas que dispone el IAC en el OT. Se pueden diferenciar tres instalaciones: aquellas pertenecientes al IAC, los telescopios IAC-80 y TCS, gestionadas totalmente por el Proyecto; un 20% del tiempo de instalaciones extranjeras, los telescopios OGS, VTT y THEMIS, responsabilidad del Proyecto en colaboración con otro personal y los instrumentos y experimentos compartidos, telescopio MONS, Laboratorio Solar, complejo CMB y STARE, para los que se presta apoyo a sus respectivos responsables.

Los objetivos fundamentales 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

Fotómetro INfrarrojo. FIN sustituirá al viejo fotómetro CVF en el telescopio TCS durante 2003. De la labor realizada en 2002 se pueden destacar los diferentes hitos:

- Finalización del diseño detallado, fabricación e integración optomecánica.
- Comprobación del funcionamiento de los mecanismos en condiciones criogénicas.
- Diseño detallado y fabricación de la electrónica de detección y control.
- Pruebas preliminares con la electrónica de detección al nivel de telescopio.
- Desarrollo del software de control de mecanismos y comprobación del mismo en condiciones reales.
- Desarrollo del software básico de alto nivel para las pruebas.

Se completó la instalación de la nueva estación meteorológica de referencia para el OT. Los datos llegan a las instalaciones vía emisores/receptores de radio. Se ha diseñado una página Web con toda la información disponible, así como aplicaciones JAVA para SUN y PC. A partir de ahora se dispone, además, de un archivo histórico de los datos.

El programa rutinario de seguimiento de asteroides realizado en el telescopio IAC-80 ha dado como resultado el descubrimiento de numerosos objetos.

Se está realizando un estudio conjunto con los telescopios TCS, OGS y IAC-80 de la atmósfera del OT. En el telescopio TCS se ha desarrollado un prototipo de SCIDAR, en el telescopio OGS se utiliza una estrella de referencia de sodio y el IAC-80 sirve como receptor. Su uso combinado permitirá realizar un estudio de la calidad astronómica del OT.

El número y la calidad de los programas rutinarios y de servicio para los TTNN ha aumentado de forma considerable.

La ocupación en el telescopio TCS durante 2002 ha sido del 99%, mientras que la del telescopio IAC-80 ha sido del 92%. Respecto a la OGS, se han absorbido todas las noches ofrecidas al IAC, solicitándose numerosas noches adicionales. El número de universidades que ha requerido el telescopio MONS para prácticas de sus alumnos muy elevado.

Se han llevado a cabo diversas instalaciones de equipo informático: 3 ordenadores SUN, 2 PCs, 4 pantallas planas y 1 disco, todo ello para los telescopios TCS, IAC-80 y MONS. Adicionalmente, se han adquirido programas de realización de mapas de apuntado y de alineado de imágenes. Finalmente, se han colocado nuevos puntos de red en varias instalaciones y se han mejorado las páginas Web.

## **Evolución del Proyecto**

El objetivo fundamental del Proyecto es conseguir que, desde que un astrónomo piensa en observar en el OT hasta que presenta sus datos, todo funcione a la perfección. Por tanto, las acciones realizadas durante 2002 estuvieron encaminadas a facilitar las tareas de observación de los astrónomos usuarios. Gran parte de dichas acciones (FIN, equipamiento informático, etc.) se pudieron llevar a cabo gracias a la concesión de fondos FEDER para los TTNN, que ha permitido la creación de un nuevo proyecto financiado por dichos fondos.

### *FIN (Fotómetro INfrarrojo)*

El deterioro causado por la edad del antiguo fotómetro CVF del telescopio TCS motivó la creación de un proyecto para construir un nuevo fotómetro, FIN, con unas prestaciones muy superiores a las de su predecesor. Las complicaciones adicionales que ha sufrido el CVF durante 2002 hicieron imposible su uso, por lo que el desarrollo de FIN es cada vez más importante, al ser uno de los pocos fotómetros infrarrojos existentes en el mundo.

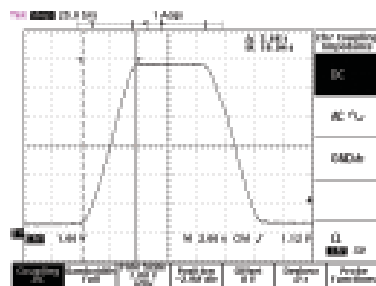
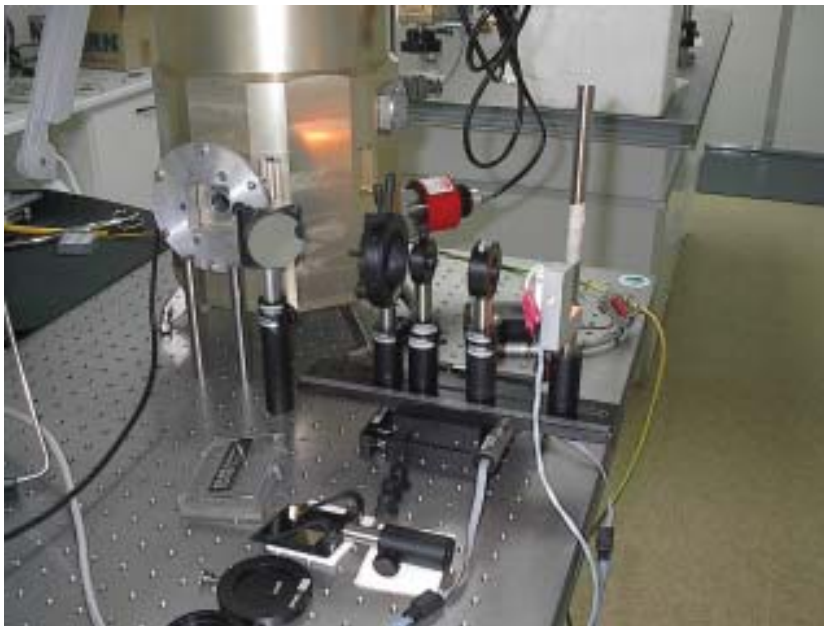
FIN tendrá unas características que se describen a continuación relativamente diferentes a CVF:

- Posibilidad de instalar 19 filtros simultáneamente, frente a los 5 más los 2 continuos que presentaba el CVF.
- Rueda de aperturas con cuatro posiciones (5", 10", 15" y 20") más una posición abierta y otra cerrada.
- La nueva óptica será mucho más sencilla que la de su predecesor, al haberse eliminado los dos filtros continuos, CVFs, lo que implica una lente menos. Se espera poder alcanzar una magnitud mas.
- Nuevo criostato con mayor capacidad de nitrógeno líquido en sus depósitos y con un acceso a los distintos componentes para su mejor mantenimiento.
- Estructura del software basada en programación CORBA y JAVA. Interfaz de usuario con utilidades como: control del telescopio, enfoque automático, posibilidad de realizar macros, control automático de parámetros de observación, archivo histórico de observaciones y representación gráfica de los datos.
- Moderna electrónica de detección, lo que incluye la sustitución del detector antiguo por otro con mejores prestaciones. La nueva electrónica aumenta la inmunidad frente al ruido y posibilita la utilización de fibra óptica en la transmisión de los datos.
- La electrónica de detección, el chopper y los mecanismos (ruedas de filtros y de aperturas) podrán ser controladas mediante un PC.

Durante el año 2002 se finalizó, a falta de pequeños detalles, el diseño y la fabricación mecánica, lo que incluía la fabricación en los talleres del IAC de un nuevo cuerpo de criostato. A finales de año se completó la integración de todos los componentes y la comprobación de su funcionamiento, obteniéndose resultados altamente satisfactorios en las pruebas de posicionado de los mecanismos.



*Detalles de las pruebas realizadas en el laboratorio del IAC del nuevo fotómetro infrarrojo.*



*Perfil de la señal obtenida en las pruebas realizadas de FIN.*

#### *Estudio de la atmósfera del OT*

El Grupo de Alta Resolución Espacial del IAC ha puesto a punto una estrella de referencia de sodio empleando los telescopio OGS, como lanzador, e IAC-80 como receptor. Con este sistema, se ha comenzado un estudio estadístico de la capa de

sodio sobre el OT con el objeto de caracterizar las estrellas de referencia de sodio para su aplicación en sistemas de Óptica Adaptativa. Asimismo, se ha desarrollado un prototipo de SCIDAR para el telescopio TCS, con el que se han obtenido los primeros perfiles periódicos de la turbulencia atmosférica en el OT. SCIDAR se instalará y operará con máxima prioridad en el telescopio TCS una media de seis noches por mes.

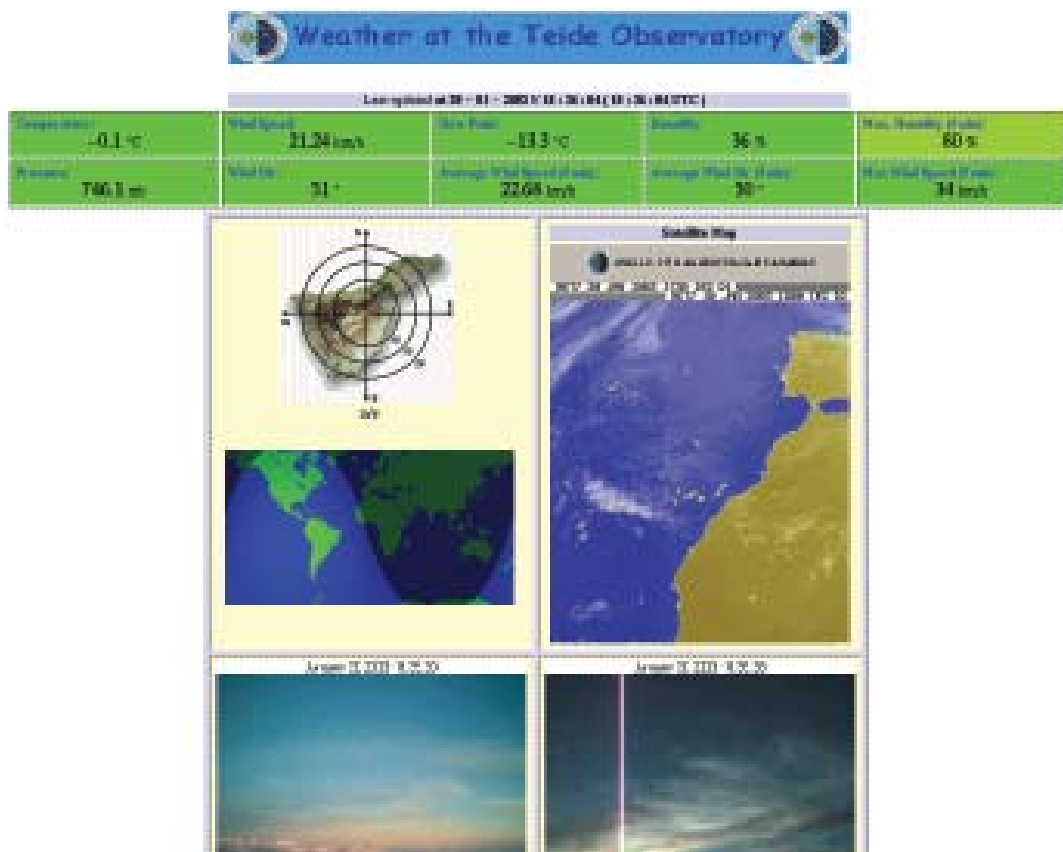
El uso combinado de ambos instrumentos permitirá realizar, en futuras campañas de explotación científica, por un lado, un seguimiento cuantitativo de la calidad astronómica del cielo del OT y por otro lado, se conseguirá avanzar en el estudio de la propagación de haces gaussianos en la atmósfera.

### Estación meteorológica

La existencia de numerosas estaciones meteorológicas en el OT, la mayoría obsoletas y con defectos en la información que ofrecían, originaba un caos a la hora de analizar las condiciones del clima en cada momento. Esto resultaba crucial en los momentos en los que las condiciones de viento y humedad forzaban al cierre de las instalaciones.

Estos hechos condujeron a la adquisición de una nueva estación meteorológica, que sería la referencia para las instalaciones españolas en el OT. La recepción de los datos en los telescopios TCS, IAC-80 y en la Residencia del OT (ROT) se realiza mediante emisión por radio. Una vez en los telescopios, se dirige la información a los ordenadores de control.

El tercer receptor, el de la ROT, envía los datos a un ordenador, desde donde se distribuyen al resto de usuarios. Para ello se emplearon dos métodos. Por un lado, se diseñó una página Web (<http://www.iac.es/telescopes/tiempo/weather.html>) con la información actualizada cada cinco minutos en la que, además, se dispone de diversas utilidades para el usuario, como es la imagen del Meteosat, animaciones, etc. Por otro lado, se crearon aplicaciones JAVA para PC y SUN, de manera que generaran una pequeña ventana con la información básica actualizada cada treinta segundos. Finalmente, se generó un servidor que crease un archivo histórico de las condiciones meteorológicas del OT. El avance en este proyecto durante 2002 ha hecho que prácticamente se tenga finalizada esta facilidad.



Parte de la página Web  
diseñada a partir de los datos  
de la nueva estación meteorológica.

### *Ocupación de las instalaciones*

El número de astrónomos que han utilizado los telescopios del OT ha sido realmente notable. La ocupación a lo largo de 2002 del telescopio TCS ha sido del 99%, mientras que la del IAC-80 ha sido del 92%. En cuanto a la OGS, se han empleado todas las noches asignadas al IAC, solicitándose numerosas noches adicionales, tanto con la cámara de gran campo como con la CCD gemela a la del IAC-80. Debido a ello, se ha incluido el calendario de ocupación de la OGS en la página Web de los TTNN (<http://www.iac.es/telescopes/ten.html>) El requerimiento del telescopio MONS también ha sido elevado, destacando el gran número de universidades, tanto nacionales como extranjeras, que lo han solicitado para la realización de prácticas. Finalmente, un grupo de investigadores alemanes realizaron medidas de radiación solar junto al Laboratorio Solar. El conjunto de estas ocupaciones supera con mucho a los resultados de 2001.

### *Programas rutinarios y de servicio*

Los telescopios TCS e IAC-80 disponen de una oferta de realización de observaciones de servicio, dos o tres veces al mes, mientras que en el IAC-80 se puede solicitar además observaciones rutinarias, realizadas todos los días. En el primer caso, las observaciones son hechas por los astrónomos de soporte, mientras que los operadores nocturnos efectúan los programas rutinarios. Durante 2002, la cantidad de los solicitudes para ambos telescopios ha sido realmente elevada, superior a la de 2001, aunque mucho más para el IAC-80. Entre todos los programas, cabe destacar las observaciones de galaxias en grupos compactos, blázares, supernovas, lentes gravitatorias, fuentes de rayos X, asteroides (incluyendo el descubrimiento de varios de ellos), binarias con agujeros negros, compañeros alrededor de estrellas deficientes en metales, eclipses en estrellas jóvenes, calibración de campos de galaxias HII, fenómenos mutuos con los satélites de Júpiter, observaciones astero-sismológicas de núcleos de nebulosas planetarias, observación del paralelismo de los haces de comunicaciones de la OGS y cúasares.

*En el centro de la imagen se puede ver el nuevo asteroide MPC44103, descubierto con el telescopio IAC-80 en colaboración con la Agrupación Astronómica de Sabadell.*

### *Seguridad en las instalaciones*

La revisión realiza por personal del MAC a principios de año detectó numerosas carencias en aspectos relativos a la seguridad del personal usuario de las instalaciones. En este sentido, se han realizado numerosas reformas y mejoras durante el año.

### *Divulgación*

Con motivo de la lluvia de estrellas correspondiente a las Leonidas 2002, se solicitaron (y se obtuvieron) fondos a la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Se pretendía despertar el interés de los alumnos por la ciencia experimental, haciéndoles partícipes de una observación astronómica real (las Leonidas la noche del 18 al 19 de noviembre). Los alumnos no solamente aprendieron técnicas de observación celeste, sino que colaboraron, de forma directa, en un proyecto de investigación real coordinado desde el IAC.

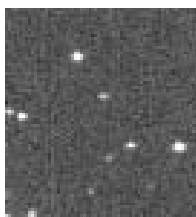
Además de las observaciones realizadas por los alumnos, se generó una página Web para resolución de dudas y se crearon unidades y láminas didácticas para el profesorado.

### *Otras instalaciones*

Debido al incremento en la demanda de uso del telescopio MONS, se llevaron a cabo una serie de actuaciones para garantizar su empleo: Se adquirió una cámara CCD ST-8 de repuesto; se mejoró el funcionamiento de la cúpula, bastante deteriorado y, finalmente, se arreglaron los tornillos de sujeción de la tapa del telescopio.

En lo referente al telescopio automático STARE, durante 2002 se normalizó su uso habitual. Los operadores de telescopio han asumido totalmente la apertura y cierre del telescopio, así como la resolución de errores o fallos que se puedan producir.

A finales de 2002 se decidió la finalización del único programa científico que se desarrollaba en el telescopio VNT, por lo que se plantea la cuestión del futuro uso de la instalación y de su instrumentación.



## ESTUDIOS DE OPTICA ADAPTATIVA PARA GTC

M. Reyes, E. Joven, J. J. Díaz, F. Gago y J. V. Gigante.

### Introducción

El IAC está participando en el diseño preliminar del sistema de óptica adaptativa para el telescopio GTC. La dirección y el peso del proyecto está a cargo de GRANTECAN S.A.; no obstante, varios paquetes de trabajo son responsabilidad del IAC. Estas actividades se engloban dentro del objetivo conjunto del IAC de avanzar en el campo de la óptica adaptativa y en el "site testing" orientado a la óptica adaptativa multiconjugada, no sólo para el telescopio GTC sino para los futuros grandes telescopios (ELTs).

### Algunos resultados relevantes

- Marzo: Revisión del diseño conceptual del sistema de óptica adaptativa para el telescopio GTC.
- Agosto: Evaluación de la participación del IAC en la fase de diseño preliminar de la óptica adaptativa para el telescopio GTC.
- Noviembre: Fin revisión de requerimientos del sistema detector y controlador para el sensor de frente de onda. Comienzo del estudio de mercado para el sistema de detector y controlador.
- Diciembre: Elaboración plan preliminar para el estudio de mercado del sistema de estrella guía láser.

### Evolución del Proyecto

Para el sistema de óptica adaptativa inicial del telescopio GTC, se ha elegido un sensor de frente de onda tipo Shack Hartmann.

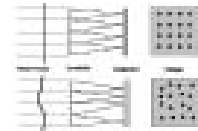
MEMORIA  
2002 IAC

94

El grupo de Detectores (Departamento de Electrónica) se ha hecho responsable del estudio para el diseño y selección del conjunto detector y controlador para dicho sensor de frente de onda. Este estudio comenzó a principios de noviembre y se prevé esté concluido en la fecha prevista, principios de 2003.

Por otro lado, el grupo de Alta Resolución Espacial se ha hecho responsable del estudio para el diseño del sistema de estrella guía láser, el cuál comenzará en enero del 2003. Además, el IAC participa de forma activa en la evolución global del diseño preliminar con GRANTECAN S.A.

*Funcionamiento de un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann. En la parte superior se ve la imagen de las subaperturas formada por un frente de onda plano, mientras que en la parte inferior se observa la imagen de un frente de onda aberrado por la turbulencia atmosférica.*



# INSTRUMENTACION OPTICA

## ESPECTROGRAFO DE ALTA RESOLUCION IACUB (P2/91)

R.J. García López.  
R. Rebolo, G. Gómez y M.R. Villamariz.

Colaboradores del IAC: J.L. Rasilla.

E. Barnnett (Obs. Armagh, Irlanda del Norte); B. Bates (Queen's Univ. Belfast, Irlanda del Norte).

### 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 Univ. de Belfast, y opera bajo responsabilidad del IAC desde 1991. 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.

### Algunos resultados relevantes

Durante este año el IACUB ha proporcionado servicio a dos campañas de observación correspondientes a tiempo CAT, en las que han estado involucrados fundamentalmente investigadores de la Universidad de Barcelona y del Instituto de Astrofísica de Andalucía.

### 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.

Se ha hecho mantenimiento general de los diversos componentes.

## OSIRIS: OPTICAL SYSTEM FOR IMAGING LOW RESOLUTION INTEGRATED SPECTROSCOPY (411700 - 4E5101)

J. Cepa Nogué.  
A. Pérez de Taoro, M. Aguiar, H. Castañeda, S. Correa, V. González Escalera, F.J. Fuentes, A.B. Fragoso, J.V. Gigante, B. Hernández, A. Herrera, E. Joven, J.C. López, L. Peraza y J.L. Rasilla.

I. González (Univ. de Cantabria); C. Militello (Univ. La Laguna); F. Cobos, C. Espejo, A. Farah, J. González, B. Sánchez y C. Tejada (IA-UNAM, México).

### Introducción

OSIRIS es el instrumento de rango visible de Día Uno del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el ORM en la Isla de la Palma. Su diseño es fruto de la colaboración entre el IAC y el Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM). A cargo del IA-UNAM se encuentra el diseño óptico, la manufactura de la mayor parte de las lentes y el diseño opto-mecánico del Barril de Cámara. El IAC es responsable de la globalidad del diseño y construcción del instrumento, así como de su ensamblado, integración, verificación y puesta a punto.

El dispositivo contará, para el desarrollo de los programas científicos para los que ha sido concebido, con tres modos primarios de observación: imagen, espectroscopía de rendija de resolución baja e intermedia, y espectroscopía multi-objeto. Además, dispondrá de un modo de observación en fotometría rápida. OSIRIS está diseñado para operar en el rango de 365 a 1000 nm con un campo de adquisición de 7x7 minutos. Una de las principales prestaciones que lo distinguirán de instrumentos similares operando actualmente en telescopios de clase 8-10 metros será el uso de filtros "sintonizables" ("tunable filters"). Dos filtros de este tipo serán implementados en OSIRIS, uno para observar la parte azul del espectro hasta 650 nm y otro para alcanzar los 1000 nm hacia el rojo.

Durante los primeros años de operación del telescopio GTC, OSIRIS será el único instrumento científico en el rango óptico disponible telescopio.

Por ello se ha considerado de gran importancia diseñar un instrumento competitivo para el uso de la comunidad astronómica española, adaptable a una gran variedad de programas científicos y capaz de afrontar los retos de investigaciones frontera.

### Algunos resultados relevantes

**Enero.** Visita a las instalaciones de ICOSystems (Reino UNido) con objeto de discutir las especificaciones técnicas de los filtros "sintonizables" que serán encargados posteriormente a dicha compañía.

**Febrero.** Recibida la 3ª entrega de la *release* de software del telescopio GTC.

#### Marzo:

A. Delmás, estudiante de mecánica de Toulouse, se incorpora al Proyecto en calidad de estudiante en prácticas para trabajar en el diseño de la Unidad de Rendijas durante 6 meses.

Adjudicación del contrato para el diseño y fabricación del Sistema Selector de Longitud de Ondas a la empresa NTE S.A. (España).

#### Mayo:

Reunión de lanzamiento del contrato del Sistema Selector de Longitud de Ondas con NTE S.A. en el IAC. Se une al Proyecto un nuevo ingeniero de control, A. Herrera, inicialmente a cargo del desarrollo del software de control de mecanismos. Se reciben en la UNAM los últimos *blanks* para la construcción de las lentes.

#### Junio:

Revisión de diseño preliminar avanzado de la Unidad de Rendijas.

Asistencia del grupo de electrónica al congreso "Scientific Detectors for Astronomy", Hawai (EEUU). Reunión con R. Luppino para discutir el estado del diseño detallado del criostato.

Se contrata la compra de dos filtros "sintonizables" a la empresa de óptica ICOSystems.

#### Julio:

Reunión de trabajo entre los grupos del IA-UNAM y el IAC en México.

Se organiza el congreso "First OSIRIS Tunable Filters Workshop", del 22 al 24 de julio, en el INAOE, Tonanzintla (México).

7ª reunión del grupo científico de OSIRIS en el INAOE del 25 y 26 de julio.

Adjudicación del contrato para el diseño y fabricación de los espejos Colimador y Folder a la compañía SESO (Francia).

**Agosto.** El grueso del equipo asiste al congreso SPIE 2002 en Hawai (EEUU).

**Septiembre.** Reunión de lanzamiento del contrato de diseño y fabricación de los espejos Colimador y Folder con la compañía SESO en el IAC.

#### Octubre:

Se firma un acuerdo de confidencialidad con ICOSystems sobre el controlador de los filtros "sintonizables".

Reunión de PDR del Sistema Selector de Longitud de Ondas con NTE S.A. en el IAC.

#### Noviembre:

Se completan las pruebas de verificación con de mosaico de detectores y su controlador, obteniendo resultados satisfactorios en los cuatro canales.



Mosaico de detectores y controlador montado sobre su banco de pruebas.

Visita a la compañía FISBA (Suiza) con vistas a encargar la fabricación de los dobles n° 2 y 3.

Reunión de trabajo entre los grupos del IAC y el IA-UNAM y el IAC: Revisión del estado del diseño del Barril de la Cámara.

8ª reunión del Grupo científico de OSIRIS en Madrid.

#### Diciembre:

Reunión de PDR de los espejos Colimador y Folder en las instalaciones de SESO en Francia.

Adjudicación y reunión de lanzamiento del contrato para el desarrollo del software de reducción de datos y el diseño de máscaras.

Se recibe en el IAC el obturador, diseñado y construido en la Universidad de Bonn (Alemania).



Obturador sobre el banco de pruebas de verificación. Al fondo imagen de un poster presentado en el Congreso SPIE 2002.



Se declara desierto el contrato público para el diseño y fabricación del Barril de Cámara.

Se acuerda con GRANTECAN S.A. una nueva fecha de entrega del instrumento OSIRIS: septiembre de 2004, acorde con la planificación actual del telescopio.

### **Evolución del Proyecto**

El grueso de las tareas del Proyecto durante el año 2002 ha estado orientado al cierre del diseño preliminar de todos los subsistemas y al inicio subsiguiente del diseño detallado. Ha sido por tanto el año de las reuniones de PDR (*Preliminary Design Review*) de los subsistemas cuya contratación había sido uno de los trabajos prioritarios de finales del año anterior y principios de año en cuestión.

Los subsistemas a desarrollar por entero en el IAC han seguido la misma línea que los anteriores. La Unidad de Rendijas fue sometida a una revisión exhaustiva de diseño preliminar, con un panel de revisores interno, antes de comenzar su el diseño detallado. En la electrónica del control de detectores, del sistema de control de adquisición de datos y del control de mecanismos, se han construido los prototipos necesarios para las pruebas de verificación.

Otro elemento a diseñar y construir en el IAC son los armarios de electrónica, encargados de contener prácticamente todos los componentes electrónicos del instrumento y mantenerlos fuera de él para evitar posibles interferencias y gradientes térmicos. Esta decisión fue tomada tras comprobar que los elementos comerciales disponibles en el mercado sobrepasan en un 50% o más, el tamaño y peso necesarios, siendo ambos, espacio y peso, parámetros críticos en el diseño de OSIRIS puesto que uno de sus requerimientos es poder ser instalado en foco Cassegrain.

Paralelamente la evolución de los contratos y al diseño que se desarrolla en el IAC, el equipo de OSIRIS trabaja en el cierre del diseño de las interfaces entre cada subsistema y/o elemento, con la Estructura Soporte del instrumento. Esta tarea requiere una fuerte interacción entre ambos grupos, el IAC y el adjudicatario del contrato, interacción que se facilita enormemente si existe una comunicación fluida y una disposición al entendimiento por parte de las empresas contratadas cualidades de las que hasta el momento se han disfrutado.

Menos crítico, pero no menos importante es el trámite de compra de los elementos no comerciales, es decir los que, aunque existentes en el mercado, han de ser especialmente diseñados o adaptados a

las características del instrumento, como es el caso del obturador, los filtros "sintonizables", o el controlador de los detectores (diseñado por Bob Leach en EEUU y ya recibido en el IAC en 2001). Teniendo en cuenta que se trata de elementos complejos cuya tecnología está en pleno desarrollo, el procedimiento de adquisición no es en absoluto trivial, consiste en llegar a un acuerdo previo a la compra con el posible suministrador, y negociar las prestaciones que la empresa puede ofrecer en función de los requerimientos científico-técnicos que el Proyecto necesita. Por ejemplo y en este sentido, el controlador electrónico de los filtros "sintonizables" que ICOSystem suministra no cumple todas las especificaciones exigidas, de manera que deben ser implementadas algunas mejoras partiendo de los planos del diseño electrónico que la empresa nos suministra. Con vistas a esta tarea, se ha instalado un filtro "sintonizable" de características electrónicas idénticas a los futuros integrantes de OSIRIS, en un banco de pruebas del Laboratorio de Electrónica del IAC.



*Banco de pruebas del "filtro sintonizable".*

El subsistema más conflictivo ha sido sin duda el Barril de Cámara, cuyo diseño opto-mecánico se sacó a concurso público para luego declararse desierto ante la perspectiva de una sola propuesta de una empresa, en la cual, las incertidumbres en la compensación térmica y el comportamiento del acoplante de los dobles de lentes, entre otros, dejaban serias dudas sobre la viabilidad del diseño. La solución adoptada fue declarar desierto el contrato y retomar la propuesta de diseño que para este elemento se venía desarrollando en el IA-UNAM como medida de contingencia. También en el IA-UNAM, se realiza un estudio del comportamiento de varios materiales candidatos a ser acoplantes de los dobles de las lentes de la Cámara, efectuándose pruebas de pegado, respuesta espectral y comportamiento térmico.

### *Otras tareas*

Otra tarea importante desarrollada a lo largo del año ha sido la definición de filtros cortaórdenes y grismas, que han quedado detalladamente especificados con objeto de pedir presupuestos y efectuar su compra.

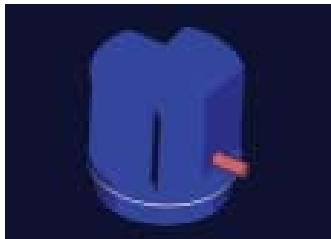
En Ingeniería de Sistemas se desarrolla una Base de Datos de Proyectos, con sus correspondientes aplicaciones, en vistas a organizar la información

técnica por sistemas, subsistemas y elementos. El sistema empieza a utilizarse en el grupo de mecánica.

Se actualizan y se cierran los presupuestos de errores para ser traducidos a especificaciones técnicas antes del cierre de los contratos de diseño y fabricación de los subsistemas. Con el mismo objeto se revisan y actualizan las envolventes y el 3D completo de OSIRIS.

Es de destacar que la totalidad del equipo de OSIRIS participó con 10 ponencias en el congreso SPIE 2002 (*The International Society for Optical Engineering*), celebrado en Hawai durante el mes de agosto. Este congreso se celebra periódicamente cada dos años, alternativamente en Europa y en Hawai, y es el referente mundial de la instrumentación en Astronomía, por lo que las contribuciones allí presentadas reciben la mayor difusión y tienen la mayor trascendencia y 2 presentaciones en el congreso "Science with the GTC", celebrado en Granada, España.

OSIRIS 3D:  
interior.



OSIRIS 3D:  
cobertura.

## LGS (LASER GUIDE STAR) CON OGS (OPTICAL GROUND STATION) (313586)

MEMORIA  
2002 IAC

98 **J. Jiménez Fuensalida.**  
**A. Alonso, S. Chueca, C. Högemann, L. Jochum y B. Lorenzo.**

E. Mendizábal (INAOE- México); M. Reyes, J.M. Rodríguez, J.M. Rodríguez Ramos (Univ. de La Laguna).

### 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 inhomogeneidad del índice de refracción de la atmósfera provocada por esa turbulencia causa distorsiones en los haces de rayos luminosos que se propagan a su través, 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, 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 una estrella brillante cercana o en el propio campo (estrella guía) que permita medir la turbulencia.

El número de estrellas naturales aptas para su empleo como estrellas guía es muy limitado, por lo tanto el empleo de sistemas de óptica adaptativa requiere la generación de los 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 retrodispersión 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 láser de alta potencia compuesto por un láser de argón 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 óptica adaptativa en los Observatorios del IAC.

### Algunos resultados relevantes

*Enero-diciembre:* Ha comenzado la fase de explotación científica del Proyecto. Se han llevado a cabo observaciones sistemáticas dirigidas a caracterizar la capa de sodio en el OT. Continúan las observaciones de la geometría del talle en la atmósfera enfocando el haz a diferentes alturas.

*Febrero:* S. Chueca defendió su tesis doctoral titulada: *Estrellas de referencia por láser: estructura y dinámica de la mesosfera terrestre*, en la que se describe el dispositivo experimental del Proyecto, y los resultados de las primeras campañas científicas.

**Agosto:** Presentación de dos publicaciones basadas en resultados del Proyecto: "Análisis of the preliminary optical links between ARTEMIS and the Optical Ground Station" (SPIE Conf. Proc. 4821-04); "Beam focusing of a laser guide star" (SPIE Conf. Proc. 4839-49).

**Septiembre-diciembre:** Estudio del sistema de sintonización y corrección de la longitud de onda medida en la rama de muestreo. Se prepara la implementación de una lámpara opto-galvánica.

**Noviembre:** Observaciones simultáneas LGS+SCIDAR.

**Diciembre:** Petición de financiación al Programa Nacional de I+D+i. Se solicita financiación para un láser de bombeo de estado sólido, expansor *cassegain* inverso, y conversión del sistema en LIDAR.

### Evolución del Proyecto

Desde el mes de enero comenzaron las campañas periódicas de observación en ambas ramas. Los periodos concedidos han sido escasos por la dificultad de obtener tiempo simultáneo en los telescopios OGS e IAC-80. En cualquier caso, los datos obtenidos han permitido continuar el análisis estadístico de la dispersión Rayleigh en las capas bajas de la atmósfera. La base de datos que se está reuniendo empieza a tener valor estadístico para caracterizar el comportamiento estacional de la capa, y analizar la prevalencia de eventos esporádicos, así como para analizar la influencia de la turbulencia sobre la focalización del haz.

Al trabajar con el juego de *etalones* para estrechar la línea se ha visto la necesidad de conocer exactamente la posición de la longitud en la línea del doblete de sodio para poder estimar con precisión la densidad de átomos en la mesosfera. Para este propósito se ha comprado una lámpara opto galvánica, que se recibirá a principios de 2003.

En verano se publicaron los primeros resultados concernientes a la influencia de la turbulencia en la propagación del haz a través de la atmósfera.

En noviembre se realizaron las primeras observaciones simultáneas LGS y SCIDAR.



*Evolución temporal de la intensidad de la capa de sodio frente a la altura en km sobre el Observatorio (OT), durante dos noches de la campaña de observación del mes de septiembre. Puede apreciarse la diferente variación de la altura del centroide de intensidad y la presencia de una capa esporádica en la noche del 19 de septiembre, con un tiempo de relajación de varias horas.*

## DESARROLLO DE RETARDADORES OPTICOS BASADOS EN CRISTALES LIQUIDOS (ROCLIS) (4E3501)

**V. Martínez Pillet.**

**M. Collados, L. Jochum, P. Herrero y N. Arteaga.**

### Introducción

El objetivo principal de este Proyecto es el desarrollo tecnológico de retardadores ópticos basados en cristales líquidos (ROCLIs). Por retardadores ópticos entendemos un elemento óptico que induce una diferencia de fase (retardo) determinada entre dos estados ortogonales de polarización de la luz que los atraviesa. Los retardadores convencionales consisten en láminas de material birrefringente (cuarzo, calcita) con un retardo nominal (normalmente un cuarto o media onda) y con unas orientaciones de los ejes ópticos constante. En este Proyecto se intentan desarrollar ROCLIs que permitan trabajar con elementos donde se puede variar el retardo a través de la onda modulada que alimenta los electrodos de los ROCLIs.

Se trata de una colaboración entre el IAC y la empresa TECDIS Displays Ibérica, S.A. financiada al 60% por PROFIT.

### Algunos resultados relevantes

- 7 de enero: Recepción de los prototipos iniciales I en el IAC.
- 15 de enero: Incorporación de P. Herrero Sinovas, ingeniera de electrónica, al equipo para realizar las pruebas de verificación de los ROCLIs.
- 5 de febrero: Reunión con TECDIS en Valladolid para resolver el tema de fabricación de ROCLIs con placas pequeñas de Fused Silica.
- 24 de mayo: Recepción de un primer lote de prototipos II (6 piezas) e inicio de la caracterización de los mismos.
- 5 de junio: Reunión de seguimiento (audio conferencia) con TECDIS.
- 25 de agosto: Presentación sobre los ROCLIs en el Congreso de SPIE en Hawai (EEUU).
- 9 de septiembre: Recepción y caracterización del segundo lote de los prototipos II e inicio de la caracterización de los mismos.
- 10 de septiembre: Se acuerda de palabra con el CDTI una prórroga del plazo de ejecución del Proyecto hasta el 30 de abril del 2003.
- 18 de octubre: Reunión de seguimiento (audio conferencia) con TECDIS.
- 31 de octubre: Finalización del contrato de P. Herrero; se incorpora N. Arteaga para continuar el trabajo de caracterización de los ROCLIs.

- 11 de diciembre: Reunión con TECDIS en Valladolid para acordar especificaciones detalladas de los ROCLIs III.

- 20 de diciembre: Se formaliza por escrito la petición de prórroga del plazo de ejecución del Proyecto hasta el 30 de abril del 2003, incluyendo la consecuente modificación del presupuesto.

### **Evolución del Proyecto**

El Proyecto ha pasado satisfactoriamente por las fases planificadas de producción y caracterización de los prototipos I y II. El mayor espesor de los sustratos de los prototipos II ha causado problemas en la aplicación de los procedimientos habituales de producción en TECDIS. Estos problemas se han solucionado desarrollando un proceso manual de fabricación de los ROCLIs. Como consecuencia, el Proyecto ha sufrido un retraso no recuperable. Esta situación se solucionó negociando con el CDTI una prórroga del plazo de ejecución del Proyecto hasta finales de abril 2003. Durante el año 2002 se procedió con las pruebas de caracterización de los prototipos II y se cerraron las especificaciones de los ROCLIs III. Los resultados de las pruebas de verificación se presentaron en el congreso SPIE en Hawaii (EEUU) y serán publicados en los proceedings.

*Banco óptico para caracterización de los ROCLIs.*



*Prototipo II montado para pruebas de caracterización.*

## **SCIDAR (SCINTILLATION DETECTION AND RANGING) Y SENSOR DE FRENTE DE ONDA TIPO SHACK-HARTMANN (313586)**

**J. Jiménez Fuensalida.  
C. Högemann, J. M. Delgado, M. Verde, J.M. Rodríguez y M. Reyes.**

### **Introducción**

La caracterización de la calidad de los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos es 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 de los Observatorios. El SCIDAR es un instrumento que permite medir perfiles de turbulencia atmosférica, mediante la observación de estrellas binarias. El concepto se basa en la observación de la luz de la binaria en la pupila del telescopio. La distribución de intensidad de la pupila se ve afectada por las capas turbulentas de la atmósfera que atraviesa la luz. Dicha distribución de intensidad no está correlada, salvo para aquellas componentes de la imagen formadas por rayos de luz provenientes de las dos fuentes y que han pasado por la misma zona de una capa turbulenta. El cálculo de las autocorrelaciones de las imágenes de pupila proporciona directamente la información de localización en altura de las capas de turbulencia, por simple geometría. Las correlaciones cruzadas entre imágenes consecutivas permite detectar el movimiento de las capas turbulentas y, por lo tanto, las velocidades de las mismas.

### **Algunos resultados relevantes**

- 18 de febrero: Comienzo oficial del Proyecto.
- 3 de abril: Cierre de los requerimientos de software del DAQ del SCIDAR.
- 12 de mayo: Finalización de la fabricación de la estructura mecánica.
- 5-6 de junio: Primer período de observación en el telescopio TCS.
- 16-23 de octubre: Primer período de observación en el telescopio JKT, del ORM.

### **Evolución del Proyecto**

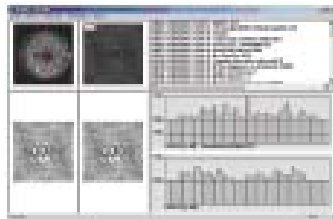
A lo largo de los meses de febrero y marzo se realizó el diseño del prototipo mecánico, disponiéndose de todos los elementos del prototipo en mayo, para su integración en el Laboratorio de Óptica. A su vez, a finales de marzo se inició el desarrollo del software de adquisición de datos, desarrollo cuya primera versión se realizó en tiempo récord entre abril y mayo, para disponer de un sistema completo de cara a la primera observación en el telescopio TCS los días 5 y 6 de junio. En paralelo el Servicio de Mantenimiento Instrumental modificó y adaptó el antiguo sistema de guiado del telescopio TCS para ser utilizado para el SCIDAR.

A lo largo de la segunda mitad del año se realizaron campañas de medida rutinarias (tres cada dos

# INSTRUMENTACION INFRARROJA

meses) en el telescopio TCS, así como mejoras en el sistema, tanto mecánicas como de software, de cara a simplificar los procedimientos de instalación y alineado del instrumento y facilitar su uso. Se estableció contacto con el ING en el ORM para elaborar el diseño de la interfase para la instalación del SCIDAR en el telescopio JKT, donde se realizaron dos campañas de medida en octubre y noviembre.

La cantidad de datos conseguidos a lo largo del año ha sido muy alta. Sin embargo, aunque el procesado preliminar de los datos almacenados permite identificar la presencia y localización de las capas turbulentas, hubo dificultades en la extracción de los primeros resultados de perfiles de intensidad de la turbulencia ( $C_n^2$ ), que no se consiguieron hasta finales de año debido fundamentalmente a la complejidad del código de reducción de datos.



*Vista de la interfase gráfica de la primera versión del sistema de adquisición de datos del SCIDAR, donde se muestra la imagen de pupila, las autocorrelaciones acumuladas, las correlaciones cruzadas y perfiles de la pupila.*

## EXPLOTACION CIENTIFICA DEL INSTRUMENTO LIRIS (3I1202)

**A. Manchado.**

**J.A. Acosta Pulido, J. Carrillo, F. Prada, M. Barreto, E. Ballesteros, V. Sánchez, F. Tenegi, E. Hernández, N. Sosa, H. Moreno, R. López, E. Cadavid, L. Peraza y J.M. Delgado.**

### Introducción

LIRIS es un espectrógrafo infrarrojo de rendija larga y resolución intermedia, que se construye y prueba en el IAC. LIRIS está diseñado para operar en el foco Cassegrain del telescopio WHT, en el ORM. La primera luz en el telescopio, operando en modo imagen y espectroscopía, está prevista para febrero de 2003.

LIRIS trabajará en el rango de 0.9 a 2.4 micras. Además de los modos de operación similares a los demás espectrógrafos infrarrojos de última generación, tendrá modos únicos como espectroscopía multiobjeto, coronografía y polarimetría. Esto permitirá abordar proyectos de investigación punteros, como por ejemplo la búsqueda de exoplanetas y de galaxias con alto desplazamiento al rojo.

Principales características de LIRIS:

- Detector Hawaii de 1024x1024 pixels (Rockwell)
- Escala de imagen: 0.25 arcsec/pixel
- Longitud de la rendija: 4.2 arcmin
- Resolución espectral de 1000 y 3000 entre 0.95 y 2.4 micras usando grismas
- Capacidad de hacer imagen sobre todo el campo (4.2 arcmin)
- Capacidad de espectroscopía multiobjeto en un campo de 2 x 4.2 arcmin
- Capacidad de espectropolarimetría
- Coronografía con máscaras de apodización

MEMORIA  
IAC 2002

101

### Algunos resultados relevantes

*Enero-junio:* Integración (en el criostato de LIRIS) del mecanismo de rueda de rendijas, colimador, los mecanismos de las ruedas centrales (ruedas de filtros 1 y 2, rueda de grismas y rueda de pupilas) y rueda de cámaras. Verificación de la funcionalidad de los mecanismos y de la alineación del colimador y la cámara utilizando una ventana auxiliar en el criostato de LIRIS.

*Julio:* Integración del detector de ingeniería. El 31 de julio primera luz en laboratorio con el detector de ingeniería.

*Octubre:* Integración de los grismas, verificación de la calidad óptica tanto en modo imagen como modo espectroscópico.

### **Evolución del Proyecto**

El 2002 ha sido el año de la integración de los diferentes subsistemas en el criostato de LIRIS para ir formando el instrumento. La integración se ha realizado en tres etapas definidas por los tres ciclados que se realizaron para ir verificando en frío la funcionalidad de lo integrado.

En el primer ciclado se integraron la rueda de entrada (rendijas), el colimador, las ruedas centrales (ruedas de filtros, grismas y pupilas), la rueda de cámaras, un retículo en la posición del detector (en eje óptico) y un simulador del detector con el multiplexor fuera de eje óptico.

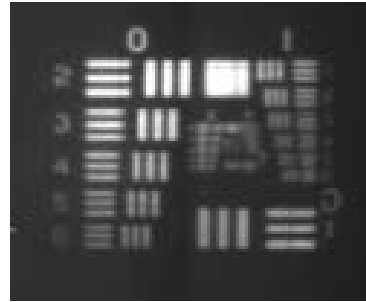


*Figura 1. Vista de los elementos integrados en el banco óptico para el primer ciclado.*

Utilizando una ventana auxiliar definida para tal fin en el criostato de LIRIS y diferentes elementos de calibración (retículos integrados en las ruedas, retículo en la posición del detector, etc.) se caracterizó el eje óptico del instrumento y los diferentes mecanismos.

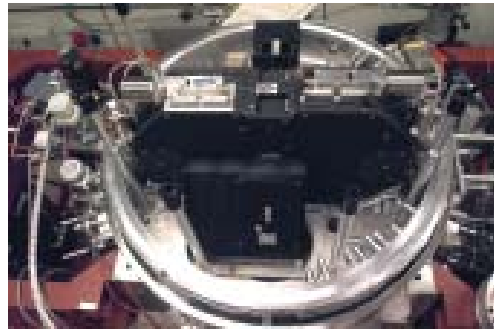
En la Figura 2 se puede ver imagen del USAF (en la rueda de entrada), a través del filtro J (en rueda de filtros 1) focalizado por la cámara de LIRIS sobre el retículo en la posición del detector (líneas de cuadrícula que se ven en las partes blancas) y tomadas desde el exterior (a través de la ventana auxiliar) con una cámara infrarroja. Tamaño USAF 20 MM lado reducido x 0.3 y aumentado en 5/4 sobre la CIR, reenfoque a mano y Pixel de la CIR 128um.

El sistema de adquisición se pudo probar a 67 K, en el primer ciclado, utilizando el multiplexor ubicado en el interior de LIRIS, pero fuera del eje óptico.



*Figura 2. Imagen del USAF obtenida en ciclo uno a través de la ventana auxiliar.*

En el segundo ciclado, al abrir el criostato, se realizaron pequeños ajustes finos de posicionado, se cerró la ventana auxiliar, se ubicó el módulo del detector en su posición final (en eje óptico) (Figura 3), con el detector de ingeniería, y se aumentó el número de capas de aislante en el escudo de radiación para mejorar la temperatura del banco óptico.



*Figura 3. Vista del módulo del detector, rueda de cámaras y módulo de ruedas centrales integrados en el banco óptico (segundo ciclado).*



*Figura 4. Vista del colimador y las ruedas centrales integrados en el banco óptico.*

El 31 de julio, LIRIS vio su primera luz en laboratorio con el detector de ingeniería.

En el tercer ciclado, se integraron los grismas (Figura 5) y se aumentó el número de capas de aislante MLI (Multi Layer Isolation) en el escudo de radiación (Figura 6) alcanzándose una temperatura de 90 K en el banco óptico al enfriar. Se verificó la calidad óptica tanto en modo imagen como espectroscópico (Figura 7).



Figura 5. Detalle de un grisma integrado en la rueda de grismas.

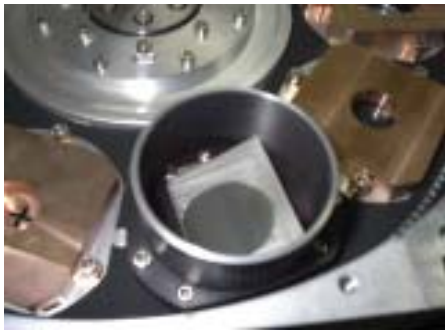


Figura 6. Vista del "escudo de radiación".

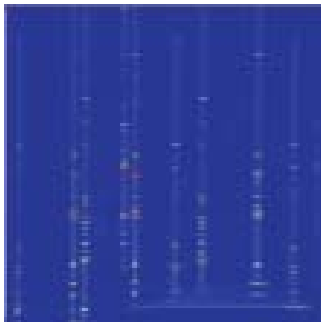


Figura 7. Espectro multi-rendija obtenido en laboratorio.

En cuanto a la explotación científica de LIRIS, se ha construido una muestra de galaxias a desplazamiento al rojo intermedio que serán observadas con LIRIS dentro del tiempo garantizado. Se persigue determinar la Tasa de formación estelar (SFR) para comparar con los modelos jerárquicos de formación de galaxias.

Dentro del Proyecto del estudio de las propiedades físicas de las galaxias satélites, se ha conseguido, por primera vez, caracterizar con una simple relación dada por la razón masa-luminosidad, la metalicidad y el brillo superficial todas las galaxias del grupo local independientemente de su tipo morfológico o historia de formación estelar. Esta relación se ha denominado la "Línea Fundamental de Galaxias

Satélites". En resumen, cualquier galaxia dominada por materia oscura, tendrá un bajo brillo superficial y será pobre en metales. Esto tiene gran relevancia para entender el proceso de formación de galaxias.

La explotación científica de los datos del Sloan Digital Sky Survey (SDSS) permitió obtener estimaciones de las masas de galaxias por dos métodos diferentes, la dinámica de galaxias satélites y el *weak-lensing*. Por primera vez ambas estimaciones de masa han sido comparadas y se ha sido capaz de obtener la razón de escala para la relación masa-luminosidad.

## EMIR: UN ESPECTROGRAFO MULTIOBJETO INFRARROJO PARA EL GTC (4E0502)

F. Garzón.

**Colaboradores del IAC: J. Patrón, A. Villegas, A.B. Fragoso, A. Manescau, F. Gago, F.J. Fuentes, J. Pérez, J. C. López, J. J. Díaz, M. Balcells, M. Prieto, P. López, P. Redondo, S. Correa, S. Barrera y V. Sánchez.**

R. Guzmán (Univ. de Florida, EEUU); J. Gallego, N. Cardiel, J. Gorgas, J. Zamorano y A. Serrano (UCM, Madrid); R. Pelló, F. Beigbeder y S. Brau-Nogue (LAOMP, Francia); D. Robertson, G. Dodsworth y P. Luke (Univ. de Durham, Reino Unido).

### 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 GTC. Las prestaciones del instrumento quedan resumidas en la siguiente lista:

- Estación Focal Nasmyth
- Rango espectral: 0.9 - 2.5  $\mu\text{m}$
- Resolución espectral:  $\approx 3500$  (K),  $\approx 4000$  (Z, J y H)
- Cobertura espectral: Una ventana de observación en Z, J, H o K
- Formato del detector: 2048 x 2048 pixeles de Rockwell
- Escala en el detector:  $>0.2$  "/pixel
- Temperatura del espectrógrafo: 77 K
- Campo de visión: 6x6 arcmin (modo imagen), 6x4 arcmin (espectroscopía)

EMIR será un instrumento único en su categoría al proporcionar capacidad de espectroscopía multi-rendija y de imagen en un gran campo, en un telescopio de 10 m de apertura. En particular, la

capacidad de realizar espectroscopía multi-objeto en la banda de  $2.2\mu\text{m}$  abrirá campos de investigación únicos a la comunidad de astrónomos usuarios del telescopio GTC.

El proyecto científico principal que dirige el desarrollo de este instrumento es 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. Dadas las características espectrofotométricas de estas galaxias jóvenes, EMIR está especialmente indicado para fuentes débiles: galaxias débiles, estrellas de baja masa, enanas marrones, supernovas distantes, poblaciones estelares en galaxias externas resueltas, regiones HII y objetos en regiones oscuras por el polvo (núcleos galácticos, objetos estelares jóvenes y galaxias vistas de canto). En cualquier caso, EMIR es un instrumento de uso común en el telescopio GTC, por lo que su diseño debe permitir su uso en una amplia variedad de programas científicos.

EMIR se lleva a cabo por un equipo de instituciones nacionales e internacionales con experiencia en instrumentación infrarroja, liderados por el IAC: la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Midi-Pyrénées (LAOMP, Francia), el Grupo de Instrumentación Astronómica de la Universidad de Durham (Reino Unido) y el Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Marsella (Francia).

### Algunos resultados relevantes

*Febrero:* Firma del contrato con la Universidad de Durham (Reino Unido) para el desarrollo del Diseño Preliminar de la Unidad de Máscaras de EMIR. Primeros resultados del multiplexor en frío.

*Mayo:* Firma del contrato con la empresa CSEM (Suiza) para el desarrollo de un estudio de viabilidad de la Unidad Configurable de Rendijas.

*Julio:* Revisión de Diseño Preliminar de la óptica de EMIR. Firma del contrato con la empresa Jobin-Yvon (Francia) para la fabricación de unas muestras del material del elemento dispersivo de resolución media-alta para EMIR.

*Octubre:* Revisión intermedia del Proyecto por GRANTECAN S.A.

*Diciembre.* Petición de fondos PROFIT y PNAYA 2003 para el desarrollo de las fases siguientes a la PDR del próximo marzo de 2003 del proyecto EMIR.

### Evolución del Proyecto

Durante la primera mitad del año se ha completado el diseño preliminar de la óptica de EMIR, cuyos resultados se evaluaron durante la PDR óptica (1 de julio). Los resultados de la misma fueron bastante satisfactorios, concluyendo que el sistema era viable pero sugiriendo algunas mejoras al mismo: simplificación del diseño tanto en tamaño como en materiales de los componentes ópticos y reducción del tamaño de los filtros. Se ha actualizado el concepto con estos cambios, afinándose las especificaciones de los componentes ópticos y estableciéndose un contacto más directo con los proveedores.

Se ha actualizado al mismo tiempo el análisis del presupuesto de errores optomecánicos para calidad de imagen y el presupuesto de movimiento de imagen.

En mecánica se ha trabajado en el desarrollo del Diseño Preliminar de todos los subsistemas y mecanismos (2 ruedas de filtros y elementos dispersivos, y un mecanismo de desplazamiento lineal en 2 ejes para el detector - enfoque y compensador de movimiento de imagen). El instrumento, completamente rotante, sobrepasa los límites de peso del rotador del telescopio, por lo cual se usará un segundo rodamiento de apoyo en la parte posterior del mismo. Se ha avanzado mucho en el análisis estructural de la base fría y el criostato y, hasta octubre de 2002 se han mantenido dos conceptos, uno para la Unidad de Máscaras desarrollada por la Univ. de Durham, y otro para la Unidad Configurable de Rendijas desarrollada por CSEM. Se dispone en la actualidad de un modelo 3D prácticamente completo del instrumento.

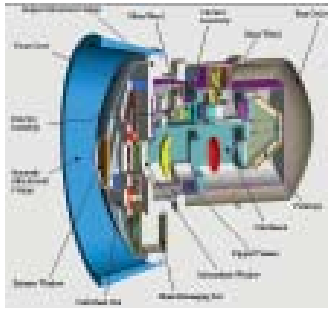
En control se ha avanzado en el desarrollo de prototipos de software para el sistema de adquisición de datos, el simulador y el sistema de reducción de datos. El resto del trabajo se ha centrado en la elaboración de especificaciones y documentación relativa a las herramientas de software compatibles con el sistema de control del telescopio GTC.

### Ciencia

Durante este año se ha continuado asimismo con la elaboración del cartografiado profundo COSMOS, que constituye el programa científico principal de EMIR. Este mapa cubrirá un área de 0.5 grados cuadrados en las bandas UBVR1JK. Actualmente, contemplamos dos áreas dentro del proyecto global del cartografiado, cada una con diferente sensibilidad: un mapa profundo con magnitudes límite  $K=J=22$ ,



U=B=V=R=I=26; y otro aproximadamente una magnitud más brillante. La combinación de área y sensibilidad hacen a este mapa único entre los cartografiados en K, lo que permite una buena estadística de cuentas de galaxias en el rango de magnitud K~20. Las observaciones se llevan a cabo con INGRID en el telescopio WHT y como OMEGA PRIME en el telescopio 3,5 m de CAHA.



Modelo 3D de EMIR mostrando sus principales subsistemas.

Imagen tomada con el multiplexor de EMIR en el sistema de Pruebas del IAC.



## EMIR: BANCO DE PRUEBAS DE DETECTORES (411900)

F. Garzón.

F. Gago, J. Patrón y J.J. Díaz.

F. Beigbeder (LAOMP, Francia).

### Introducción

El detector de EMIR, HAWAII-2 de Rockwell, se trata de un detector diseñado para el infrarrojo cercano (0.9 - 2.5  $\mu\text{m}$ ) con un formato de 2048 x 2048 píxeles. Es un detector relativamente nuevo y que se ha puesto en marcha (o está en proceso) en muy pocos instrumentos hasta el momento. El desarrollo del sistema de control y la caracterización de este detector son tareas lo suficientemente complicadas como para constituir por sí solas un proyecto con entidad propia. Por esta razón GRANTECAN S.A. ha contratado este trabajo al IAC en el marco del Proyecto EMIR, cuyo interés es el uso de este tipo de detectores.

Para llevar a cabo la caracterización del detector es necesario operar el mismo a la temperatura de trabajo, 77 K, por lo cual se ha diseñado y fabricado un sistema de pruebas para vacío y criogenia, consistente en un criostato con sistema criogénico de ciclo cerrado de He, y una base de soporte con la fan-out del detector, una rueda de filtros y aperturas y un sistema de bafleado.

El trabajo se ha llevado a cabo además con la colaboración de personal del Laboratorio de Astrofísica del Observatorio de Midi-Pyrenees (LAOMP, Francia).

### Algunos resultados relevantes

*Febrero:* Primeros resultados del multiplexor en frío.

*Marzo:* Primeros resultados del detector de ingeniería en frío.

*Junio:* Presentación de los primeros resultados en el congreso de detectores en Hawai (EEUU).

*Agosto-septiembre:* Pruebas del detector científico y primeros resultados.

*Noviembre:* Pruebas finales y caracterización completa del detector.

*Diciembre:* Cierre del contrato con GRANTECAN S.A.

### Evolución del Proyecto

Tras unas reformas del sistema de pruebas en el mes de enero, se tomaron las primeras imágenes en frío con el multiplexor. Inmediatamente se instaló el detector de ingeniería y se tomaron las primeras imágenes en frío.

Posteriormente se llevaron a cabo una serie de pruebas tanto para la caracterización del detector de ingeniería como para el refinado del propio sistema de pruebas, con la idea de tener el sistema listo y libre de posibles problemas para las pruebas del detector científico.

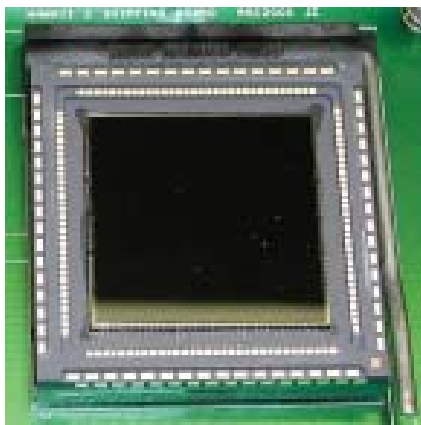
En junio se presentaron los primeros resultados de la caracterización del detector de ingeniería en el congreso de detectores en Hawai (EEUU) "Workshop on Scientific Detectors for Astronomy".

Durante los meses de julio y agosto se instaló el detector científico y se tomaron las primeras medidas de caracterización del detector.

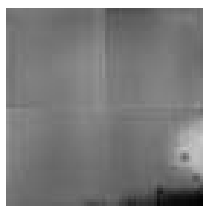
Tras algunos reajustes finales del sistema de pruebas se tomaron los valores finales que permitieron dar los siguientes valores de caracterización del detector científico:

- Ruido de lectura:  $13 e^-$  para CDS
- Ganancia:  $2,72 e^-/ADU$
- Profundidad de pozo:  $135.000 e^-$
- Profundidad de pozo con linealidad de  $\pm 2\%$ :  $110.000 e^-$
- Corriente de oscuridad (1ª hora):  $0,35 e^-/s$
- Corriente de oscuridad (4 horas): de  $0,26$  a  $0,53 e^-/s$
- Píxeles defectuosos (fríos, calientes o muertos):  $0,05 \%$
- Ritmo máximo de píxeles por canal:  $140 \text{ KHz}$

Posteriormente se elaboró la documentación final de contrato que quedó cerrado.



*Primer plano del detector científico HAWAII-2 de Rockwell.*



*Imagen tomada con el detector de ingeniería HAWAII-2 durante las pruebas de caracterización.*

MEMORIA  
2002 IAC

106

## **FIN: NUEVO FOTOMETRO INFRARROJO (3I1101)**

**A. Ocoz, E. Cadavid, T. Viera, E. Páez, A. Manescau, M. Verde, J. Morrison, J.J. González, J. García Velázquez, P. Ayala, V. Saavedra y J.Z. González.**

## **Introducción**

Durante el año 2002 siguieron los trabajos del nuevo fotómetro infrarrojo que sustituirá el viejo CVF en el telescopio TCS.

Las características del nuevo fotómetro son:

- Rueda de filtros con posibilidad de montar hasta 19 filtros
- Rueda de aperturas con cuatro posiciones correspondientes a  $5''$ ,  $10''$ ,  $15''$  y  $20''$ . Dispone también de dos posiciones abiertas y dos cerradas
- Óptica más sencilla
- Nuevo criostato con mayor capacidad de nitrógeno en los depósitos y con mejor acceso a los diversos componentes para su mantenimiento
- Nueva estructura del software basada en programación orientada a objeto y en la utilización de CORBA y JAVA. La interfaz de usuario será más amigable que la actual y con utilidades como enfoque automático, control del telescopio y una mayor posibilidad de manejo de los parámetros durante la observación
- Nueva electrónica de detección incluyendo el cambio del detector por uno con mejores prestaciones que el actual. La nueva electrónica debe aumentar la inmunidad frente al ruido y posibilitará la utilización de fibra óptica en la transmisión de datos
- Por medio de un PC se controlarán la electrónica de detección, el chopper y los mecanismos (rueda de filtros y rueda de aperturas)

## **Algunos resultados relevantes**

A lo largo de 2002 se destacan los siguientes:

- Término de diseño detallado, fabricación y la integración optomecánica.
- Comprobación del funcionamiento de los mecanismos en condiciones criogénicas.
- Diseño detallado y fabricación de la electrónica de detección y control.
- Pruebas preliminares con la electrónica de detección al nivel de telescopio.
- Desarrollo del software de control de mecanismos y su comprobación en condiciones reales.
- Desarrollo del software básico de alto nivel para las pruebas.

# ASTROFISICA DESDE EL ESPACIO

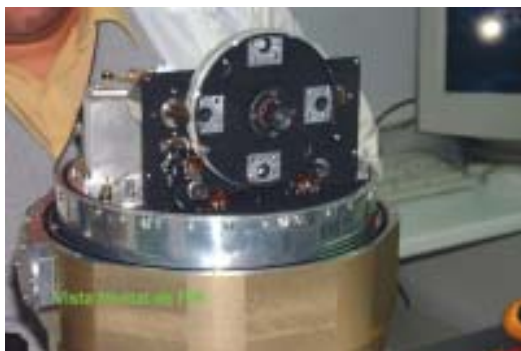
## Evolución del Proyecto

A lo largo del año 2002 se finalizó todo el diseño y fabricación mecánica que incluyó la fabricación de un nuevo cuerpo de criostato. En este apartado a finales de año se completó la integración de todos los componentes y la comprobación de su funcionamiento obteniendo resultados satisfactorios en las pruebas de repetibilidad de posicionado de los mecanismos.

En diciembre se realizaron pruebas en laboratorio y en la tercera semana de ese mismo mes, se instaló el fotómetro en el telescopio para unas pruebas preliminares, con toda la electrónica de detección y de control de mecanismos (menos el chopper) sin software de adquisición funcionado. Durante las pruebas iniciales, utilizando el aro de luces en el secundario se empezaron a obtener resultados alentadores. Desgraciadamente durante los ajustes dejó de funcionar el sistema por producirse la rotura del detector. En los primeros meses del próximo año se reanudarán dichas pruebas, esperando que quede operativo para el mes de mayo.



Vista lateral (arriba) y frontal (abajo) de los mecanismos de FIN.



## PARTICIPACION DEL IAC EN LAS MISIONES ESPACIALES HERSCHEL Y PLANCK SURVEYOR (4E3702)

### Misión HERSCHEL

#### - Instrumento PACS

J. Cepa Nogué.  
R. Abreu, M. Amate, H. Chulani, A. Diaz, T. Filipova, M.F. Gómez Reñasco, J.M. Herreros y A. Obrado.

#### - Instrumento Spire

I. Pérez Fournon.  
J.M. Herreros.

### Misión PLANCK SURVEYOR

#### - Instrumento LFI

R. Rebolo.  
R. Abreu, M. Amate, H. Chulani, A. Diaz, T. Filipova, M.F. Gómez Reñasco, J.M. Herreros, R. Hoyland y A. Obrado.

## 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. Realizarán sus observaciones con satélites diferentes, 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 para el año 2007.

HERSCHEL es una misión tipo observatorio multiusuario que explorará el espectro electromagnético en el rango 60-670 micras (480 GHz – 5 THz). Se trata de la cuarta misión "piedra angular" en el programa Horizon 2000, seleccionada en noviembre de 1993. Por consiguiente, constituye un proyecto considerado de la máxima importancia para la ESA y por tanto, para la investigación astrofísica en Europa (así fue ratificado por el ejecutivo de la ESA en las conclusiones de su reunión del 3 de julio de 1998 en París, Francia).

En 1996, el Proyecto PLANCK fue seleccionado como la tercera misión de tamaño medio del programa Horizon 2000. Es del tipo IP (Investigador Principal), de exploración del cielo. Su objetivo 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. El FCM contiene información privilegiada sobre las condiciones del Universo en instantes muy cercanos a su origen, sobre su geometría y sus constituyentes primordiales.

#### *Participación del IAC*

Estas misiones representan un enorme paso en la exploración del Cosmos que ha de conducirnos a una mejor comprensión de algunos de los problemas más interesantes que tiene planteados la Astrofísica. En particular, los datos que recogerán los instrumentos a bordo de estos satélites han de permitir estudiar con una precisión sin precedentes el origen y evolución del Universo en sus etapas más tempranas, la formación de las primeras galaxias, la generación de energía en sus núcleos, los procesos de formación de estrellas, la evolución estelar y el origen y existencia de sistemas planetarios alrededor de otras estrellas. 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 del presente Proyecto son miembros, desde hace más de ocho 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 suministrará al Consorcio del instrumento LFI de PLANCK el equipo electrónico REBA (Unidad de Procesado, Compresión y Control) y su software asociado, tanto el de bajo nivel como el de la aplicación científica. Además, el IAC, realiza el diseño del conmutador de fase, y el diseño, fabricación y pruebas de los híbridos de los radiómetros de 33 y 44 GHz. Por otra parte participa en el DPC del LFI (Centro de Control del Instrumento).

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). Además, en PACS, suministrará el equipo electrónico SPU (Unidad de Procesado y Compresión de Datos), así como el software de a bordo de bajo nivel asociado.

#### *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, procesamiento 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 que vigilará el estado de funcionamiento del equipo REBA. Una unidad de alimentación que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas del REBA. El software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software" y alto nivel "application software", así como un conjunto de librerías de funciones. 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 del satélite.

El equipo electrónico SPU consiste en dos sofisticadas unidades de procesamiento 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. 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. Una unidad de adquisición de datos pasiva que permitirá de forma remota vigilar el estado de funcionamiento del equipo electrónico SPU. Una unidad de alimentación que adaptará el suministro de potencia del satélite a las necesidades específicas de la SPU. El software de vuelo de bajo "Start-up o Boot software", así como un conjunto de librerías de funciones.

#### *El plan de desarrollo del Proyecto*

La definición del plan de desarrollo del Proyecto ha estado condicionada por las características de las misiones, de las especificaciones técnicas y de programación de los instrumentos y del satélite, de los costes y de los recursos económicos disponibles.

Así pues, las características esenciales que constituye el plan de estos equipos son: El desarrollo global se ha dividido en cuatro fases, cada fase concluye con la entrega de un equipo y su software de bajo nivel asociado que cumple con las especificaciones acordadas al inicio de la fase. El diseño y desarrollo de los equipos se realiza en las fases I y II. La fase III tiene como principal objetivo el calificar el diseño hardware y software para el vuelo, a través de un proceso de verificación y validación, tanto del hardware como del software, que consiste en someter a un equipo, representativo de los dos (estructura SPU y funcionalidad REBA), a una campaña de ensayos ambientales, que incluye vibraciones, ciclados térmico en condiciones de vacío, compatibilidad electromagnética, etc. Si se concluyera con éxito la fase III, lo cual significaría que ambos equipos serían aptos para volar, se procedería con la fase IV, que consiste básicamente en la fabricación de los modelos de vuelo.

A continuación se resume estas cuatro fases que constituye el plan de desarrollo de los equipos REBA y SPU:

- 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: 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. Aprovisionamiento de ASICs con calificación espacio.

En paralelo y de forma relacionada con estas cuatro fases se desarrolla el software de vuelo de alto nivel, o de la aplicación científica, que sigue un modelo de desarrollo conforme a las normas ESA. Asimismo

el equipo de apoyo EGSE, hardware y software, 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**

Finalizadas las fases I y II: Diseño, desarrollo y entrega al IAC de los modelos de ingeniería y aviónicos de los equipos REBA de LFI de PLANCK y SPU de PACS de HERSCHEL.

Definido el alcance técnico y económico de las fases III y IV.

Entregado el modelo de ingeniería del equipo SPU al consorcio PACS.

Revisión de diseño IBDR (Instrument Baseline Design Review) de PACS, en febrero.

Primera parte de la revisión de diseño IBDR de LFI, en julio.

Realizada la integración preliminar de los equipos REBA y SPU en sus sistemas EGSE (Electrical Ground Support Equipment) correspondientes.

Instalado e integrado el simulador del satélite desarrollado por el Instituto RAL (Reino Unido).

Especificado, diseñado y desarrollado un sistema de comunicaciones serie de alta velocidad (200 Mbps) simulador del sistema de adquisición de datos del instrumento LFI (Ver imagen).

Finalizado el módulo de comunicaciones del software de a bordo.

### **Evolución del Proyecto**

El Proyecto PACS avanza en línea con el programa de tiempos establecido aunque con leves retrasos. EL LFI se desarrolla con dificultades debido a los problemas financieros por los que atraviesa la contribución italiana, que hace prever la posible eliminación del canal de 100 GHz. En el año se celebraron las revisiones de diseño IBDR de ambos instrumentos. El LFI dividió la revisión en dos partes, la segunda dedicada específicamente a temas programáticos y al sistema de refrigeración tuvo que ser pospuesta a principios de 2003. Se negocia con la ESA la modificación de la filosofía de los modelos del instrumento así como un posible retraso de estos. La fecha de lanzamiento no sufre cambios, por lo cual sigue siendo 2007.

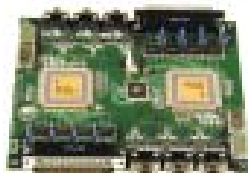
Se han ejecutado íntegramente los dos primeros contratos licitados a CRISA, habiéndose hecho entrega al IAC de los equipos EMs y AVMs por lo que se dan por finalizadas las fases I y II anteriormente descritas. Se prevé que la fase III se inicie a principios de 2003 y finalice a finales de año. La fase IV se espera que comience en otoño de 2003 y concluya a mediados de 2004.

El software de vuelo de la aplicación, en fase de codificación y de pruebas unitarias, continua su curso. El equipo de apoyo EGSE se encuentra bastante avanzado, tanto el equipo hardware como el software.

El sistema que simula las interfases de comunicaciones de alta velocidad basadas en la norma IEEE-1355 de la unidad de adquisición de datos DAE del LFI fue especificado y desarrollado en el IAC. Finalmente se fabricaron y probaron dos equipos electrónicos a una velocidad de 120 Mbps.

En relación con el equipo, T. Filipova dejó el Proyecto a mediados de año y M. Amate se incorporó como responsable de Calidad.

*Tarjeta de comunicaciones serie de alta velocidad que simula la interfaz del equipo DAE del LFI. Desarrollada y fabricada en el IAC, cumple con la norma IEEE-1355 y está basada en el dispositivo SMCS-332.*



## **OPERACIONES DE COMUNICACION OPTICA CON LA OGS (OPTICAL GROUND STATION) (4E1401)**

A. Alonso, C. Abajas, P.A. Ayala, L.F. Domínguez, J.E. García, J.J. González, J.M. de Leon, P. López, J.A. Morrison, M. Reyes y V. Saavedra.

### **Introducción**

Actualmente las comunicaciones por satélite se basan fundamentalmente en el empleo de microondas ( $v \approx 10^9$  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 ( $v \approx 10^{15}$  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 las primeras fases de estudio. Es en este campo, donde cabe esperar que la OGS permita 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.

En lo que concierne a la Astronomía, el sistema de OGS proporcionará datos que contribuirán sin duda a refinar los modelos de la turbulencia atmosférica, con el consiguiente impacto sobre los sistemas de óptica adaptativa. En particular se podría intentar medir por primera vez y de forma simultánea el centelleo causado por la atmósfera tanto en el camino descendente (satélite-tierra) como en el ascendente (tierra-satélite).

### **Algunos resultados relevantes**

*Enero-abril:* Análisis de los resultados obtenidos durante los primeros enlaces OGS ↔ ARTEMIS.

*Mayo-junio:* Se realizó el entrenamiento anual del equipo de operaciones de la OGS para comunicaciones ópticas.

*Agosto-diciembre:* Pruebas de integración del sistema de apuntado y seguimiento de la estación para poder establecer enlaces con satélites en órbita no geoestacionaria.

*Septiembre:* Se identificó el problema de mal funcionamiento del sensor de seguimiento, se reparó y se procedió a calibrarlo en potencia para el

análisis de los enlaces. Se llevó a cabo con éxito un experimento de enlace óptico entre la OGS y el ORM, como detector se empleó el modelo de ingeniería de la cámara AMIE. El objetivo del experimento era doble. Por una parte verificar el solapamiento efectivo de los haces de comunicaciones de la OGS, y por otro, calibrar el modelo de ingeniería de la cámara AMIE con vistas al experimento de comunicación con el satélite SMART-1.

*Diciembre:* Comenzó el proceso de reparación del espejo terciario.

### Evolución del Proyecto

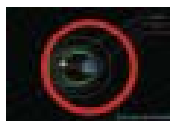
Entre los meses de marzo y junio se realizó la campaña anual de entrenamiento del equipo a cargo de las operaciones ópticas con la OGS. Se ha asistido al personal de la ESA en los trabajos de ajuste y calibración en los sistemas ópticos de la OGS durante sus visitas a la estación.

Desde abril se ha colaborado en el contrato IAC-ESA para la caracterización estadística de la turbulencia atmosférica en los enlaces ópticos tierra-espacio.

En septiembre se participó en una campaña de enlace óptico entre la OGS y un detector situado en el ORM, para estudiar el solapamiento de los cuatro haces de comunicaciones, y calibrar la cámara AMIE que se empleará en los experimentos de comunicación OGS-SMART-1.

A finales de año se comenzaron las labores de preparación de la estación con vistas al comienzo de operaciones en febrero de 2003.

*Diagrama general con las maniobras de aparcamiento de ARTEMIS en la órbita geoestacionaria. Durante 2002 se ha completado la fase de ascenso con los propulsores iónicos a una media de 15 km diarios (trayectoria roja).*



*Detalle del dispositivo experimental empleado en el enlace óptico OGS-ORM para calibración de la cámara AMIE y medida del solapamiento de los haces de comunicaciones de la OGS, que se realizó el 28/29 de septiembre de 2002.*

## CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE OGS (4E1701)

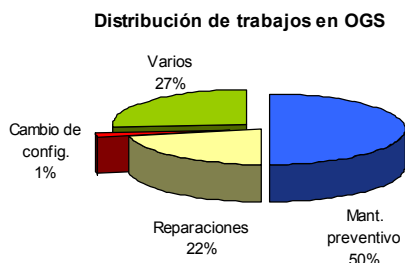
M. Reyes, A. Alonso, E. Cadavid, M. Verde, J. Morrison, J.J. González, J.E. García, P. Ayala, V. Saavedra y J.Z. González.

### Introducción

En el año 2002 el Servicio de Mantenimiento Instrumental siguió con las actividades de mantenimiento del telescopio como en los años anteriores. Este año no se realizaron operaciones con lo cual únicamente se hizo el entrenamiento anual previsto.

### Evolución del Proyecto

A OGS se dedicaron 315 horas a lo largo de 2002 distribuidas conforme a el Gráfico. En el apartado de reparaciones se reparó el Codificador de foco y el sensor de humedad de la estación meteorológica. En el apartado Varios están incluidas, básicamente, las horas de entrenamiento en la instrumentación del foco Coudé y finalmente hubo que realizar un cambio de configuración de Richey-Chretien a Coudé por solicitud de la ESA.



## OBSERVACION DE BASURA ESPACIAL (620597)

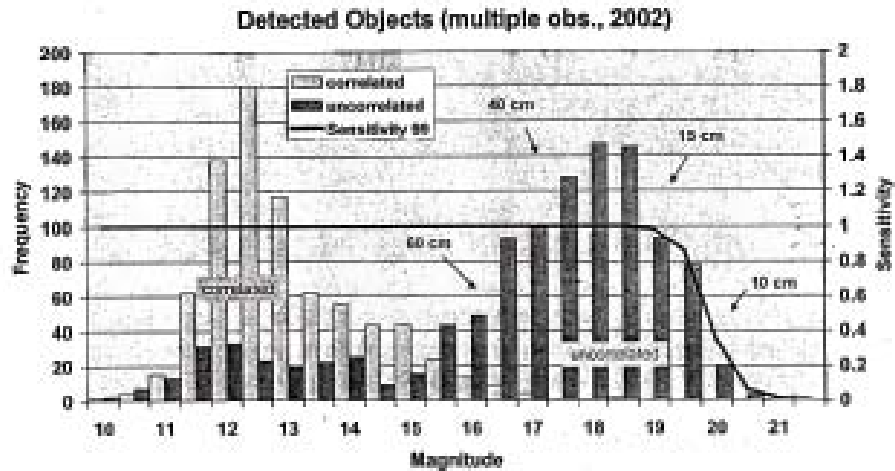
M. Serra-Ricart, J. de León y L. de Fátima.

### 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 geoestacionaria (GTO) con el telescopio OGS ubicado en el OT y que pertenece a la Agencia Espacial Europea (ESA).

Durante el año 2002 se desarrollaron con éxito las campañas de observación de la órbita de Transferencia (GTO). Las observaciones se han distribuido en 10 campañas seleccionadas, entre otros criterios, de forma que coincidan con el mayor número de noches con la luna nueva. De un total de 117 noches previstas se realizaron 88 observaciones con lo que el porcentaje de éxito es del 75,71%. Los resultados preliminares se muestran en la Figura.

Durante el mes de marzo se firmó en ESOC el tercer contrato de observación de basura espacial con un total de 150 noches de observación, mientras que en el mes de diciembre se dio por concluido el primer contrato de seguimiento de basura espacial en la órbita geoestacionaria (GEO).



Histograma de la magnitud absoluta (sin filtros y con un tiempo medio de exposición de 4 segundos) de los objetos detectados en las campañas de 2002. Objetos "Correlated" son aquellos que se encuentran en catálogos mientras que los "Uncorrelated" son objetos nuevos. La línea continua representa la sensibilidad del detector. Nótese como en el límite de detección (magnitud 20) el tamaño de los objetos es del orden de 10 cm de diámetro (Cortesía de la AIUB, Suiza).

## ARTEMIS LASER LINK FOR ATMOSPHERIC TURBULENCE STATISTICS (4E1002)

M. Reyes, A. Alonso, S. Chueca, P. López y J. Jiménez Fuensalida.

MEMORIA  
2002 IAC

Univ. Politécnica de Cataluña (UPC).

### 112 Introducción

Dentro del marco de las actividades de la OGS, la ESA lanzó en septiembre de 2001 una ITT para el estudio y modelado de las comunicaciones ópticas en el espacio a través de la atmósfera. El IAC y la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) prepararon una propuesta conjunta (con el IAC como "prime contractor") que fue la elegida por la ESA. El propósito es elaborar un modelo de turbulencia atmosférica que permita predecir las prestaciones de los enlaces láser bidireccionales tierra-espacio, y desarrollar los algoritmos de



Representación del modelado de los efectos de la turbulencia en el enlace ascendente. A las fluctuaciones del frente de onda esférico (centelleo en eje) se le añaden las debidas al comportamiento errático del haz (beam wander).

apuntado, adquisición y seguimiento de los terminales en órbita, para posteriormente realizar pruebas de comunicaciones con ARTEMIS y analizar el resultado de las mismas, de cara a validar y/o corregir el modelo teórico obtenido. También se prevé realizar pruebas de comunicaciones ópticas con otros dos satélites, el OSCAR-40 (AMSAT) y el SMART-1 (ESA).

Este estudio será válido para otras aplicaciones que utilicen haces láseres propagándose en la atmósfera, como es el caso de las estrellas guía artificiales para óptica adaptativa en Astrofísica.



## Algunos resultados relevantes

*Enero* (21-25): Presentación de los primeros resultados ARTEMIS-OGS en SPIE-Photonics West y en la NASA-JPL (EEUU).

*Marzo* (19): Kick Off Meeting en ESA-ESTEC (Países Bajos), con ESA y UPC, para la negociación y cierre del contrato Laser Link for Atmospheric Turbulence Statistics”.

*Julio* (2): Entrega por parte del IAC de los algoritmos de seguimiento integrados en OGS y Progress Meeting ESA-IAC-UPC en OGS.

*Septiembre* (26-27): SMART-1 camera (AMIE) Science Meeting en el IAC. Experimento entre islas, entre la OGS (OT) y la cámara AMIE, ORM (28).

*Octubre* (13): Entrega por parte de la UPC del Modelo del Enlace, y Progress Meeting ESA-IAC-UPC en Barcelona.

*Diciembre* (20): Entrega por parte del IAC de la primera versión del plan de pruebas.

## Evolución del Proyecto

El Proyecto comienza oficialmente a partir del 1 de abril, de acuerdo con la fecha establecida en el Kick Off Meeting (firma del contrato). A lo largo del primer trimestre del año se realizaron ya tareas enmarcadas dentro de este Proyecto, en concreto el desarrollo por parte del IAC del software y las pruebas necesarias para adaptar la OGS para realizar operaciones con satélites en cualquier órbita (OGS pointing algorithm development). La UPC fue subcontratada fundamentalmente como responsable del modelado teórico “Laser Link Performance Modelling”. La tarea se completó en septiembre, con un excelente resultado. La dificultad principal en la elaboración de los modelos radicaba en la caracterización del cambio de dirección del eje del haz (beam wander) en el enlace ascendente, ya que la falta de modelos en ese aspecto hizo necesario elaborar uno específico, para lo que se consideró dicho problema como un problema dual del movimiento de imagen (image motion) (fluctuaciones del ángulo de llegada - angle of arrival fluctuations) en el enlace descendente. Tras la reunión de revisión y aceptación del modelo con la ESA en octubre, el IAC desarrolló el plan de pruebas preliminar, que permitirá validar el modelo teórico experimentalmente, analizando las características de los diversos terminales ópticos involucrados en el experimento y sus capacidades de toma de datos para relacionarlas con los parámetros de entrada y salida del modelo.

## IMAX: UN MAGNETOGRAFO PARA SUNRISE (4E4302)

**V. Martínez Pillet.**

**M. Collados Vera, J.A. Bonet Navarro, I. Rodríguez Hidalgo, B. Ruíz Cobo y L. Jochum.**

### Introducción

IMaX (siglas de Imaging Magnetograph eXperiment) 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 novísima tecnología de C/SiC y su instrumentación posfocal. En el Proyecto participan Estados Unidos (a través de la NASA y dos institutos de investigación), Alemania (a través de la DLR y dos institutos de investigación, uno de ellos, el MPAe, 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.

IMaX será construido por un consorcio de cuatro instituciones españolas con amplia experiencia en la participación en proyectos espaciales como son el IAC como coordinadora, 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 la tecnología de retardadores ópticos basados en cristal líquido (ROCLs) que el IAC está desarrollando en colaboración con la empresa TECDIS Display Ibérica.

### Algunos resultados relevantes

*Marzo* (15): Entrega solicitud de financiación al Plan Nacional de Espacio.

*Agosto* (14-16): Reunión del consorcio SUNRISE en Boulder (Colorado, EEUU).

*Septiembre* (26): Concesión de la subvención solicitada para un año.

*Octubre* (1): Comienzo del Proyecto.

*Noviembre* (13): Reunión del Consorcio IMaX en Madrid. Reunión de seguimiento con SUNRISE en el MPAe (Lindau, Alemania) (26-27).

*Diciembre* (16): Entrega nueva solicitud de financiación al Plan Nacional de Espacio.

## Evolución del Proyecto

El Proyecto comenzó oficialmente el 1 de octubre del 2002. Antes de esta fecha, ya se había trabajado en el diseño conceptual del Instrumento. En agosto se celebró una reunión clave con todos los miembros de la misión SUNRISE en Boulder (Colorado, EEUU). Como un resultado de esta reunión se encauzó el importante tema de la distribución espectral y espacial de la luz del telescopio SUNRISE a cada uno de los instrumentos. El Consorcio IMAx sigue con el diseño conceptual del instrumento, teniendo en cuenta esta nueva interfaz óptica y mecánica, se planifica una reunión técnica de IMAx para principios del año 2003. A finales de diciembre se entrega una nueva solicitud de financiación del Proyecto al Plan Nacional de Espacio para garantizar su continuación después del 30 de septiembre del 2003.

Concepto del telescopio SUNRISE presentado en el encuentro de Boulder por la empresa Kayser-Threde.



Concepto de la barquilla presentado por NCAR en el mismo encuentro. Nótese los flotadores naranjas de la barquilla así como la posición horizontal de los paneles solares.

Concepto óptico de ImaX.



## CONMUTADOR DE FASE DE 180° EN MICROONDAS DE BANDA ANCHA (4E3301)

J. Burgos Martín y R. Hoyland.

### Introducción

En 1997 el IAC se unió a la misión del satélite PLANCK que la Agencia Espacial Europea lanzará al espacio en el 2007. La necesidad en tal Proyecto de un conmutador de fase de 180° de alto nivel en el instrumento de baja frecuencia (LFI) permitió que el IAC elaborase un nuevo diseño. Siguiendo estudios sobre la aplicabilidad comercial de este tipo de diseño el IAC lo patentó tanto en el ámbito nacional como internacional. Gracias a este dispositivo ha sido posible abrir la investigación sobre nuevos componentes de microondas y ondas milimétricas que pueden ser desarrollados a partir del mismo. Estos componentes una vez integrados constituyen la base de un innovador y versátil transmisor-receptor en ondas milimétricas.

Futuras generaciones de telecomunicaciones móviles operando a 38,48 y 60 GHz constituirán un mercado potencial para este tipo de circuitos.

Esquema del satélite PLANCK.



Status actual de la aplicación científica

Actualmente las entidades que gozan de permisos para uso exclusivamente científico (no comercial) de la patente dentro del Proyecto PLANCK Surveyor son:

- Millilabs (Finlandia) <http://www.vtt.fi/MilliLab>
- Jodrell Bank Obs. (Reino Unido) <http://www.jb.man.ac.uk/>
- Jet Propulsion Lab. (EEUU) <http://www.jpl.nasa.gov>

En otros proyectos de radioastronomía no espacial son:

- Jodrell Bank Obs. (Reino Unido) <http://www.jb.man.ac.uk/>
- Max-Planck Inst. (Alemania) <http://www.mpifr-bonn.mpg.de>
- Univ. de California (EEUU) <http://www.ucsb.edu>



Entidades que disfrutan de acuerdos para el uso científico de la patente.

Entre los proyectos mencionados anteriormente se encuentran proyectos con matrices de centenas de detectores algo que no era posible hasta hace pocos años.

### Aplicaciones futuras

En la actualidad existe como nueva aplicación en las telecomunicaciones el llamado sistema de distribución local a multipunto (LMDS). Esta aplicación consiste en un enlace de ondas milimétricas entre el último punto comunicado vía fibra óptica y clientes situados en puntos dispersos (que pudieran ser de difícil acceso). El IUMA (Inst. Universitario de Microelectrónica Aplicada) siguiendo un informe de viabilidad comercial de la patente del IAC lanzó un proyecto en el que se buscaba un producto comercial e integrado que diera una solución a la transmisión de datos en este sistema. En 2002 han desarrollado el diseño del modulador QPSK (que es un modo de transmitir señales digitales

usado hoy en día) y el oscilador local (fuente de señal coherente) habiendo construido un prototipo a 3 GHz. Para el 2003 se proponen completar el diseño de un sintetizador para complementar los componentes antes mencionados.

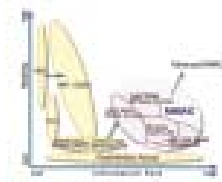


Gráfico que muestra la tendencia en la transmisión de datos y portabilidad.

En el mercado actual encontramos telefonía móvil de segunda y tercera generación incorporando funciones como la de acceso a Internet (WAP), transmisión de imágenes y se espera la llegada de transmisión de vídeo. Los equipos inalámbricos que usan bajas frecuencias como telefonía móvil o emisoras tienen un alcance de decenas de kilómetros y se utilizan en WAN (redes de largo alcance). Para frecuencias más altas se tienen equipos cuyo alcance es menor, sin embargo el volumen de información resulta considerablemente mayor, son los llamados LANS (redes de corto alcance). En la cuarta y quinta generación de telefonía móvil está previsto incorporar redes locales (LANs) inalámbricas en ondas milimétricas dando lugar a la transmisión de mayor volumen de datos. También se incrementará el número de usuarios que, según las previsiones, en el año 2010 ascenderá hasta los 81 millones. Por otra parte, la capacidad de transmisión de datos se prevé para entonces en 20-100Mbits/s.

La meta para el futuro será que cada usuario se mueva entre distintos puntos del planeta con su mismo móvil, y por lo tanto, se busca que el sistema sea compatible con cualquier red del mundo (red de móviles, redes informáticas, tv por cable) que ocupan distintas bandas de frecuencias. El único modo para lograr este objetivo será alcanzar frecuencias de transmisión más altas y usar un ancho de banda cada vez más elevado. Los puntos clave serán la movilidad, la compatibilidad y la universalidad.



Existe un proyecto en el mundo que se llama MMAC (Multimedia Mobile Access Communication) que intenta unir varios tipos de comunicación para aprovechar el mejor rendimiento de cada uno de ellos. Así pues, se pretende conseguir un sistema optimizado que incorpore las ventajas tanto de los WANs como de los LANs. Dado que el conmutador de fase de 180° del IAC funciona óptimamente entre los 20 y 300 GHz resulta un dispositivo competitivo para MMAC cuya frecuencia milimétrica es 60 GHz.

#### Nuevos componentes

Cada vez que se tiene un componente nuevo en un determinado campo se tiende a aplicar el diseño a otros elementos en el mismo campo o - si el diseño está basado en leyes fundamentales - a un campo distinto. El conmutador de fase 180° resulta ser también un tipo de convertidor entre la frecuencia de transmisión y una frecuencia intermedia si se utilizan diodos tipo Schottky como en el prototipo en MIC a 100GHz (Ver Foto). Esta frecuencia intermedia ya se puede tratar con componentes electrónicos que se encuentran en el mercado. Las ventajas del conmutador las tendrá también dicho convertidor.

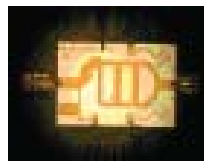


Foto del conmutador de fase en MIC a 100 GHz.

Hay otros componentes en microondas que se construyen a base del conmutador y que tendrán características de banda ancha y una señal equilibrada en fase y amplitud.

El IAC está preparando dos artículos sobre el diseño del conmutador de fase de 180°. La teoría de su funcionamiento será divulgada. El propósito es dirigirse hacia otros diseños con ancho de banda más amplio y diseños aún más compactos. También se buscan diseños con otros cambios de fase como 90° ó 270° que se puedan incorporar en antenas planares de alta frecuencia y de mucha versatilidad o en moduladores vectoriales que se usan en las comunicaciones digitales.

#### Estado actual de la patente

Siguiendo el informe sobre el Estado de la Técnica llevado a cabo por la Oficina Española de Patentes y Marcas, el IAC consiguió una patente nacional con fecha de prioridad de 4 de abril de 2000. A continuación, se solicitó una extensión internacional de la patente consiguiéndose la extensión europea en el 2001 y en el resto de países (entre los que se encuentran Japón, EEUU y Canadá entre otros) a partir del 2002. La patente internacional identificada como PCT ESO 1/00135 tiene vigencia por 20 años.



# INGENIERIA

**Ingeniería** está estructurada en 4 Departamentos: Electrónica, Mecánica, Software y Óptica; la componen 37 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

En paralelo a toda la actividad dentro de los Proyectos, como todos los años, se han realizado algunas mejoras en el equipamiento de los laboratorios. A continuación se mencionan brevemente.

Para el **Laboratorio de Electrónica** se ha adquirido una pareja de osciloscopios de propósito general portátiles y 4 multímetros sencillos, completando el surtido de herramientas y material fungible.

A finales de año ha surgido del propio **Departamento de Electrónica** una propuesta de desarrollo de un controlador para detectores de última generación. Durante 2003 se estudiarán soluciones técnicas y se realizará un diseño conceptual con el fin de disponer de un controlador propio para detectores astronómicos en unos años.

El **Departamento de Software**, gracias a la ayuda del SIC, dispone este año de una herramienta para la gestión de la configuración del código fuente. La aplicación, llamada CVS, consiste en un servidor documental que es utilizado por los programadores de software desde un cliente Java en PC o SUN. Aunque esta herramienta es de gran utilidad, estaba siendo muy demandada por el Proyecto HERSCHEL-PLANCK, que es bastante numeroso y requiere una gestión del código fuente más formal.

Para el **Laboratorio de Óptica** se ha adquirido material estándar (raíles, carros, bases giratorias, monturas, lentes, etc.) según las necesidades demandadas por los proyectos.

Debido al estado de los Proyectos las líneas de trabajo del **Departamento de Óptica** no han cambiado, pero este año quizás se ha dedicado más tiempo que otros a temas de montaje, alineado y verificación óptica. También se ha incrementado el conocimiento de los grismas y elementos dispersores en general, ya que se ha trabajado mucho en la especificación de los grismas de OSIRIS y EMIR, y se han hecho varias pruebas con los de LIRIS y con otras muestras.

El **Laboratorio de Integración Mecánica** ha mejorado su equipamiento con un equipo de extracción de humos (gases y vapores de alcoholes y de productos químicos), un soporte manual para ensayos de tracción y compresión dotado con una regla digital, un manorregulador y una carretilla soporte para botellas B10/B20 de gases puros (He y N<sub>2</sub>). Para la sala de criogenia se ha comprado un detector portátil de nivel de oxígeno, una unidad de monitorización de nivel de vacío de dos canales, un sensor de vacío de rango completo y varias válvulas de vacío.

En ambos laboratorios también se repusieron y ampliaron herramientas y componentes fungibles.

En la **Sala de CAD/CAE** se han adquirido dos monitores TFT de 17" y se han actualizado las versiones del software MathCAD, ANSYS y Pro-Engineer y Pro-Mechanica. Los servidores de licencias de estos programas han pasado a la nueva sala de servidores del Centro de Cálculo. Los de ANSYS y Pro-Engineer se han instalado en tres servidores redundantes, para garantizar la disponibilidad de las licencias en todo momento.

### Web del Area de Instrumentación

Después de su puesta en marcha el año pasado, durante 2002 se ha continuado con el desarrollo de la Web interna del Area haciendo especial hincapié en su mantenimiento. A continuación se mencionan las principales novedades ocurridas durante el año.

#### Contenidos

Los contenidos se han agrupado en los siguientes apartados: Objetivos, Memoria Anual, Procedimientos, Plantillas, Bases de Datos, Personal, Páginas de Proyectos y Enlaces de Interés.

- Memoria Anual: Se han puesto enlaces a los resultados de dos encuestas que se han realizado en el Area: Clima laboral y Valoración de los Servicios Administrativos del Area, que se comentarán posteriormente.

- Procedimientos: Se ha puesto un enlace a la nueva página de Seguridad y Salud del IAC, donde este

año se han hecho bastantes avances en procedimientos y en concienciación. En este mismo apartado se ha incluido el Documento de Acogida del Area, que es una presentación general y guía del IAC y del Area de Instrumentación pensada para facilitar la integración del nuevo personal.

- Plantillas: Se ha añadido una nueva plantilla para las Notas de Ingeniería en inglés.

- Bases de Datos: Se ha puesto la nueva base de datos de Instrumentos y Telescopios que luego se comentará con más detalle.

- Proyectos: Se ha añadido un enlace directo a las páginas Web de algunos Proyectos. Actualmente estos son LIRIS (externa, interna, privada), OSIRIS (externa, privada), EMIR (externa, privada), EAV (externa), SCIDAR (externa) y próximamente IMaX (externa).

Finalmente, la Web del Area ha seguido cumpliendo su papel de portal de referencia donde el personal del Area puede encontrar ordenado el acceso a muchas fuentes de información, tanto internas como externas.

#### *Archivo de documentación y plantillas*

Actualmente, el uso del archivo y de las plantillas, a través de la Web interna, está generalizado y es una herramienta de gran utilidad para la conservación y el aumento del "know how" hacer del Area.

Aunque aún no se encuentra terminada, se ha iniciado el desarrollo de una nueva base de datos de documentación gráfica especialmente pensada, en una primera etapa, para planos mecánicos generados o archivados por el Gabinete de Delineación Técnica y el Departamento de Mecánica. Esta nueva base es una adaptación de la existente para los documentos y se está realizando en colaboración con el SIC.

### **Nuevos procedimientos**

Se ha creado un nuevo procedimiento que ordena y unifica el proceso de encargo de trabajos en el Area. Este procedimiento es una ampliación del anterior "*Encargos a Producción*" que ahora engloba a la Ingeniería para aquellos trabajos que no sean de suficiente entidad como para darlos de alta como proyecto.

También se han realizado revisiones menores de varios procedimientos del Area para adecuarlos mejor a las necesidades y se ha contribuido a la elaboración o revisión de otros procedimientos no exclusivos del Area, como los de Seguridad y Salud entre otros.

### **Encuesta de Clima Laboral**

A primeros de año se publicaron los resultados de la encuesta de clima laboral que se realizó en el mes de diciembre de 2001. Este estudio surgió como una acción de mejora de la pasada evaluación EFQM y será un punto de partida para posteriores evaluaciones. La población del estudio incluía a todo el personal del Area, entonces 78 personas, de las cuales pudieron o quisieron contestar un 78,2%. Esta medida de clima laboral será utilizada como referencia para estudios en años sucesivos.

### **Encuesta de valoración de los Servicios Administrativos del Area**

Al mismo tiempo que la encuesta de Clima Laboral, también se realizó una encuesta para conocer el grado de satisfacción de los clientes de los Servicios Administrativos del Area. Surgida como acción de mejora a raíz de la evaluación EFQM, también debe servir de punto de partida para detectar aspectos mejorables en la gestión administrativa.

### **Nueva Base de Datos de Instrumentos y Telescopios**

Este año se ha puesto en marcha una nueva base de datos sobre instrumentos en grandes telescopios. La base se ha desarrollado con apoyo de la OTRI y del SIC y contiene datos sobre prácticamente todos los instrumentos existentes en los telescopios de más de 3,5 m de diámetro.

Para cada instrumento se dispone de información de sus características y también de las instituciones que han participado en su desarrollo, las últimas publicaciones técnicas y enlaces a las páginas Web donde encontrar más detalles.

Las características principales de cada instrumento son: el telescopio y su estación focal, el campo y tamaño de píxel, el detector, el rango de longitudes de onda y, para los espectrógrafos, la resolución espectral y el elemento dispersivo.

Al tratarse de una base de datos, se pueden hacer búsquedas por todos estos criterios o características y localizar fácilmente los instrumentos de interés.

### **Documento de Acogida**

Con este documento, el Area dispone de una guía ordenada con toda la información básica que es necesario conocer para incorporarse a algún Departamento o Taller. Este documento se encuentra *on-line* en la página Web del Area y será entregado a toda persona que se incorpore al Area.

El documento comprende los siguientes capítulos:

- El IAC
- Los Observatorios
- El Area de Instrumentación
- Otras Areas y Departamentos
- El Funcionamiento de la Estructura
- El Puesto de Trabajo
- La Formación
- Los Procedimientos
- La Documentación
- Canales de Comunicación e Información
- Proyectos Instrumentales Actuales
- Proceso de Acogida

En este último punto se muestra qué actividades hay que realizar en el proceso de acogida y su escala de tiempos.

Como complemento a este documento de acogida se ha redactado una "Introducción a los Telescopios Terrestres y su Instrumentación", centrándose en el tipo de instrumentos que se realizan en el Area con un gran contenido gráfico.

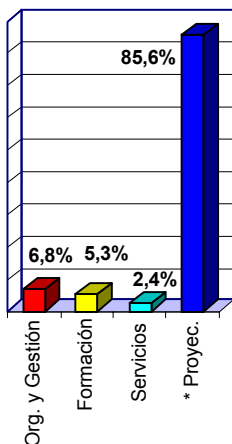
## ACTIVIDAD

Este apartado describe el desglose de las actividades de Ingeniería durante 2002.

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.

Gráfico I

Distribución por actividad



\* Ver Gráfico II

En Organización y Gestión, un 6,8%, 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, etc. El tiempo dedicado a la Organización y Gestión de la Ingeniería ha sido similar al del año pasado.

En cuanto al tiempo de Formación, el 5,3% da una idea del esfuerzo del IAC dedicado a formación sin incluir la formación específica que se pueda adquirir durante el desarrollo de un proyecto instrumental.

El 2,4% dedicado a Servicios por parte de Ingeniería incluye principalmente el tiempo de las actividades relacionadas con el IAC que son ajenas a los Proyectos en marcha o a los propios Departamentos. Esto es, preparación y atención a visitas, Comité de Empresa, resolución de consultas técnicas, tanto internas como externas al IAC, asistencia a Mantenimiento Instrumental, realización de pequeños trabajos por encargo, como pueden ser calibraciones, actividades relacionadas con la calidad y EFQM, etc. El porcentaje es ligeramente inferior al del año anterior.

Finalmente, el 85,6% de toda la capacidad de la Ingeniería se ha dedicado a trabajar directamente en Proyectos. Este valor expresa claramente el gran esfuerzo en maximizar los recursos dedicados a proyectos que se está haciendo en los últimos años.

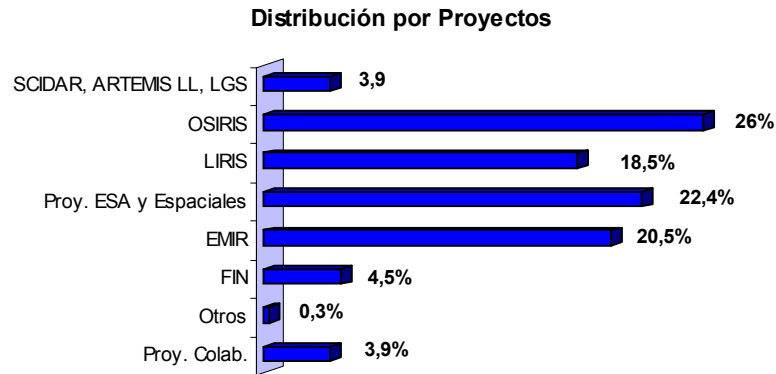
Siguiendo con la tendencia del año 2001, se han concentrado esfuerzos en tres proyectos OSIRIS (26,0%), LIRIS (18,5%) y EMIR (20,5%). El fotómetro infrarrojo, FIN, sigue con un 4,5% y ha surgido como nuevo el grupo de proyectos que está estudiando la atmósfera, SCIDAR, ARTEMIS LL y, en menor medida, LGS (Estrella Láser Guía) con OGS, con un 3,9% en total. Los proyectos espaciales siguen con un 22,4%.

Dentro de los proyectos espaciales o relacionados con la ESA, HERSCHEL/PLANCK con un 14,8% ha disminuido ligeramente; SUNRISE-ROCLIs ha aparecido como proyecto nuevo con un 4,2%; y OGS ha disminuido significativamente a un 3,4%.

Finalmente, los Proyectos de Colaboración han requerido el 3,9%, cantidad ligeramente superior a la del año 2001. Ese tiempo es el del Espacio Acústico Virtual exclusivamente.

En el siguiente gráfico (Gráfico II) se ve el reparto de tiempos entre los diferentes proyectos.

Gráfico II



De manera general y comparando con el año pasado se observa que los porcentajes de dedicación a OSIRIS, LIRIS, HERSCHEL/PLANCK y OGS han disminuido y que los de EMIR, SUNRISE-ROCLIs y SCIDAR han aumentado. Sin embargo, estos porcentajes pueden ser engañosos ya que la capacidad de la Ingeniería ha aumentado con las nuevas incorporaciones de personal y, por lo tanto, en horas reales, la comparación con el año pasado es otra: de todos los proyectos grandes, el único que ha tenido una menor dedicación en horas ha sido OGS. LIRIS ha recibido aproximadamente las mismas horas y han aumentado significativamente OSIRIS, HERSCHEL/PLANCK, SUNRISE, SCIDAR y sobre todo EMIR.

Muy escuetamente, el estado de los proyectos a finales de 2002 es el siguiente:

- LIRIS está en las últimas fases de integración y verificación, preparando las primeras pruebas en telescopio en febrero de 2003.
- OSIRIS ya ha empezado con el diseño detallado y ha subcontratado varios sistemas.
- EMIR ha pasado la PDR de la óptica y está preparando la de todo el instrumento para marzo de 2003 con el nuevo concepto de instrumento.
- HERSCHEL/PLANCK ha recibido el primer modelo de la electrónica y ha empezado con las pruebas de interfaces y el desarrollo del código fuente.
- OGS ha terminado con las últimas modificaciones y mejoras del software y está en operación.
- FIN realizó a final de año las primeras pruebas en telescopio.
- EAV ha realizado pruebas con el prototipo portátil, que sigue mejorando.

Los nuevos proyectos son: SCIDAR, para caracterizar la atmósfera en relación a la óptica adaptativa, que empezó este año 2002 y en poco tiempo ya tenía un prototipo tomando datos, y SUNRISE-ROCLIs, que incluye, por un lado, el desarrollo de los cristales líquidos para medidas de polarización y, por otro, el Proyecto IMaX, un magnetógrafo dentro de SUNRISE que será lanzado desde la Antártida en globo. A lo largo del año se ha consolidado el Consorcio español, integrado por LINES/INTA (Madrid), IAA (Granada), GACE (Univ. de Valencia) e IAC, va a desarrollar el magnetógrafo, y se ha trabajado en el concepto. También hay que resaltar un nuevo contrato con la ESA para el estudio de las comunicaciones ópticas Tierra-Satélite mediante láser (ARTEMIS LL), y en colaboración con GRANTECAN S.A., para el estudio de mercado de detectores y sistemas de adquisición de datos estrellas y láser para su aplicación a la óptica adaptativa, que acaba de comenzar.

El siguiente gráfico (Gráfico III) muestra esquemáticamente la asignación de ingenieros a los Proyectos durante 2002.



Gráfico III

		Participación en los principales proyectos (Año 2.002)										
		OSIRIS	EMIR	LIRIS	FIN (Reforma CVF) (1)	SCIDAR (2)	Pruebas LGS en OGS	Artemis Laser Link	OGS	ROCLI's - SUNRISE	HERSCHEL - PLANCK	Espacio acústico virtual
Gestión	A. Alonso											
	J. M. Herreros											
	J. Patrón											
	M. Amate											
	M. Barreto											
	M. Reyes											
Electrónica	A. Pérez											
	V. González											
	E. Ballesteros											
	E. Joven											
	F. Gago											
	H. M. Chulani											
	J. J. Díaz											
	J. M. Delgado											
	J. V. Gigante											
	L. F. Rodríguez											
	N. Sosa											
	P. Herrero											
Mecánica	R. Hoyland											
	T. A. Viera											
	A. Villegas											
	E. Hernández											
	F. J. Fuentes											
	F. Tenegi											
	J. Pérez											
	L. Peraza											
	M <sup>a</sup> . B. Hernández											
	P. Redondo											
	S. Barrera											
Óptica	S. Correa											
	V. Sánchez											
	A. B. Fragoso											
	A. Manescau											
	J. L. Rasilla											
Software	L. Jochum											
	R. López											
	A. Díaz											
	A. J. Herrera											
	A. Obradó											
	E. Páez											
	H. Moreno											
	J. C. López											
	M. Aguiar											
	M <sup>a</sup> F. Gómez											
P. López												
R. Abreu												
T. Filipova												

- (1) También participaron M. Verde en diseño mecánico y E. Cadavid como gestor, ambos de Producción  
 (2) También participó M. Verde, de Producción, en diseño mecánico

## FORMACION

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** la formación ha consistido en:

- Congresos: "Astronomical Telescopes and Instrumentation. SPIE" (EEUU); "Free Space Laser Communication Technologies. SPIE" (EEUU); "Optical Science and Technology Free-Space Laser Communication and Lenses Imaging II. SPIE" (EEUU); "Scientific Detectors for Astronomy" (EEUU); "15<sup>th</sup> IFAC World Congress on Automatic Control" (Barcelona) y "Electromagnetic Shielding for Wired and Wireless Technology" (Suiza)
- Cursos: "Descargas Electroestáticas" (IAC) y "PROTEL 99SE" (IAC)
- Feria: Feria MATELEC (Madrid)
- Seminario: "Computación Técnica y Diseño de Sistemas de Control y Diseño de Sistemas de DSP y Comunicaciones con MATLAB" (Tenerife)

En aspectos **ópticos**, la formación ha consistido en:

- Congreso: "Astronomical Telescopes and Instrumentation. SPIE" (EEUU)
- Seminario: "Trace Pro" (Alemania)

En aspectos de **software**, la formación ha consistido en:

- Congresos: "Astronomical Telescopes and Instrumentation. SPIE" (EEUU) y "European Conference on Object Oriented Programming ECCOP 2002" (Málaga)
- Cursos: "Contratación en el Area de Sistemas Informáticos" (Tenerife); "Auditoría en Informática" (Tenerife) y "Programación en JAVA" (Madrid)

En aspectos **mecánicos**, la formación ha consistido en:

- Congresos: "Astronomical Telescopes and Instrumentation. SPIE" (EEUU); "3er Encuentro Nacional de la Red de Mecánicos del CNRS" (Francia); "Nineteenth International Cryogenic Engineering" (Francia) y "V Congreso Métodos Numéricos en Ingeniería" (Madrid)
- Feria: "EXPO PTC 2002" (Madrid)

Tres miembros del Departamento de Mecánica han realizado el proyecto fin de carrera durante este año:

- E. Hernández (ETSII de ULPGC). Título: "Diseño y análisis estructural de un mecanismo de posicionado de alta precisión para aplicaciones criogénicas en vacío"
- F. Tenegi (ETSII de ULPGC). Título: "Simulador de los rotadores del Gran Telescopio CANARIAS"
- M.B. Hernández (ETSII de ULPGC). Título: "Diseño de un prototipo portátil de percepción espacial para personas ciegas basado en la creación de un espacio acústico virtual"

En aspectos relacionados con la gestión de **recursos humanos o habilidades no técnicas** se han realizado las siguientes actividades formativas:

- Congreso: "The Transparent Enterprise. The Value of Intangibles" (Madrid)
- Cursos: "Conseguir Resultados: Técnicas de Mando" (IAC); "Presentaciones Eficaces" (IAC) y "Herramientas de Segunda Generación: Agentes y Robots Documentales en Internet" (Tenerife)
- Seminario: "Protección y Explotación de la Propiedad Intelectual" (Tenerife)
- Conferencia: "Gestión ética y socialmente responsable" (Tenerife)

Los seminarios sobre aspectos de **seguridad y salud** en los que ha participado personal de Ingeniería o Gestión han sido:

- Seminarios: "Higiene Laboral" (IAC) y "Manipulación Manual de Cargas" (IAC)

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 cuando ha sido fuera, con la excepción del Congreso de "Astronomical Telescopes and Instrumentation", al cual acudieron bastantes ingenieros. La mayor parte de los gestores ha asistido este año a las actividades formativas relacionadas con recursos humanos y habilidades no técnicas y también a algunas otras técnicas.

Finalmente, al igual que otros años, los presupuestos de formación también han subvencionado las clases de perfeccionamiento de inglés de muchos ingenieros y que se han organizado visitas de las personas recién incorporadas o becarios a los Observatorios del IAC.

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 3,3; duración 3,2; profesorado 3,6; aplicabilidad de los conocimientos 3,7; la valoración global ha sido de 3,4.

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 Area.

La comparación con los valores obtenidos en 2001 muestra un resultado negativo, es decir, la valoración general de las actividades formativas ha disminuido un poco este año, 0,3 puntos aproximadamente. Los motivos son difíciles de establecer y los datos tienen bastante dispersión. En general, la valoración ha sido positiva, salvo en un par de cursos dados en el IAC que no cubrieron las expectativas de los asistentes.

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 Area, donde puede ser consultada.

## PERSONAL

Este año ha dejado el Area T. Filipova, del Departamento de Software.

Las nuevas incorporaciones fueron: A.J. Herrera, al Departamento de Software; S. Barrera, A. Villegas y M.B. Hernández, al Departamento de Mecánica; y P. Herrero, al Departamento de Electrónica.

Los becarios de verano fueron: M. Ubierna, J.A. Tarife, J. Maella y S. Vicente.

Los becarios de proyectos fueron: S. Alonso, J.J. Mendoza, M. Sánchez, M. Charcos, M.L. Crespillo, N. Arteaga y J. Carrillo.

En prácticas estuvieron los siguientes estudiantes: M. Nedelec y A. Delmas.

## 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 Area de Instrumentación que en algunos casos ha servido para la realización posterior del proyecto fin de carrera.

### *Becas de verano*

Este año se recibieron 253 solicitudes para las becas de verano, un centenar más que el año pasado, y se concedieron 4. La nota media de los

expedientes recibidos fue de 1,66 (1=Aprobado, 2=Notable, 3=Sobresaliente y 4=M.H.), un valor muy similar al de la anterior convocatoria. Los becarios estuvieron en el IAC entre los meses de julio y septiembre.

- S. Vicente (Estudiante de Informática de la Univ. Politécnica de Cataluña).

Se integró en el Proyecto OSIRIS, trabajando en el desarrollo de la base de datos del Proyecto. Por motivos ajenos al IAC no llegó a completar su estancia. Supervisor: *V. González*.

- J. Maella (Estudiante de Informática de la Univ. de Zaragoza).

Trabajó en el Proyecto EAV, adaptando los programas de la aplicación para introducirlos en el ordenador miniatura y colaborando en otras partes del Proyecto.

Supervisor: *N. Sosa*.

- J.A. Tarife (Estudiante de Informática de la Univ. de La Laguna).

Trabajó en la OTRI del IAC, desarrollando una base de datos de proyectos pasados y presentes del IAC. Supervisores: *J. Burgos y J. Quintero*.

- M. Ubierna (Estudiante de Ingeniería Industrial de la Univ. del País Vasco).

Trabajó en el Proyecto EMIR, realizando el diseño conceptual mecánico y optomecánico del mecanismo criogénico denominado "*Rueda de Grismas*". El trabajo se realizó utilizando Pro-Engineer 2000i<sup>2</sup>.

Dirigido por: *P. Redondo*.

Supervisor: *F.J. Fuentes*.

Dentro del procedimiento de becarios de verano, este año se ha realizado una encuesta de fin de estancia a los becarios. En dicha encuesta se les pregunta por diferentes aspectos de su estancia y su trabajo. La valoración que han realizado ha sido buena.

### *Estancias en prácticas*

Dos estudiantes franceses realizaron en el Area su período de prácticas necesario para obtener la licenciatura.

- A. Delmas (Estudiante de la Escuela Nacional de Ingenieros Aeronáuticos de Toulouse, Francia).

Prácticas, de marzo a agosto, dentro del Proyecto OSIRIS, en el desarrollo de la unidad de rendijas. Supervisor: *L. Peraza*.

- M. Nedelec (Estudiante de la Escuela Nacional de Ingenieros de Brest, Francia).

Prácticas por un período de 5 meses, a partir de agosto, dentro del Proyecto EAV sobre el control del robot para la medida de la función de transferencia. Supervisor: *H. Chulani*.

### Otras becas

- S. Alonso (Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna).

Beca de septiembre a diciembre, en el Proyecto EAV. Trabajó en el desarrollo del sitio Web del Proyecto.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- J.J. Mendoza (Licenciado en Informática por la Univ. de Las Palmas de Gran Canaria).

Beca de abril a septiembre, en el Proyecto "Caracterización de los observatorios de Canarias". Trabajó en la reforma del software del Monitor de Seeing.

Supervisor: *F. Gago.*

- J. Carrillo (Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna).

Beca a partir de julio, en el Proyecto LIRIS. Trabajó en el desarrollo del software de reducción de datos.

Supervisores: *A. Manchado y J. Acosta.*

- M. Sánchez (Licenciada en Ingeniería de Telecomunicaciones por la Univ. Alfonso X El Sabio). Beca a partir de septiembre, en el del Proyecto EAV. Trabajó en el procesado de los sonidos dentro del Proyecto.

Supervisor: *H. Chulani.*

- M. Charcos (Ingeniero Aeroespacial por la Escuela Nacional de Ingenieros Aeronáuticos de Toulouse, Francia).

Beca a partir de octubre, en el Proyecto EAV. Trabajó en temas de visión y puesta a punto del software.

Supervisor: *L.F. Rodríguez.*

- N. Arteaga (Licenciada en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna).

Beca desde octubre, en el Proyecto SUNRISE-ROCLIs. Trabajó en la caracterización de los cristales líquido dentro del Proyecto.

Supervisora: *L. Jochum.*

- M.L. Crespillo (Licenciado en Ciencias Físicas por la Univ. de La Laguna).

Beca desde septiembre, en el Proyecto EAV. Trabajó en el procesado de los sonidos dentro del Proyecto.

Supervisor: *H. Chulani.*

## PRODUCCION

**Producción**, con 3 titulados superiores, 2 titulados medios y 22 técnicos, se estructura en: Taller de Mecánica, Taller de Electrónica, Gabinete de Delineación Técnica, Servicio de Mantenimiento Instrumental y Laboratorio de Fibras Ópticas.

### MEJORAS DE INFRAESTRUCTURAS

Durante este año, el **Taller de Mecánica** mejoró su infraestructura adquiriendo un refrigerador para el equipo de soldadura TIG, un limpiador de alta presión para el mantenimiento del Taller y un nuevo cabezal manual universal, que aumentará la calidad del mecanizado de piezas en las máquinas del taller y sustituirá a uno similar que por su uso a lo largo de los años había perdido precisión.

Se revisaron y ajustaron las tres máquinas de control numérico.

Tomando como base el informe realizado por Asistencia Técnica Industrial, S.A.E. (ATISAE), organismo de control autorizado (OCA), se continuó con las mejoras relativas a la seguridad de las personas y se incorporaron protecciones mecánicas a las máquinas-herramientas que aún no las tenían. Además se renovó toda la instalación de aire comprimido que se venía usando desde la

inauguración de la Sede Central por una nueva red, Transair, del Groupe Legris Industries, con tubos de aluminio.

Con vistas a mejorar el montaje de placas con componentes SMD, el **Taller de Electrónica** adquirió un horno de refusión y una nevera para conservar los productos que se utilizan en esta técnica. Una de las principales razones de haber adquirido este equipo es el aumento de solicitudes de este tipo de montajes por parte de los Proyectos, ya que reduce considerablemente el espacio ocupado por los PCB's y el ruido en los montajes. También se adquirió otro equipo de inspección óptica, que aunque será de uso general, servirá para revisar, entre otras cosas, la fabricación de los circuitos anteriormente citados.

Las inversiones realizadas en el **Laboratorio de Calibración Eléctrica** se destinaron a la calibración externa de los patrones utilizados en las calibraciones y en la auditoría de seguimiento.

**El Servicio de Mantenimiento Instrumental** se equipó con un nuevo detector de fugas y con packs de radiocomunicación a cortas distancias que facilitará las operaciones conjuntas que se realizan en las distintas instalaciones telescópicas.

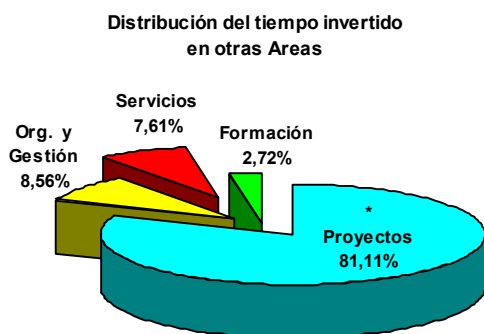
El equipamiento informático se incremento con la adquisición de 8 nuevos Pc's que sustituyeron a equipos antiguos, y uno más potente para el Departamento de Optica, que ayudarán a minimizar el tiempo de cálculo de los programas que se utilizan en los diseños ópticos. Una SUN BLADE 100 con 512MB de RAM para el Departamento de Software, dos pantallas planas TFT de 17" para la **Sala de CAD** y un disco duro de 40BG para un portátil, completaron estas compras de hardware.

En software se actualizó el programa Hydra utilizado para la toma de datos de las condiciones ambientales en el **Laboratorio de Calibración Eléctrica**, una licencia de Visio y una licencia flotante del programa Rational Rose Modeler. Para facilitar la gestión de Proyectos se adquirieron 16 licencias del MS Project 2002.

## ACTIVIDAD

La actividad en Producción ha estado dedicada principalmente a los Proyectos con un 81,10% del tiempo efectivo trabajado. La organización y gestión de los distintos Talleres y Servicios que la componen ha supuesto el 8,56% de ese tiempo. El servicio prestado a Departamentos y Laboratorios de Ingeniería, Proyectos no instrumentales del Area de Instrumentación, a otras Areas y al exterior fue del 7,61%. Finalmente, las horas dedicadas en formación supuso el 2,72% del total (Gráfico IV).

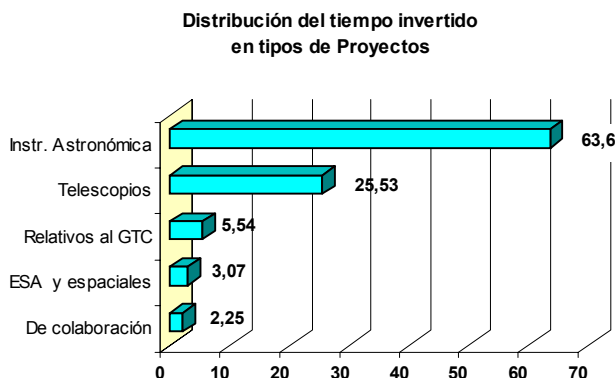
Gráfico IV



\* Ver Gráfico V

Los Proyectos se han dividido en cinco grupos: de Colaboración, ESA y Espaciales, Telescopios, Instrumentación Astronómica y los relacionados con el GTC. Su importancia relativa conforme la distribución del porcentaje de tiempo dedicado a cada uno de estos grupos puede verse en el siguiente gráfico (Gráfico V):

Gráfico V



El tiempo invertido en la Organización y Gestión de Producción se refiere a la dedicación necesaria de su propio personal para que funcionen los distintos Talleres y Servicios que la componen. Cabe destacar dentro de este 8,56% del tiempo total, el dedicado al Servicio de Mantenimiento Instrumental con un 2,86%, el 2,46% del Taller de Mecánica y, principalmente, el 2,62% del Laboratorio de Calibración Eléctrica que, comparando su infraestructura con los anteriores, nos da una idea del tiempo necesario que hay que invertir para mantener un Laboratorio acreditado. Sobre este proyecto destaca que en la auditoría de seguimiento de este año se subsanaron las observaciones que se detectaron en la auditoría de reevaluación efectuada en el 2001. Las observaciones fueron debidas al cambio obligatorio de la Norma 45001 a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

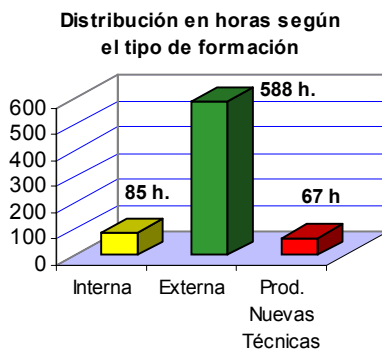
El 7,61% del tiempo total se dedicó a dar servicios al exterior, a Departamentos y Laboratorios de Ingeniería, a proyectos de Infraestructura del Area de Instrumentación, y a las demás Areas que componen el IAC. A los servicios al exterior se les dedicó el 4,91%. A otras Areas, el 1,65% y al resto del Area de Instrumentación, el 1,05%. El mayor porcentaje de esta última correspondió a la gestión de la nueva Sala de Armado, Integración y Verificación para grandes instrumentos, cuya construcción comenzará a mediados de 2003 y que se edificará colindante con la fachada del Taller de Mecánica.

La formación en Producción este año supuso el 2,72% del tiempo total trabajado. La relación de cursos, ferias, congresos, etc. a los que se asistió se detalla a continuación.

## FORMACION

Como en otros años, la formación fue considerada de tres tipos, interna, externa y nuevas tecnologías. Interna: se trata de transferir los conocimientos de personas cualificadas en unos determinados temas al resto de sus compañeros, incluida la lectura de documentos, manuales, etc. Externa: se trata de mejorar y ampliar conocimientos de procesos y uso de maquinaria, mediante cursos impartidos por personal no perteneciente a Producción. Nuevas técnicas: aprendizaje sobre técnicas hasta ahora no utilizadas en Producción. El reparto de horas dedicadas a cada tipo de formación puede verse en el siguiente gráfico (Gráfico VI):

Gráfico VI



El personal del **Taller de Mecánica** asistió a los cursos: "Soldadura TIG y MIG", "Aplicaciones del divisor electrónico" y "Presentaciones eficaces". El Jefe del Taller asistió a la Feria Bienal Española de Máquina-Herramienta.

El **Gabinete de Delineación Técnica** dedicó este año su formación a reforzar sus conocimientos en el uso de los programas de Autocad 2000 y Pro/Engineer. En este último, el tipo de formación ha sido de carácter interno, realizando ejercicios prácticos con los manuales disponibles. El Jefe de este Servicio asistió a un curso de "Presentaciones Eficaces y Técnicas de Mandos" y a la Feria Bienal Española de Máquina-Herramienta.

Técnicos del **Taller de Electrónica** asistieron a un curso sobre "Descargas electrostáticas" conjuntamente con personal del **Servicio de Mantenimiento Instrumental**, y ampliaron sus conocimientos de diseño de circuitos asistido por ordenador con un curso del programa "Protel 99SE". El almacenista visitó la Feria MATELEC y asistió a un curso sobre "Tratamiento de archivos".

Dentro del campo de la **Seguridad y Salud** en el trabajo, prácticamente todo el personal de Producción asistió a seminarios de prevención de riesgos eléctricos, higiene laboral, manipulación de cargas, riesgos químicos, ruido, protección ocular e higiene y seguridad en soldadura. Uno de los Técnicos pertenecientes al Comité de Seguridad y Salud asistió a la Feria SICUR 2002, 13º Salón Internacional de la Seguridad.

El personal de la **Secretarías del Area** asistió a los cursos: "Tratamiento de archivos", "Gestión de archivos y gestión documental en las empresas" y "Protocolo administrativo".

El Jefe de Producción asistió al congreso "SPIE Astronomical Telescopes and Instrumentation".

## ACCIONES DE APOYO TECNOLÓGICO

Este grupo abarca todos 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 **THEMIS S.L.** se realizaron los siguientes trabajos:

- Fabricación de diversas piezas de aluminio y acero inoxidable.
- Fabricación en cobre del útil denominado "disco evaluador".
- Fabricación en aluminio de 6 rendijas y 5 máscaras para las observaciones.

Personal de la Empresa **CARL ZEISS GmbH** trabajó durante unos días en el Laboratorio de Óptica (sala limpia) utilizando la bomba de vacío para realizar tareas de mantenimiento en el criostato de la cámara de SPACE DEBRIS.

Para **GRANTECAN S.A.** se realizaron los siguientes trabajos:

- Fabricación de piezas para el criostato de ELMER.
- Fabricación y montaje de diversos circuitos electrónicos.
- Fabricación de varias piezas mecánicas.
- Uso de la infraestructura del IAC para el cálculo de elementos finitos.

Para **SERVIPORT CANARIAS S.A.** se realizaron los siguientes trabajos:

- Fabricación de piezas en aluminio para un banco soporte de espejos.
- Fabricación en aluminio de piezas para enmascaramiento de espejos.

Para la **UNIVERSIDAD DE BRADFORD**: Fabricación en acero de las piezas soporte de una nueva cúpula para un telescopio robótico que se instalará en el OT.

Para el **GRUPO DE TELESCOPIOS ISAAC NEWTON (ING)**: Fabricación de piezas en aluminio para un criostato.

Para el **DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÁNICA DE LA UNIV. DE LA LAGUNA**. Fabricación de piezas en acero inoxidable para la preparación de capas delgadas de deposición química (sistema MOCVD).

Para **BINTER CANARIAS**: Calibración de un multímetro digital y de una fuente de alimentación.

Para **SURVEYCAN**: Calibración de un multímetro digital.

Para **FONTASOL**: Calibración de 2 pinzas amperimétricas.

Para **MAESSA**: Calibración de un multímetro digital.

## MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL (41D006)

E. Cadavid, M. Verde, J. Morrison, J.J. González, J. García, P. Ayala, V. Saavedra y J.Z. González.

### Introducción

En el año 2002, el Servicio de Mantenimiento Instrumental, además de realizar las labores normales que tiene asignadas participó activamente en los siguientes trabajos: el nuevo fotómetro infrarrojo para el telescopio TCS, FIN, LIRIS y SCIDAR, poniendo recursos tanto de diseño como de técnicos para los diversos trabajos.

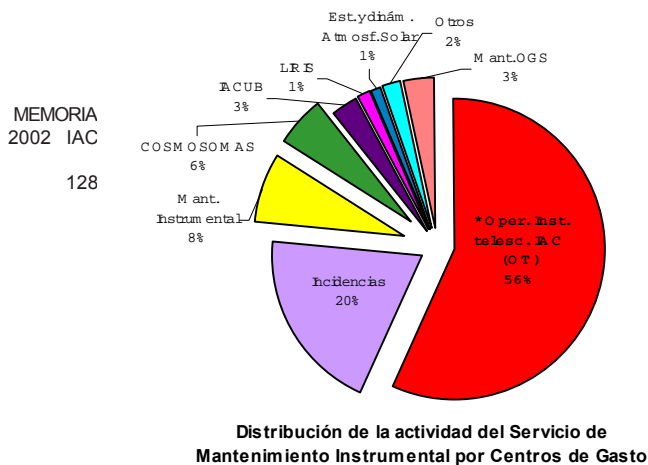
### Algunos resultados relevantes

- La puesta en funcionamiento de la nueva Estación Meteorológica en el OT.
- La participación del Servicio de Mantenimiento Instrumental en el Proyecto FIN (nuevo fotómetro).
- Las labores de apoyo al Proyecto LIRIS.
- La participación del ingeniero técnico en el Proyecto SCIDAR.

### Actividad

Durante 2002 se facturaron un total de 9.788 h. en diversas actividades. Estas horas se distribuyeron entre los diversos proyectos conforme al siguiente gráfico (Gráfico VII). Como en años anteriores se aprecia que el más relevante es "Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC en el OT" (56%), seguido por el "Servicio de Mantenimiento Instrumental" (propiciado por el tiempo empleado en hacer inventario, reparaciones en la planta de aluminizado, etc.), los trabajos desarrollados en el Proyecto "COSMOSOMAS" y el "Contrato de Mantenimiento de la Instrumentación de la OGS".

Gráfico VII



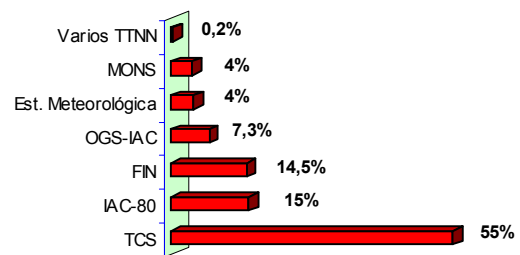
\* Ver Gráfico VIII

Es reseñable el aumento en las Incidencias (20%) entre los técnicos del taller debido básicamente a las bajas médicas de dos personas por periodos de dos meses en un caso y de más de siete meses en el otro. Para contrarrestar la merma de mano de obra producida por estas bajas se contrató a una persona durante el periodo comprendido entre julio y diciembre.

Los trabajos realizados para el Proyecto es "Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC en el OT" se distribuyeron conforme al siguiente gráfico (Gráfico VIII). En él se ve la aparición de dos nuevos aspectos, los trabajos de FIN y la nueva Estación Meteorológica, que sustituye las existentes en los telescopios IAC-80 y TCS.

Gráfico VIII

Distribución de los trabajos realizados para el C.G. "Operación de las Instalaciones Telescópicas del IAC en el OT"



### Mejora de Infraestructuras

#### Observatorio del Teide (OT)

Continuando con la mejora de infraestructuras, en el 2002 se adquirieron una serie de materiales. Está pendiente la compra de más herramientas para el telescopio IAC-80 y los armarios cerrados para el almacén.

En el apartado de seguridad y salud están pendientes las siguientes adquisiciones: gafas de sol de seguridad, crampones para los casos de nevadas, faros antiniebla para el vehículo del Servicio de Mantenimiento Instrumental y un detector de gas carbónico para utilizar cuando se limpian los espejos con nieve carbónica.



## **DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PORTATIL PARA LA CREACION DE UN ESPACIO ACUSTICO VIRTUAL (411295)**

Se incluye el personal involucrado en el proyecto, en el que puede constatarse que se trata de un equipo de trabajo multidisciplinar.

**L.F. Rodríguez Ramos.**  
**H. Chulani (Ing. Electrónico responsable de la psicoacústica) y M. Nedelec (becario control de robot HRTF).**

Universidad de La Laguna  
J.L. González Mora.  
E. Burunat, M.A. Castellano y F. Martín del Rosario (Psicobiólogos), J.C. Albaladejo (Escultor) y A. de la Pedraja (Colaboradora).

Otro Personal  
A. Rodríguez (Médico experto en psicoacústica), B. Mederos y C. Feraz (Administración), R. Armas (Psicóloga invidente), C. Darias (Investigadora invidente), M. Malfaz (Adquisición de Datos), J.V. Gigante (Electrónica), J. Maella (Becario software), M. Crespillo (Becario procesado de sonidos), M. Sánchez (Becaria procesado de sonidos), S. Alonso (Becaria creación sitio Web) y M. Charcos (Becario software).

### **Introducción**

El Proyecto tiene como objetivos la investigación y el desarrollo en la percepción del espacio, usando únicamente sonidos, cuestión de indudable aplicación en personas ciegas. Concebido como colaboración con la Universidad de La Laguna, ha constituido un grupo multidisciplinar con aportaciones de las instituciones líderes (IAC y ULL) y apoyo de instituciones locales, nacionales y europeas (ONCE, ITC, CICYT, etc.), por un valor total superior a los 3 millones de Euros.

En la actualidad se encuentra en su tercera etapa, habiendo desarrollado múltiples infraestructuras de ayuda a la investigación, dos prototipos de sistemas de percepción, varias presentaciones en congresos y ferias y un gran número de otros resultados.

### **Algunos resultados relevantes**

En el mes de marzo se presentó el prototipo portátil en el Congreso/Feria CSUN (Los Angeles, California, EEUU), el mayor del mundo en productos para discapacitados, generando una buena acogida entre

la audiencia y los visitantes como proyecto de investigación y desarrollo con grandes posibilidades de futuro.

Se completó el desarrollo e integración del robot posicionador de un altavoz para las medidas automáticas de funciones HRTF, ubicado en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), capaz de barrer un volumen espacial aproximado de 6 x 4 x 6 m con 4 ejes de movimiento.

Se ha avanzado en el desarrollo de un segundo prototipo portátil orientado a su presentación en la Congreso/Feria CSUN del año 2003, que constituye un avance sobre el anterior en una multiplicidad de puntos, entre los que cabe destacar el peso, diseño físico, autonomía, estrategias de reproducción, interactividad en el ajuste, etc.

Se ha redactado, presentado y está en proceso de aceptación la primera publicación en una revista de investigación con árbitro que describe alguna de las muchas investigaciones que se realizan en el Proyecto. Sin embargo han sido muy numerosas las contribuciones a congresos y/o reuniones.

### *Repercusión en los medios de comunicación*

En los meses de enero y febrero, el Proyecto tuvo una vez más una gran repercusión en los medios de comunicación. El Proyecto fue invitado como ejemplo por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a la "Conferencia Europea sobre Nuevas Tecnologías y Discapacidad" (Madrid) en el mes de febrero.

Con motivo de las exposiciones "Canarias Investiga", se ofrecieron charlas divulgativas y exposición de pósters descriptivos del Proyecto en Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria, en el mes de abril.



*C. Darias, investigadora invidente miembro del Proyecto EAV, llevando las gafas del prototipo portátil presentado en el mes de marzo en el Congreso/Feria CSUN, celebrado en Los Angeles, California (EEUU).*

## **FUTURA SALA AIV (SALA DE ARMADO, INTEGRACION Y VERIFICACION) (4E2501 – 4E3502)**

**J. Calvo.**

El IAC está involucrado en el desarrollo de dos grandes instrumentos para el telescopio GTC: OSIRIS y EMIR.

Estos instrumentos, debido a sus pesos y dimensiones, requieren unas instalaciones para su integración y verificación mucho mayores que las que actualmente disponemos en el IAC. Las dimensiones y accesos a los actuales laboratorios de Óptica, Electrónica, Mecánica y Metrología, principalmente, son inadecuadas para manejar instrumentos con tamaños que pueden llegar a tener 3.250 mm de largo, 3.000 mm de ancho y 3.000 mm de alto, y pesar hasta 3.000 kg.

Estas necesidades a corto plazo y teniendo en cuenta que el futuro de la investigación Astrofísica estará basada en el desarrollo de instrumentación para grandes telescopios, son las principales razones que nos han llevado a solicitar la construcción de una Sala de Armado, Integración y Verificación (en adelante Sala AIV) para grandes instrumentos en la sede central del IAC en La Laguna.

Las distintas tareas en estos instrumentos supondrán la fabricación de bastidores especiales que además de permitir su desplazamiento deberán tener la capacidad necesaria de movimientos que permita integrar adecuadamente todos sus componentes. Por otro lado, la Sala dispondrá de maquinaria auxiliar que permite procesos de carga, descarga y almacenaje.

Dada la magnitud y complejidad de los instrumentos que se armarán, integrarán y verificarán, es necesario disponer de dispositivos auxiliares que permitan realizar estas labores de forma efectiva. Estos dispositivos podrán ser de tipo mecánico, electrónico, óptico o de software, y en muchos casos se saldrá de los estándares existentes en el mercado, o incluso siéndolo, su fabricación sólo será realizada bajo pedido.

La superficie total construida será de 987,94 m<sup>2</sup>, con una superficie útil de 908,57 m<sup>2</sup>. Esta superficie está distribuida en 5 zonas:

- Zona de Sala Limpia de clase 100.000 (125 m<sup>2</sup>). En ella se realizarán verificaciones e integraciones que por sus características necesiten un aire limpio. Estará dotada con mesas ópticas sobre bancadas independientes para evitar que les afecten las vibraciones del entorno, y de un rail especial de 3 m de largo por el que podrá deslizarse un brazo portátil de medir por coordenadas de alta precisión. Dispondrá de un puente grúa de 8,5 Tm para desplazar los equipos y la instrumentación necesaria.

- Zona General de Laboratorio (220,52 m<sup>2</sup>). Destinada a fases de armado integración y verificación de instrumentos en fases que no sea necesario mantener una limpieza especial del aire. Dispondrá de aire acondicionado, y al igual que la Sala Limpia, un puente grúa de 8,5 Tm servirá para desplazar los instrumentos. Dos simuladores, uno Nasmyth y otro Cassegrain + Nasmyth, estarán en su interior. También se adquirirá una Sala Limpia portátil modular.

- Zona de Almacén (154,66 m<sup>2</sup>). Servirá para almacenar equipos e instrumentos. Dispondrá de una plataforma hidráulica de 3 m x 3,5 m, que permitirá el movimiento de instrumentos o equipos a través del Taller de Mecánica.

Estas zonas estarán al mismo nivel de la carretera por la que se accede a la zona de Instrumentación. Tanto la Sala Limpia como la zona General de Laboratorio tendrán en el suelo arquetas comunicadas con los cuadros eléctricos mediante tubos de PVC de distintos diámetros. De esta forma se podrán extender los cables por debajo del suelo y evitar tener obstáculos al mismo nivel.



*En la imagen, un plano general de cómo quedará el recinto de la Sede Central del IAC una vez esté edificada la nueva Sala AIV.*

El resto de la superficie está destinada a los accesos de comunicación con la parte actual del edificio y a los servicios que ha de tener la Sala.

El 16 de enero de 2002 se recibió, por parte del Ayuntamiento de La Laguna, la aprobación del proyecto básico de la Sala AIV, que había sido entregado para su estudio en septiembre de 2001. A lo largo de este año se terminó la definición del proyecto definitivo y se

solicitó la licencia de obra mayor. Actualmente se está a la espera de la resolución.

Respecto al equipamiento e instalaciones de la Sala AIV se realizó el proyecto de la Sala Limpia de clase 100.000, aire acondicionado e instalaciones eléctricas. Se definieron las especificaciones de los puentes grúas y se contrató el diseño preliminar de los simuladores para grandes instrumentos.

## OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACION (OTRI)

**(41D008 - 7E2901 - 7E2402)**

**J. Burgos, M. Gimeno, J. Quintero, J.J. Martín y L. Calero.**

**A. Sosa (Beca de la DGUI del Gobierno Autónomo de Canarias).**

### 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.

La importancia creciente que empieza a tener ese proceso de integración en temas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, y el incremento cuantitativo y cualitativo de los recursos que institucionalmente se ponen a disposición de este tipo de actividades, hace que el IAC haya reforzado durante los últimos años su OTRI, fortaleciendo así sus mecanismos de comunicación y relación entre sus investigadores y el sector empresarial, y con las entidades públicas involucradas en temas de I+D y su financiación.

### Algunos resultados relevantes y evolución del Proyecto

Durante el año 2002 la OTRI ha llevado a cabo actividades de muy diversa índole que se resumen aquí en cuatro grandes frentes:

#### *1.- Difusión de convocatorias, elaboración de propuestas y gestión de proyectos*

Como viene ya siendo habitual, esta Oficina ofrece información y asesoramiento sobre las convocatorias nacionales, regionales e internacionales de apoyo a la I+D más adecuadas, y participa muy activamente en la elaboración de propuestas, y en el ulterior seguimiento y justificación de los proyectos aprobados. Este servicio de información y asesoramiento es un servicio que se presta no sólo al personal propio del IAC, sino también a clientes externos.

Dada la gran aceptación que dentro y fuera del IAC tiene este servicio de información, la OTRI sigue empleando buena parte de su tiempo en mantener actualizado su sistema de información "OTRI-Index" accesible desde su página de Web: <http://www.iac.es/otri/>

La ventaja de este sistema, que incluye además el envío de novedades a una lista de usuarios inscritos, es que permite hacer un gran filtrado selectivo de información, de modo que se pueden concretar las búsquedas tanto como se desee. Durante el 2002 se ha consolidado una vez más este sistema alcanzando los 500 usuarios inscritos a la lista semanal de información, pertenecientes a más de 10 países distintos.

En el marco de la colaboración con las distintas Áreas del IAC en la presentación de propuestas de financiación externa, se presentaron a través de nuestra Oficina, un total de 27 propuestas durante el 2002, de las cuales 20 han sido concedidas, 4 se encuentran aún en estudio y 3 fueron denegadas.

La OTRI del IAC ha gestionado también durante el 2002 las ayudas aprobadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología para co-financiar con Fondos FEDER la construcción y equipamiento de la Sala de Armado, Integración y Verificación de Grandes Equipos (AIV); la Mejora instrumental de los

Telescopios Nocturnos del Observatorio del Teide; y la adaptación del Aula a una sala científica de intercomunicación con los Observatorios.

También, en relación con la infraestructura del IAC, y a raíz de una propuesta de financiación solicitada desde la OTRI a la Fundación ONCE y al IMSERSO, se logró financiar la redacción de un proyecto para la eliminación de barreras arquitectónicas en la Sede del IAC (La Laguna). Durante el 2003 se procederá a solicitar la realización de las obras y cumplir así con este proyecto que persigue hacer accesible nuestra sede a personas con movilidad reducida.

Durante el 2002, en relación con una propuesta de financiación externa solicitada a través del Programa de Apoyo a la Investigación Técnica (PROFIT), del Ministerio de Ciencia y Tecnología, la OTRI del IAC ha tomado un papel muy activo en la gestión de este proyecto, encaminado al estudio de los cristales líquidos como retardadores ópticos para su aplicación en instrumentación espacial.

## 2.- Organización de gestión interna y servicios

La informatización del procedimiento de tratamiento de consultas ha permitido una vez más optimizar los servicios, permitiendo al usuario estar informado en todo momento, vía Internet, sobre el estado de su consulta, así como valorar la calidad del servicio prestado.

Una novedad introducida durante el año 2002 sobre este sistema informático es la posibilidad de relacionar y adjuntar a cada uno de los expedientes tramitados, los ficheros electrónicos que son de relevancia. De este modo, el cliente puede acceder vía Internet a los mismos, y la OTRI cuenta con un potente archivo accesible desde cualquier lugar del mundo, a través de una conexión a red.

El Departamento de Organización y Recursos Humanos del IAC cuenta ahora con este nuevo sistema para tramitar y resolver las sugerencias y quejas recibidas.

MEMORIA  
2002 IAC

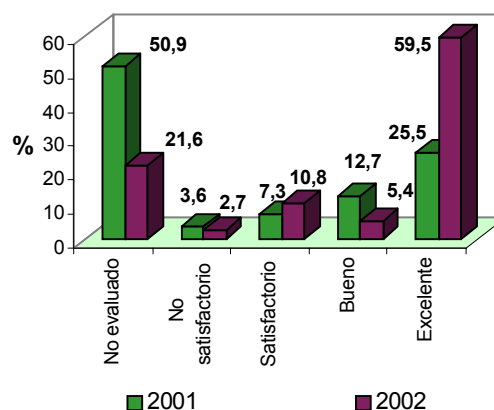
132 Este año fueron resueltos un total de 173 expedientes a través de este sistema informático. El 55% de éstos fueron solicitados por el personal del IAC, 29% por clientes externos y el 16% restante fueron expedientes internos de la OTRI.

Los usuarios también pueden evaluar la calidad del servicio prestado a través de este sistema. Durante el 2002 se ha hecho un importante esfuerzo para invitar a los clientes a evaluar el servicio recibido, con objeto de mejorar la calidad del mismo. El

resultado ha sido que si bien durante el 2001 la mitad de los expedientes no fueron evaluados, este porcentaje se ha reducido durante el 2002 a tan sólo el 20%. Además, casi el 60% de los expedientes durante el 2002 merecieron la calificación de "excelente" por parte de los usuarios. En el siguiente gráfico (Gráfico IX) se presenta una evaluación comparativa (2001-2002) de los expedientes tramitados por la esta Oficina.

Gráfico IX

### Evaluación comparativa de los expedientes tramitados por la OTRI 2001-2002



### Premio a las Mejores Prácticas Administrativas en la Administración General del Estado

La OTRI del IAC ha sido premiada durante el 2002 en la II Edición de los "Premios a la Calidad y a las Mejores Prácticas en la Administración General del Estado", convocados por el Ministerio de Administraciones Públicas. El procedimiento informatizado ya descrito para el tratamiento de expedientes, el software desarrollado durante el 2001 para la implantación de Cartas de Servicios en unidades de gestión como la oficina del IAC, y el procedimiento de tratamiento de quejas y sugerencias, fueron premiados bajo la modalidad de Mejores Prácticas.



Por su parte, el Ministerio de Administraciones Públicas solicitó al IAC el uso del software desarrollado para la implantación de Cartas de Servicio, denominado CARONTE, para su distribución a todas las unidades de la Administración del Estado que quieran implantar su propia Carta de Servicios.

Una vez más, la OTRI del IAC ha logrado durante el 2002 mantener uno de sus grandes objetivos y que se marcó desde sus comienzos: la completa autofinanciación de sus actividades, sin gravar por tanto el presupuesto propio del centro.

### 3.- Servicios y actuaciones orientadas al exterior

La OTRI favorece la transferencia de conocimientos y tecnología desarrollada en el IAC hacia el sector productivo y atiende las demandas tecnológicas de aquellas empresas que solicitan la colaboración del centro.

Durante el 2002 la OTRI del IAC ha gestionado por quinto año consecutivo el programa de becas "Leonardo da Vinci" para universitarios y recién licenciados de la Universidad de La Laguna, bajo un nuevo convenio firmado con la Fundación Canaria Universitaria de Las Palmas. Bajo este convenio, 6 becarios pudieron beneficiarse de este programa durante el año 2002.

La OTRI del IAC sigue apostando un año más por la divulgación de la Ciencia y la Tecnología, en temas relacionados o no con la Astronomía, a través de su programa semanal en Radio Nacional de España, CANARIAS INNOVA. Más de 120 programas han sido ya emitidos desde nuestros inicios, el 2 de julio de 2000 ([www.canariasinnova.com](http://www.canariasinnova.com)), con una audiencia mantenida superior a los 175.000 oyentes repartidos por todo el Archipiélago.

En relación con la protección industrial, se ha continuado con la gestión y tramitación de la extensión internacional de la patente "Estructura de cambio de fase de 180° en microondas de banda ancha", llevando a cabo además un asesoramiento técnico para su posterior explotación, contando para ello con especialistas en materia legal y tecnológica. Se espera que el año 2003 sea un año decisivo para esta patente.

Uno de los objetivos de la OTRI es informar sobre las capacidades científico-tecnológicas del centro así como sobre la actividad investigadora de su personal. En este sentido, se ha desarrollado una base de datos de proyectos que ofrece información actualizada sobre los proyectos de investigación del IAC, y se participa a su vez en la Base de Datos

Nacional (DATRI) sobre la actividad científico-tecnológica de los centros de investigación españoles, cuyo uso será posible para el año 2003.

La OTRI del IAC ha desarrollado en los últimos años gran parte de las aplicaciones informáticas necesarias para su actividad diaria. Buena prueba de ello es el desarrollo de una aplicación informática, actualmente a disposición de todo el centro, para la reserva de infraestructura y equipamiento en cada una de las Áreas del IAC.

Durante el 2002 se han concluido todos los pasos necesarios para llevar a cabo durante el 2003 la publicación de la Carta de Servicios de esta unidad. Se trata en definitiva de informar públicamente sobre los servicios que la OTRI ofrece, garantizando además unos compromisos de calidad en su prestación; tanto para clientes internos como para clientes externos.

A mediados de año, la OTRI representó al IAC en la Conferencia sobre "I+D+i en Regiones Ultraperiféricas" (Maspalomas, Las Palmas de Gran Canaria). Esta Conferencia tuvo lugar en el marco de la Presidencia Española de la Unión Europea. Durante ese período, y a petición de la Comisión Europea, se llevó a cabo la elaboración de un estudio sobre la situación de la I+D+i en Regiones Ultraperiféricas en el que la OTRI del IAC participó activamente. Más información en: <http://www.erup.net>

Invertir en I+D+i, así como la donación para actividades de este tipo, tienen su beneficio fiscal que conviene conocer. La OTRI desarrolló un documento completo sobre este tema, a disposición del público.

Este año han dejado la OTRI: A. Sosa, para incorporarse por período de dos años a la Oficina de Ciencia y Tecnología que tiene este mismo Ministerio en Bruselas (Bélgica), y M. Gimeno.

Durante el mes de noviembre, se incorporó a la OTRI L. Calero, como técnico, para responsabilizarse de un proyecto que financia el Ministerio de Ciencia y Tecnología a esta Oficina.

### 4.- Programas Marco Europeo de apoyo a la I+D y otras acciones de este ámbito

El V Programa Marco Europeo (FP5) de apoyo a la I+D+I ha concluido durante el año 2002, para dar paso al recién estrenado VI Programa Marco (FP6). Este nuevo Programa persigue más que nunca conseguir una integración y estructuración adecuada de lo que pasa a denominarse "Espacio Europeo de la Investigación".

En el anterior programa específico de “Mejora del Potencial Investigador”, bajo el FP5, y ahora el programa de “Recursos Humanos y Movilidad”, bajo el FP6, es donde los proyectos del IAC encuentran mejores oportunidades; se tramitan desde la OTRI o se colabora activamente en la presentación de nuevas propuestas, así como en la gestión de las ya aprobadas y en su cumplimiento acorde con las normas comunitarias.

Un año más se ha gestionado desde la OTRI el contrato europeo por el que se reconoce el *status* del Observatorio Norte Europeo como “Gran Instalación Científica”, y que facilita el acceso de astrónomos europeos a sus instalaciones. Durante el año 2002 se procedió a la justificación anual de este contrato, y se hizo frente además a la auditoría técnica habitual que se lleva a cabo a mitad de este tipo de contratos, así como a una auditoría económica que la propia Comisión Europea decidió llevar a cabo de forma aleatoria. Ambas auditorías, así como el informe anual, fueron completamente satisfactorios, aunque requirieron de un esfuerzo especial dada la concurrencia en tiempo de todas ellas.

La gestión global de este proyecto institucional, en el que participan ocho instituciones europeas con instalaciones telescópicas en Canarias, se coordina íntegramente desde la OTRI.

Una vez más se consiguió financiación comunitaria para la *Canary Island Winter School*, que ha sido financiada por la Comisión Europea bajo los distintos Programas Marco desde 1998, manteniendo así el récord de solicitudes presentadas y aprobadas y estando a la cabeza en Europea en cuanto a las instituciones que mayor éxito han conseguido en este subprograma.

J. Burgos, responsable de la OTRI del IAC, ha actuado como Punto Nacional de Contacto para toda España en relación con el programa específico de “Mejora del Potencial Humano” dentro del FP5. Su misión es la de asesorar y atender las consultas y dudas de investigadores y empresarios españoles referidas a este programa horizontal - abarcando todas las áreas de conocimiento - así como participar en mesas de trabajo con otros Puntos Nacionales de Contacto de otros estados miembros. J. Burgos actuará también a partir de ahora como Punto Nacional de Contacto para los programas de “Recursos Humanos y Movilidad”, y también para el novedoso “Infraestructuras de Investigación”, ambos dentro del FP6.

## **CANARIAS INNOVA – RADIO NACIONAL DE ESPAÑA, Radio 1 (410101 – 7E1402)**

**J. Burgos, J.J. Martín, I. Rodríguez Hidalgo e I. Fernández Fuarrós.**

I. González (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 científico-tecnológica, 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 y RNE en Canarias.

El IAC cuenta con una amplia experiencia en cuanto se refiere a la difusión de la Ciencia y la Tecnología en torno a la Astrofísica. Si bien, con CANARIAS INNOVA, esta experiencia se ha hecho extensiva a cualquier área de conocimiento, y tanto la Astrofísica, como la Biología, las Matemáticas, la Filosofía, la Medicina, entre otras materias, tienen cabida en este programa semanal de 50 minutos de duración.

Por su parte, RNE en Canarias ha supuesto la plataforma ideal para un programa como CANARIAS INNOVA. La experiencia del personal y la cobertura incomparable de esta emisora han acercado el programa a todos los rincones de las islas.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología sigue financiando este programa durante el 2002, permitiendo así su continuidad desde sus mismos inicios.

### **Algunos resultados relevantes y evolución del Proyecto**

Durante los 42 programas que se emitieron el pasado año 2002, CANARIAS INNOVA habló sobre astrofísica, biología, biodiversidad, arqueología, climatología, ciencia y ciencia-ficción, medicina, ingeniería, espacio, etc. Se han realizado y emitido

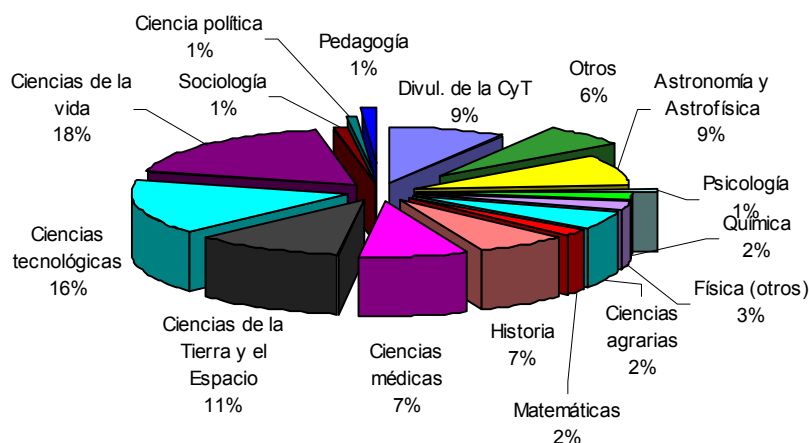
120 programas desde que se comenzó a emitir en el 2000, en total, 6.000 minutos al servicio de la Ciencia y de la Tecnología.

CANARIAS INNOVA ha prestado también especial atención a la actualidad científica de gran repercusión social. Varios ejemplos de esta sensibilidad fueron los programas emitidos sobre células madre, el sida, la clonación, la electricidad y su transporte, el bioterrorismo, etc.

La sección semanal sobre Astronomía de I. Rodríguez Hidalgo, "Un Tiempo para el Espacio", sigue manteniéndose como una de las secciones de interés del programa. Son cinco minutos todos los domingos dedicados a la Astronomía, con los que el público no especializado ha podido y puede conocer un poco más sobre temas como: el Sol, la Luna, eclipses, NEOs, lluvia de estrellas, distancias astronómicas, etc.

Gráfico X

**CANARIAS INNOVA**  
**Temática de los 100 primeros programas 2000 - 2001**



Una vez más el programa ha salido a la calle para emitir en directo desde lugares donde los oyentes pudieran seguir la emisión en vivo. De este modo, se emitieron dos programas desde el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, así como dos especiales para la Feria CANARIAS INVESTIGA, organizada por la Dirección General de Universidades e Investigación del Gobierno de Canarias. El equipo del programa realizó sendos programas desde el Recinto Ferial de Santa Cruz de Tenerife, y desde INFECAR, en Las Palmas de Gran Canaria.

CANARIAS INNOVA estuvo presente también con su ponencia titulada "CANARIAS INNOVA, Ciencia

y Sociedad unidas por la radio" en el congreso nacional sobre "La Ciencia ante el Público", celebrado en Salamanca (28 al 31 de octubre). J.J. Martín presentó allí las distintas secciones del programa, la página Web y cómo en definitiva se ha procurado mantener vivo ese contacto continuo con la sociedad.

A finales de 2002 se jubiló I. González, realizador de RNE para CANARIAS INNOVA, y que substituyó al también ya jubilado D. García Soto. CANARIAS INNOVA está muy agradecido a estos dos profesionales de la radio que han contribuido, no sólo con su trabajo, sino también con su paciencia, a la producción de este programa.

Una de las mejores referencias sobre Ciencia y Tecnología en Canarias

CANARIAS INNOVA desempeña un papel importante en cuanto a la difusión de la Ciencia y la Tecnología se refiere en las Islas. Los distintos temas tratados

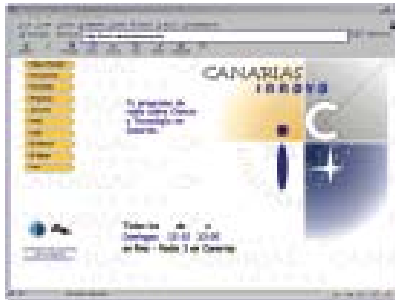
CANARIAS INNOVA ®



CANARIAS INNOVA es una marca registrada ante la Oficina Española de Patentes y Marcas. Se ha protegido así este programa ante cualquier otra forma de comunicación escrita, oral o audiovisual, y que haga referencia a la difusión de la Ciencia y la Tecnología.

[WWW.CANARIASINNOVA.COM](http://WWW.CANARIASINNOVA.COM)

Ya durante el 2001 se inauguró la página Web, alojada en el propio dominio de Internet del IAC. En ella, el internauta puede acceder a una relación completa de todos los programas emitidos, con sus resúmenes y panel de invitados, los ficheros audio en formato MP3, fotos, texto y audio de las secciones emitidas, novedades, enlaces y un foro de debate.



En el marco de esa protección legal para CANARIAS INNOVA, y con el propósito de facilitar además a los

oyentes una dirección de Internet más sencilla, los internautas pueden acceder ahora a la página a través de: [www.canariasinnova.com](http://www.canariasinnova.com)

#### *Un premio más para CANARIAS INNOVA*

La Fundación Canaria de Salud y Sanidad del Cabildo Insular de Tenerife, en su convocatoria de "Premios para Periodismo - Salud y Sociedad 2002", concedió uno de los premios a una serie de programas de CANARIAS INNOVA dedicados a las investigaciones científicas de marcado interés social por su estrecha relación con la salud.

#### *Invitados de excepción*

En este aspecto destaca la participación en el programa durante el 2002 del ya lamentablemente fallecido Prof. Antonio González González; del Prof. José Luis Sanz, catedrático de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid; y del Prof. Daniel Altschuler, director del Observatorio de Arcibo.

#### *CD-rom Segundo Aniversario*

CANARIAS INNOVA ha editado un CD-rom especial para celebrar ese Segundo Aniversario. Se trata de un CD interactivo, para su uso en ordenador personal, que recoge 10 programas representativos, videos, fotografías, curiosidades, etc. Este CD-rom se está distribuyendo de forma gratuita entre los oyentes y colaboradores, teniendo una gran acogida.

#### *Programa especial Segundo Aniversario; desde lo más alto y para todo el mundo*

El 2 de julio de 2002 CANARIAS INNOVA cumplió 2 años en antena. Por este motivo, y con la colaboración del Teleférico del Teide y del Parque Nacional de las Cañadas del Teide, se realizó un programa desde lo



*Parte del equipo de CANARIAS INNOVA en el pico del Teide, el 7 de julio, con motivo del Programa especial Segundo Aniversario.*



más alto, desde el pico del Teide, y desde la Estación Alta del Teleférico. Gracias a un gran despliegue técnico y humano, el programa se emitió no sólo para los oyentes de Canarias, sino también para el resto del mundo a través de Radio Exterior de España. Es la primera vez que se emite un programa de radio de manera íntegra desde esta localización tan alta.

### Programas emitidos durante el año 2002

06/01 - Especial día de Reyes  
13/01 - La historia del calendario  
20/01 - Riesgos biológicos en conflictos bélicos  
03/02 - La química de los volcanes.  
10/02 - Técnicas de reproducción asistida  
17/02 - Grandes inventos de la historia española  
24/02 - John Beckman, investigador  
03/03 - Clonación  
10/03 - Adivinadores o farsantes  
17/03 - Alimentos transgénicos  
24/03 - Paleontología de Canarias  
31/03 - El apasionante mundo de los dinosaurios  
07/04 - Ecosistemas de Canarias  
14/04 - Ciencia y tecnología al servicio de la investigación policial  
21/04 - Prof. Antonio González: gran investigador, docente y persona  
28/04 - Especial Feria Canarias Investiga  
05/05 - Especial Feria Canarias Investiga II  
12/05 - Nuevas tecnologías aplicadas a la imagen  
19/05 - Biodiversidad en Canarias  
26/05 - Medicina Forense y Toxicología  
09/06 - La ciencia y los niños  
23/06 - El cielo de los magos  
07/07 - PROGRAMA ESPECIAL SEGUNDO ANIVERSARIO  
14/07 - Programa 100  
21/07 - Política de I+D+I en Canarias  
28/07 - El Verano y nuestra salud  
15/09 - NEOs  
22/09 - El cine y la vida extraterrestre  
29/09 - La ciencia y los superhéroes  
06/10 - Células madre  
13/10 - Prof. Antonio González: gran investigador, docente y persona  
(Repetición entrevista con motivo de su fallecimiento)  
20/10 - Pregúntale a los niños  
27/10 - Hijo de las estrellas  
03/11 - Bioterrorismo  
10/11 - La Electricidad: desde la central hasta nuestras casas  
17/11 - Leónidas 2002  
24/11 - Los cetáceos y el Hombre  
01/12 - Últimos avances científicos en la lucha contra el sida  
08/12 - Gran Telescopio CANARIAS  
15/12 - La llegada del hombre a la Luna; ¿una realidad o un montaje?  
22/12 - Especial Navidad  
29/12 - Especial Fin de Año

# AREA DE ENSEÑANZA

Corresponde al Area 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 Area 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 XIV 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*, en colaboración con el Departamento de Astrofísica y el de Física Fundamental II.

Dentro de la actividad docente correspondiente a 2002 se impartieron los cursos de doctorado y los seminarios que se relacionan a continuación:

## CURSOS DE DOCTORADO

### Programa de Doctorado "*Física del Cosmos*"

"Historia de la Astronomía"

Dres. Juan A. Belmonte Avilés (IAC) y Rolf Krauss (Museo Egipcio de Berlín, Alemania)  
Del 7 al 25 de enero.

"Tratamiento avanzado de imágenes astronómicas"

Dr. José A. Bonet Navarro (IAC)  
Del 7 al 25 de enero.

"Dinámica no lineal"

Dres. J.M. Gómez Llorente y D. Alonso Ramírez (Univ. de La Laguna)  
Del 7 al 25 de enero.

"Análisis de señales tiempo-frecuencia"

Dres. R.F. Sala Mayato y R. Trujillo González (Univ. de La Laguna)  
Del 7 al 25 de enero.

"Astrosismología"

Prof. Teodoro Roca Cortés (IAC)  
Del 28 de enero al 15 de febrero.

"Evolución química del Universo"

Dres. César A. Esteban López (IAC) y Leticia Carigi (UNAM, México)  
Del 28 de enero al 15 de febrero.

"Determinación de parámetros físicos en atmósferas estelares"

Dr. Ramón J. García López y Prof. Artemio Herrero Davó (IAC)  
Del 18 de febrero al 8 de marzo.

"Interacciones moleculares"

Dres. E. Alvira Lechuz, J. Hernández Rojas y Prof. J.D. Bretón (Univ. de La Laguna)  
Del 18 de febrero al 8 de marzo.

"Fotones y su interacción con la materia"

Dres. V. Delgado Borjes, J.M. Gómez Llorente y S. Boruard Martín (Univ. de La Laguna)  
Del 18 de febrero al 8 de marzo.

"Radioastronomía"

Dres. Rafael Bachiller García y Pere Planesas Bigas (Obs. Astronómico Nacional, Madrid)  
Del 11 al 22 de marzo y del 1 al 5 de abril.

"Procesos radiativos y no radiativos en moléculas"

Prof. A. Hardisson de la Rosa (Univ. de La Laguna)  
Del 11 de marzo al 5 de abril.

"Interacción estrellas-medio interestelar"

Dr. César A. Esteban López, Romano Corradi y Arturo Manchado-Torres (IAC)  
Del 8 al 26 de abril.

"Propiedades de la materia condensada desde primeros principios"

Dres. P. Rodríguez Hernández, A. Muñoz González y A. Mujica Fernaud (Univ. de La Laguna)  
Del 8 al 26 de abril.

“Espectropolarimetría en Astrofísica”

Dr. Javier Trujillo Bueno (IAC)

Del 15 al 26 de abril.

“Avances en instrumentación astronómica”

Dres. Francisco Garzón y Peter Hammersley (IAC)

Del 29 de abril al 17 de mayo.

“Fluidos en Astrofísica”

Prof. Fernando Moreno-Insertis y Dra. Casiana Muñoz Tuñón (IAC)

Del 20 de mayo al 7 de junio.

“Astrofísica con telescopios espaciales”

Dr. Ismael Pérez Fournon (IAC)

Del 20 de mayo al 7 de junio.

“Métodos de inversión”

Dres. Basilio Ruiz Cobo (IAC) y Eduardo Simonneau (Inst. de Astrofísica de París, Francia)

Del 20 de mayo al 7 de junio.

“Astrofísica relativista”

Dres. Evencio Mediavilla Gradolph (IAC) y Joaquín Wambsgauss (Univ. Potsdam, Alemania)

Del 10 al 28 de junio.

“Estructura y evolución estelar”

Dr. F. Carlos Lázaro Hernando (IAC)

Del 21 de octubre al 8 de noviembre.

“Fundamentos de física galáctica”

Dres. Antonio Aparicio Juan y Jordi Cepa Nogué (IAC)

Del 21 de octubre al 15 de noviembre.

“Procesos de acreción”

Dres. Ignacio González Martínez-Pais (IAC) y Jorge Casares Velázquez (IAC)

Del 2 al 20 de diciembre.

“Avances en instrumentación astronómica”

Dres. Francisco Garzón y Peter Hammersley (IAC)

Del 2 al 20 de diciembre.

bajo el título de “Seminarios”, una serie de breves charlas informativas sobre el trabajo científico individual del personal del Instituto y visitantes. En el 2002 han tenido lugar los siguientes seminarios:

“Cooling Flows: Rumours of death much exaggerated”

Dr. Alastair Edge (Univ. de Durham, Reino Unido)

8 de enero

“Radiative processes in black hole binaries”

Mr. Andrzej A. Zdziarski (N. Copernicus Astronomical Center, Varsovia, Polonia)

10 de enero

“Science with the IF spectrograph SAURON: ellipticals and bulges”

Dr. Reynier Peletier (Univ. de Nottingham, Reino Unido)

23 de enero

“Sobre la orientación astronómica de los canales de ventilación de la Gran Pirámide de Keops”

Dr. Rolf Krauss (Museo Egipcio de Berlín, Alemania)

24 de enero

“Star Formation at High Redshift and its Impact on the Intergalactic Medium”

Dr. Max Pettini (Inst. de Astronomía, Cambridge, Reino Unido)

31 de enero

“POLIS: Simultaneous vector polarimetry in two spectral lines”

Sr. Christian Beck (Kiepenheruer Int. de Friburgo, Alemania)

6 de febrero

“Estimación de gradientes verticales en la atmósfera solar a partir de espectrogramas MSDP en las líneas D de Na I”

Dra. M. Teresa Eibe (IAC)

26 de febrero

“FLAMES/GIRAFFE, a fiber multi-object spectrograph for the VLT”

Dr. Héctor Flores (SACLAY, Francia)

28 de febrero

“El Proyecto ALMA”

Prof. José Cernicharo (Inst. de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid)

9 de abril

## SEMINARIOS CIENTIFICOS

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,

“La Formación de grandes moléculas carbonadas en Nebulosas Protoplanetarias”  
Prof. José Cernicharo (Inst. de Estructura de la Materia, CSIC, Madrid)  
10 de abril

“Dwarf galaxies: the building blocks of the Milky Way?”  
Dr. David Martínez Delgado (IAC)  
18 de abril

“Outer edges of galactic stellar disks”  
Dr. Michael Pohlen (IAC)  
7 de mayo

“The origin of the solar cycle”  
Dr. Arnab Choudhuri (Inst. de Astrofísica de Bangalore, India)  
17 de mayo

“Enigmatic expanding spherical bubble ejected from a young stellar object”  
Dr. José M. Torrelles (IEEC, CSIC, Madrid)  
21 de mayo

“Buscando la materia oscura a través de la Radiación Cósmica de Fondo: El efecto Sunyaev-Zel'dovich”  
Dr. Nelson Falcón (Univ. de Carabobo, Valencia, Venezuela - IAC)  
28 de mayo

“Cinemáticas y Propiedades físicas de Nebulosas Planetarias y Jets en Estrellas T Tauri”  
Dr. Luis López Martín (IAC)  
4 de junio

“Nebulosas planetarias en el medio intracumular de Virgo”  
Dr. J. Alfonso López Aguerra (IAC)  
11 de junio

Seminario Especial de Galaxias - AGN “IR from AGN: Support for Unified Schemes”  
Dr. Moshe Elitzur (Univ. de Kentucky, EEUU)  
13 de junio

140 “The 100m giant telescope project at ESO (OWL); and, lessons from the VLT instrumentation program”  
Dres. R. Gilmozzi y G. Monnet (ESO, Garching Alemania)  
14 de junio

“Ondas Térmicas en Objetos Compactos. Aplicaciones a Estrellas de Neutrones, Enanas Blancas y Estrellas ZZ Cetti”  
Dr. Nelson Falcón (Univ. de Carabobo, Valencia, Venezuela – IAC)  
18 de junio

“Luminous Vs dark matter in the inner parts of bright spiral galaxies”  
Dra. Isabel Pérez (Mount Stromlo & Siding Spring Obs., Australia)  
27 de junio

“Physical conditions in the 0++ zone of NGC 6543”  
Dra. Valentina Luridiana (Inst. de Astrofísica de Andalucía, Granada)  
2 de julio

“The Advanced Technology Solar Telescope”  
Prof. Steve Keil (NSO, Tucson, Arizona, EEUU)  
15 de julio

“Formación estelar y evolución de galaxias en cúmulos cercanos”  
Dr. Jorge Iglesias (Lab. de Astrofísica de Marsella, Francia)  
24 de julio

“Estrellas RR Lyrae como trazadores de la estructura del Halo de la Vía Láctea”  
Sra. Kathy Vivas (CIDA, Venezuela)  
26 de septiembre

“Los Cometas y el Origen del Agua en la Tierra”  
Dr. Humberto Campins (Univ. Central de Florida, EEUU)  
16 de octubre

“New insights to the photometric structure of Blue Compact Dwarf Galaxies from deep Near-Infrared studies”  
Dr. Kai Noeske (Univ. de Göttingen, Alemania)  
18 de octubre

“El Satélite de rayos gamma INTEGRAL: primeras luces”  
Prof. Víctor Reglero (Univ. de Valencia)  
15 de noviembre

“Local Helioseismology”  
Prof. Michael J. Thompson (Blackett Lab., Reino Unido)  
21 de noviembre

“Active Star Formation in the N11B Nebula in the Large Magellanic Cloud”  
Dra. Mónica Rubio (Univ. de Chile)  
10 de diciembre

## SEMINARIOS DEL DIRECTOR

Siguiendo las recomendaciones del grupo estratégico que reflexionó sobre la "calidad de la investigación", se ha iniciado este año una nueva actividad quincenal con el título de "Seminarios del Director".

El Director se encarga directamente de invitar a los investigadores del Instituto a dar una conferencia pública, seguida de coloquio, sobre sus resultados científicos más relevantes, destacando las ideas novedosas.

"El origen físico del Segundo Espectro Estelar"  
Dr. Javier Trujillo Bueno (IAC)  
16 de mayo

"Estrellas masivas azules"  
Prof. Artemio Herrero Davó (IAC)  
7 de junio

"Cuando los discos se rompen: estructura de Bulbos Galácticos"  
Dr. Marc Balcells (IAC)  
20 de junio

"La Aproximación de Zeldovich completa y sus aplicaciones"  
Dr. Juan Betancort Rijo (IAC)  
4 de julio

"Estallidos de formación de estrellas"  
Dra. Casiana Muñoz-Tuñón (IAC)  
18 de julio

"Magnetismo estelar y simulación numérica"  
Prof. Fernando Moreno-Insertis (IAC)  
10 de octubre

"Stars with extra-solar planetary systems: are they different?"  
Dr. Garik Istaelian (IAC)  
30 de octubre

"La Microestructura del campo magnético solar"  
Dr. Jorge Sánchez Almeida (IAC)  
14 de noviembre

"Infall": La lluvia fina que riega la Galaxia"  
Prof. John E. Beckman (IAC)  
5 de diciembre

"El Test de Tolman: la prueba de la expansión"  
Dr. Ignacio García de la Rosa (IAC)  
20 de diciembre

## 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 2002 tuvieron lugar los siguientes:

"Integral-Field Kinematics of Disk Galaxies"  
Prof. Matthew Bershady (Univ. of Wisconsin-Madison, EEUU)  
13 de febrero

"Molecular Síntesis in the Circumstellar Environment"  
Dr. Sun Kwok (Univ. de Calgary, Canadá)  
21 de febrero

"La Densidad de Bariones en el Universo"  
Prof. Ramón Canal (Dpto. de Astronomía y Meteorología, Univ. de Barcelona)  
14 de mayo

"Eta Carinae – A Massive Star in Its Death Throes"  
Dra. Roberta Humphrey (Univ. de Minnesota, EEUU)  
21 de junio

"The formation of disk galaxies and our Milky Way"  
Dr. Ortwin Gerhard (Inst. de Astronomía, Univ. de Bael, Suiza)  
30 de septiembre

"The Arecibo Telescope – The Largest Single Reflector in the World"  
Prof. Daniel Altschuler (Obs. de Arecibo, Puerto Rico, EEUU)  
11 de octubre

## 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:

- Santiago Gabriel Patiri (Univ. Nacional de San Juan, Argentina)  
Proyecto: "Estudio de la formación de Estructuras (galaxias y cúmulos de galaxias) por procesos puramente gravitatorios"  
Director: Dr. J. Betancort Rijo.

MEMORIA  
IAC 2002

141

-Ricardo T. Génova Santos (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "El efecto Sunyaev Zeldovich y gaussianidad en el Fondo Cósmico de Microondas"  
Director: Prof. R. Rebolo López.

-Conrado Carretero Herraiz (Univ. Complutense de Madrid)  
Proyecto: "Espectropolarimetría UV e IR: la clave para investigar el magnetismo solar y estelar"  
Director: Dr. J. Trujillo Bueno.

-Miguel Santander García (Univ. Complutense de Madrid)  
Proyecto: "Estudio de la evolución dinámica, mecanismos de colimación y estrellas centrales de nebulosas bipolares"  
Directores: Dres. R. Corradi y A. Mampaso.

-Alexandra Ecuviñón (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Physical Characteristics of stars UIT Extrasolar Planetary Systems"  
Director: Dr. G. Israelian.

-Robert Juncosa Serrano (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Estructura y evolución cosmológica de galaxias"  
Director: Dr. C. M. Gutiérrez.

### **Becas de iniciación a la investigación en Astrofísica**

El Programa de Verano 2002 (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 2002 se concedieron becas de verano a las siguientes personas:

-Donatas Narbutis (Univ. de Vilnius, Lituania)  
Trabajo: "Apoyo a la calibración en flujo de CanariCam"  
Director: Dr. M. Kidger.

-Artem Tountsov (Univ. de Moscú, Rusia)  
Trabajo: "El extraño cúmulo globular Palomar 13: ¿un cúmulo con materia oscura?"  
Director: Dr. D. Martínez Delgado.

-Rubén Sánchez Janssen (Univ. de La Laguna)  
Trabajo: "La función de luminosidad en el supercúmulo de Hércules"  
Directores: Dres. C. Muñoz Tuñón y J. Iglesias Páramo.

-Teodoro Muñoz Darias (Univ. de La Laguna)  
Trabajo: "Heliosismología en el Laboratorio Solar del Observatorio del Teide"

Director: Dr. A. Jiménez Mancebo.  
-Jairo Méndez Abreu (Univ. de La Laguna)  
Trabajo: "Reducción de datos de la Wide Field Camera - Isaac Newton Telescope y fotometría de precisión de cúmulos abiertos viejos"  
Director: Dr. A. Rosenberg González.

-Diego Blas Temiño (Univ. de Zaragoza)  
Trabajo: "Edades y metalicidades de galaxias tempranas mediante síntesis de poblaciones estelares"  
Directores: Prof. J.E. Beckman y Dr. A. Vazdekis.

-Teresa Pinheiro Ortega (Univ. de Valencia)  
Trabajo: "Observación con TIMES (Tenerife Imaging Meteor System) y análisis de curvas de luz obtenidas en las Leónidas 2001"  
Directores: Dres. M. Serra-Ricart y D. Martínez Delgado.

-Yaiza Schmohe Ollero (Univ. Autónoma de Madrid)  
Trabajo: "Variabilidad con el ciclo solar: observaciones de manchas en IR y del disco solar en el visible"  
Director: Dr. J.A. Bonet Navarro.

### **Becas Internacionales de Astrofísica**

En el marco de los Acuerdos Internacionales del IAC se concedieron 2 Becas Externas para realizar la tesis doctoral:

-Inmaculada Martínez Vapuesta (Univ. de La Laguna), en la Universidad de Hertfordshire, Reino Unido.

-Antonio López Merino (Univ. Autónoma de Madrid), en la Universidad de Copenhage, Dinamarca.

Asimismo, el IAC y la Universidad de Florida (EEUU), a través del Protocolo de Colaboración entre ambas instituciones para fortalecer la cooperación basada en el Gran Telescopio CANARIAS (GTC) y el desarrollo conjunto de instrumentación astronómica concedió 2 becas para realizar la tesis doctoral en el Departamento de Astronomía de dicha Universidad:

-Paola Rodríguez Hidalgo (Univ. de La Laguna)  
-Manuel Orduña López (Univ. de La Laguna)

Dentro del Programa de Becas de Formación de Personal Investigador (FPI) del Ministerio de Ciencia y Tecnología se han concedido 6 becas predoctorales de formación de investigadores para realizar el doctorado en el IAC:

-Jorge García Rojas (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Líneas de emisión débiles y fluctuaciones de temperatura en regiones HII"  
Director: Dr. C. A. Esteban López.

- Carolina Domínguez Cerdeña (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "La composición química de Estrellas con Planetas y el Origen de los Sistemas planetarios: Objetos tipo Júpiter"  
Director: Prof. R. Rebolo López.

- Rosa M. Domínguez Quintero (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Estructura y evolución de estrellas de tipo solar"  
Director: Prof. T. Roca Cortés.

- Rebecca Centeno Elliot (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Propagación de ondas desde la fotosfera hasta la cromosfera en estructuras magnéticas solares"  
Director: Dr. M. Collados Vera.

- M. Jesús Martínez González (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Evolución temporal de campos magnéticos débiles en regiones solares en calma"  
Director: Dr. M. Collados Vera.

- Ismael Martínez Delgado (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "¿Son todas las galaxias enanas azules capaces de generar supervientos galácticos?"

Director: Dra. C. Muñoz-Tuñón.  
- Rosa M. Domínguez Quintero (Univ. de La Laguna)  
Proyecto: "Estructura y evolución de estrellas de tipo solar"  
Director: Prof. T. Roca Cortés.

### **Becas en el Centro Cultural "Blas Cabrera"**

Desde el mes de abril de 1997, el IAC colabora con el Centro Cultural Blas Cabrera (Arrecife, Lanzarote) seleccionando a los becarios, licenciados recientes en Astrofísica, que trabajan en dicho Centro. En el 2002 han disfrutado de estas becas:

- Raul Martínez Morales (enero-diciembre)  
- Jorge García Rojas (abril-septiembre)

## **TESIS DOCTORALES**

En el 2002 se leyeron 9 tesis doctorales.  
(Ver PRODUCCION CIENTIFICA)

## **XIV ESCUELA DE INVIERNO**

### **"Materia oscura y energía oscura en el Universo"**

Este año tuvo lugar la decimocuarta edición de la Escuela de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias, cuyo título fue «Materia oscura y energía oscura en el Universo». El IAC contó con el apoyo económico y la colaboración de la Comisión Europea (Euroconferencia dentro del Programa IHP, *Improving Human Research Potential Programme*), el Ministerio de Ciencia y Tecnología, los Cabildos Insulares de Tenerife y La Palma, IBERIA, el Hotel Puerto Palace y el Ayuntamiento del Puerto de la Cruz. Se celebró del 18 al 29 de noviembre, en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz. En esta edición, los cursos fueron impartidos por ocho profesores expertos en Cosmología que abordaron el tema de la materia y de la energía "oscuras" desde diferentes puntos de vista. Se impartieron un total de 40 horas de clase y asistieron 61 participantes de 20 países.

Se concedieron 39 becas. Dentro de las actividades paralelas a la Escuela los estudiantes presentaron, en forma de pósters y artículos, sus trabajos y/o proyectos de tesis. Además, estudiantes y profesores visitaron el Instituto de Astrofísica y los Observatorios del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma).

La dirección y organización estuvo a cargo de los doctores J. E. Beckman, R. García López y F. Sánchez Martínez. *Cambridge University Press* editará el curso dentro de su serie dedicada a las Escuelas de Invierno de Astrofísica de las Islas Canarias.

La relación de profesores y programas es la siguiente:

"INFLATION, FLAT UNIVERSE, DARK MATTER AND ENERGY"  
Prof. Lawrence Krauss

1. The standard model and Dark Matter: The Good, the Bad, and the Ugly
2. The standard model: probing cosmic parameters
3. The equation of state of the Universe, the cosmological constant, and dark energy
4. Dark energy and Inflation
5. The future of the Universe



“COSMIC BACKGROUND FLUCTUATIONS:  
COSMOLOGICAL PARAMETERS”

Dr. Philip Mauskopf

1. CMB temperature anisotropies
2. CMB temperature power spectra and dependence on cosmological parameters
3. CMB Observations and constraints on parameters
4. Secondary CMB temperature anisotropies
5. CMB polarization - the final frontier

“LARGE SCALE SURVEYS AND COSMIC  
STRUCTURE”

Prof. John Peacock

1. The perturbed universe
2. The nonlinear universe
3. Galaxy surveys on 2D and 3D
4. Clustering and bias of galaxies
5. Measuring the cosmological model

“DARK MATTER PARTICLES: LABORATORY  
SEARCHES”

Prof. Bernard Sadoulet

1. Astronomical evidence for non baryonic dark matter
2. Particle candidates
3. Detection of WIMPs
4. Detection of WIMPs (2)
5. Dark Matter in the more global context

“GALAXY KINEMATICS AND DARK MATTER”

Prof. Renzo Sancisi

1. Gas distribution and kinematics in spiral galaxies
2. Derivation of rotation curves
3. General properties of rotation curves
4. Distribution of dark and luminous matter
5. Correlations with luminosity, surface brightness and morphological type

“SUPERNOVAE AND THE ACCELERATING  
UNIVERSE”

Prof. Brian Schmidt

1. History of the Expanding Universe
2. Supernovae and Distance Measurement
3. Measuring distances at large  $z$  with Supernovae
4. Measurement of Acceleration
5. Future Experiments and opportunities

“GRAVITATIONAL LENSING AS A PROBE OF  
STRUCTURE”

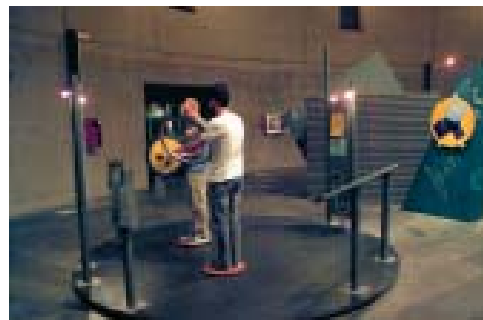
Prof. Peter Schneider

1. Basics of gravitational lensing
2. Weak gravitational lensing
3. Lensing by clusters of galaxies
4. Cosmic shear - lensing by the Large-Scale Structure
5. Cosmic shear - results, and future goals

“GALAXY FORMATION IN DARK MATTER  
COSMOLOGIES”

Prof. Joseph Silk

1. Initial conditions from the very early universe
2. Nonlinear theory
3. Disk galaxy formation
4. Elliptical galaxy formation
5. The high redshift universe





# ADMINISTRACION 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 ASTROFISICA

### LA GERENCIA ADMINISTRATIVA

Durante el año 2002 se ha continuado con la mejora de la estructura y organización interna de la Administración. Para ello se han acometido diferentes acciones, entre ellas:

- El personal de la Gerencia Administrativa ha participado en la realización de la auto evaluación siguiendo el modelo EFQM de excelencia establecido en la guía de auto evaluación para la Administración Pública. Las conclusiones de la misma darán lugar al próximo Plan de Mejora para el trienio 2003-2005.

- En el marco de la mejora continua se ha consolidado el grupo de mejora de la Gerencia Administrativa llevando a cabo, entre otras, acciones de revisión de los procedimientos existentes y elaboración de nuevos.

- Se ha diseñado y puesto en funcionamiento una nueva base de datos para gestionar la facturación de la Sede Central del IAC y del Observatorio del Teide.

### LA GERENCIA OPERACIONAL

Se ha completado el plan de dotación de teléfonos móviles para el personal del IAC y se ha dotado a la Sede Central de un sistema de recepción de telefonía móvil que ha abaratado el tráfico de las llamadas salientes desde teléfonos fijos a móviles, como desde teléfonos móviles externos a fijos del IAC.

Se ha redactado un proyecto de remodelación de la Sala de Intercomunicación Científica con los Observatorios, con dotación de moderno equipamiento. Asimismo se ha redactado y aprobado el proyecto completo de "Supresión de barreras arquitectónicas", cuyas obras se estima realizar en el próximo ejercicio.

Se han completado las instalaciones de nuevos cuadros eléctricos, líneas y canalizaciones en las dependencias de los Servicios Informáticos

Comunes (SIC), según de las exigencias de los nuevos equipamientos.

Destacan las siguientes obras:

- Instalación de hidrantes para completar la red contra incendios en la zona de despachos de GRANTECAN S.A.
- Instalación de un nuevo grupo de presión en la red de emergencia de suministro de agua.
- Instalación de un moderno sistema de control de acceso y presencia.
- Instalación de un nuevo grupo de aire comprimido, que ha supuesto una notable mejora de las instalaciones.
- Construcción de una nueva caseta, integrada en el propio edificio de la Sede Central, con instalación de un nuevo grupo electrógeno de 530 KVA, adecuado a las mayores necesidades que se tienen.

### FONDO EUROPEO PARA EL DESARROLLO REGIONAL (FEDER)

El IAC ha contado durante el 2002 con cofinanciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) que la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología tiene asignados en los Programas de I+D de los Fondos Estructurales para el período de programación 2000-2006.

Los proyectos que se han beneficiado de esta cofinanciación durante el 2002 son:

- Sala de Armado, Verificación e Integración de grandes instrumentos científicos (obra civil y equipamiento).
- Adaptación de la Sala de Intercomunicación Científica con los Observatorios para su uso por personal de I+D del centro y personal externo de investigación (obra y equipamiento).
- Equipamiento científico y mejoras de infraestructura para los Telescopios del IAC del OT (equipamiento).

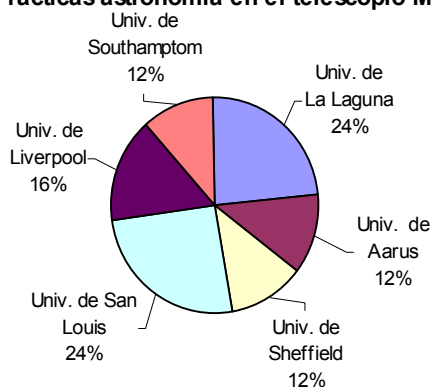
## OBSERVATORIO DEL TEIDE

Durante el año 2002 ha finalizado la obra civil de STELLA (AIP, Astrophysikalisches Institut Potsdam, Alemania). Se espera que durante el año 2003 se instale uno de los dos telescopios de 1,5 m de diámetro.

Durante el mes de julio, la Dra. T. Gómez y colaboradores (INTA, Madrid) estuvieron calibrando placas solares para su uso en satélites.

Siguen los trabajos de búsqueda y seguimiento de basura espacial en la órbita de transferencia (GTO) desde la OGS (*Optical Ground Station*) perteneciente a la Agencia Espacial Europea (ESA). Gracias a las excelentes condiciones atmosféricas de un total de 117 noches previstas se realizaron 88 observaciones con lo que el porcentaje de buen tiempo es de 75,71%. Siguen los trabajos de enlace con el satélite ARTEMIS para probar el sistema de comunicación con láser.

### Prácticas astronomía en el telescopio MONS



*Durante el año 2002, un total de 51 noches han sido utilizadas para proyectos educativos por distintas universidades europeas. En el gráfico se muestra el reparto de tiempo del MONS por Universidades.*

Diversos grupos de estudiantes europeos realizaron sus prácticas de astronomía en el telescopio MONS. Las distintas Universidades que nos han visitado han sido (ver Figura):

- Estudiantes de la Universidad de La Laguna. Meses de marzo, abril, mayo y octubre (12 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Aarus (Dinamarca). Mes de febrero (6 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Sheffield (Reino Unido). Mes de abril (6 noches).
- Estudiantes de la Universidad de San Luis, Campus español. Meses febrero, marzo, junio y septiembre (13 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Liverpool (Reino Unido). Mes de mayo (8 noches).
- Estudiantes de la Universidad de Southampton (Reino Unido). Mes de abril (6 noches).

Se han realizado diversas mejoras en el telescopio MONS para la automatización completa de la cúpula y la ventana.

En la Residencia del OT también se han realizado diversas mejoras durante el año 2002:

- Nuevo montacargas (capacidad 300 kg) en la cocina.
- Puertas contra incendios en las habitaciones diurnas y nocturnas.
- Sala de emergencias y primeros auxilios en la entrada.
- Habitación adicional para la contrata.
- Señalización de pasillos y salidas de emergencias.

## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

MEMORIA  
2002 IAC  
146

El número de visitantes que accedieron a alguna de las instalaciones del Observatorio durante el año 2002 fue de 7.177 personas. De ellos, 4.831 lo hicieron a través de las tres Jornadas de Puertas Abiertas que se celebraron en los meses de julio y agosto respectivamente. Destaca asimismo la visita de 826 alumnos, correspondientes a 23 centros de Enseñanza Media o Secundaria, de los cuales 256 pertenecían a centros de la Isla de La Palma. También destaca la colaboración con los Ayuntamientos de Breña Baja, el Paso y Puntallana y la Agrupación de astrónomos aficionados de La Palma, incluyendo en los programas de las fiestas patronales respectivas una observación nocturna del cielo en estos pueblos y una posterior visita diurna al Observatorio, a la cual se acogieron 125 personas.

En relación con las obras de nuevas instalaciones telescópicas cabe destacar:

- Gran Telescopio de CANARIAS (GTC) (España). Finalizaron los trabajos relacionados con la obra civil de los edificios de la cúpula, anexo y auxiliar, incluyendo las instalaciones asociadas. Esto permitirá realizar los trabajos de instalación del telescopio a lo largo del año 2003.
- Telescopio MAGIC (Alemania, España). Finalizaron las obras de instalación del telescopio: estructura, colocación del 70% de los espejos e instalación de la cámara electrónica a cargo del IFAE. Comenzaron los trabajos de la casa de control situada a unos 70 m del telescopio, y se espera su finalización y puesta en marcha para el mes de mayo del 2003.

- Telescopio Liverpool (Reino Unido). Finalizaron las obras de edificio y cúpula del telescopio así como las instalaciones internas. Su puesta en marcha se producirá durante el verano del año 2003.
- Telescopio Mercator (Bélgica). Sufrió algunos daños debidos al temporal de viento que se produjo en el mes de diciembre, y es necesario instalar una nueva cúpula por lo que no estará operativo hasta mediados del año 2003.
- Desde finales del mes de septiembre está instalada y funcionando la torre de *site testing* del NSO para el Proyecto del ATST.
- Un grupo de universidades británicas, lideradas por la de Belfast, presentó los permisos para instalar de forma temporal el denominado Experimento SUPERWASP. Esta instalación estará operativa a lo largo del año 2003.

Otras actividades destacables fueron:

- El nuevo Plan de Emergencia del ORM que entró en operación el 30 de septiembre.
- Se eligió un nuevo software de Gestión de la Residencia, que contempla los procesos de reserva, facturación, mantenimiento y enlace con la contabilidad del ORM. La puesta en marcha de dicho software constituirá una notable mejora en la atención al usuario.
- Durante el año se remodeló la página Web del ORM, incorporando nuevas facilidades, como el poder efectuar las reservas de comidas y alojamiento a través de ella.
- Se decidió por parte del Subcomité de Operaciones destinar la anualidad de los fondos europeos correspondiente al ORM a mejoras en la red de comunicaciones de datos, a la instalación de paneles solares en la Residencia y a financiar un posible sobrecoste de la obra de la ampliación del aparcamiento de la Residencia.

## CENTRO COMUN DE ASTROFISICA DE LA PALMA

Tras el periodo de licitación de la obra del Centro Común de Astrofísica en La Palma (CALP), que terminó en septiembre, se declara desierto el concurso, al estar todas las ofertas recibidas por encima del presupuesto disponible.

Se inicia el estudio para readaptar los espacios y las instalaciones al presupuesto disponible y poder adjudicar las obras. Se estima que éstas puedan iniciarse en el verano de 2003.

## OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO

La OTPC ha continuado con las labores de inspección y denuncia a instalaciones de alumbrado. En el gráfico de evolución de inspecciones y denuncias que se adjunta puede verse una cierta estabilización de los datos desde el año 1999. No obstante, ha habido un 35% de incremento en la emisión de informes técnicos respecto al año 2001. Igualmente, ha habido un incremento del 21% en los registros de entrada (210-254) y un 13% en los de salida (503-566) respecto al año 2001.

Se continúa con las mediciones periódicas del fondo del cielo con instrumentación propia de la OTPC y de campo eléctrico en el OT.

No ha habido denuncias por invasión del espacio aéreo protegido en ambos Observatorios, excepto una intrusión por helicóptero militar en el mes de diciembre, ni por sobrepasar los niveles de campo eléctrico, registrándose un normal cumplimiento de esta Norma en estos dos aspectos.

Se ha terminado el envío de correo a 170 organismos y empresas con información técnica sobre alumbrados de exterior en zonas protegidas y copia de un vídeo divulgativo.

### Labores realizadas por la OTPC durante 2002

#### Divulgación

- Participación en el XXVIII Simposium Nacional de Alumbrado en La Coruña del 22-25 de mayo.
- Presentación de la ponencia "Figthing light pollution in the Canaries: a success story" en la Conferencia Internacional organizada por el IAC en el Museo de la Ciencia y El Cosmos, en La Laguna, del 25 de febrero al 1 de marzo.
- Participación con la ponencia "Aplicación y resultados de la Ley del Cielo de Canarias" en la Conferencia Internacional sobre Contaminación Lumínica, La Serena (Chile), del 3 al 8 marzo.
- Presentación del vídeo de la Ley del Cielo al personal del IAC en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, en La Laguna, el 12 de abril.
- Charla sobre alumbrados de exteriores y Normativa de Protección a la empresa mantenedora de iluminación IMES, en Santa Cruz de Tenerife, el 17 de abril.
- Realización de una Jornada Técnica sobre "La Ley de Protección de la Calidad del Cielo", en el Colegio de Ingenieros Industriales de Canarias, en Santa Cruz de Tenerife, el 24 de octubre.

MEMORIA  
IAC 2002  
147

- Charla sobre "Alumbrados de exteriores y Normativa de Protección" al Club Astronómico del IES San Hermenegildo, en La Laguna, el 29 de noviembre.
- Organización de la visita de 17 alcaldes de Cataluña y del Director General de METEOCAT de la Comunidad de Cataluña a las islas de Tenerife y La Palma, para comprobar la implantación de la Ley del Cielo en los alumbrados de exteriores, los días 11 y 12 de diciembre.

#### 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. La última reunión tuvo lugar en Turín (Italia), del 29 de septiembre al 2 de octubre.
- Se ha asesorado en temas de contaminación lumínica a la empresa AAC encargada del Proyecto de Implantación de un Sistema de la Evaluación de la Calidad Ambiental en la Ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Colaboración en los Talleres Sociales de la Estrategia Canaria de Biodiversidad organizados por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, La Palma y Tenerife.

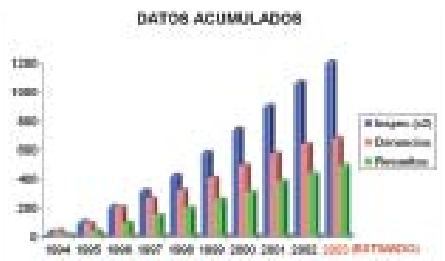
#### Medidas, Control y Calidad

Durante el 2002 se han realizado 325 inspecciones y 66 denuncias y se han resuelto 54 denuncias. Se han emitido 162 informes técnicos (53 favorables, 71 con medidas correctoras, 14 desfavorables y 24 peticiones de información). Hasta 2002 se han realizado 2.119 inspecciones y 632 denuncias, de las cuales se han resuelto 426 (67%).

Realización periódica de medidas del fondo de radiofrecuencia en ambos observatorios por parte de la Dirección de Telecomunicaciones. Este año se ha realizado una medida en el OT y otra en el ORM.

Se ha continuado con el Plan de Mejora de Calidad IAC y durante 2002 se han aprobado tres procedimientos.

Se continúan los trámites con la FECAM para suscribir un convenio de colaboración para una mejora de la aplicación de la Ley del Cielo por parte de los Ayuntamientos.



Ejemplo de alumbrado respetuoso con el medio ambiente.

# EJECUCION DEL PRESUPUESTO 2002

## GASTOS

DESTINO FONDOS	(Miles de • )
- Personal	7.577,03
- Funcionamiento (suministros y m. fungible)	1.508,16
- Financieros	2,44
- Transferencias corrientes	0,00
- Inversiones reales	2.304,74
- Activos financieros	33,06
- Compras	2.631,07
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>14.056,50</b>
<b>VARIACION FONDO MANIOBRA</b>	<b>4.441,99</b>

## FINANCIACION

ORIGEN FONDOS	(Miles de • )
<b>DE ADMINISTRACIONES CONSORCIADAS</b>	<b>9.562,56</b>
- Administración del Estado	6.344,12
- Comunidad Autónoma	1.791,07
- Universidad de La Laguna	774,58
- CSIC	652,79
<b>OTROS</b>	<b>8.935,93</b>
- Contratos, acuerdos, etc. con financiación externa	7.660,44
- Venta de servicios y otros	1.275,49
<b>TOTAL FINANCIACION</b>	<b>18.498,49</b>

# GABINETE DE DIRECCION

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 información y relaciones con los medios de comunicación, supervisando la información, atención y relación con estos.

Establece y ejecuta la estrategia y acciones de divulgación y 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 esta 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 XIV Canary Islands Winter School of Astrophysics, dedicada este año a "Materia oscura y energía oscura en el Universo". Este especial, editado en español y en inglés, recoge las entrevistas realizadas con cada uno de los profesores invitados e información adicional sobre esta XIV Escuela y las anteriores.

### Suplemento GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC)

Durante este año se han editado dos números del Suplemento especial de *IAC Noticias* sobre el GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC). Estos suplementos recogen información relacionada con este proyecto español de "gran ciencia" como, por ejemplo, firma de acuerdos, progresos en la ejecución del telescopio y sus componentes, documentación científica y técnica, así como eventos sociales en torno al GTC.

Uno de estos números está dedicado especialmente al "1<sup>er</sup> Congreso Internacional de Ciencia con el GTC", que tuvo lugar en Granada, del 6 al 8 de febrero, y que acogió a 180 participantes.

### MEMORIA 2001

El IAC ha editado, en papel y en CD, la Memoria correspondiente al año 2001, 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>

### REVISTAS DIGITALES

#### "GTCdigital"

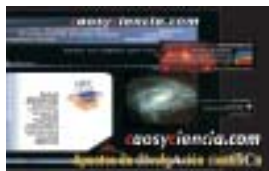
En octubre de 2002 se puso en marcha el boletín divulgativo "GTCdigital", boletín periódico que nace con la intención de proporcionar información viva y actualizada sobre la evolución del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Una de las novedades de esta revista digital son dos cámaras Webcam situadas en el interior y exterior del GTC, que permiten seguir "en directo" el desarrollo de las obras. La dirección es <http://www.gtcdigital.net/>



## “caosyciencia”

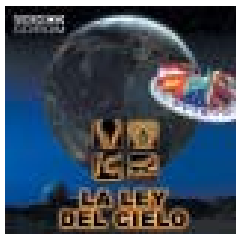
En agosto de 2002 nació “caosyciencia”. Tras sus primeros pasos, la revista llegó a los 1.000 suscriptores en el mes de diciembre.

En este tiempo, ha habido de todo: agujeros negros, canibalismo galáctico, relatividad, máquina del tiempo, etc. Siempre amenizado con espectaculares vídeos y fotografías. La originalidad y creatividad han teñido “caosyciencia”, que sigue abierto a todos aquellos que quieran decir, explicar, comentar, criticar, expresar, inquietar, sorprender, recordar... ¡El cosmos da mucho que hablar! La dirección es <http://www.caosyciencia.com/>



## VIDEO “La Ley del Cielo”

El IAC ha editado un vídeo de 10 minutos de duración, también en formato CD, sobre “La Ley del Cielo”, realizado íntegramente en el Servicio Multimedia del IAC, y bajo la supervisión de la Oficina Técnica de la Calidad del Cielo (OTPC) de los Observatorios de Canarias y el Gabinete de Dirección.



## CD-ROM “Segundo Aniversario del programa CANARIAS INNOVA”

CANARIAS INNOVA ha editado un CD-rom especial para celebrar ese Segundo Aniversario. Se trata de un CD interactivo, para su uso en ordenador personal, que recoge 10 programas representativos, videos, fotografías, curiosidades, etc. Este CD-rom se distribuye de forma gratuita entre nuestros oyentes y colaboradores, teniendo una gran acogida.

## CARTEL DE FORMACION DE PERSONAL INVESTIGADOR

El IAC editó un nuevo cartel con la convocatoria anual para cubrir las plazas de astrofísicos residentes, dentro del Programa de Formación de Personal Investigador del Area de Enseñanza. El objetivo de este Programa es preparar a jóvenes licenciados para investigar en Astrofísica y en técnicas relacionadas con dicha ciencia.

## NUEVOS CARTELES

El IAC ha editado a lo largo del año 2002 los siguientes carteles:

- I Congreso Internacional de Ciencia con el GTC. Organizado por el IAC, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y la empresa pública GRANTECAN S.A., que gestiona la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). El congreso se celebró en el Palacio de Congresos de Granada, del 6 al 8 de febrero.

- Simposio “IAU Symposium nº 212 “A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova” (Simposio nº 212 de la IAU “La odisea de las estrellas masivas, de la Secuencia Principal a las supernovas”). Organizado por el IAC y la Unión Astronómica Internacional (IAU), en el Hotel Costa Tegui, Tegui (Lanzarote), del 24 al 28 de junio.

- Third International Workshop on “Solar Polarization” (III Congreso Internacional sobre “Polarización Solar”). Organizado por el IAC, en el Centro de Congresos del Casino Taoro Puerto de la Cruz (Tenerife), del 30 de septiembre al 4 de octubre.

- XIV Canary Islands Winter School of Astrophysics “Dark Matter and Dark Energy in the Universe” (XIV Edición de la Escuela de Invierno “Materia oscura y energía oscura en el Universo”. Organizada por el IAC con financiación de la Unión Europea y el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la colaboración de la Compañía Iberia, celebrada en el Centro de Congresos del Casino Taoro del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 18 al 29 de noviembre.

## 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 2001 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/ccli/annual.htm>

## LIBROS

(Ver Producción científica)

## WEB

Desde 1997 el Gabinete de Dirección tomó la responsabilidad de la edición de las páginas externas del IAC, que anteriormente llevaba el Centro de Cálculo (actual SIC).

### Atención externa

Durante el año 2002 se han atendido 384 solicitudes y consultas hechas por distintos colectivos: medios de comunicación, editoriales, instituciones, profesores, estudiantes, aficionados, etc.

### Mantenimiento de la Web en general

Se continúa con la actualización periódica de los contenidos bajo la responsabilidad de Gabinete de Dirección y colaborando con el resto de las áreas del IAC para ofrecer en la Web cualquier tipo de actualización o novedades. Se ha puesto en marcha una nueva reestructuración de la Web externa del IAC, que abarcará contenidos, navegación y diseño, y cuyo objetivo es optimizar el acceso a la información tanto del público general como del profesional.

### Educación y didáctica en la Web

Se continúa con el desarrollo del Proyecto COSMOEDUCA (<http://www.iac.es/cosmoeduca>) Este Proyecto, financiado en su primera edición por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, tiene además como objetivos específicos la elaboración de cinco unidades didácticas, para cuyo desarrollo se cuenta con un equipo de cinco astrónomos y cinco profesores.

Con este Proyecto se abre a través de esta página Web una vía directa entre la comunidad educativa y el IAC, para ayudar al profesorado de la ESO y Bachillerato en el desarrollo de contenidos curriculares que puedan tratarse haciendo uso de conceptos y contenidos del ámbito de la Astronomía.

Se participa en el congreso internacional "Communicating Astronomy" (<http://www.iac.es/proyect/commast/>) con la presentación de un póster sobre el Proyecto COSMOEDUCA.

Para atender mejor al profesorado se está recopilando el material educativo elaborado por el IAC en la dirección electrónica <http://www.iac.es/educa>

También en esa dirección, el profesorado interesado puede inscribirse para ser informado por correo electrónico de cualquier novedad educativa en la que participe el IAC, como ha sido la nueva edición "Leónidas 2002" (<http://www.iac.es/educa/leo02>)

### Ediciones digitales y páginas Web

#### *IAC Noticias digital*

Se continúa con el desarrollo de *IAC Noticias digital* que incluye las revistas del IAC en formato digital y las notas de prensa (que hasta 1998 sólo se enviaban a los medios de comunicación por fax). Junto a los textos, los medios de comunicación pueden acceder a las imágenes, animaciones u otro material gráfico que acompañen a las notas de prensa desde <http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/digital.htm>. Además, los medios que lo deseen pueden inscribirse desde 1999 en la lista «periastrós» y recibir de forma inmediata esta información por correo electrónico.

#### *Memorias IAC digitales*

Desde el año 1999 se ofrecen en nuestra Web las memorias del IAC en formato digital. Se puede acceder a ellas desde <http://www.iac.es/memoria>

#### *Página del Gran Telescopio CANARIAS*

Se continúa con la actualización de la página Web del GTC, desde la que se mantiene informado a los medios de comunicación y al público en general de la evolución del Proyecto (<http://www.iac.es/gtc>).

#### *Página European Northern Observatory (ENO)*

Se continúa con la actualización de la página del ENO (<http://www.iac.es/enos>).

#### *Página Comité Científico Internacional*

Se continúa colaborando con el CCI en la actualización de su página (<http://www.iac.es/cci>).

### Colaboración con otras entidades

Se continúa manteniendo las páginas que se diseñaron para la *European Society for Astronomy in Culture* (SEAC). (<http://www.iac.es/seac/seac.html>).

### Becario

Se ha dirigido al becario Rubén García Nerrera estudiante de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna, en el desarrollo de una práctica de Web didáctica.



## COMUNICACION Y DIVULGACION

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 270 cartas y correos electrónicos de aficionados, además de multitud de consultas vía página Web (unas 390 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 COMUNICACION

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 (482 consultas).

En el año 2002, el IAC fue noticia en 862 ocasiones.

Han continuado las solicitudes de permisos para la realización de reportajes para televisión y revistas, tanto nacionales como extranjeras.

### ASESORIA CIENTIFICA

Desde mayo de 1999, el Gabinete de Dirección cuenta con un astrofísico del IAC cuyo trabajo prioritario es supervisar, desde un punto de vista científico, los contenidos de las ediciones y actividades de divulgación que edita y organiza el Gabinete.

Por otro lado, está involucrado también en algunas tareas de gestión, siendo responsable del Servicio Informático Específico (SIE) del Gabinete. Ha participado también, desde el punto de vista informático, en la puesta en marcha de los boletines digitales "GTCdigital" y "caosyciencia".

Otra de sus labores consiste en atender las numerosas consultas de particulares e instituciones que se reciben en el Gabinete sobre dudas relacionadas con la Astronomía. En concreto, a lo largo del año 2002 se han recibido 157 consultas privadas y otras 71 provenientes de medios de comunicación. Habitualmente estas consultas surgen en relación con eventos o noticias de carácter astronómico. 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.

### PERIODISTAS EN FORMACION

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:

- *Sara Gil Casanova*, alumna del Master de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona: Prácticas profesionales del Diploma de Postgrado en Comunicación Científica.

- *Rubén García Nerrera*, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna: Prácticas de periodismo.

### GESTION DE LA COMUNICACION Y DIFUSION 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 con el GTC.

Desde la firma de este contrato se han elaborado y enviado a los medios de comunicación 46 (10 en 2002) 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 641 (145 en 2002) noticias. Entre los actos que se han organizado hay que destacar:

### *"GTCdigital"*

El día 11 de octubre de 2002 se puso en marcha el "*GTCdigital*", 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. Desde octubre hasta diciembre se han publicado los siguientes boletines:

- Octubre: "Bienvenidos a *GTCdigital*"; "Para ver cómo se mueve un gigante" y "Abrimos al Universo un entramado de espejos".
- Noviembre: "Infrarrojo a la vista I", "Infrarrojo a la vista II" y "Sin perder los reflejos".
- Diciembre: "Opiniones: Daniel Altschuler"; "Y rodar, rodar, rodar ..." y "Felicitación de Navidad".

### *"I Congreso Internacional de Ciencia con el GTC"*

Congreso organizado por el IAC, el Instituto de Astrofísica de Andalucía y GRANTECAN S.A., en el Palacio de Congresos de Granada, del 6 al 8 de febrero.

## **CONFERENCIAS DE DIVULGACION**

\* *Francisco Sánchez*, director del IAC dio las siguientes conferencias:

- "Astrofísica en el Siglo XXI (la Astronomía que viene)", en la Facultad de Física. De la Universidad de Santiago de Compostela.
- "El Gran Telescopio CANARIAS puente científico/tecnológico entre Europa y América", en el V Foro Hemisférico de Ciudades Hermanas, Santa Cruz de Tenerife.
- "El Gran Telescopio CANARIAS", en la II Feria de Astronomía Escolar, en el IES San Hermenegildo, La Laguna (Tenerife).
- "Canarias: A Key Player in European Astronomy", con motivo de la reunión del CREST en Santa Cruz de Tenerife.
- "Investigación en el Instituto de Astrofísica de Canarias", con motivo de la I Feria de I+D+i "Canarias investiga" organizada por la Consejería de Educación Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, en Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria, respectivamente.
- "La Astrofísica en Canarias" para la Asociación de Estudiantes de Física, en la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna.
- "Mirando el Cielo desde La Orotava", pregón de las Fiestas de La Orotava (Tenerife).

- "El cielo de Canarias, recurso natural modelo de explotación científica, tecnológica y cultural", en el Seminario de Innovación, Tecnología, Economía y Sociedad, en la Universidad Politécnica de Madrid.
- "Catástrofes cósmicas", en la V reunión científica de la SEA, celebrada en Toledo. Dio esta misma charla en las VII Jornadas de Astronomía de Cartagena (Murcia).

\* *Luis F. Rodríguez Ramos* y *Antonio F. Rodríguez Hernández* dieron la charla "Espacio Acústico Virtual" para alumnos de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de La Laguna.

\* *Luis F. Rodríguez Ramos* dio la charla "Espacio Acústico Virtual" con motivo de I Feria de I+D+i "Canarias investiga", organizada por la Consejería de Educación Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, en Tenerife y Gran Canaria, respectivamente.

\* *Alejandro Oscoz* dio la charla "Cosmología: origen y evolución del Universo" en las "Jornadas de Astronomía y Astrofísica" organizadas por la Fundación Santa María en colaboración con la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía y el IAC en Bilbao.

\* *Antonio Mampaso* dio la charla "¿Por qué todo es simétrico?" en el Instituto de Estudios Hispánicos del Puerto de la Cruz; en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife y en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma.

\* *Carmen del Puerto* dio la charla "Del agujero negro a la primera página" en el IES "Medina Albaida" de Zaragoza, dentro del programa "Ciencia Viva".

\* *Carmen del Puerto* y *Luis Cuesta* dieron la charla "Del agujero negro a la primera página" dentro del Programa para Mayores de la Universidad de La Laguna.

\* *César Esteban* dio las siguientes charlas:

- "El origen de los elementos químicos en el Universo: del Big Bang a las supernovas" en los Coloquios laguneros de Física celebrados en la Facultad de Física de la Universidad de La Laguna.
- "Arqueoastronomía y cultura ibérica: primeros datos" en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Valencia.

\* *Clara Régulo* dio la charla "Cómo nacen y mueren las estrellas" en la Universidad de verano de Maspalomas (Gran Canaria), enmarcada en el curso "El cielo desde Canarias".

\* *Manuel Vázquez* dio las siguientes charlas:

- "La búsqueda de vida extraterrestre", en las I Jornadas de conferencias "Astrobiología siglo XXI", organizadas por el Aula de Cultura de la Facultad de Biología en el Instituto de Bioorgánica "Antonio González" de la Universidad de La Laguna.  
- "¿Hay alguien ahí?, búsqueda de inteligencia ET" en el salón de actos del Ayuntamiento de La Victoria de Acentejo (Tenerife), dentro del ciclo de charlas "Los jueves hablamos de Ciencia", organizadas por dicho Ayuntamiento.

\* *Miquel Serra-Ricart* dio la charla "Planetas más allá del Sistema Solar", en las I Jornadas de conferencias "Astrobiología siglo XXI", organizadas por el Aula de Cultura de la Facultad de Biología en el Instituto de Bioorgánica "Antonio González" de la Universidad de La Laguna.

\* *Laura Ventura* impartió el curso "Introducción a la Astronomía", en La Palma para 30 profesores suecos de enseñanza secundaria, organizado por el International Education and Development Centre, Kurscentrum Umea/Uppsala (Suecia).

\* *Angel R. López Sánchez* dio las siguientes charlas:

- "Uso de los programas de astrofísica CLEA en el Aula", dentro de las XV Jornadas Estatales de Astronomía. Palacio de Exposiciones y Congresos de Teruel.  
- "Retos de la Astrofísica del siglo XXI" en la Universidad de verano de Maspalomas (Gran Canaria), enmarcada en el curso "El cielo desde Canarias".  
- "La Evolución del Universo" y "El Sistema Solar", en el Colegio Salesianos de Córdoba.  
- "La Astrofísica del siglo XXI", en la Escuela de Magisterio de Córdoba.  
- "¿Qué es lo que sabemos del Universo?", en el IES "Padre Majón" de Granada.  
- "Retos de la Astrofísica del siglo XXI", en la Sociedad Astronómica Granadina.

\* *Inés Rodríguez Hidalgo* dio las siguientes charlas:

- "El Sol, una estrella de película", en el IES San Hermenegildo, La Laguna (Tenerife), dentro de la II Feria Internacional de Astronomía, organizada por el Proyecto Internacional "Stars in the School", coordinado por dicho Instituto. Dio esta misma charla: en el salón de Actos del Seminario de La Laguna, dentro de los actos de clausura del curso; en la Universidad de verano de Maspalomas (Gran Canaria), enmarcada en el curso "El cielo desde Canarias" y en el Colegio Montessori de Salamanca.  
- "El Sol, nuestra estrella", en IES de Geneto, La Laguna (Tenerife).

- "Una estrella de película", en Colegio de Enseñanza Primaria de Guayonje, Tacoronte, (Tenerife).

- "Conviviendo con una estrella", en el Aula Magna de la Facultad de Físicas de la Universidad de La Laguna, dentro del ciclo "Ciencia y espacio" organizado por la Asociación de Estudiantes de Física AEFI-Quark.

- "Y eso de la Ciencia, ¿qué es?", en el salón de actos del Ayuntamiento de La Victoria de Acentejo (Tenerife), dentro del ciclo "Los jueves hablamos de Ciencia", organizado por dicho Ayuntamiento.

- Sección "Un tiempo para el espacio". Todos los Domingos. Programa "CANARIASINNOVA" de RNE, Radio 1.

- "¿Científicamente probado!", en el IAA (Granada).

\* *Rafael Rebolo* dio la charla "Planteas más allá del Sistema Solar" dentro del Ciclo "Explorando el Sistema Solar y más allá", organizado por CosmoCaixa en Madrid.

\* *Juan Antonio Belmonte* dio las siguientes charlas:

- "El cielo de los canarios antes de los telescopios", en la Universidad de verano de Maspalomas (Gran Canaria), enmarcada en el curso "El cielo desde Canarias".

- "Astronomía en Egipto", en la Facultad de Humanidades, Universidad Carlos III, Madrid.

\* *Bernabé Cedrés* dio la charla "Astronomy in the Canary Islands", en la Universidad de Wakayama (Japón).

## CURSOS ESPECIALES

### Curso CIENCIA Y PSEUDOCIENCIA HOY

Organizado por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna, dentro de su oferta de cursos interdisciplinares el curso "Ciencia y Pseudociencia hoy" contó con la participación de varios investigadores del IAC. El curso estuvo dividido en dos módulos, uno titulado "Un panorama de la ciencia contemporánea" (del 1 al 21 marzo) y otro titulado "El individuo, la sociedad y las pseudociencias" (del 2 al 23 de abril).

El título de las charlas y los investigadores del IAC que intervinieron fueron los siguientes:

- "¿Qué es esa cosa llamada ciencia?" *I. Rodríguez Hidalgo*

- "¿Cómo desciframos hoy el Universo?" *B. Ruiz Cobo*

- "Amenazas del cielo" *D. Martínez Delgado*

- "La comunicación interna de los resultados científicos" *R. García López*
- ¿Existe vida inteligente fuera de La Tierra? *M. Vázquez*
- "Ciencia y tecnología en el marco de las políticas de I+D+i" *J. Burgos*
- "Arqueoastronomía: templos, dioses y astros" *C. Esteban López*
- "Astrología versus Astronomía" *V. Motta*

## Curso EL ESPACIO EXTERIOR DESDE CANARIAS

Curso universitario organizado con motivo del CCXXV Aniversario de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Tenerife, del 22 al 30 de enero, en La Laguna (Tenerife). El curso contó con la participación de varios investigadores del IAC.

El título de las charlas y los investigadores del IAC que intervinieron fueron los siguientes:

- "La materia y la energía en el Cosmos" *R. Rebolo*
- "¿Qué nos enseña la Física estelar?" *R. García López*
- "El Sol, una estrella de película" *I. Rodríguez Hidalgo*
- "El Gran Telescopio CANARIAS: el Universo desde Canarias" *J.M. Rodríguez Espinosa*

## OTRAS ACTIVIDADES Y EXPOSICIONES

- El IAC ha participado en el I Encuentro de Estudiantes de Historia de la Ciencia, organizado por la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, del 5 al 7 de abril, en la Casa de la Cultura de San Agustín, en la Orotava (Tenerife).

- Durante los días 24 y 25 de abril, en Santa Cruz de Tenerife, y 29 y 30 de abril, en Las Palmas de Gran Canaria, el IAC participó en la I Feria de (I+D+i) de Canarias "Canarias Investiga", organizada por la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. La exposición presentada por el IAC contaba con 17 paneles expositivos, 2 expositores grandes, una maqueta del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), una zona de proyección donde se visionaban las cintas llevadas a cabo por el IAC "Los espejos del tiempo", "El Gran Telescopio CANARIAS" y "La Ley del Cielo"- y un espacio dedicado al estudio de radio para la emisión del programa de RNE CANARIAS INNOVA.

- El Ministerio de Ciencia y Tecnología invitó al equipo responsable del proyecto para la creación de un "Espacio Acústico Virtual" (EAV) a presentar sus resultados en la Conferencia Europea de la Presidencia Española sobre las "Personas con discapacidad y Nuevas Tecnologías: Un Mercado Abierto", que se celebró en el Palacio de Congresos de Madrid, los días 6 y 7 de febrero. Esta reunión de ámbito internacional se enmarca dentro de las actividades de la Presidencia Española de la Unión Europea y tiene como objetivo principal conseguir que los actores de la sociedad de la información contribuyan a la integración de las personas con discapacidad.

## "CANARIAS INNOVA" en Radio Nacional de España en Canarias, Radio 1

(Ver Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación OTRI)

## OTRAS NOTICIAS

### Asteroide "Markidger"

El asteroide descubierto el 13 de septiembre de 1996 por Manuel Blasco, desde el Observatorio Astronómico de Mallorca, ha sido bautizado oficialmente con el nombre (20141) "Markidger", antes denominado provisionalmente 1996RL5. Este bautizo es en honor del investigador del IAC Mark Kidger por su contribución a la astronomía española dedicándose al estudio de la naturaleza de los cometas, meteoros y asteroides, así como por su apoyo al Observatorio de Mallorca.

### "EnRoque"

En el mes de noviembre, el campeón de ajedrez Anatoli Karpov visitó el telescopio WHT situado en el ORM. Además, durante su estancia en Canarias, disputó 24 partidas de forma simultánea con personas de las distintas Islas. Con tanto movimiento, la red se saturó y la mayor parte de las partidas acabaron en tablas. El contrincante en el ORM fue Chris Benn, astrónomo del Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING).

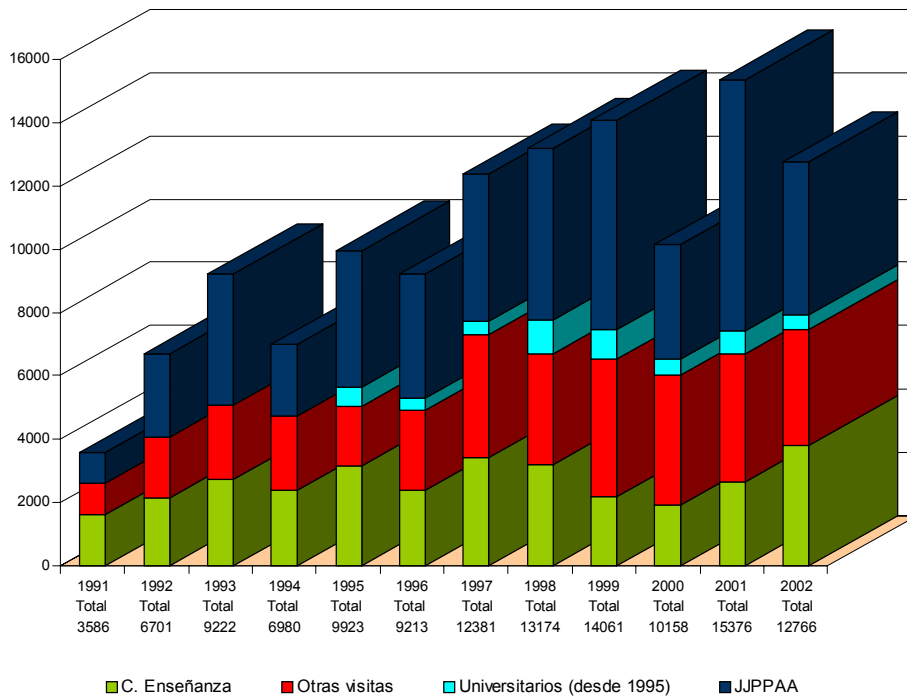


*Algunos de los paneles expositivos presentados por el IAC en la Feria de I+D+i "Canarias Investiga".*

# VISITAS ORGANIZADAS A LAS INSTALACIONES DEL IAC

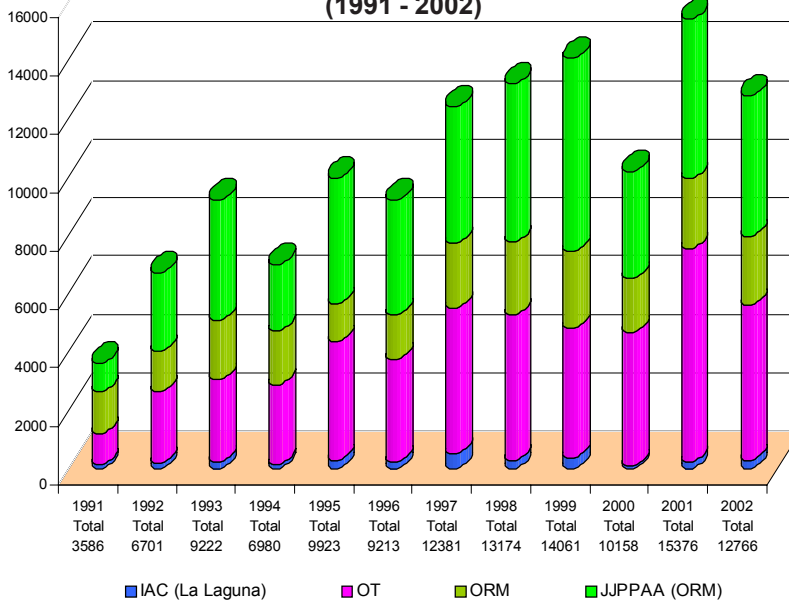
En el año 2002 visitaron el IAC un total de 12.766 personas entre alumnos de diferentes centros de enseñanza, participantes en congresos, equipos de filmación y particulares. El Observatorio del Teide recibió 5.322 visitantes y el del Roque de los Muchachos 7.165, de los cuales 4.831 visitaron este observatorio durante las jornadas de puertas abiertas celebradas en verano. La propia sede del IAC, el Instituto de Astrofísica, recibió 279 visitantes.

**Evolución de los distintos tipos de visitas a las instalaciones del IAC (1991 - 2002)**



■ C. Enseñanza ■ Otras visitas ■ Universitarios (desde 1995) ■ JJPPAA

**Evolución de las visitas a las instalaciones del IAC (1991 - 2002)**



■ IAC (La Laguna) ■ OT ■ ORM ■ JJPPAA (ORM)

# SERVICIOS INFORMATICOS COMUNES (SIC)

Los objetivos de los Servicios Informáticos Comunes (SIC) durante el 2002 se han centrado en los siguientes apartados:

- Mejora de la Seguridad Informática.
- Normalización y estandarización de máquinas, servicios y sistemas operativos.
- Ensayo e implantación de nuevos sistemas de comunicación y actualización de los existentes.
- Adecuación e implantación de mecanismos informáticos tendentes a la mejora de la Calidad.
- Actualización y nuevas aplicaciones de Bases de Datos.

Entre los cometidos de los SIC está la evaluación e implantación de tecnologías que permitan altos niveles en las prestaciones de las infraestructuras informáticas del IAC. En esta línea, se han dedicado grandes esfuerzos en diferentes frentes para mejorar la seguridad informática. De especial importancia ha sido la implantación de una nueva estructura de seguridad con distintas políticas de uso de los *firewall*, muy especialmente con las instalaciones usuarias de los Observatorios (Ver Figura). Algunas actuaciones han ido dirigidas a mejorar el servicio de copias de seguridad, a la evaluación de sistemas de protección y autorización de conexiones externas. Otro esfuerzo importante, en este campo, ha ido dirigido a mejorar la protección de los sistemas a la conexión de ordenadores personales, a virus informáticos y aplicaciones de Bases de Datos.

Por otra parte, y también relacionado con el apartado anterior, se han finalizado varias actuaciones en seguridad de recursos materiales tales como: la rehabilitación de la Sala de Máquinas y la disposición de dos espacios donde alojar un armario ignífugo para proteger las cintas de copias de seguridad y almacenar los materiales de repuesto. Con el fin de asegurar los aparatos dispuestos en la Sala de Máquinas, tanto en el cableado de señal como en el de alimentación, se ha procedido a un cableado general y reubicación de las máquinas, lo que permitirá disminuir los riesgos de fallos y facilitar los cambios, ya sean debidas a reparaciones o a actualizaciones.

Un aspecto fundamental para optimizar el mantenimiento de los recursos es la normalización y estandarización de máquinas, servicios y sistemas operativos. Esto incide de forma notable también en la simplificación de los procedimientos de compra, y en el abaratamiento de las mercancías. Se ha llevado a cabo un amplio Plan de Renovación y estandarización del parque de PC's, involucrando considerables recursos humanos. Simultáneamente se ha establecido e instalado el sistema Windows2000 como estándar, además de las acostumbradas tareas de actualización de software de aplicaciones y otros sistemas operativos. Dentro del Plan de Normalización, se ha trabajado también en la implantación de una nueva estructura de sistema de correo electrónico, la instalación de una estructura de servidor de nombres DNS y un servicio de directorio LDAP.

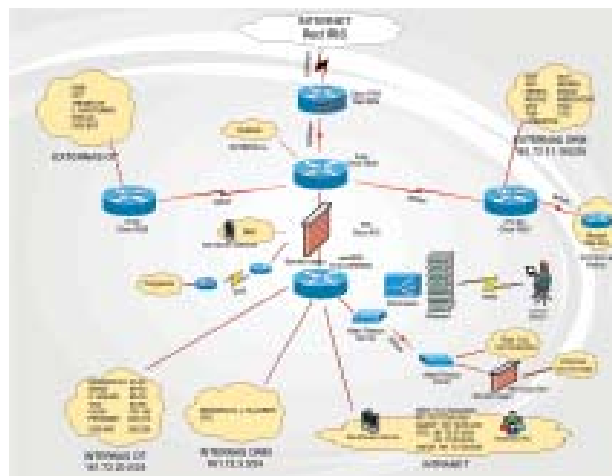
Se ha tenido una atención especial con las prestaciones de las comunicaciones informáticas con los Observatorios. Además de la renovación de equipos, se ha llevado un seguimiento de la carga de las líneas y estimación de futuras necesidades así como condiciones para la mejora del mantenimiento. Dentro de la distribución en los Observatorios se han distinguido los requerimientos de las instalaciones usuarias y de los centros de administración de los propios Observatorios. En este ánimo de potenciar las comunicaciones con los Observatorios, se ha probado e implementado el sistema de vídeo que permitirá el seguimiento de charlas científicas en la sede de La Palma y La Laguna simultáneamente. A falta de finalizar las obras de remodelación del Aula de la Sede Central, donde irá este equipo instalado permanentemente, se ha puesto, para el uso normal de videoconferencia, en una sala alternativa.

La preocupación por la mejora en la Calidad nos ha llevado a establecer algunos mecanismos de control, tanto de seguimiento técnico de los recursos materiales como humanos. Además de los sistemas de seguimiento del servicio de redes, se ha iniciado la elaboración de procedimientos de recuperación en caso de desastre. Por otra parte, se ha continuado la elaboración de controles y procedimientos EFQM.

En la implantación de la tecnología ORACLE se han ejecutado y/o iniciado varias actuaciones. Se ha tenido especial interés con las relacionadas con la intra/internet, además de la instalación de un servidor de aplicaciones. Por otra parte, se ha iniciado el desarrollo de una aplicación que gestionará toda la actividad del CAT, tanto de solicitudes, como de árbitros, estadísticos e históricos. Estas actividades se han llevado a cabo paralelamente al mantenimiento y actualización de las aplicaciones ya existentes en las distintas Areas del IAC (Access y Visual Basic), incluyendo las propias de gestión interna del SIC.

Hay que destacar la importancia y dedicación que se presta al Centro de Atención al Usuario (CAU). Este medio sigue siendo la vía de comunicación fundamental con el usuario, de modo que se puede mantener un control sobre el tiempo de respuesta y eficacia de las reparaciones o solicitudes. De esta forma, logramos tener un registro de problemas o dudas más frecuentes con sus respuestas. Esta vía se ha extendido con la inclusión en la página Web interna de una entrada tipo formulario. Por otra parte, y también relacionado con la atención al usuario, se ha continuado el nivel de asistencia, iniciado el año anterior, del SIC en los congresos organizados por el IAC. Además de una respuesta inmediata a las incidencias generadas en los mismos, se asegura la presencia diaria de, al menos, un técnico en el lugar donde se celebre el evento, incluso fuera de Tenerife.

Finalmente, se ha dedicado especial atención a la formación. Esta actividad es fundamental en una disciplina, como la Informática, permanentemente novedosa y, por lo tanto, crucial para el equipo que, en un centro de investigación competitivo, sea responsable de mantener un alto nivel en las nuevas tecnologías informáticas. En esta actividad se ha cuidado también de promover cursos de interés para otras Areas del IAC, especialmente en los paquetes estándar.



*En la Figura se puede observar cómo se ha cambiado la estructura de la Red IACNET, creando una única puerta de acceso controlada por un cortafuegos que mejorara la gestión de la seguridad. El laboratorio de alumnos de astrofísica tiene también instalado un cortafuegos para prevenir accesos no autorizados a nuestra red interna. Para poder implantar esta nueva estructura ha sido necesario hacer uso de emulación de redes con ATM.*

# BIBLIOTECA

Durante el año 2002, la biblioteca ha mantenido un buen nivel de adquisición de fondos bibliográficos, suscribiendo más de 240 títulos de revistas e ingresando 341 nuevos libros que se han repartido en Astrofísica (50%), Física y Matemáticas (18%), Ingeniería e Informática (25%), Normas (1%) y otros temas (6%). El aumento de presupuesto anual se ha destinado a la renovación de revistas procurando contratar la suscripción combinada papel/acceso electrónico siempre que el coste adicional que conlleve sea razonable.

A lo largo del año, la biblioteca ha prestado o renovado el préstamo de 2.451 libros a usuarios internos. El servicio de préstamo interbibliotecario ha funcionado activamente: se han solicitado unos 100 artículos de revistas a bibliotecas externas y se han recibido de otras bibliotecas 28 peticiones de artículos de revistas y 4 de préstamo de libros.

En septiembre, el equipamiento informático de la Biblioteca ha sido actualizado para poder instalar el nuevo sistema operativo Windows 2000. Además, para mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo de los bibliotecarios, se han cambiado las dos pantallas normales por dos pantallas planas. A mediados de año, se ha actualizado el software de gestión de la Biblioteca "GLAS", pasando de la versión 3.0 a la versión 4.5. Este cambio ha supuesto una mejor integración del módulo de búsqueda en el catálogo, ya que automatiza la actualización desde el módulo de catalogación al módulo de consulta.

En la sala de libros, se ha instalado una vitrina para exponer libros especiales, como el facsímil de "*Los libros del Saber de Astronomía de Alfonso X el Sabio*".

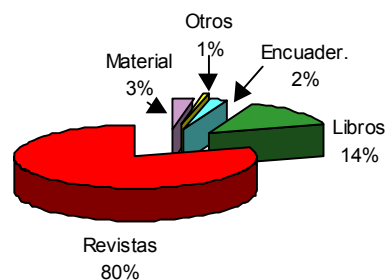
La Biblioteca ha continuado con el plan de mejora elaborado en 2001 avanzando en la implantación de indicadores de satisfacción de clientes externos y en la elaboración del plan de actuación.

Este año, la biblioteca ha preparado, en coordinación con el Departamento de Recursos Humanos, un plan de formación específica para su personal, que ha podido asistir a cursos de formación internos: "Calidad EFQM", "Correspondencia comercial en inglés", "Tratamiento de Archivos", "Procedimiento Administrativo IV", así como a cursos externos de "Herramientas de 2ª generación para búsquedas en Internet" y "Gestión y dirección de bibliotecas".

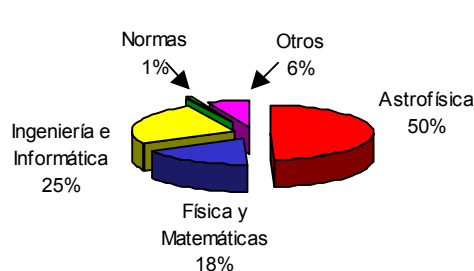
En el marco del congreso "*Communicating Astronomy*", organizado por el IAC en el mes de enero, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, en La Laguna (Tenerife), la documentalista-encargada de la Biblioteca fue invitada a dar una charla sobre la "bibliometría" y sus aplicaciones en las bibliotecas. Por otro lado, participó en el congreso "LISA IV" ("Library and Information Services in Astronomy"), celebrado en Praga (República Checa) a principios del mes de julio, presentando los primeros resultados de un estudio bibliométrico sobre las publicaciones citadas por los autores del IAC en sus artículos científicos.

A lo largo del año, el Comité de la Biblioteca se reunió en varias ocasiones para aprobar el plan de actuación y presupuesto 2002, estudiar una posible reestructuración de la sala de libros y una reubicación del despacho de la planta inferior.

## REPARTO DEL PRESUPUESTO



## NUEVOS LIBROS





# PUBLICACIONES CIENTIFICAS

## ARTICULOS EN REVISTAS INTERNACIONALES CON ARBITRO

Muñoz J.A., Mediavilla E., Falco E.E., Oscoz A., Barrena R., McLeod B.A., Abajas C., Alcalde D., Serra-Ricart M., Motta V. "Subarcsecond Optical Images of the Radio Gravitational Lens B1152+199" *Astrophysical Journal Letters*, **563**, L107.

D'Antona F., Montalbán J., Kupka F., Heiter U. "The Böhm-Vitense Gap: The Role of Turbulent Convection" *Astrophysical Journal Letters*, **564**, L93.

Relaño M., Peimbert M., Beckman J.E. "Photoionization Models of NGC 346" *Astrophysical Journal*, **564**, 704.

Colley W.N. et al. (Incluye Abajas C., Alcalde D., Barrena R., Mediavilla E., Motta V., Muñoz J.A., Oscoz A., Serra-Ricart M. "Around the Clock Observations of the Q0957+561A,B Gravitationally Lensed Quasar" *Astrophysical Journal*, **565**, 105.

Socas-Navarro H., Sánchez-Almeida J. "Magnetic Properties of Photospheric Regions with Very Low Magnetic Flux" *Astrophysical Journal*, **565**, 1323.

Trujillo-Bueno J., Casini R., Landolfi M., Landi Degl'Innocenti E. "The Physical Origin of the Scattering Polarization of the Na I D-Lines in the Presence of Weak Magnetic Fields" *Astrophysical Journal Letters*, **566**, L53.

Betancort-Rijo J., López-Corredoira M. "Probability Distribution of Density Fluctuations in the Non-Linear Regime" *Astrophysical Journal*, **566**, 623.

de Oliveira-Costa A. et al. (Incluye Gutiérrez C.M., Rebolo R., Watson R.A.) "A New Spin on Galactic Dust" *Astrophysical Journal*, **567**, 363.

Allende-Prieto C., Asplund M., García-López R.J., Lambert D.L. "Signatures of Convection in the Spectrum of Procyon: Fundamental Parameters and Iron Abundance" *Astrophysical Journal*, **567**, 544.

Graham A.W. "Evidence for an Outer Disk in the Prototype Compact Elliptical Galaxy M32" *Astrophysical Journal Letters*, **568**, L13.

Marín-Franch A., Aparicio A. "Globular Cluster Systems in Elliptical Galaxies of Coma" *Astrophysical Journal*, **568**, 174.

Steehls D., Casares J. "The Mass Donor of Scorpius X-1 Revealed" *Astrophysical Journal*, **568**, 273.

Franceschini A., Fadda D., Cesarsky C.J., Elbaz D., Flores H., Granato G.L. "ISO Investigates the Nature of Extremely Red Hard X-Ray Sources Responsible for the X-Ray Background" *Astrophysical Journal*, **568**, 470.

Zapatero Osorio M.R., Béjar V.J.S., Martín E.L., Barrado y Navascués D., Rebolo R. "Activity at the Deuterium-Burning Mass Limit in Orion" *Astrophysical Journal*, **569**, L99.

Gómez-Peláez A.J., Moreno-Insertis F. "Thermal Instability in a Cooling and Expanding Medium including Self-Gravity and Conduction" *Astrophysical Journal*, **569**, 766.

Bandyopadhyay R.M., Charles P.A., Shahbaz T., Wagner R.M. "Infrared Photometric Variability of GX 13+1 and GX 17+2" *Astrophysical Journal*, **570**, 793.

Sánchez-Cuberes M., Vázquez M., Bonet J.A., Sobotka M. "Infrared Photometry of Solar Photospheric Structures. II. Center-to-Limb Variation of Active Regions" *Astrophysical Journal*, **570**, 886.

Villaver E., García-Segura G., Manchado A. "The Dynamical Evolution of the Circumstellar Gas around Low- and Intermediate-Mass Stars I. The Asymptotic Giant Branch" *Astrophysical Journal*, **571**, 880.

Recio-Blanco A., Piotto G., Aparicio A., Renzini A. "Rotation of Hot Horizontal-Branch Stars in the Globular Clusters NGC 1904, NGC 2808, NGC 6093, and NGC 7078" *Astrophysical Journal Letters*, **572**, L71.

Alcalde D. et al. (Incluye Mediavilla E., Muñoz J.A., Barrena R., Gil-Merino R., Motta V., Oscoz A., Serra-Ricart M.) "QSO 2237+0305 VRLight Curves from Gravitational Lenses International Time Project Optical Monitoring" *Astrophysical Journal*, **572**, 729.

Oscosz A., Alcalde D., Serra-Ricart M., Mediavilla E., Muñoz J.A. "A Large Brightness Enhancement of the QSO 0957+561 A Component"  
*Astrophysical Journal Letters*, **573**, L1.

Trujillo I., Aguerri J.A.L., Gutiérrez C.M., Caon N., Cepa J. "A Correlation between Light Concentration and Cluster Local Density for Elliptical Galaxies"  
*Astrophysical Journal Letters*, **573**, L9.

Martínez-Delgado D., Zinn R., Carrera R., Gallart C. "Remnants of the Sagittarius Dwarf Spheroidal Galaxy around the Young Globular Cluster Palomar 12"  
*Astrophysical Journal Letters*, **573**, L19.

Arribas S., Colina L. "INTEGRAL Field Spectroscopy of IRAS 15206+3342: Gas Inflows and Starbursts in an Advanced Merger"  
*Astrophysical Journal*, **573**, 576.

Eff-Darwich A., Korzennik S.G., Jiménez-Reyes S.J. "Inversion of the Internal Solar Rotation Rate"  
*Astrophysical Journal*, **573**, 857.

Casini R., Landi Degl'Innocenti E., Landolfi M., Trujillo-Bueno J. "On the Atomic Polarization of the Ground Level of Na I"  
*Astrophysical Journal*, **573**, 864.

Melo V.P., Pérez García A.M., Acosta-Pulido J.A., Muñoz-Tuñón C., Rodríguez-Espinosa J.M. "The Spatial Distribution of the Far-Infrared Emission in NGC 253"  
*Astrophysical Journal*, **574**, 709.

Motta V., Mediavilla E., Muñoz J.A., Falco E., Kochanek C.S., Arribas S., García-Lorenzo B., Oscosz A., Serra-Ricart M. "Detection of the 2175 Å Extinction Feature at  $z = 0.83$ "  
*Astrophysical Journal*, **574**, 719.

Stanghellini L., Villaver E., Manchado A., Guerrero M.A. "The Correlations between Planetary Nebula Morphology and Central Star Evolution: Analysis of the Northern Galactic Sample"  
*Astrophysical Journal*, **576**, 285.

MEMORIA  
2002 IAC

162

Ortiz J.L., Quesada J.A., Aceituno J., Aceituno F.J., Bellot Rubio L.R. "Observation and Interpretation of Leonid Impact Flashes on the Moon in 2001"  
*Astrophysical Journal*, **576**, 567.

Abajas C., Mediavilla E., Muñoz J.A., Popovic L., Oscosz A. "The Influence of Gravitational Microlensing on the Broad Emission Lines of Quasars"  
*Astrophysical Journal*, **576**, 640.

Cairós L.M., Caon N., García-Lorenzo B., Vilchez J.M., Muñoz-Tuñón C. "Spectrophotometric Observations of Blue Compact Dwarf Galaxies: Mrk 370"  
*Astrophysical Journal*, **577**, 164.

Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S., Martín E.L., Rebolo R., Barrado y Navascués D., Mundt R., Eisloffel J., Caballero J.A. "A Methane, Isolated, Planetary-Mass Object in Orion"  
*Astrophysical Journal*, **578**, 536.

Shalyapin V.N., Goicoechea L.J., Alcalde D., Mediavilla E., Muñoz J.A., Gil-Merino R. "The Nature and Size of the Optical Continuum Source in QSO 2237+0305"  
*Astrophysical Journal*, **579**, 127.

Gutiérrez C.M., López-Corredoira M., Prada F., Eliche C. "New Light and Shadows on Stephan's Quintet"  
*Astrophysical Journal*, **579**, 592.

Bresolin F., Kudritzki R.P., Lennon D.J., Smartt S.J., Herrero A., Urbaneja M.A., Puls J. "Space Telescope Imaging Spectrograph Ultraviolet Spectroscopy of Early B Supergiants in M31"  
*Astrophysical Journal*, **580**, 213.

Eff-Darwich A., Korzennik S.G., Jiménez-Reyes S.J., Pérez Hernández F. "An Upper Limit on the Temporal Variations of the Solar Interior Stratification"  
*Astrophysical Journal*, **580**, 574.

Esteban C., Peimbert M., Torres-Peimbert S., Rodríguez M. "Optical Recombination Lines of Heavy-Elements in Giant Extragalactic HII Regions"  
*Astrophysical Journal*, **581**, 241.

Jiménez A. "Phase and Gain Relations between Low Degree Intensity and Velocity Acoustic Modes during the Solar Activity Cycle"  
*Astrophysical Journal*, **581**, 736.

Villaver E., Manchado A., García-Segura G. "The Dynamical Evolution of the Circumstellar Gas around Low- and Intermediate-Mass Stars. II. The Planetary Nebula Formation"  
*Astrophysical Journal*, **581**, 1204.

Gutiérrez C.M., Azzaro M., Prada F. "The Properties of Satellite Galaxies in External Systems. I. Morphology and Structural Parameters"  
*Astrophysical Journal Supp. Series*, **141**, 61.

Vauclair G et al. (Incluye Belmonte J.A.) "Astroseismology of RXJ2117 + 3412, the Hottest Pulsating PG 1159 Star"  
*Astronomy & Astrophysics*, **381**, 122.

Schlichenmaier R., Collados M. "Spectropolarimetry in a Sunspot Penumbra"  
*Astronomy & Astrophysics*, **381**, 668.

- Schulz B. et al. (Incluye Acosta-Pulido J.A., Castañeda H.O., Hammersley P.L.) "ISOPHOT - Photometric Calibration of Point Sources" *Astronomy & Astrophysics*, **381**, 1110.
- Duc P., Poggianti B.M., Fadda D., Elbaz D., Flores H., Chaniel P., Franceschini A., Moorwood A., Cesarsky C. "Hidden Star-Formation in the Cluster of Galaxies Abell 1689" *Astronomy & Astrophysics*, **382**, 60.
- Barcons X. et al. (Incluye Pérez-Fournon I.) "The XMM-Newton Serendipitous Survey. II. First Results from the AXIS High Galactic Latitude Medium Sensitivity Survey" *Astronomy & Astrophysics*, **382**, 522.
- Fox-Manchado L. et al. (Incluye Pérez-Hernández F., Belmonte J.A.) "Pulsational Frequencies in the d Scuti Stars V624 Tauri and HD 23194- Results of the STEPHI X Campaign on the Pleiades Cluster" *Astronomy & Astrophysics*, **382**, 556.
- Hirzberger J., Bonet J.A., Sobotka M., Vázquez M., Hanslmeier A. "Fine Structure and Dynamics in a Light Bridge Inside a Solar Pore" *Astronomy & Astrophysics*, **383**, 275.
- Fadda D., Flores H., Hasinger G., Franceschini A., Altieri B., Cesarsky C.J., Elbaz D., Ferrando Ph. "The AGN Contribution to Mid-Infrared Surveys - X-Ray Counterparts of the Mid-IR Sources in the Lockman Hole and HDF" *Astronomy & Astrophysics*, **383**, 838.
- Acker A., Gesicki K., Grosdidier Y., Durand S. "Turbulent Planetary Nebulae around [WC]-Type Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **384**, 620.
- Elbaz D., Cesarsky C.J., Chaniel P., Aussel H., Franceschini A., Fadda D., Chary R.R. "The Bulk of the Cosmic Infrared Background Resolved by ISOCAM" *Astronomy & Astrophysics*, **384**, 848.
- Zapatero-Osorio M.R., Béjar V.J.S., Pavlenko Ya., Rebolo R., Allende-Prieto C., Martín E.L., García-López R.J. "Lithium and H $\alpha$  in Stars and Brown Dwarfs of  $\sigma$  Orionis" *Astronomy & Astrophysics*, **384**, 937.
- Eiroa C. et al. (Incluye Garzón F., Deeg H.J.) "On the Simultaneous Optical and Near-Infrared Variability of pre-main Sequence Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **384**, 1038.
- Borrero J.M., Bellot Rubio L.R. "A Two-Component Model of the Solar Photosphere from the Inversion of Spectral Lines" *Astronomy & Astrophysics*, **385**, 1056.
- Rozas M., Relaño M., Zurita A., Beckman J.E. "Fabry-Perot Observations of the Ionized Gas in the Spiral Galaxy NGC 6951" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 42.
- López Corredoira M., Betancort-Rijo J., Beckman J.E. "Generation of Galactic Disc Warps due to Intergalactic Accretion Flows onto the Disc" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 169.
- Zurita A., Beckman J.E., Rozas M., Ryder S. "The Origin of the Ionization of the Diffuse Ionized Gas in Spirals. II. Modelling the Distribution of Ionizing Radiation in NGC 157" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 801.
- Barrena R., Biviano A., Ramella M., Falco E.E., Seitz S. "The Dynamical Status of the Cluster of Galaxies 1E0657-56" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 816.
- Urbaneja M.A., Herrero A., Kudritzki R.P., Bresolin F., Corral L.J., Puls J. "An Analysis of STIS HST UV Spectra of M33 early B Supergiants" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 1019.
- Santos N.C., García López R.J., Israelian G., Mayor M., Rebolo R., García-Gil A., Pérez de Taoro M.R., Randich S. "Beryllium Abundances in Stars Hosting Giant Planets" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 1028.
- Montalbán J., Rebolo R. "Planet Accretion and the Abundances of Lithium Isotopes" *Astronomy & Astrophysics*, **386**, 1039.
- García-Hernández D.A., Manchado A., García-Lario P., Domínguez-Tagle C., Conway G.M., Prada F. "Near-IR Spectroscopy of Planetary Nebulae Precursors" *Astronomy & Astrophysics*, **387**, 955.
- Funes J.G., Corsini E.M., Cappellari M., Pizzella A., Vega-Beltrán J.C., Scarlata C., Bertola F. "Position-Velocity Diagrams of Ionized Gas in the Inner Regions of Disk Galaxies" *Astronomy & Astrophysics*, **388**, 50.
- López-Martín L., López J.A., Esteban C., Vázquez R., Raga A., Torrelles J.M., Miranda L.F., Meaburn J., Olgún L. "Unveiling the Structure of the Planetary Nebula M2-48: Kinematics and Physical Conditions" *Astronomy & Astrophysics*, **388**, 652.
- Villamariz M.R., Herrero A., Becker S.R., Butler K. "Chemical Composition of Galactic OB Stars. I. CNO Abundances in O9 Stars" *Astronomy & Astrophysics*, **388**, 940.

- Moreno-Insertis F., Schüssler M., Glampedakis K. "Thermal Properties of Magnetic Flux Tubes - I. Solution of the Diffusion Problem" *Astronomy & Astrophysics*, **388**, 1022.
- Duc P.A. et al. (Incluye Fadda D.) "An unusual Iron Lo-BAL Quasar detected by ISOCAM" *Astronomy & Astrophysics*, **389**, L47.
- Rodríguez M. "Iron Abundance in HII Regions" *Astronomy & Astrophysics*, **389**, 556.
- Bellot-Rubio L.R., Martínez-González M.J., Ruiz-Herrera L., Licandro J., Martínez-Delgado D., Rodríguez-Gil P., Serra-Ricart M. "Modeling the Photometric and Dynamical behaviour of Super-Schmidt Meteors in the Earth's Atmosphere" *Astronomy & Astrophysics*, **389**, 680.
- López-Corredoira M., Gutiérrez C.M. "Two Emission Line Objects with  $z > 0.2$  in the Optical Filament apparently Connecting the Seyfert Galaxy NGC 7603 to its Companion" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, L15.
- Muratorio G., Markova N., Friedjung M., Israelian G. "Properties of the P Cygni Wind found using the Self Absorption Curve Method" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 213.
- Popovic L.C., Mediavilla E., Kubicek A., Jovanovic P. "Balmer Lines Emission Region in NGC 3516: Kinematical and Physical Properties" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 473.
- Suárez J.C., Michel E., Pérez-Hernández F., Lebreton Y., Li Z.P., Fox-Machado L. "A Study of Correlation between the Oscillation Amplitude and Stellar Parameters of  $\delta$  Scuti Stars in open Clusters - Toward Selection Rules for  $\delta$  Scuti Star Oscillations" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 523.
- Salabert D., Fossat E., Gelly B., Tomczyk S., Pallé P.L., Jiménez-Reyes S.J., Cacciani A., Corbard T., Ehgamberdiev S., Grec G., Hoeksema J.T., Kholikov S., Lazrek M., Schmider F.X. "IRIS++ Database: Merging of IRIS + Mark-1 + LOWL" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 717.
- Swaters R.A., Balcells M. "The Westerbork HI Survey of Spiral and Irregular Galaxies - II. R-Band Surface Photometry of Late-Type Dwarf Galaxies" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 863.
- Gabriel A.H. et al. (Incluye García R.A., Pallé P.L., Roca-Cortés T.) "A Search for Solar  $g$  Modes in the GOLF Data" *Astronomy & Astrophysics*, **390**, 1119.
- Castro-Rodríguez N., López-Corredoira M., Sánchez-Saavedra M.L., Battaner E. "Warps and Correlations with Intrinsic Parameters of Galaxies in the Visible and Radio" *Astronomy & Astrophysics*, **391**, 519.
- Cedrés B., Cepa J. "Distributions, equivalent Widths and Metallicities of the H II Regions in the Spiral Galaxies NGC 5457 and NGC 4395" *Astronomy & Astrophysics*, **391**, 809.
- Sutaria F.K. et al. (Incluye Casares J., Shahbaz T.) "XMM-Newton Detection of Nova Muscae 1991 in Quiescence" *Astronomy & Astrophysics*, **391**, 993.
- Pohlen M., Dettmar R.-J., Lütticke R., Aronica G. "Outer Edges of Face-on Spiral Galaxies - Deep Optical Imaging of NGC 5923, UGC 9837 and NGC 5434" *Astronomy & Astrophysics*, **392**, 807.
- Barrado y Navascués D., Zapatero-Osorio M.R., Martín E.L., Béjar V.J.S., Rebolo R., Mundt R. "Discovery of a very Cool Object with Extraordinarily Strong H $\alpha$  Emission" *Astronomy & Astrophysics*, **393**, L85.
- Mora A. et al. (Incluye Deeg H.J., Garzón F.) "A Dynamical Study of the Circumstellar Gas in UX Orionis" *Astronomy & Astrophysics*, **393**, 259.
- Castro-Cerón J.M. et al. (Incluye López-Corredoira M., Grosdidier Y., Casares J.) "The Bright Optical afterglow of the Long GRB 001007" *Astronomy & Astrophysics*, **393**, 445.
- Leinert Ch., Abraham P., Acosta-Pulido J.A., Lemke D., Siebenmorgen R. "Mid-Infrared Spectrum of the Zodiacal Light Observed with ISOPHOT" *Astronomy & Astrophysics*, **393**, 1073.
- López-Corredoira M., Cabrera-Lavers A., Garzón F., Hammersley P.L. "Old Stellar Galactic Disc in near-Plane Regions according to 2MASS: Scales, cut-off, Flare and Warp" *Astronomy & Astrophysics*, **394**, 883.
- Roudier Th., Bonet J.A., Sobotka M. "Properties of Horizontal Flows inside and outside a Solar Pore" *Astronomy & Astrophysics*, **395**, 249.
- Banerjee D., O'Shea E., Goossens M., Doyle J.G., Poedts S. "On the Theory of MAG Waves and a Comparison with Sunspot Observations from CDS/SOHO" *Astronomy & Astrophysics*, **395**, 263.

- Trundle C., Dufton P.L., Lennon D.J., Smartt S.J., Urbaneja M.A. "Chemical Composition of B-Type Supergiants in OB8, OB10, OB48, OB78 Associations of M31"  
*Astronomy & Astrophysics*, **395**, 519.
- Li Z.P. et al. (Incluye Fox Manchado L., Belmonte J.A., Pérez Hernández F.) "New  $\delta$  Scuti Variable in the Pleiades: HD 23628"  
*Astronomy & Astrophysics*, **395**, 873
- Richer M.G., Tovmassian G., Stasinska G., Jameson R.F., Dobbie P.D., Veillet C., Gutiérrez C.M., Prada F. "The  $\alpha$ -Element Abundances in the most Oxygen-Poor Planetary Nebula PN G 135.9+55.9"  
*Astronomy & Astrophysics*, **395**, 929.
- Régulo C., Roca Cortés T. "A Method to Detect p-mode Oscillations in Solar-like Star Signals"  
*Astronomy & Astrophysics*, **396**, 745.
- Herrero A., Puls J., Najarro F. "Fundamental Parameters of Galactic Luminous OB Stars VI. Temperatures, Masses and WLR of Cyg OB2 Supergiants"  
*Astronomy & Astrophysics*, **396**, 949.
- Gómez G., López R. "Nebular Spectra of the Type Ic Supernovae 1997B and 1997X"  
*Astronomical Journal*, **123**, 328.
- Silich S., Tenorio-Tagle G., Muñoz-Tuñón C., Cairós L.M. "On the Recent History of Star Formation in the Blue Compact Dwarf Galaxy VII Zw403"  
*Astronomical Journal*, **123**, 2438.
- Lázaro C., Arévalo M.J., Martínez-Pais I.G., Domínguez R.M. "BVRJK Photometry and a Spectroscopic Study of the Algol Short-Period Binary VV Ursae Majoris"  
*Astronomical Journal*, **123**, 2733.
- Carrera R., Aparicio A., Martínez-Delgado D., Alonso-García J. "The Star Formation History and Spatial Distribution of Stellar Populations and in the Ursa Minor Dwarf Spheroidal Galaxy"  
*Astronomical Journal*, **123**, 3199.
- Erwin P., Sparke L. "Double Bars, Inner Disks and Nuclear Rings in Early Type Disk Galaxies"  
*Astronomical Journal*, **124**, 65.
- Casares J., Dubus G., Shahbaz T., Zurita C., Charles P.A. "VLT Spectroscopy of XTE J2123-058 during Quiescence: The Masses of the Two Components"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **329**, 29.
- Prieto M.A., Pérez-García A.M., Rodríguez-Espinosa J.M. "On the Relation between the Coronal Line Emission and the X-Ray Emission in Seyfert Galaxies"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **329**, 309.
- Cenarro J., Gorgas J., Cardiel N., Vazdekis A., Peletier R.F. "Empirical Calibration of the Near-Infrared Ca II Triplet. III. Fitting Functions"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **329**, 863.
- Hynes R.I., Zurita C., Haswell C.A., Casares J., Charles P.A., Pavlenko E.P., Shugarov S. Yu., Lott D.A. "H $\alpha$  Flares from V404 Cyg in Quiescence"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **330**, 1009.
- Basilakos S., Georgantopoulos I., Pérez-Fournon I., Efstathiou A., Rowan-Robinson M., Cabrera-Guerra F., González-Solares E., Alexander D.M., Serjeant S., Oliver S. "The European Large Area ISO Survey VII: ROSAT Observations of ELAIS Sources"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **331**, 417.
- Trujillo I., Asensio-Ramos A., Rubiño-Martin J.A., Graham A.W., Aguerri J.A.L., Cepa J., Gutiérrez C.M. "Triaxial Stellar Systems following the  $r^{1/n}$  Luminosity Law: An Analytical Mass-Density Expression, Gravitational Torques and the Bulge-Disc Interplay"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **333**, 510.
- Kemp S.N., Bates B., Beckman J.E., Killow C.J., Barrena R., Kennedy D.C., Rodríguez-Alamo J. "A Study of the behaviour of the Na I/K I Column Density Ratio in the Interstellar Medium using the Na Ultraviolet Doublet"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **333**, 561.
- Aguerri J.A.L., Trujillo I. "Restrictions to the Galaxy Evolutionary Models from the Hawaiian Deep Fields SSA13 and SSA22"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **333**, 633.
- Zurita C. et al. (Incluye Casares J., Shahbaz T., Rodríguez-Gil P.) "Detection of Superhumps in XTE J1118+480 approaching Quiescence"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **333**, 791.
- Torres M.A.P., Casares J., Martínez-Pais I.G., Charles P.A. "Rotational Broadening and Doppler Tomography of the Quiescent X-Ray Nova Centaurus X-4"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **334**, 233.
- Lázaro C., Arévalo M.J., Claret A. "Infrared Light Curves and Absolute Stellar Parameters of the Algol System  $\delta$  Librae: Is  $\delta$  Librae really an Overmassive Algol Binary?"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **334**, 542.

Graham A.W. "Mass-to-Light Ratios from the Fundamental Plane of Spiral Galaxy Disks"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **334**, 721.

Zurita C. et al. (Incluye Casares J., Rodríguez-Gil P., Shahbaz T.) "The X-Ray Transient XTE J1859+226 in Outburst and Quiescence"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **334**, 999.

Franceschini A., Braito V., Fadda D. "Origin of the X-Ray Background and AGN Unification: New Perspectives"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **335**, L51.

Falcón-Barroso J., Peletier R.F., Balcells M. "Bulges on the Fundamental Plane of early-type Galaxies"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **335**, 741.

Iglesias-Páramo J., Muñoz-Tuñón C. "A Spectral Diagnostic for Density-Bounded H II Regions"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **336**, 33.

Tsapras Y. et al. (Incluye Graham A.W.) "Constraints on Jupiters from Observations of Galactic Bulge Microlensing Events during 2000"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **337**, 41.

Kuntschner H., Smith R.J., Colless M., Davies R.L., Kaldare R., Vazdekis A. "Early-Type Galaxies in Low-Density Environments"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **337**, 172.

Rodríguez-Gil P., Martínez-Pais I.G. "V533 Herculis: The Second SW Sex Old Nova displaying Emission Line Flaring"  
*Monthly Notices of the Royal Astron. Soc.*, **337**, 209.

Trujillo-Bueno J., Landi Degl'Innocenti E., Collados M., Merenda L., Manso-Sainz R. "Selective Absorption Processes as the Origin of Puzzling Spectral Line Polarization from the Sun"  
*Nature*, **415**, 403.

MEMORIA  
2002 IAC  
166

Jiménez A., Roca-Cortés T., Jiménez-Reyes S.J. "Variation of the Low-Degree Solar Acoustic Mode Parameters over the Solar Cycle"  
*Solar Physics*, **209**, 247.

Knapen J.H., Beckman J.E., Shlosman I., Mahoney T.J. "The Central Kiloparsec of Starbursts and Active Galactic Nuclei: The La Palma"  
*Publication of the Astron. Society of the Pacific*, **114**, 372.

Casuso E., Beckman J.E. "Interstellar Gas Mass Functions: Fractality and Scale Dependence"  
*Publication of the Astron. Society of Japan*, **54**, 405.

Rebolo R. "Cosmic Microwave Background Anisotropy Observations"  
*Space Science Reviews*, **100**, 15.

Aramburu-Zabala J., Belmonte J.A. "On the Astronomical Orientation of the Square Talayots of Mallorca"  
*Archaeoastronomy Sup. J.H.A.* **27**, S67.

Belmonte J.A., Esteban C., Perera Betancort M.A., Marrero R. "Archaeoastronomy in the Sahara: the Tombs of the Garamantes at Wadi el Agial (Fezzan, Libya)"  
*Archaeoastronomy Sup. J.H.A.* **27**, S1.

Luridiana V., Esteban C., Peimbert M., Peimbert A. "Chemical Abundances of NGC 5461 and NGC 5471 Derived from Echelle Spectrophotometry"  
*Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, **38**, 97.

Trujillo Bueno J., Manso Sainz R. "Remote Sensing of Chromospheric Magnetic Fields via the Hanle and Zeeman Effects"  
*Il Nuovo Cimento C*, **25**.

Crivellari L., Cardona O., Simonneau E. "Multilevel Line Transfer with the Implicit Integral Method"  
*Astrophysics*, **45**, 480.

## INVITED REVIEWS (ARTICULOS DE REVISION INVITADOS)

Rebolo R. "Cosmological Parameters" en "International Meeting on Fundamental Physics", 28 enero-1 febrero, Jaca, Huesca.

Moreno-Insertis F. "The Navier-Stokes Equation in Stratified Media" en "RSME 2002", 27 enero-1 febrero, Puerto de la Cruz, Tenerife.

Beckman J.E. "The Refereeing Process in Contemporary Astronomy" en "Communicating Astronomy", 25 febrero-1 marzo, La Laguna, Tenerife.

Moreno-Insertis F. "The Emergence of Magnetic Flux from the Solar Interior to the Atmosphere" en "SOHO-11", 11-15 marzo, Davos, Suiza.

Sánchez Almeida J. "Magnetometry" en "ESMN-PLATON Spring School on Solar Magnetism", 2-7 abril, Dwingeloo, Países Bajos.

Trujillo-Bueno J. "The Generation and Transfer of Polarized Radiation in Stellar Atmospheres" en "Workshop on Stellar Atmospheric Modelling", 8-12 abril, Tübingen, Alemania.

Muñoz-Tuñón C. "ORM; an Excellent European Site" en "OPTICON and Extremely Large Telescopes", 3-4 mayo, Turku, Finlandia.

Collados M. "Infrared Spectropolarimetry of Sunspots" en "1<sup>st</sup> Potsdam Thinkshop: Sunspot & Starspot", 6-10 mayo, Potsdam, Alemania.

Martínez-Pillet V. "Decay of Sunspot" en "1<sup>st</sup> Potsdam Thinkshop: Sunspot & Starspot", 6-10 mayo, Potsdam, Alemania.

Beckman J.E. "The Role of Magnetic Fields in the Formation of Pre-Biotic Molecules in the Interstellar Medium" en "Vulcano Workshop: The Effects of Magnetic Fields on the Origin of Life", 26 mayo-1 junio, Vulcano, Italia.

Deeg H.J. "Detection of Terrestrial Planets and Moons with the Photometric Transit Method" en "36<sup>th</sup> ESLAB Symposium: Earth like Planets and Moons", 3-8 junio, Noordwijk, Países Bajos.

Sánchez-Almeida J. "Quiet Sun Magnetic Fields" en "Solar Wind 10", 17-21 junio, Pisa, Italia.

Trujillo Bueno J. "Astrophysical Spectropolarimetry and Magnetic Field Diagnostics" en "IAU Symp. No 210: Modelling of Stellar Atmospheres", 17-21 junio, Uppsala, Suecia.

Herrero A. "Parameters of Massive OB Stars" en "IAU Symp. No. 212: A Massive Star Odyssey, from main Sequence to Supernova", 24-28 junio, Lanzarote.

Pallé P.L. "The Sun as a Star" en "Asteroseismology Across the HR Diagram", 1-5 julio, Oporto, Portugal.

Israelian G. "Oxygen in the early Galaxy" en "Light to Heavy Elements in Cosmology and Galactic Evolution", 16-18 julio, Mitaka, Japón.

Beckman J.E., Lopez-Corredoira M., Betancort-Rijo J., Castro-Rodríguez N., Cardwell A. "Generation of Warps by Accretion Flows" en "The Evolution of Galaxies. III-From Simple Approaches to Self-Consistent Models", 16-20 julio, Kiel, Alemania.

Collados M. "Stokes Polarimeters in the Near Infrared" en "SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation", 22-28 agosto, Kona, Hawaii, EEUU.

Martínez-Pillet V. "Hacia una mejor comprensión del magnetismo solar" en "V Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)", 2-6 septiembre, Toledo.

Zurita A., Beckman J.E. "The Properties of the Ionized Interstellar Medium in Spiral Galaxies" en "V Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)", 2-6 septiembre, Toledo.

Balcells M. "Spheroid and Disk Signatures in Galaxy Bulges" en "JENAM2002 - The Unsolved Universe: Challenges for the Future", 3-7 septiembre, Oporto, Portugal.

Beckman J.E., Relaño M., Dyson J. "Physical Scenarios for Supersonic Gas Flows Observed in HII Regions" en "Winds, Bubbles and Explosions", 9-13 septiembre, Patzcuaro, México.

Esteban C. "CNO Abundances in Galactic HII Regions and Planetary Nebulae" en "CNO in the Universe", 10-14 septiembre, Saint-Luc, Suiza.

Herrero A. "CNO at the Surface of MS Stars: OB Stars" en "CNO in the Universe", 10-14 septiembre, Saint-Luc, Suiza.

Rodríguez-Espinosa J.M. "El GTC: Oportunidades observacionales para la comunidad mexicana" en "XVI Reunión Anual de Astronomía Mexicana", 16-20 septiembre, Puebla, México.

Rodríguez-Espinosa J.M. "GTC: Status Report" en "Star Formation through Time", 24-28 septiembre, Granada.

Oey M.S., Muñoz-Tuñón C. "Star Formation within Galaxies" en "Star Formation through Time", 24-28 septiembre, Granada.

Trujillo-Bueno J. "A New Diagnostic Window on the Weak Magnetism of the Sun" en "Third International Workshop on Solar Polarization", 30 septiembre-4 octubre, Puerto de la Cruz, Tenerife.

Vázquez M. "Solar Variability and Climate Change" en "NATO Workshop: Environmental Challenges in the Mediterranean (2000-2050)", 2-5 octubre, Madrid.

Gallart C. "The Star Formation Histories of the Outer Parts of Dwarf Irregular Galaxies" en "Outer Edges of Dwarf Irregular Galaxies: Stars and Gas", 10-11 octubre, Arizona, EEUU.

Tenorio-Tagle G., Silich S., Muñoz-Tuñón C. "Superbubbles vs Super-Galactic Winds" en "The 8th Texas-Mexico Conference on Astrophysics: Energetics of Cosmic Plasmas", 31 octubre-2 noviembre, México.

Rebolo R. "El Universo: motor de ciencia y tecnología" en "Semana de la Ciencia y Tecnología 2002", 4-8 noviembre, Murcia.

Herrero A., Lennon D.J. "Abundance Anomalies and Stellar Rotation in OB MS Stars" en "IAU Symp. No. 215: Stellar Rotation", 11-15 noviembre, Cancún, México.

# COMUNICACIONES A CONGRESOS INTERNACIONALES

**“Bologna Workshop on Galactic Winds”, 15-19  
enero, Bologna, Italia**

Muñoz-Tuñón C. “Supergalactic Winds or just Bubbles”

**SPIE “Free Space Laser Communication  
Technologies XIV”, 20-25 enero, California,  
EEUU**

Reyes M. et al. “Design and Performance of the  
ESA Optical Ground Station”

Reyes M. et al. “Preliminary Results of the in-Orbit  
Test of ARTEMIS with the Optical Ground Station”

**“IAU Coll. No. 186: Cometary Science after  
Hale-Bopp”, 21-15 enero, Puerto de la Cruz,  
Tenerife**

Shulman L., Kidger M.R., Serra-Ricart M., Torres-  
Chico R. “How Fast the Nucleus of Comet Hale-  
Bopp was Rotating?”

Kidger M.R., Manteca J. *Research Note* “On the  
2001 Splitting of the Nucleus of 51P/Harrington”

Kidger M.R. “The Breakup of C/1999 S4 (LINEAR),  
Days 0-10”

Kidger M.R. “Spanish Monitoring of Comets: Making  
Sense of Amateur Photometric Data”

Kidger M.R. “How should we take best Advantage of  
the New Generation of Large Telescopes for  
Cometary Research?”

**“Science with the GTC”, 6-9 febrero, Granada**

MEMORIA  
2002 IAC

168

Acosta-Pulido J.A. “The Mid IR Emission in Seyfert  
Galaxies – Relevance for CANARICAM”

Asensio-Ramos A., Trujillo Bueno J., Cernicharo J.  
“Radiative Transfer Tools for the GTC”

Balcells M. “Science with EMIR”

Balcells M., Cristobal D., Eliche C. “High-Redshift  
Galaxy Selection and Visibility with the  
COSMOPACK Tool”

Beckman J.E., Zurita A. “Emission Line Ratio  
Mapping with OSIRIS”

Béjar V.J.S., Caballero J.A., Zapatero-Osorio M.R.,  
Rebolo R. “Substellar Objects in the Epsilon Orionis  
Young Star Cluster”

Cairós L.M., Caon N., Muñoz-Tuñón C.  
“Multiwavelength Studies of Metal-Poor Blue Compact  
Dwarf Galaxies: Unveiling their Evolutionary State”

Castañeda H.O. et al. “The OSIRIS Science Program”

Cepa J., Alfaro E., Bland-Hawthorn J., Castañeda  
H., Gallego J., González-Serrano I., González J.,  
Sánchez-Portal M. “OTELLO: A Proposal for a GTC  
Key Projects”

Cepa J., Alfaro E., Bland-Hawthorn J., Castañeda  
H., González-Serrano I., González J., Sánchez-  
Portal M. “OSIRIS: The GTC Tunable Imager and  
Spectrograph”

Corral L.J., Herrero A. “LBV in the Local Universe”

Cristobal D., Prieto M., Balcells M., Guzman R.  
“Galaxy Counts in the COSMOS Deep Ks Survey”

Díaz J.J., Pelló R., López J.C., Gago F., Beigbeder  
F., Garzón F., Patrón J. “The EMIR Control and  
Electronics Development”

Fuentes F.J., Correa S., Pérez J., Sánchez V.,  
Villegas A., Garzón F., Patrón J. “The EMIR  
Mechanical System”

Gallart C., Martínez-Delgado D., Stetson P. “Studying  
Old Populations with RR Lyrae Variables in the  
Local Group”

Garzón F. “EMIR: The GTC NIR Multiobject Imager-  
Spectrograph”

Gorgas J., Pedraz S., González J.J., Vazdekis A.,  
Cardiel N., Cenarro J., Sánchez-Blazquez P. “The  
nature of dwarf elliptical galaxies: an observing  
project for OSIRIS”

Hammersley P.L. “Commissioning the GTC”

Kidger M.R. “Spanish Exploitation of CanariCam -  
Opening New Windows for Spanish Astrophysics”

Kidger M.R., Rodríguez-Espinosa J.M., Pinilla N.  
“The Infrared Quality of the GTC Sky”

Kidger M.R., González-Pérez J.N. “Multiband  
Calibration of an all-Sky Sample of AGN Fields -  
Extending Landolt’s Standards Faint Magnitudes”

Manchado A., Barreto M. et al. “LIRIS (Long-Slit  
Intermediate Resolution Infrared Spectrograph)  
Project Status”



Martín-Luis F. "Polarimetric Calibration for Large Telescopes"

Martín-Luis F., Kidger M.R., Cohen M., Megeath S.T. "A Spectral Atlas of Landolt Stars – Towards a Reliable Spectrophotometric Calibration for Large Telescopes"

Manescau A., Fragoso-López A.B., Garzón F., Patrón J. "The EMIR Optical System"

Melo V., Muñoz-Tuñón C., Recillas E., Rodríguez-Espinosa J.M. "Detection of Supergalactic Winds. The Edge-on Starburst Galaxy NGC 4631"

Pinilla N., Kidger M.R., Rodríguez-Espinosa J.M. "GPS Water Vapour Monitoring at the GTC Site"

Prieto M., Varela A.M., Muñoz-Tuñón C., Aguerri J.A.L. "Spiral Galaxies: Requirements for Accurate Photometric Bulge/Disc Decomposition"

Rebolo R. "Direct Detection of Giant Planets with GTC"

Rebolo R., Falcón N., Rubiño J.A., Gutiérrez C.M., Génova-Santos R., Watson R.A. "Identification of Sunyaev-Zeldovich Clusters of Galaxies with GTC"

Recillas E., Muñoz-Tuñón C., Melo V., Tenorio-Tagle G. "The Antenna Galaxy: A Mighty Powerful Starburst"

Rodríguez-Espinosa J.M. "The GTC: Status and Operation Plans"

Trujillo I., Gutiérrez C.M. "Quantitative Morphological Analysis of Intermediate Redshift Galaxies"

Varela A.M., Prieto M., Muñoz-Tuñón C. "Spiral Galaxies: Requirements for an Accurate Photometric Bulge/Disc Decomposition"

Vazdekis A., González J.J., Olguín J., Gorgas J., Cenarro J., Cardiel N., Sánchez-Blázquez P., Pedraz S. "Line-Strength Mapping of the Stellar Populations within Elliptical Galaxies"

Zurita A., Beckman J.E. "Structured Physical Properties of Populations of HII Regions in nearby Galaxies"

**"Communicating Astronomy" 25 febrero–1 marzo, La Laguna, Tenerife**

Corral L.J. "Counting Publications in Astronomy"

Gómez M. "Bibliometry or Bibliometrics: a Librarian's Viewpoint"

Beckman J.E. "The Peer Review Process in Modern Astronomical Professional Publishing"

Mahoney T.J. "Conference Proceedings: Some General Considerations"

Mahoney T.J. "Dictionaries: What the Art of Lexicography can do for Astronomy"

Serra-Ricart M., Bellot-Rubio L.R., Martínez-Delgado D., Gómez A. "Contribution of Students to Astronomical Research"

Martínez-Sáez L. "Outreach from Research Centres: A Luxury or a Necessity?"

López-Betancor B. "The IAC and its Observatories: A Natural Platform for Outreach"

Kidger M.R. "Communicating Astronomy through the Internet"

Gómez-Roldán A., Serra-Ricart M. "Web: A New Frontier in Science Outreach"

García de la Rosa I. "Amusing Astronomy"

Díaz-Vilela I., Rodríguez-Hidalgo I. "Outreach and the Professional Astronomer: A Survey of Attitudes"  
Rodríguez-Hidalgo I. "Time for Space: Five Minutes a Week for Astronomy"

Díaz-Castro J., de la Paz F. "Fighting Light Pollution in the Canaries: A Success Story"

del Puerto C. "A Cosmic Trip: From Press release to Headline"

Cuesta L. "How Important are Scientific Criteria in EPO?"

**"SOHO 11 Symp.: From Solar Min to Max: Half a Solar Cycle with SOHO", 11-15 marzo, Davos, Suiza**

Salabert D., Jiménez-Reyes S.J., Fossat E., Gelly B., Schmider F.X. "Variability of p-mode Parameters in 11 Years of IRIS++ Data"

Turck-Chieze S., García R.A., Couvidat S., Kosovichev S., Bertello L., Corbard T., Berthomieu G., Provost J., Eff-Darwich A. "Global Low Frequency Acoustic Modes after Half a Solar Cycle aboard SOHO: An Improved View of the Nuclear Core"

**"Galaxy Evolution: Theory and Observations", 8-12 abril, Cozumel, México**

Manchado A. "Star Formation Rate in  $0.5 < z < 1$  Galaxies: A Scientific Case for LIRIS"

Gutiérrez C.M., Azzaro M., Prada F. "Morphology and Structural Parameters of Satellite Galaxies in External Systems"

Aparicio A., Hidalgo S., Martínez-Delgado D., Marín-Franch A., Gallart C. "The Distribution of Stellar Populations in Dwarf Galaxies"

Barrena R., Biviano A., Ramella M., Falcó E.E., Seitz S. "The Dynamical Status of the 1E0657-56 Cluster of Galaxies"

Gallart C., Zinn R., Pont F., Hardy E., Marconi G., Buonanno R. "The Star Formation and Chemical Enrichment History of the Fornax dSph Galaxy"

Hidalgo S.L., Aparicio A., Marín-Franch A., Martínez-Delgado D. "Distribution of Stellar Populations in Phoenix Dwarf Galaxy"

Domínguez-Tagle C. "Estimating the SFR of  $z \sim 1$  Galaxies with 4 m Class Telescopes"

Barrena R., Ramella M., Boschin W., Nonino M., Biviano A., Mediavilla E. "Galaxy System Abundance within PDCS Fields"

Graham A.W., Erwin P., Caon N., Trujillo I. "A Photometric Method to Determine Supermassive Black hole Masses"

**"Workshop on Stellar Atmosphere Modeling", 8-12 abril, Tübingen, Alemania**

Urbaneja M.A., Herrero A., Puls J. "Analysis of B Supergiants Revised: Plane-Parallel vs Unified Models"

Asensio-Ramos A., Trujillo Bueno J. "Radiative Transfer in Molecular Lines"

García-Gil A.M., Allende-Prieto C., García-López R.J., Hubeny I. "Comparisons between Observed and Computed Visible and Near-UV Spectra of Vega"

Herrero A., Najarro F., Puls J. "Spectroscopic Analysis of Cyg OB2 Supergiants using Unified Model Atmospheres"

**"THEMIS Workshop", 16-19 abril, Francia**

Collados M. "Polarimetry and Adaptive Optics"

**"1st Potsdam Thinkshop: Sunspot & Starspot", 6-10 mayo, Potsdam, Alemania**

Balthasar H, Bellot-Rubio L.R., Collados M. "Evidence for Three Atmospheric Components in a Sunspot Penumbra"

Lagg A., Woch J., Krupp N., Solanki S.K., Collados M. "A Supersonic Chromospheric Downflow in an Emerging Flux Region"

Mathew S., Lagg A., Solanki S.K., Collados M., Berdyugina S., Frutiger C., Krupp N. "Thermal-Magnetic Relation of a Sunspot as Inferred from the Inversion of IR Spectral Data"

**"3ème Rencontre Nationale des Mecaniciens du CNRS", 13-17 mayo, Beaune, Francia**

Martín-Díaz C. "L'atelier de mécanique de l'Institut d'Astrophysique des Canaries"

**"IAU Symp. No 211: Brown Dwarfs" 20-24 mayo, Hawaii, EEUU**

Caballero J.A., Rebolo R. "IR Variability in BDs"

**"Classical Novae" 20-24 mayo, Sitges, Barcelona**

Rodríguez-Gil P., Martínez-Pais I.G. "Emission Line Flaring in the SW Sex Old Nova V533 Herculis"

**"Symbiotic Stars, Probing Stellar Evolution" 27-31 mayo, La Palma**

Navarro S.G., Gonçalves D.R., Mampaso A., Corradi R.L.M. "The Jet of R Aqr, a Decade Later"

Giammanco C., Beckman J.E., Zurita A., Corradi R.L.M. "Modeling the Propagation of Stellar Ionizing Radiation in a Clumpy Interstellar Medium"

**"200th American Astronomical Meeting", 2-6 junio, Albuquerque, Nuevo México, EEUU**

Martín E.L., Zapatero Osorio M.R., Béjar V.J.S., Rebolo R., Barrado y Navascues D., Mundt R., Eisloffel J., Caballero J.A. "Direct Imaging and Spectroscopy of a Young Jupiter-like Object"

**"Magnetic Coupling of the Solar Atmosphere", 11-15 junio, Santorini, Grecia**

Lagg A., Woch J., Krupp N., Solanki S.K., Mathew S., Borrero J.M., Collados M. "An Emerging Flux Region: Full Stokes Polarimetry in Chromospheric and Photospheric Infrared Lines"

Balthasar, H, Bellot-Rubio L.R., Collados M. "Polarimetric Observations of Sunspots in the Near Infrared"

Khomenko E.V., Collados M., Lagg A., Solanki S.K., Trujillo-Bueno J. "Quiet-Sun Intranetwork Magnetic Fields"

Mathew S., Solanki S.K., Lagg A., Collados M., Berdyugina S., Frutiger C., Krupp N., Woch J. "Thermal-Magnetic Relation of a Sunspot as Inferred from the Inversion of IR Spectral Data"

Briand C., Collados M, Sütterlin P. "Themis and DOT Joint Observations on NOAA 9716"

Sobotka M., Muller R., Bonet J.A., Márquez I. "Evolution of Small-Scale Features at the Penumbra-Photosphere Border"

Solanki S.K., Schüssler M., Curdt W., Lites B.W., Martínez Pillet V., Schmidt W., Title. A.M. & the Sunrise Team "Sunrise: a 1-m Balloon-borne Solar Telescope"

**"IAU Symp. No 210: Modelling of Stellar Atmospheres", 17-21 junio, Uppsala, Suecia**

Lobel A., Dupree A.K., Stefanik R.P., Torres G., Israelian G., Morrison N., de Jager C., Ieuwenhuijzen H., Ilyin I., Musaev, F. "The Millennium Outburst of the Cool Hypergiant Rho Cassiopeiae: Spectroscopy and Modeling"

Shchukina N., Vasileva I.E., Trujillo Bueno J., Asplund M. "Non-LTE Determination of Oxygen and Iron Abundances Using Three-dimensional Hydrodynamical Models: The Metal Poor Star HD140283"

García Gil A., Allende Prieto C., García López R.J., Hubeny I. "Comparisons between Observed and Computed Visible and Near-UV Spectra of Vega"

**"SDW2002", 17-22 junio, Waimea, Hawaii, EEUU**

Díaz J.J., Gago F., Beigbeder F., Garzón F., Patrón J. "EMIR HAWAII-2 Detector First Test Results"

Díaz J.J., Gago F., Beigbeder F., Garzón F., Patrón J. "EMIR HAWAII-2 Detector Test Bench"

Joven E. et al. "OSIRIS Detectors: First Tests and Control System"

**"Scientific Frontiers in Research on Extrasolar Planets" 18-21 junio, Washington, EEUU**

Alonso R., Brown T.M., Belmonte J.A., Deeg H.J. "STARE Detection Capabilities"

**"Exploiting the ISO Data Archive. Infrared Astronomy in the Internet Age", 24-27 junio, Sigüenza, Madrid**

Fadda D. (Incluye Pérez-Fournon I.) "A Mid-IR Look of the Lockman Hole"

Rodighiero G., Fadda D., Gregagnin A., Lari C., Franceschini A. "A Far-Infrared View of the Lockman Hole from ISOPHOT"

Lari C., Vaccari M., Fadda D., Rodighiero G. "The LARI Method for ISOCAM and ISOPHOT Data Reduction and Analysis"

**"New Horizons in Globular Cluster Astronomy" 24-28 junio, Padova, Italia**

Rosenberg A., Saviane I., Piotto G., Aparicio A. "Galactic Globular Clusters Relative Ages: the Outer Halo"

Martínez-Delgado D., Zinn R., Carrera R., Gallart C. "Searching for Tidal Streams around Young Globular Clusters"

Marín-Franch A., Aparicio A. "Do Intergalactic Globular Clusters exist in A-1656 (Coma)?"

González R.A., Liu M.C., Bruzual G., Marín-Franch A. "Near-IR Surface-Brightness Fluctuations of Magellanic Globular Clusters"

**"IAU Symp. No. 212: A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova" 24-28 junio, Lanzarote**

Relaño M., Beckman J.E., Rozas M. "Interaction between OB Stars and the ISM"

Simon S., Herrero A., Esteban C. "A Spectral Analysis of the Trapezium Cluster Stars"

Esteban C., López-Sánchez A.R., Rodríguez M. "Mrk 1087: A Puzzling Suspected Wolf-Rayet Galaxy"

Urbaneja M.A., Herrero A., Kudritzki R.P., Puls J., Lennon D.J., Smartt S.J. "UV and Optical Quantitative Spectroscopy of early-B Supergiants in M33"

López-Sánchez A.R., Esteban C., Rodríguez M. "The Ionized Gas in and around the Wolf-Rayet Galaxy NGC 1741"

Kidger M.R. "Measuring the True Supernova Rate in Galaxies"

Eenens P.R.J., Corral L. "Insights into Wolf-Rayet WC9 Stars from Spectroscopy"

Eenens P.R.J. et al. (Incluye Corral L.) "Tidal Effects in Massive Binaries. The Case of 68 Her (B2IV+B8II)"

Penny L.R., Gies D.R., Herrero A., Bagnuolo W.G., Wise J.H., Stickland D.J., Lloyd C. "A Critical Comparison of Spectroscopic and Evolutionary Masses for O-Type Binary Systems"

Luridiana V., Esteban C., Peimbert M., Peimbert A. "Chemical Abundances of NGC 5461 and NGC 5471 derived from Echelle Spectrophotometry"

Walborn N.R., Howarth I.D., Herrero A., Lennon D.J. "The Remarkable Alternating Spectra of the Of?p Star HD 191612"

**"SF2A-2002: Semaine de l'Astrophysique Francaise", 24-29 junio, París, Francia**

Abada-Simon M. et al. (Incluye Casares J., Martínez-Pais I.G.) "First Detections of the Cataclysmic Variable AE Aquarii from 4.8 to 7.3 microns, and at 90 microns with ISO"

Picaud S., Garzón F. "The Long thin in-Plane Bar in the Milky Way"

Salabert D., Jiménez-Reyes S., Fossat E., Pallé P.L. The IRIS Team "Variability of p-modes Parameters in 11 Years of IRIS++ Data"

Aulanier G., Eibe M.T., Schmieder B., Mein P., Antiochos S.K., Devore C.R. "3D Magnetic Models of THEMIS Observations of Sunspots and Prominences"

**"Sites Workshop II" 1-2 julio, Tucson, Arizona, EEUU**

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C. "Image Quality, Meteorology and Isoplanatism at the ORM"

**"Astroseismology across the HR Diagram", 1-5 julio, Oporto, Portugal**

Alonso R., Brown T.M., Belmonte J.A. "STARE Results on a Single Field: Tens of New Pulsating Stars"

Ulla A. et al. (Incluye Pérez-Hernández F., García-López R.J.) "Hot Subdwarfs: Magnetic, Oscillatory and other Physical Properties"

Alonso R., Brown T.M., Belmonte J.A., Garrido R., Michel E. "STARE Observations of Potential COROT Fields"

Fox-Manchado L., Pérez-Hernández F., Suárez J.C., Michel E. "Searching for a Seismic Model for d Scuti Stars of the Pleiades Cluster"

Oreiro R., Pérez-Hernández F., Manteiga M., Ulla A., González-Pérez J.M., Zapatero-Osorio M.R., García-López R., MacDonald J., Thejll P., Ferriz-Mas A., Saffer R., Elkin V. "Hot Subdwarfs: Magnetic, Oscillatory and other Physical Properties"

**"SPIE's Optical Science and Technology Symposium", 7-11 julio, Washington, EEUU**

Reyes M., Chueca S., Alonso A., Viera T., Sodnik Z. "Analysis of the Preliminary Optical Links between ARTEMIS and the Optical Ground Station"

**"IAU Symp. No 213: Bioastronomy 2002. Life among the Stars" 8-12 julio, Queensland, Australia**

Doyle L.R., Deeg H.J. "Timing Detection of Eclipsing Binary Planets and Transiting Extrasolar Moons"

**"The Seventh International Symposium on Nuclei in the Cosmos (NIC7)", 8-12 julio, Yamanashi, Japón**

Israelian G. "Behaviour of Sulphur and Oxygen in very Metal Poor Stars"

**"The Evolution of Galaxies. III-From Simple Approaches to Self-Consistent Models", 16-20 julio, Kiel, Alemania**

Hidalgo S., Aparicio A., Martínez-Delgado D. "The Extended Structure of Phoenix Dwarf Galaxy revealed by HST"

Lourenso S., Aguerri J.A.L., Vazdekis A., Beckman J.E., Peletier R.F. "The Stellar Content of a Prototype Double Barred Galaxy"

Paes-Fischlmair S., Zielinger W.W., Vega Beltrán J.C., Beckman J.E. "Properties of Star Formation in the Spiral Arms of Barred Galaxies"

**"Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy", 23-27 julio, Meudon, Francia**

Prieto A.M., Pérez-García A., Rodríguez-Espinosa J.M., Kotilainen J., Reunamen J. "On the Origin of the IR Emission in Seyfert Galaxies"

**"From the Gregory-Coudé Telescope to Gregor", 24-26 julio, Göttingen, Alemania**

Del Moro D., Crisculi S., Bonet J.A., Márquez I., Lemen C., Briand C. "Phase Diversity at THEMIS: First Implementation"

Puschmann K., Ruíz Cobo B., Vázquez M., Bonet J.A., Hanslmeier A. "Models of a Mean Granular Cell"

**"Asteroids, Comets and Meteors 2002", 29 julio-2 agosto, Berlín, Alemania**

Martínez-Delgado D., Bellot-Rubio L.R., López-Sánchez A.R., Serra-Ricart M., Rodríguez-Gil P. "Observations of the Leonids'2001 Storm from Northern Australia with Times"

de León Cruz J., Serra-Ricart M., Licandro J., Domínguez L. "Monitoring and Physical Characterization of Near Earth Objects"

Licandro J., Tancredi G., Fernández J., Rickman H., Boehrnhardt H. "The Nuclear Magnitudes and Size of Small Jupiter Family Comets"

Licandro J., Gil-Hutton R., Di Martino M., Lara J., Tozzi G.P. "The Surface of Trans-Neptunian Objects, Centaurs and Comet Nuclei"

Kryszczyńska A., Kwiatowski T., Michalowski T., Colas F., Velichko F., Gil-Hutton R., Licandro J. "CCD Photometry of the Asteroid 288 Glaucuk in 1999 and 2000"

Tozzi G.P., Boehrnhardt H., Delbo M., Campins H., Di Martino M., Kolokolova L., Lara L., Licandro J., Schulz R., Sekiguchi T. "Multiband Observations of the Comet C/2000 VM1 (LINEAR) at its Closest Approach to the Earth"

Tancredi G., Fernández J., Licandro J., Rickman H. "The Size of Cometary Nuclei"

Artigue F., Tancredi G., Fernández J., Licandro J. "Observations of Cometary Nuclei"

Licandro J., Gil-Hutton R. "NICS at TNG Infrared Spectroscopy of Hilda Asteroids"

Lara K., Licandro J., Di Martino M. "Optical Imaging and Long-Slit Spectra of Comet C/2000 WM1 during Dec. 1-7, 2001"

**"1st Sunrise Technical Interface Meeting", 12-16 agosto, Boulder, Colorado, EEUU**

Jochum L., Martínez-Pillet V., Collados M. "IMaX Design and Management Concept"

Bonet J.A. "Phase Diversity: Presentation of the Method and Results"

**"SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation", 22-28 agosto, Kona, Hawaii, EEUU**

Jochum L., Martínez-Pillet V., Collados M., Herrero P., Rodríguez J., López M., del Fraile L. "Liquid Crystal Optical Retarders for IMaX"

Acosta-Pulido J.A., Domínguez-Tagle C., Manchado A. "Characterization of the Scientific Grade Hawaii Detector for LIRIS"

Alvarez P., Kábana F. "The GTC Project: Close to being a Reality"

Rodríguez-González J.M., Fuensalida J.J. "Diffractional Treatment of the Curvature Sensing in Segmented Mirror Telescopes"

Rodríguez-González J.M., Fuensalida J.J. "Results of Diffraction Effects in Segmented Mirrors: Co-phasing with Integrated Curvature Signal"

Fragoso-López A.B., Manescau A., Garzón F., Patrón J. "Grisms Development for EMIR"

Manescau A., Fragoso-López A.B., Garzón F., Patrón J. "Status of the EMIR Optical System"

Garzón F. "EMIR: A NIR Multiobject Spectrograph for the GTC"

Jochum L., Collados M., Martínez-Pillet V., Bonet J.A., del Toro Iniesta J.C., López A., Alvarez-Herrero A., Reina M., Fabregat J., Domingo V. and the IMaX Team "IMaX: A Visible Magnetograph for Sunrise"

Peraza L., Militello C., Correa S., Pérez J., Perdigón J., Fuentes F.J., Pérez de Tahoro A., Cepa J. "Design of a Slit Mechanism for OSIRIS"

Cepa J. et al. "OSIRIS tunable imager and spectrograph for the GTC. Instrument status"

Cobos F. et al. (Incluye Cepa J.) "OSIRIS Optics"

Fuentes J. et al. (Incluye Cepa J.) "OSIRIS Mechanical Design System"

Rasilla J.L., Cepa J., et al. "Wavelength Selection in OSIRIS"

Solanki S.K., Gandorfer A.M., Schüssler M., Curdt W., Martínez-Pillet V., Schmidt W., Title A.M. & the Sunrise Team (2002) "SUNRISE, a Balloon-borne Telescope for High-Resolution Solar Observations in the Visible and UV"

Telesco C.M. et al. (Incluye Kidger M.R.) "CanariCam: A Multimode Mid-Infrared Camera for the Gran Telescopio CANARIAS"

Manchado A. et al. "LIRIS (Long-slit Intermediate Resolution Infrared Spectrograph): Assembly Integration and Verification (AIV)"

Chueca S. et al. "Beam Focusing of Laser Guide Star"

Chueca S. et al. "Luminic Pollution of Laser Guide Stars: Experimental Results on Canary Observatories"

Fuentes F.J. et al. "EMIR Mechanical System Design"

Fuentes F.J. et al. "OSIRIS Flexure Control"

López J.C. et al. "EMIR Software: An Overview"

López J.C. et al. "OSIRIS Software: An Overview"

**"SEAC X<sup>th</sup> Conference", 28-30 agosto, Tartu, Estonia**

Belmonte J.A. "On the Megalithic Monuments of Eastern Mediterranean: New Perspectives"

**"JENAM2002 - Galactic Dynamics Workshop", 2-7 septiembre, Oporto, Portugal**

Vega J.C., Erwin P., Beckman J.E. "Inner Kinematics in Disk Galaxies"

Erwin P., Vega J.C. "The Structure and Dynamics of Inner Bars"

Gutiérrez C.M., Trujillo I., Aguerri J.A.L., Caon N., Graham A.W., Colless M. "Quantitative Morphology of Galaxies in the Core of the Coma Cluster"

**"Jets 2002: Theory and Observations in YSO's", 3-6 septiembre, Oporto, Portugal**

López-Martín L., Cabrit S., Dougados C., García P. "Synchronized Knot Formation in the Assymetryc RW Aur Jet"

Gonçalves D.R. "Physical Parameters of Low-Ionization Jets in PNe"

**"From Observations to Self-Consistent Modelling of the ISM in Galaxies", 3-6 Septiembre, Oporto, Portugal**

Cardwell A, Gudmundsdottir V. "The HII Region Population of M33"

Cardwell A., Zurita A., Beckman J.E., Rozas M. "Ha Luminosity Function of HII Regions: Calibration of a Powerful New Standard Candle"

174 **"JENAM2002 - The Unsolved Universe: Challenges for the Future", 3-7 septiembre, Oporto, Portugal**

Vega-Beltrán J.C., Erwin P., Beckman J.E. "Kinematic Structure of the Inner Zones of Disc Galaxies"

Erwin P., Vega-Beltrán J.C., Beckman J.E. "Structure and Dynamics of Nuclear Bars"

Gonçalves D.R., Corradi R.M.L., Mampaso A. "Physical Parameters of Low-Ionization Jets in PNe"

Gallart C., Skillman E. "The Coimbra Experiment"

Dougados C., Cabrit S., García P., López-Martín L., Raga A., Ferreira J. "Constraining the Origin of Mass-Loss in T Tauri Stars"

López-Martín L., Cabrit S., Dougados C., García P.J.V. "Knot Formation in the RW Aur Microjet"

Balcells M. "Spheroid and Disk Signatures in Galaxy Bulges"

Carvalho R.R., de la Rosa I., Sep S.E. "The Fundamental Plane of E Galaxies in CGs"

Smith R.J., Kuntschner H., Colless M., Davies R.L., Kaldare R., Vazdekis A. "Galaxy Evolution Outside Clusters and Groups: Early-Type Galaxies in Low-Density Environments"

Augusto P., González-Serrano J.I., Edge A.C., Pérez Fournon I. "Evolution of Radio Galaxies and their Environments: The Babies"

Cardwell A., Zurita A., Beckman J.E., Rozas M. "H $\alpha$  Luminosity Function of HII Regions: Calibration of a Powerful New Standard Candle"

Cardwell A, Gudmundsdottir V. "The HII Region Population of M33"

**"Winds, Bubbles and Explosions", 9-13 septiembre, Patzcuaro, México**

Relaño M., Beckman J.E., Rozas M., Zurita A. "Observations of Massive Supersonic Outflows in Highly Luminous HII Regions"

Riera A., García-Lario P., Manchado A., Suárez O., García-Hernández A., Guerrero M. "Observations of the Jet-like Structure Associated with the Binary Planetary Nebula GLMP621"

**"10<sup>th</sup> European Solar Physics Meeting: Solar Variability: from Core to outer Frontiers", 9-14 septiembre, Praga, República Checa**

Régulo C., Roca-Cortés T., Vázquez H. "Background Solar Velocity Spectrum at High and Low Phases of the Solar Activity Cycle"

Vázquez H., Roca-Cortés T., Régulo C. "Background Solar Irradiance Spectrum at High and Low Phases of Solar Activity Cycle"

**"CNO in the Universe" 10-14 septiembre, Saint-Luc, Valais, Suiza**

Villamariz M.R., Herrero A. "CNO in Massive Main Sequence Fast Rotators"

**“Optics in Astronomy”, 16-27 septiembre, Cargèse, Francia**

Manescau A., Fragoso-López A.B., Garzón F., Patrón J. “Status of the EMIR Optical System”

**“Star Formation through Time”, 24-28 septiembre, Granada**

Mediavilla E. “The Extinction Low at  $z=0$  from Lens Galaxy Spectroscopy”

Rodríguez-Espinosa J.M. “Mid IR Observing Structures in Sy Galaxies”

Muñoz-Tuñón C. “Regions of Star Formation: Structural and Chemical Issues”

**“8th Annual Meeting of the European Association of Archaeologist”, 24-29 septiembre, Tesalónica, Grecia**

Esteban C. “The Equinox in Pre-Roman Religious Monuments of the Western Mediterranean”

**“Third International Workshop on Solar Polarization”, 30 septiembre - 4 octubre, Puerto de la Cruz, Tenerife**

Asensio-Ramos A., Trujillo-Bueno J. “Chemical Evolution and Molecular Spectropolarimetry”

Bonet J.A., Marquez I. “Phase Diversity Reconstruction of Long Time Series Observations at the SVST”

Borrero J.M., Lagg A., Solanki S.K., Frutiger C., Collados M. “Uncombed Fields in the Penumbra of a Regular Sunspot”

Domínguez Cerdeña I., Okunev O., Kneer F., Sánchez Almeida J. “High Resolution 2D Spectro-Polarimetric Observations of Polar Faculae”

Collados M., Trujillo-Bueno J. “New Spectropolarimetric Observations of Solar Coronal Filaments in the He I 10830 Multiplet”

Eibe M.T., Sánchez-Almeida J., Mein P., Aulanier G., Malherbe J.M. “Na I D<sub>1</sub> Stokes V Asymmetries and Velocity Structure around Sunspots”

Herrero P., Martínez-Pillet V., Collados M., Jochum L., López M., Rodríguez J. “Liquid Crystal Variable Retarders as Polarization Modulators for ImaX”

Khomenko E., Collados M., Lagg A., Solanki S.K., Trujillo-Bueno J. “Quiet-Sun Inter-Network Magnetic Fields”

Lagg A., Woch J., Krupp N., Solanki S.K., Mathew S., Borrero J.M., Collados M. “Evolution of an Emerging Flux Region: Full Stokes Polarimetry with Chromospheric and Photospheric Infrared Lines”

Manso-Sainz R., Trujillo-Bueno J. “A Computer Program for Modelling Scattering Line Polarization and the Hanle and Zeeman Effects in Weakly Magnetized Stellar Atmospheres”

Martínez-Pillet V., Collados M., Jochum L., del Toro Iniesta J.C., Domingo V., Alvarez A. & The ImaX Team “The Imaging Magnetograph Experiment for the Sunrise Balloon”

Mathew S.K., Lagg A., Solanki S.K., Collados M., Berdyugina S., Frutiger C., Krupp N., Woch J. “Three Dimensional Structure of a Sunspot”

Sánchez-Almeida J. “The Polarized Spectrum Emerging from Turbulent Dynamo Simulations”

Shchukina N., Trujillo-Bueno J. “A Detailed Investigation of the Scattering Polarization and the Hanle Effect in the Sr I 4607 Line”

Rodríguez Hidalgo I., Ruiz Cobo B. “Getting Photometric Spatial Resolution from 2-D Spectropolarimetric Data”

**“Outer Edges of Dwarf Irregular Galaxies: Stars and Gas”, 10-11 octubre, Arizona, EEUU**

Hidalgo S., Aparicio A., Martínez-Delgado D. “The Extended Structure of the Phoenix Dwarf Galaxy Revealed by HST”

Polen M., Dettmar R.-J., Beckman J.E., Balcells M. “Do LSB Galaxies Exhibit Outer Stellar Truncations?. Case Study: UGC7321, UGC9242, & ESO342-017”

Caon N., Cairós L.M., Aguerri J.A.L., Muñoz-Tuñón C., Papaderos P., Noeske K. “The Structure of the Low Surface Brightness Stellar Host in Blue Compact Dwarf Galaxies”

**“Carnegie Observatories Centennial Symposium I: Coevolution of Black Holes and Galaxies”, 21-25 octubre, Pasadena, California, EEUU**

Erwin P., Caon N., Graham A.W. “The Correlation between Black Hole Mass and Central Concentration of Bulges and Ellipticals”

**“SOHO 12/GONG 2002: Local and Global Helioseismology: The Present and Future”, 27 octubre–1 noviembre, California, EEUU**

Jiménez-Reyes S.J., Jiménez A., García R. “Low Degree  $p$ -modes and the Solar Cycle”

Salabert D., Jiménez-Reyes S.J., Tomczyk S. “A First Study of the Excitation and Damping Rate Variations Extracted from IRIS++ Observations”

Phi Nghiem P.A., García R.A., Turck-Chiz S., Jiménez-Reyes S.J. “Magnetic Field Strength implied in the Eigenfrequency Variation related to the Solar Cycle”

Eff-Darwich A., Garcia R.A., Korzennik S.G., Couvidat S., Jiménez-Reyes S.J., Henney C.H. “Analysis of Rotational Frequency Splittings Sensitive to the Rotation Rate of the Solar Core”

Eff-Darwich A., Korzennik S.G. “A New upper Limit to Temporal Variations in the Rotation Rate at the Tachocline between 1994-2002”

**“The 8<sup>th</sup> Texas-Mexico Conference on Astrophysics: Energetics of Cosmic Plasmas”, 31 octubre-2 noviembre, México**

López-Sánchez A.R., Esteban C. “The Interacting Wolf-Rayet Galaxy Haro 15”

Simon S., Herrero A., Esteban C. “The Trapezium Stars. Preliminary Results on Detailed Atmospheric Modeling”

**“IAU Symp. No 215: Stellar Rotation”, 11-15 noviembre, Cancún, México**

Corral L.J., Herrero A., Villamariz M.R. “Projected Rotational Velocities in Galactic OB Stars of different OB Associations”

**“2<sup>nd</sup> Sunrise Technical Workshop” 25-27 noviembre, Katlenburg-Lindau, Alemania**

Bonet J.A. “Determination of Phase Diversity Parameters in Sunrise”

**“COROT Week No. 3”, 3-7 diciembre, Liège, Bélgica**

Deeg H.J. “Planet Detection around Eclipsing Binaries”

## COMUNICACIONES A CONGRESOS NACIONALES

**“Jornadas de Astronomía y Astrofísica”, 4-6 febrero, Bilbao**

Oscos A. “Cosmología, historia y evolución del Universo”

Gómez A. “El nuevo sistema solar”

**“V Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería”, 4-6 junio, Madrid**

Correa S., Militello C., Fuentes F.J., Sánchez V., Rasilla J.L. “Aplicación del método de elementos finitos en el desarrollo de instrumentación astronómica”

**“V Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)”, 2-6 septiembre, Toledo**

García-López R., Randich S., Herrero A., Allende-Prieto C. “Abundancias de Oxígeno en cúmulos abiertos jóvenes”

Hidalgo S., Aparicio A., Martínez-Delgado D. “The Extended Structures of Dwarf Galaxies”

García-Gil A., García-López R., Allende-Prieto C. “El espectro ultravioleta (UV) de las estrellas de tipo tardío”

Cenarro A.J., Gorgas J., Cardiel N., Vazdekis A., Peletier R.F. “Is the IMF varying among Ellipticals?”

Gómez G., López R. “Ten Years of Supernova Spectroscopy”

Varela A.M., Muñoz-Tuñón C. “The Astroclimatic Station: A Must for any Major Observatory”

Motta V., Mediavilla E. “Detection of the 2175Å Extinction Feature at  $z=0.83$ ”

Muñoz J.A., Falcó E.E., Kochanek C.S., Mediavilla E. “Constraints on the Cosmological Parameters from Statistics of Gravitational Lenses”

Rodríguez-Espinosa J.M. “Integración y puesta a punto del GTC y los nuevos telescopios gigantes europeos”

Kidger M.R. “CanariCam Status and Progress”



Martín-Luis F., Kidger M.R., Cohen M., Megeath T., Pérez-García A.M., Narbutis D. "Spectrophotometric Calibration of CanariCam: Progress and Prospects"

Gallart C. "The Local Group as a Steeping-Stone to the High-z Universe"

Manchado A., Barreto M., Acosta-Pulido J.A., Correa S., Delgado J.M., Hernández E., López R., Manescau A., Moreno H., Prada F., Redondo P., Sánchez V., Sosa N., Tenegi F. "LIRIS: A New Near Infrared Spectrograph for the WHT; Assembly Integration and Verification"

Martínez-Delgado D. "Dwarf Galaxies: The Building Blocks of the Milky Way?"

Pérez-García A.M., Colombón L., García-Lorenzo B., Acosta-Pulido J.A. "Espectroscopía bidimensional de la galaxia Starburst NGC 2782"

Melo V., Muñoz-Tuñón C., Pérez-García A.M., Acosta-Pulido J.A., Rodríguez-Espinosa J.M. "Contabilizando la masa de NGC 253. Distribución espacial de la emisión en el IR lejano y sus implicaciones para la física de los SGWs"

Trujillo-Bueno J. "Remote Sensing of Astrophysical Magnetic Fields Via the Hanle and Zeeman Effects"

Sánchez F. "La Astronomía que viene"

Alvarez P. "Estado actual y perspectivas del Gran Telescopio"

Carrera R., Gallart C., Zinn R., Pancino E. "Calibración del triplete del Ca II como indicador de metalicidad"

Cristobal D., Balcells M., Proeti M., Guzmán R., Serrano A., Gallego J., Cardiel N., Pelló R. "Ks Number Counts in the Groth and Coppi Fields"

Domínguez L., Balcells M. "Perfiles de brillo y color A z intermedios"

Eliche-Moral M.C., Balcells M., Prieto M., Cristobal D., Guzmán R. "COSMOS Survey: *U* and *B* Observations of the Groth Strip"

López-Sánchez A.R., Esteban C. "¿Can Interactions be the Main Star Formation Mechanism in Wolf-Rayet Galaxies?"

Lourenso S., Aguerri J.A.L., Vazdekis A., Beckman J.E., Peletier R.F. "The Stellar Content of NGC 5850"

Melo V., Muñoz-Tuñón C. "Bubbles and Supergalactic Winds Features in the Edge-on Starburst Galaxy NGC 4631"

Melo V., Muñoz-Tuñón C., Acosta-Pulido J.A., Pérez-García A.M., García-Lorenzo B., Varela A.M., Rodríguez-Espinosa J.M. "¿Dos galaxias enanas con supervientos galácticos?"

Monreal A., Arribas S., Colina L. "Análisis of the Ionizing Sources of IRAS 14348-1447 with INTEGRAL"

Prieto M., Aguerri J.A.L. "Are SOs Dynamically different of Spiral?"

Serrano A. et al. (Incluye Balcells M., Prieto M., Cristóbal D.) "A K-Band Survey in the Groth Strip Flanking Fields"

Gómez-Flechoso M.A., Martínez-Delgado D. "Tidal Tails of the Dwarf Satellite Galaxies and the Milky Way Halo"

Vidal-Núñez M.J., Rodríguez-Hidalgo P., Pérez-García A.M., Acosta-Pulido J.A., García-Lorenzo B., Muñoz-Tuñón C., Rodríguez-Espinosa J.M., Melo V., Varela A.M., González-Hernández J.I. "Atlas de galaxias con formación estelar observadas desde Canarias"

Martínez-Delgado D. "Remnants of the Sgr Dwarf Galaxy around the Young Globular Cluster Palomar 12"

Caballero J.A., Rebolo R., Béjar V.J.S. "A Search for Substellar Companions around Young Nearby Stars"

López-Martín L. "Cinemática y propiedades físicas de Nebulosas Planetarias y estrellas jóvenes"

Martín-Luis F., Kidger M.R. "A Catalogue of High-Precision JHK Photometry of a Sample of over 500 Stars"

Martínez-Delgado D. "Observations of the 2001 Leonids Storm from Northern Australia with TIMES"

Zurita C., Casares J., Shahbaz T. "Variabilidad rápida óptica en transitorias de rayos-X en quietud"

Alonso R., Belmonte J.A., Brown T.M. "Ciencia con telescopios pequeños: El proyecto STARE"

Kidger M.R. "Spanish Exploitation of CanariCam"

**"Encuentros Relativistas Españoles 2002", 23-27 septiembre, Mahón, Menorca**

Oscos A., Alcalde D., Serra-Ricart M., Mediavilla E. "Time Delay in QSO 0957+561 from 1984-2002 Optical Data"

Abajas C. "The Influence of Microlensing on the Broad Emission Line of QSOs"

**“Congreso Ibérico de Meteoritos y Geología Planetaria”, 24-26 octubre, Cuenca**

Kidger M.R. “Desvelando el núcleo de los cometas no periódicos— Medición del diámetro del núcleo de cometas inactivos de largo periodo”

Kidger M.R. “Seguimiento del vulcanismo del IO con CanariCam en el Gran Telescopio Canarias – Una nueva oportunidad para los planetólogos españoles”

Kidger M.R. “Spanish Exploitation of CanariCam”

**“La Ciencia ante el Público. Cultura humanista y desarrollo científico-tecnológico” 28-31 octubre, Salamanca**

Martín-Suárez J.J., Burgos J. “CANARIAS INNOVA. Ciencia y Sociedad unidas por la radio”

Campo-Pérez R., Rodríguez-Hidalgo I. “El debate Ciencia-pseudociencias llega a la universidad”

Rodríguez-Hidalgo I. “Harmonices Mundi, un espectáculo astrofísico-musical”

**ARTICULOS EN  
REVISTAS  
INTERNACIONALES SIN  
ARBITRO Y  
COMUNICACIONES  
CORTAS**

Arévalo M.J., Lázaro C., Barrera E., Domínguez R.M. “J and K Infrared Light Curves of the Active Binary BH Vir”  
*IBVS* 5222.

Arévalo M.J., Lázaro C., Barrera E. “Infrared Light Curves of the Binary System HY Vir”  
*IBVS* 5241.

178 Zurita C., Casares J., Martínez-Pais I.G., Piccioni A., Bernabei S., Bartolini C., Guarnieri A. “XTEJ1118+480”  
*IAUC*, 7868.

Gallart C., Zinn R., Pont F., Hardy E., Marconi G., Buonanno R. “Using Color-Magnitude Diagrams and Spectroscopy to Derive Star Formation Histories: VLT Observations of Fornax”  
*The ESO Messenger*, 108, 16.

Arévalo M.J., Lázaro C. “Infrared Light Curves of the Algol Binary AI Dra”  
*IBVS* 5304.

Zurita A., Beckman J.E., Rozas M. “How the most Highly Luminous H II Regions in Galaxies Ionize the Interstellar and Intergalactic Media”  
*Mem. Soc. Astron. Ital.*, 73, 162.

Beckman J.E., Mahoney T.J. *Book Review* “The Evolution of Galaxies on Cosmological Timescales”  
*The Observatory*, 122, 184.

Guarnieri A., Bernabei S., Bartolini C., Piccioni A., Zurita C., Pizzichini G. “GRB020317: Optical Observations”  
*GRB Circular Network*, 1287, 1.

Castro-Tirado A., Rebolo R., González-Hernández J.I., O’Mahony N., Alcaide M.A. “AXP 1E2259+586 Optical Observations”  
*GRB Circular Network*, 1435, 1.

Israelian G., Takashi I. “Cosmic Catastrophe: Star Swallows Planet”  
*The Astronomical Herald* 95, 9, 426.

Sánchez-Fernandez C., Zurita C., Casares J., Castro-Tirado A.J., Bond I., Brandt S., Lund N. “XTE J1650-500”  
*IAUC*, 7989.

Malesani D., Covino S., Fugazza D., Barrena R., Pian E., Masetti N. “GRB020813: V-band Decay Slope”  
*GRB Circular Network*, 1500, 1.

Balcells M., Cristobal-Hornillos D., Prieto M., Guzman R., Gallego J., Serrano A., Cardiel N., Pello, R. “The COSMOS NIR Survey with INGRID”  
*ING Newsletter*, 6, 11.

Acosta-Pulido J., Ballesteros E., Barreto M., Correa S., Delgado J.M., Domínguez-Tagle C., Hernández E., López R., Manchado A., Manescau A., Moreno H., Prada F. et al. “LIRIS: A Long-Slit Intermediate Resolution Infrared Spectrograph for the WHT”  
*ING Newsletter*, 6, 22.

Kidger M.R. “Planetary Notes”  
*The Astronomer*, 38-39.

Kidger M.R. “The Light Curve of Comet C/2002 C1 (Ikeya-Zhang)”  
*The Astronomer*, 38-39.

Buie M.W. et al. (Incluye Kidger M.R.) “Changes in Pluto’s Atmosphere Revealed by the P126A Occultation”  
*BAAS*, 34, 21.02.

Israelian G. “The Star which has Engulfed a Planet”  
*The Journal of Astronomical Data*, 8, 8E 200.

## ARTICULOS EN REVISTAS NACIONALES

Esteban C. "Elementos astronómicos en el mundo religioso y funerario ibérico"  
*Trabajos de Prehistoria*, **59** (2), 81.

Belmonte J.A., Sanz de Lara M. "El Firmamento de los Magos: las estrellas en la cultura tradicional canaria"  
*El Pajar. Cuadernos de Etnografía Canaria* **12**, 78.

Esteban C. "Los majanos y el don de la ubicuidad"  
*Revista Semanal de Ciencia y Cultura*, **147**, 8.

Kidger M.R. "Leonidas: la tormenta exagerada"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **31**, 38.

Kidger M.R. "Cometas y Meteoros"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **31-42**.

Kidger M.R. "El Cometa Harrington se rompe"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **32**, 80.

Kidger M.R. "Los misterios del cometa Ikeya-Zhang"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **35**, 56.

Belmonte, J.A., Martínez Pillet V. "La Luna, el Niño, el Río y el Rioja"  
*Tribuna de Astronomía y Universo* **37**, 68.

Kidger M.R. "La Astronomía de la hora de verano"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **37-38**, 34.

Kidger M.R. "Plutón, ¿detronado?"  
*Tribuna de Astronomía y Universo*, **42**, 22.

Vázquez M. "La influencia de la actividad solar sobre el clima terrestre"  
*Mundo Científico*, octubre.

## PUBLICACIONES DEL IAC

Pérez-García A.M., Muñoz-Tuñón C. "Las Galaxias Starburst"  
*IAC Noticias*, **1/02**, 5.

Aguerri J.A.L. "La luz difusa en cúmulos galácticos"  
*IAC Noticias*, **1/02**, 11.

Reyes M. "Óptica Inteligente"  
*IAC Noticias*, **1/02**, 17.

Belmonte J.A., Martínez Pillet V. "Astrocultura: La Luna, el Niño, el Río y el Rioja"  
*IAC Noticias* **1/02**, 59.

Esteban C. "Las estrellas masivas, una vida corta pero deslumbrante"  
*IAC Noticias* **1/02**, 65.

Sánchez F. "La Astronomía que viene"  
*IAC Noticias* **2/02**, 5

Collados M., Torres Taño N. "Campaña de prospección solar"  
*IAC Noticias* **2/02**, 11

BellotRubioL., Serra-RicartM., RuizL. "Leónidas2002"  
*IAC Noticias* **2/02**, 15

Belmonte J.A., Hoskins M., Belmonte J.R. "Arqueoastronomía en Bretaña: En tierra de megalitos"  
*IAC Noticias* **2/02**, 19

## LIBROS Y CAPITULOS DE LIBROS

"Astronomical Site Evaluation in the Visible and Radio Range"  
*ASP*, **266** (ISBN 1-58381-106-0). Eds. Vernin J., Benkhaldoun Z., Muñoz-Tuñón C.

"Cometary Science after Hale-Bopp"  
*Earth, Moon and Planets*, **90**. Eds. Boehnhardt H., Combi M., Kidger M.R., Schulz R.

"Astrophysical Spectropolarimetry" (XII Canary Island Winter School, 2000)  
*Cambridge University Press* (ISBN 0521 80998 3). Eds. Trujillo-Bueno J., Moreno-Insertis F., Sánchez F.

"Reflejo del Cosmos. Atlas de Arqueoastronomía en el Mediterráneo Antiguo"  
*Equipo Sirius*, (ISBN 84-95495-32-5). Eds. Belmonte, J.A., Hoskin M.

MEMORIA  
IAC 2002

179

# TESIS

Chueca Urzay S. "Estrellas de referencia por láser: estructura y dinámica de la mesosfera terrestre"  
Director: A.J. Jiménez Mancebo.

Manso Sainz R. "Scattering Line Polarization and the Hanle Effect in Weakly Magnetized Stellar Atmospheres"  
Director: J. Trujillo Bueno.

Alcalde Morales D. "Análisis de las curvas de luz de los sistemas lente gravitatoria QSO 0957+561 y QSO 2237+0305: Retraso temporal y efecto microlente"  
Directores: J. González de Buitrago y E. Mediavilla Gradolph.

Sánchez Cuberes M. "Variación centro a borde de estructuras fotosféricas Solares"  
Directores: M. Vázquez Abeledo y J.A. Bonet Navarro.

Trujillo Cabrera I. "Análisis morfológico cuantitativo de galaxias con desplazamiento al rojo intermedio"  
Directores: J. Cepa Nogué y C. Gutiérrez.

Licandro Goldaracena J. "Propiedades físicas de los núcleos cometarios: tamaños y rotación"  
Directores: M. Kidger y J.M. Rodríguez Espinosa.

Rubiño Martín J.A. "Estudio interferométrico de las anisotropías de la radiación cósmica de microondas"  
Directores: R. Rebolo y C. Gutiérrez.

Zurita Espinosa C. "Variabilidad y evolución de los discos de acrecimiento en binarias transitorias de rayos-X"  
Director: J. Casares Velázquez y P.A. Charles (Univ. de Southampton, Reino Unido)

Motta Cifuentes V. "Espectroscopía 2D de Sistemas Lente Gravitatoria"  
Directores: E. Mediavilla Gradolph y A. Oscoz.

## RESUMEN

<b>ARIA</b>	<b>IR</b>	<b>CI</b>	<b>CN</b>	<b>ARIS</b>	<b>ARN</b>	<b>PIAC</b>	<b>L</b>	<b>T</b>
126	33	229	51	18	11	9	4	9

MEMORIA  
2002 IAC

180

<b>ARIA</b>	Artículos en revistas internacionales con árbitros.
<b>IR</b>	Invited Reviews (Conferencias invitadas).
<b>CI</b>	Comunicaciones a congresos internacionales.
<b>CN</b>	Comunicaciones a congresos nacionales.
<b>ARIS</b>	Artículos en revistas internacionales sin árbitros y comunicaciones cortas.
<b>ARN</b>	Artículos en revistas nacionales.
<b>PIAC</b>	Publicaciones del IAC.
<b>L</b>	Libros y capítulos de libros.
<b>T</b>	Tesis doctorales.

# REUNIONES CIENTIFICAS

## REUNIONES CIENTIFICAS CON PARTICIPACION DE INVESTIGADORES DEL IAC

- |   |  |
|---|--|
| “Bologna Workshop on Galactic Winds”<br>Bologna (Italia). Enero.                              | “Magnetic Coupling of the Solar Atmosphere”<br>Santorini (Grecia). Junio.                                    |
| “IAU Coll. No. 186: Cometary Science after Hale-Bopp”<br>Puerto de la Cruz (Tenerife). Enero. | “IAU Symp. No 210: Modelling of Stellar Atmospheres”<br>Uppsala (Suecia). Junio.                             |
| “Jornadas de Astronomía y Astrofísica”<br>Bilbao. Febrero.                                    | “SDW2002”<br>Waimea, Hawai (EEUU). Junio.  |
| “Science with the GTC”<br>Granada. Febrero.   | “Scientific Frontiers in Research on Extrasolar Planets”<br>Washington (EEUU). Junio.                        |
| “Communicating Astronomy”<br>La Laguna (Tenerife). Febrero–marzo.                             | “Exploiting the ISO Data Archive. Infrared Astronomy in the Internet Age”<br>Sigüenza (Madrid). Junio.       |
| “SOHO 11 Symp.: From Solar Min to Max: Half a Solar Cycle with SOHO”<br>Davos (Suiza). Marzo. | “New Horizons in Globular Cluster Astronomy”<br>Padua (Italia). Junio.                                       |
| “Galaxy Evolution: Theory and Observations”<br>Cozumel (México). Abril.                       | “IAU Symp. No. 212: A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova”<br>Lanzarote. Junio.            |
| “Workshop on Stellar Atmosphere Modeling”<br>Tübingen (Alemania). Abril.                      | “SF2A-2002: Semaine de l’Astrophysique Française”<br>París (Francia). Junio.                                 |
| “THEMIS Workshop”<br>Francia. Abril.  | “Sites Workshop II”<br>Tucson, Arizona (EEUU). Julio.  |
| “1 <sup>st</sup> Potsdam Thinkshop: Sunspot & Starspot”<br>Potsdam (Alemania). Mayo.          | “Astroseismology across the HR Diagram”<br>Oporto (Portugal). Julio.   |
| “3 <sup>ème</sup> Rencontre Nationale des Mécaniciens du CNRS”<br>Beaune (Francia). Mayo.     | “SPIE’s Optical Science and Technology Symposium”<br>Washington (EEUU). Julio.                               |
| “IAU Symp. No 211: Brown Dwarfs”<br>Hawai (EEUU). Mayo.                                       | “IAU Symp. No 213: Bioastronomy 2002. Life among the Stars”<br>Queensland (Australia). Julio.                |
| “Classical Novae”<br>Sitges (Barcelona). Mayo.  | “The Seventh International Symposium on Nuclei in the Cosmos (NIC7)”<br>Yamanashi (Japón). Julio.            |
| “Symbiotic Stars, Probing Stellar Evolution”<br>La Palma. Mayo.                               | “The Evolution of Galaxies. III-From Simple Approaches to Self-Consistent Models”<br>Kiel (Alemania). Julio. |
| “200th American Astronomical Meeting”<br>Albuquerque, Nuevo México (EEUU). Junio.             |  |
| “V Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería”<br>Madrid. Junio.                             |  |

“Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy”

Meudon (Francia). Julio.

“From the Gregory-Coudé Telescope to Gregor”

Göttingen (Alemania). Julio.

“Asteroids, Comets and Meteors 2002”

Berlín (Alemania). Julio-agosto.

“1<sup>st</sup> Sunrise Technical Interface Meeting”

Boulder, Colorado (EEUU). Agosto.

“SPIE: Astronomical Telescopes and Instrumentation”

Kona, Hawai (EEUU). Agosto.

“SEAC X<sup>th</sup> Conference”

Tartu (Estonia). Agosto.

“V Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)”

Toledo. Septiembre.

“JENAM2002 - Galactic Dynamics Workshop”

Oporto (Portugal). Septiembre.

“Jets 2002: Theory and Observations in YSO’s”

Oporto (Portugal). Septiembre.

“From Observations to Self-Consistent Modelling of the ISM in Galaxies”

Oporto (Portugal). Septiembre.

“JENAM2002 - The Unsolved Universe: Challenges for the Future”

Oporto (Portugal). Septiembre.

“Winds, Bubbles and Explosions”

Patzcuaro (México). Septiembre.

“10<sup>th</sup> European Solar Physics Meeting: Solar

Variability: from Core to outer Frontiers”

Praga (República Checa). Septiembre.

“CNO in the Universe”

Saint-Luc, Valais (Suiza). Septiembre.

“Optics in Astronomy”

Cargèse (Francia). Septiembre.

“Encuentros Relativistas Españoles 2002”

Mahón (Menorca). Septiembre.

“Star Formation through Time”

Granada. Septiembre.

“8th Annual Meeting of the European Association of Archaeologist”

Tesalónica (Grecia). Septiembre.

“Third International Workshop on Solar Polarization”

Puerto de la Cruz (Tenerife). Septiembre-octubre.

“Outer Edges of Dwarf Irregular Galaxies: Stars and Gas”

Arizona (EEUU). Octubre.

“Carnegie Observatories Centennial Symposium I: Coevolution of Black Holes and Galaxies”

Pasadena, California (EEUU). Octubre.

“Congreso Ibérico de Meteoritos y Geología Planetaria”

Cuenca. Octubre.

“La Ciencia ante el Público. Cultura humanista y desarrollo científico-tecnológico”

Salamanca. Octubre.

“SOHO 12/GONG 2002: Local and Global Helioseismology: The Present and Future”

California (EEUU). Octubre-noviembre.

“The 8<sup>th</sup> Texas-Mexico Conference on Astrophysics: Energetics of Cosmic Plasmas”

México. Octubre-noviembre.

“IAU Symp. No 215: Stellar Rotation”

Cancún (México). Noviembre.

“2<sup>nd</sup> Sunrise Technical Workshop”

Katlenburg-Lindau (Alemania). Noviembre.

“COROT Week No. 3”

Liège (Bélgica). Diciembre.

# REUNIONES CIENTIFICAS ORGANIZADAS POR EL IAC

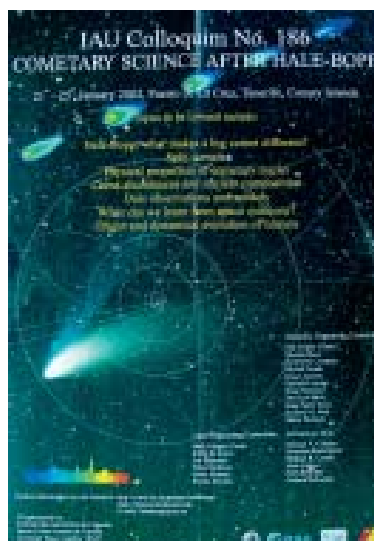
## CONGRESO INTERNACIONAL “COMETARY SCIENCE AFTER HALE-BOPP” (“La ciencia cometaria después del Hale-Bopp”)

Organizado por el IAC, en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), del 21 al 25 de enero, tuvo lugar el congreso internacional “Cometary Science after Hale-Bopp” (“La ciencia cometaria después del Hale-Bopp”), que constituyó el Coloquio nº 186 de la IAU (Unión Astronómica Internacional). Este congreso, que reunió en Tenerife a un centenar de expertos mundiales en el estudio de los cometas, recogió el testigo del primer congreso internacional sobre el cometa Hale-Bopp, celebrado también en la isla en 1998, y presentó los avances que desde entonces se han producido en el estudio de los cometas.

Cinco años después del paso del cometa, descubierto por Alan Hale y Thomas Bopp el 23 de julio de 1995, los expertos tuvieron la oportunidad de poner en contexto los descubrimientos y estudios realizados llegando a la conclusión de que los cometas aún nos pueden sorprender. Los próximos años pretenden ser apasionantes para su estudio, tanto por las diferentes misiones espaciales previstas a distintos cometas para estudiar su estructura y analizar la composición del núcleo, como por los avances que podemos esperar en los estudios de estos objetos aprovechando la nueva generación de telescopios gigantes como el Gran Telescopio CANARIAS (GTC).

El congreso se nutrió de contribuciones sobre temas como las propiedades físicas de los núcleos cometarios, abundancias de la coma y composición del núcleo, misiones espaciales para el estudio de los cometas o el origen y la evolución dinámica de los mismos.

Entidades patrocinadoras: IAC, Unión Astronómica Internacional (IAU), Agencia Espacial Europea (ESA), Cabildo Insular de Tenerife.



Diseño del póster: ESA.

## I CONGRESO INTERNACIONAL DE “CIENCIA CON EL GTC” (First Workshop “Science with the GTC”)



Organizado por el IAC, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) y la empresa pública GRANTECAN S.A., que gestiona la construcción del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). El congreso que acogió a más de 180 participantes nacionales y extranjeros, se celebró en el Palacio de Congresos de Granada, del 6 al 8 de febrero. Contó para su organización con el patrocinio, no sólo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, sino también de varias empresas, todas ellas implicadas en la construcción del GTC.

MEMORIA  
IAC 2002  
183

El telescopio GTC será, cuando entre en funcionamiento en el año 2004, el mayor telescopio del mundo, con sus 10,4 m de diámetro, y estará instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma. El GTC es una iniciativa pública española, aunque cuenta con el apoyo de EE.UU., a través de la Universidad de Florida, y de México, a través del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y del Instituto de Astronomía de la Universidad Autónoma de México (IA-UNAM), con la financiación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Estos acuerdos internacionales prevén la participación de estos países en el tiempo de observación del telescopio.

El Congreso se sumó a las actuaciones dirigidas a la comunidad nacional cuya finalidad es la preparación para el uso del instrumento español de observación astronómica más ambicioso hasta la fecha.

## CONGRESO INTERNACIONAL “COMMUNICATING ASTRONOMY” (“Comunicación de la Astronomía”)



Diseño del póster: Miriam Cruz.



Imagen que recoge un momento de la conexión por vídeo conferencia con el divulgador científico sir Patrick Moore.

Organizado por el IAC, del 25 de febrero al 1 de marzo, se celebró en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo Insular de Tenerife, el congreso internacional “Communicating Astronomy” (“Comunicación de la Astronomía”). El evento reunió en La Laguna a más de 60 expertos implicados en la divulgación, publicaciones y difusión de la Astronomía, entre los que se encontraban astrónomos, escritores, editores, productores de televisión, divulgadores científicos, etc.

### *Publicaciones especializadas - Interés popular por la Astronomía*

Los astrónomos como científicos se encuentran bajo una presión creciente para publicar los resultados de sus investigaciones. Hoy en día se publica mucho más que nunca, hay cada vez mayor “productividad” científica. Actualmente dos son los factores que amenazan la calidad de la presentación de las publicaciones: la tendencia de las editoriales más importantes a recortar el coste de sus ediciones y el declive de la calidad editorial por razones económicas y por la llegada de la publicación electrónica. En el congreso se trataron estos temas a la vez que se abordó de lleno la valoración de la productividad de los científicos y sus instituciones mediante la controvertida técnica de la “bibliometría” (una forma de cuantificar las citaciones de los artículos publicados con el objeto de evaluar el impacto de revistas especializadas y de medir la productividad de los científicos y sus instituciones).

Pero la comunicación de la Astronomía va mucho más allá de las publicaciones profesionales. La ciencia astronómica despierta un interés especial en el público, algo de lo que los astrónomos deben ser conscientes. Los ponentes abordaron cuestiones tales como: ¿se tiene en cuenta el interés del público por parte de los editores?, ¿la televisión y la radio presentan los temas astronómicos de manera adecuada?, ¿tienen los periodistas base científica suficiente para comprender la importancia de los avances y poder explicarlos al público?, ... y sugirieron formas de lograr una mejor comunicación entre científicos y periodistas.

Otro tema fue que si bien la divulgación es vital para atraer a las nuevas generaciones de jóvenes investigadores, los libros de texto son fundamentales en todos los niveles educativos para asegurar que la Astronomía esté convenientemente representada en la escuela, el instituto y la universidad.

En el congreso se aplicaron las más avanzadas tecnologías incluyendo una conexión por vídeo conferencia con los estudios de la BBC británica en Londres a cargo de sir Patrick Moore, el más conocido divulgador de la Astronomía en el Reino Unido, que presenta desde 1957 el programa divulgativo “Sky at night”, el de mayor permanencia en la programación de la cadena británica, 45 años.

Entidades patrocinadoras: IAC, Royal Astronomical Society (RAS) Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo Insular de Tenerife, Ayuntamiento de La Laguna e IBERIA.





**SIMPOSIO “IAU SYMPOSIUM Nº 212 “A MASSIVE STAR ODYSSEY,  
FROM MAIN SEQUENCE TO SUPERNOVA”  
 (“Simposio nº 212 de la IAU “La odisea de las estrellas masivas,  
de la Secuencia Principal a las supernovas”)**



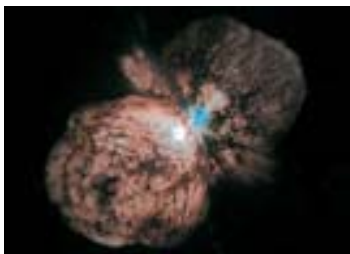
*Diseño del póster: Gabriel Pérez.*

Organizado por el IAC y la Unión Astronómica Internacional (IAU), del 24 al 28 de junio, en el Hotel Costa Teguiise, Teguiise (Lanzarote), tuvo lugar el “IAU Symposium nº 212 “A Massive Star Odyssey, from Main Sequence to Supernova” (“Simposio nº 212 de la IAU “La odisea de las estrellas masivas, de la Secuencia Principal a las supernovas”), que trató sobre la evolución de las estrellas masivas a lo largo de su vida: desde su “madurez” en la fase llamada Secuencia Principal hasta su final explosivo como supernovas. Este es el primer simposio que se organiza bajo los auspicios de la IAU en España desde hace casi 30 años.

En esta ocasión reunió a 180 investigadores de todo el mundo que se dedican al estudio de estrellas masivas. Estas estrellas que pueden tener una masa entre 10 y 150 veces la del Sol y su vida es muy corta, unos pocos millones de años, son muy importantes porque son las estrellas más brillantes del Universo y su presencia puede detectarse en galaxias lejanas en el espacio y en el tiempo. A lo largo de su evolución desde la Secuencia Principal hasta la fase de pre-supernova dominan el campo de la radiación interestelar y enriquecen el medio interestelar con elementos pesados. Son los progenitores de las supernovas y sirven de prueba de la nucleosíntesis. En los últimos años se han obtenido numerosos resultados observacionales con telescopios terrestres, desde el aire y desde el espacio, al mismo tiempo que se han desarrollado grandes avances en la elaboración de modelos teóricos. Estos progresos requerían la celebración de un simposio para abordar las distintas fases evolutivas de las estrellas masivas.

En Lanzarote se discutieron aspectos novedosos sobre la evolución de estas estrellas y su formación, sobre nuevas observaciones desde telescopios gigantes en tierra y espaciales y sobre su presencia en galaxias del universo primitivo.

Entidades patrocinadoras: IAC, Unión Astronómica Internacional (IAU), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Gobierno de Canarias, Cabildo Insular de Lanzarote, Ayuntamiento de Teguiise, Universidad de La Laguna, IBERIA, DISA Corporación Petrolífera S.A.



*Ejemplos de estrellas masivas.  
A la izquierda la estrella Eta Carinae (© J. Morse, K. Davidson et al. WFPC, HST, NASA) y a la derecha la “estrella de la Pistola”, una de las más brillantes de nuestra galaxia (© Don Figer, HST, NASA).*



### III CONGRESO INTERNACIONAL “SOLAR POLARIZATION” (Third Workshop “Polarización Solar”)

Organizado por el IAC, del 30 de septiembre al 4 de octubre, en el Centro de Congresos del Puerto de la Cruz (Tenerife), tuvo lugar el III congreso internacional “Solar Polarization” (“Polarización Solar”). En el congreso se trataron los últimos avances en el campo del magnetismo solar y estelar, que han sido numerosos desde que se realizó la anterior edición en Bangalore (India) en 1998.

Los participantes visitaron el OT, donde pudieron ver en “acción” el polarímetro infrarrojo construido en el IAC y los telescopios solares VTT y THEMIS. También se mostraron las primeras observaciones polarimétricas realizadas con el telescopio VLT (ESO, Chile) y las imágenes obtenidas con el nuevo telescopio solar sueco, instalado en el ORM.

Asimismo se presentaron los planes de las agencias espaciales europeas y estado-unidenses para futuros telescopios solares en el espacio y se discutió sobre el “Telescopio Solar de Tecnología Avanzada” (ATST), un proyecto estado-unidense de un nuevo telescopio solar de 4 m de diámetro que podría ser instalado en Canarias, ya que el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) es uno de los candidatos para su instalación dentro de 10 años.

*Diseño póster: Gabriel Pérez.*



### CONGRESO INTERNACIONAL “SYMBIOTIC STARS PROBING STELLAR EVOLUTION” (“Las estrellas simbióticas como prueba de la evolución estelar”)

Organizado por el Isaac Newton Group (ING) con la colaboración del IAC, el Cabildo Insular y el Patronato de Turismo de la Palma, del 27 al 31 de mayo, se celebró en La Palma el congreso internacional de Astrofísica “Symbiotic Stars Probing Stellar Evolution” (“Las estrellas simbióticas como prueba de la evolución estelar”), al que asistieron 100 astrofísicos de todo el mundo y en el que se presentaron los últimos resultados sobre la formación y evolución de las estrellas simbióticas (sistemas estelares formados por estrellas que conviven afectando mutuamente su evolución).

MEMORIA El congreso contó con la financiación de la Unión Europea a través de la comisión “High-Level Scientific  
2002 IAC Conferences” (Congresos científicos de alto nivel).

186 Gracias a los nuevos datos aportados por los telescopios ubicados en el Observatorio del Roque de los Muchachos y por los telescopios en órbita, este campo de la Astrofísica es en la actualidad objeto de una intensa actividad científica. La extraordinaria calidad del cielo de La Palma permite además la obtención de imágenes con gran resolución óptica, aspecto este último crítico para el estudio de la nebulosas centrales de las estrellas simbióticas.

# TIEMPO DE OBSERVACION FUERA DE CANARIAS

NOMBRE	FECHA	OBSERVATORIO	INSTALACION
MICHAEL POHLEN	28/2-11/3	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio BEST
ALEXANDRE YAZDEKIS	12-26/4	Obs. de Mauna Kea, Hawai (EEUU)	Telescopio SUBARU
JORGE CASARES	13-14/5 19-21/5 5-11/6	ESO, Cerro Paranal (Chile) Anglo Australian Obs. Coonababran (Australia)	Telescopio VLT Telescopio de 2,2 m Telescopio de 3,9 m (AAT)
CARLOS GUTIERREZ	4-15/5 26/11-6/12	Obs. Inter. Mount Graham, Tucson, Arizona (EEUU)	Telescopio VATT 1,8 m
TARIK SHAHBAZ	19-21/5 30/6-7/7	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio 2,2 m Telescopio Danish 1,5 m
RAFAEL RESOLO	27/7-2/8 21-25/10	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m Telescopio de 2,2 m
CRISTINA ZURITA	13-24/12	Obs. de Mauna Kea, Hawai (EEUU)	Telescopio UKIRT
JOSE M. RODRIGUEZ ESPINOSA	15-23/12	ESO, La Silla (Chile)	Telescopio de 3,6 m NTT
RICARDO CARRERA	16-25/12	Obs. Cerro Tololo (Chile)	Telescopio Blanco de 4 m
JOSE A. CABALLERO	18-21/12	Obs. Hispano-Alemán de Calar Alto (Almería)	Telescopio de 3,5 m

# DISTINCIONES

## **Premio Extraordinario de Doctorado**

Almudena Zurita Muñoz, que realizó en el IAC su tesis doctoral titulada "Gas ionizado en galaxias espirales", fue galardonada con el Premio Extraordinario de Doctorado de la Universidad de La Laguna correspondiente a 2001, en la división de Ciencias Experimentales y Técnicas.

## **Premio Nacional de Ciencia**

El Director del IAC, Francisco Sánchez, ha sido galardonado en 2002 con el Premio Nacional de Ciencia 2001 que otorga la Fundación CEOE.

## **Premio Canarias 2002**

El astrofísico del IAC y Profesor de Investigación del CSIC Rafael Rebol López, ha sido galardonado con el premio Canarias 2002, en la modalidad de "Investigación e Innovación".

## **Mejores Prácticas en la Administración**

El IAC, organismo adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología, ha sido galardonado por el Ministerio de Administraciones Públicas con el Premio a las Mejores Prácticas en la Administración General del Estado en su II edición, por la práctica "Mejora en la gestión de servicios de la OTRI mediante la implantación de su sistema de calidad de atención al usuario". Esta distinción está destinada a "recoger las iniciativas de los órganos y organismos para mejorar la calidad de sus servicios".

## **Premio a "CANARIAS INNOVA" en la Convocatoria Premios de Periodismo "Salud y Sociedad"**

El programa de radio de promoción y divulgación científica "CANARIAS INNOVA", realizado por el IAC en colaboración con Radio Nacional de España en Canarias (Radio 1), ha recibido un Premio en la Convocatoria Premios de Periodismo "Salud y Sociedad" III Edición, convocada por la Fundación Canarias de Salud y Sanidad del Cabildo Insular de Tenerife. El premio fue resultado de una serie de programas dedicados a las investigaciones científicas de marcado interés social por su estrecha relación con la salud.

# 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
JOWNA MIKOLAJEWKA	1-10/1 9-7/3 11-12/3 2-3/6 3-10/9	Inst. Astronómico Copernicus (Polonia)
LUCA DI FABRIZIO	6-10/1 20/1-1/2 17/2-8/3 13-24/4	TNG (La Palma)
FERNANDA ARTIGUE	8-22/1	Obs. Astr. Los Molinos (Uruguay)
AUSTAIR EDGE	8-3/1	Univ. de Durham (Reino Unido)
MONICA VILLADA	9-22/1	Obs. de Córdoba (Argentina)
ANTONIO VECCHIO	10-18/1	Univ. de Roma (Italia)
LUKA POPOVIC	13-24/1	Obs. de Belgrado (Yugoslavia)
EDI BON	29/1-9/2	
KLAUS GLASGAARD	19-27/1	Univ. de St. Andrews (Reino Unido)
MARKUS LAMM	24-25/1	Inst. Max-Planck de Astronomía (Alemania)
NICOLAS CARBIE	27/1-7/2	Univ. Complutense de Madrid
MICHAEL POHLEN	27/1-9/2	Univ. de Ruhr (Alemania)
CHRISTIAN BECK	1-9/2	KIS (Alemania)
SILVIA BAES	8-9/2 13-15/2	Univ. de Viena (Austria)
SUN KWOK	9-24/2 24/2-3/3	Univ. de Calgary (Canadá)
ROSARIO COSENTINO	1-4/3	TNG (La Palma)
ROBERT GRANGE	1-5/3	Obs. de Marsella (Francia)
CRISTINA GARIBALDI	1-16/3	Univ. de Florencia (Italia)
ARNAUD DELMAS	2-9/3	ENSICA, Toulouse (Francia)
M. ROSA ZAPATERO OSORIO	5-8/3	LAEFF, Madrid
MARTIN COHEN	11-17/3	Univ. de Berkeley (EEUU)
APRICA CASTILLO	12-13/3	Univ. de Granada
LAURA MAGRINI	17-24/3	Obs. de Arcetri (Italia)
ENRIQUE FERNANDEZ	18-19/3	Univ. de Barcelona
JANA GILIARRO	20-21/3	Univ. de Granada
RICARD CASAS	1-13/4	Obs. Astronómico de Sabadell
SONIA GONZALEZ	4-5/4	Univ. Autónoma de Barcelona
FRANCIS BEGHEDER	7-12/4 9-13/12	LAOMPFRANCIA
JOSÉ CERNICHARO	9-10/4	Instituto de Estructura de la Materia, Madrid
ARNOLD HANSLMEIER	10-12/4 18-22/7	Univ. de Graz (Austria)
ALEX KUCERA	18-17/4	Inst. Astronómico Tatranska (Eslovaquia)
JAN RYBAK		
NICOLA NAPOLITANO	17-24/4	Obs. Astronómico Capodimonte (Italia)
ANTONIO PEÑA	25-24/4	CRISA, Madrid
MARGARITA PEREIRA		
FRANCISCO TORRERO		
GRAC CARD	25-26/4	HAO, Boulder (EEUU)
DARIO DEL MORO	27/4-4/5	Univ. de Florencia (Italia)

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
EDUARDO SIMONNEAU	29/4-15/5 29/5-26/6 18/11-4/12 10-24/12	Inst. de Astrofísica de París (Francia)
NATALYA SCHUKINA	2-21/5	Obs. de Kiev (Ucrania)
MALCOLM SALAMAN	6-7/5	Univ. de Sussex (Reino Unido)
EDUARDO GONZALEZ SOLARES	14-18/5	
RAMON CANAL	13-16/5	Univ. de Barcelona
IGNACIO GONZALEZ SERRANO	14-18/5 12-18/11	Inst. Física de Cantabria
FELIX MIRABEL	15-20/5 13-18/11	SACLAY, París (Francia)
SILVIA BAES-FISCHLMAR	20-21/5	Univ. de Viena (Austria)
JOSE M. TORRELLES	20-21/5	IEEC-CSIC, Madrid
FRANCISCO NAJARRO	20-24/5	Inst. de Estructura de la Materia, Madrid
STEFANO BERNABEI	20/5-6/6	Obs. de Bolonia (Italia)
SIMON POLAND	21-23/5	Univ. de Queens (Reino Unido)
CHRISTIAN COUTARD	25/5-3/9	Obs. de París (Francia)
LAURA MAGRINI	28-27/5 1-6/6	Obs. de Arcetri (Italia)
PIERRE-ALAIN DUC	1-6/6 7-13/6	CNRS, París (Francia)
A. GAWRYSZCZAK K. KULCZYCKI	2-9/6	Inst. Astronómico Copernicus (Polonia)
MOSHE ELITZUR	10-16/6	Univ. de Kentucky (EEUU)
GIULIA RODRIGHIERO	13-23/6	Univ. de Padua (Italia)
CARLO CARI	13-26/6	IRA, Bolonia (Italia)
TIERRY CONTINI	19-24/6	Obs. Midi-Pyrénées (Francia)
RAFAEL MARSO	23/6-12/7 12-19/7 4-12/10	Univ. de Florencia (Italia)
LUIS GOICOECHEA	30/6-7/7	Univ. de Cantabria
FRANCISCO PRADA	1-2/7 24-27/11	Obs. de Calar Alto (Almería) ORM ING
GIOVANNI LOVONE	3-5/7	TNG (La Palma)
MIGUEL PORTILLA MOLL	4-5/7	Univ. de Valencia
ANGELS RIERA	7-8/7 8-13/7	Univ. Politécnica de Cataluña
JEAN CLUDE HENOUX GILBERT CHAMSE	12-13/7	Obs. de París (Francia)
NABIL BELBACHIR	15-24/7	Univ. de Viena (Austria)
DANIELE SPADARO	25-27/7	INAF (Italia)
PEDRO SILVA CARREIRA	30/7-1/8 10-16/12	Obs. Jodrell Bank (Reino Unido)
ROLAND OTTENSAMMER	1-10/8	Univ. de Viena (Austria)
MARIA A. GOMEZ	4-11/8	Univ. Europea, Madrid
MATHIEU NEDILEC	25-29/8	Brest ENIB (Francia)
C. FANG YU HUA TANG	1-6/9	Univ. de Nanjing (China)
JAVIER LICANDRO	21-25/9	ORM   IAC
ANA KATHERINA IVAS	24-29/9	CIDA (Venezuela)
JEAN ARNAUD	28-27/9 5-7/10 1-3/12	Obs. Midi-Pyrénées (Francia)
ARTURO LOPEZ ARISTE	4-8/10	HAO, Boulder (EEUU)
MEIR SEMEL	4-12/10	Obs. de París-Meudon (Francia)
JOAQUIN TRAPIERO	5-7/10	IAEFF, Madrid
BRUCE LITES	7-12/10 29-29/9	HAO, Boulder (EEUU)
FRANCIS BEGHEDER JOHAN RICHARD	8-12/10	Obs. Midi-Pyrénées (Francia)
VERONIQUE SOMMIER	10-13/10 4-5/10	Obs. de París-Meudon (Francia)
GUILAUME AULANIER	14-15/10 20-23/10	Obs. de París (Francia)
HUMBERTO CAMPINS	14-19/10	Univ. Central de Florida (EEUU)
ALEJANDRA RICIO	14/10-9/11 28/11-15/12	Univ. de Padua (Italia)

NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
BRIGITTE SCHMEIDER	19-20/10 25-26/10	Obs. de París (Francia)
KLAUS GLASGAARD	19-25/10	Inst. Niels Bohr, Copenhague (Dinamarca)
STEFANO BERNABEI	22-23/10 30-31/10	Univ. de Bolonia (Italia)
JOSEPH GARCIA GONZALEZ	21/10-4/11	Ayuntamiento de Barcelona
PIERRE LEISY	2-5/11	Francia
YAKIV PAVLENKO	8-13/11 16-27/11	Obs. de Kiev (Ucrania)
MARGARITA HERNANZ	12-16/11	Inst. de Estudios Espaciales de Cataluña
LUIS MIRANDA	12-15/11	Obs. Yebes, Guadalajara
SEBASTIEN PICAUD	12/11-3/12	Obs. Besançon (Francia)
PAVEL KOTRC	13-15/11	Obs. de Paris-Meudon (Francia)
GILBERT CHAMBE		
PAOLA SISTITO	13-16/11	Obs. de Arcetri, Florencia (Italia)
LUIS BELLOT	23-30/11	KIS, Friburgo (Alemania)
LAURA COLAMBON	24-26/11	ING (La Palma)
RICARDO MARIN VIADELU	2-4/12	Univ. de Granada
CARLOS PLASENCIA	2-5/12	Univ. Politécnica de Valencia
JAVIER FRAQUESA	2-6/12	Univ. Central de Barcelona
JOSE A. MUÑOZ LOZANO	9-13/12 28-29/11	Univ. de Valencia
MICHAEL THOMPSON	20-22/12	Imperial College, Londres (Reino Unido)

## 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 de la Comisión de Investigación del Parlamento Europeo

Una representación de la Comisión de Industria, Comercio Exterior, Investigación del y Energía del Parlamento Europeo, encabezada por su presidente Carlos Westendorp, visitaron los días 20 y 21 de enero las instalaciones el IAC y sus Observatorio del Teide (OT), en Tenerife, y del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma.

A su llegada a la Palma se celebró una cena ofrecida por el Alcalde de Breña Baja, Jaime Sicilia, municipio donde se va a construir la sede del IAC en la isla. En el ORM recorrieron sus instalaciones y fueron informados de los proyectos más importantes, en especial de las obras del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Al día siguiente visitaron el Instituto, en La Laguna, y posteriormente el OT.



*Los miembros de la Comisión europea, en su visita al Instituto de Astrofísica, en La Laguna, acompañados por el Director del IAC.*

MEMORIA  
IAC 2002

191

### Visita del Comité de Investigación Científica y Técnica (CREST) de la Unión Europea

En el marco de las actividades organizadas bajo la Presidencia Española de la Unión Europea, a través del Ministerio de Ciencia y Tecnología, el grupo de altos directivos de la política científica de todos los países asociados con los Programas Marcos de Investigación Comunitaria se reunieron en Tenerife los días 26 y 27 de marzo.

Los dos días previos a la reunión, visitaron los observatorios del IAC, el OT, en Tenerife, y el ORM, en La Palma. Entre otras instalaciones visitaron las obras del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). También visitaron el IAC, Museo de la Ciencia y el Cosmos y la Universidad de La Laguna (Facultad de Física y Laboratorio de Materiales).

CREST (Comité de la Recherche Scientifique et Technique) fue creado en 1974 y tiene un carácter consultivo para la Comisión y el Consejo. Su función es emitir opiniones sobre cuestiones relacionadas con la investigación científica y técnica y, en particular, sobre la coordinación de las políticas nacionales de I+D. También participa activamente en el diseño, seguimiento y evaluación de los Programas Marco, principal instrumento de la política comunitaria de investigación y desarrollo tecnológico.



*Miembros de CREST, en su visita al IAC, en La Laguna y al Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM), en La Palma.*

### Representantes de ESO visitan el IAC

Una delegación del European Southern Observatory (ESO), que proyecta construir un telescopio de 100 m (OWL), visitó el IAC, con el fin de conocer las posibilidades concretas de su instalación en Canarias.

El ESO es un organismo internacional cuyo principal propósito es establecer los medios y la infraestructura necesaria para la observación en el Hemisferio Sur. Está formado por nueve países europeos y España tiene abiertas negociaciones para su adhesión.

El OWL (de las siglas Over Whelmigly Large – “Abrumadoramente grande”) será, si consigue la financiación necesaria, el telescopio más grande del mundo, con 100 m de diámetro. Su nombre OWL, que en inglés significa “búho”, alude a la aguda visión de esta ave nocturna. Con este telescopio se podrían llegar a detectar planetas de tipo terrestre así como las primeras estrellas y galaxias formadas en el Universo.

Los miembros de la delegación se desplazaron al ORM, en La Palma, donde visitaron los telescopios WHT, TNG y las obras del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Esta delegación exploró posibles emplazamientos para el OWL dentro del Observatorio. La calidad atmosférica de éste, protegida por ley, su baja sismicidad, su adecuación para la observación infrarroja y la óptica adaptativa, así como las infraestructuras desarrolladas, hacen del ORM uno de los pocos lugares en el mundo que podrían albergar telescopios de las características del OWL.



*El grupo de representantes de ESO durante su estancia en el ORM visitando las obras del GTC.*

### La ley del cielo: de Canarias a Cataluña

El Director General del Servicio de Meteorología de Cataluña, Oriol Puig, y 17 alcaldes de ayuntamientos de Cataluña visitaron los días 10 y 11 de diciembre las Instalaciones del IAC en Tenerife y La Palma, con la colaboración del Cabildo Insular de La Palma. Los políticos comprobaron la efectividad de la Ley del Cielo en Canarias (1988) y cómo se previene que la iluminación “contamine” el cielo.

En 2001, varios políticos catalanes ya visitaron las instalaciones del IAC, con la intención de informarse sobre esta ley y “exportarla” a su comunidad. Poco después fue aprobada la “Ley contra la Contaminación Lumínica de Cataluña”, cuya normativa presenta algunas diferencias respecto a la canaria: es de índole medioambiental y divide el territorio en regiones con distintos niveles de exigencias de protección.



NOMBRE	FECHA	PROCEDENCIA
D. RAMÓN MARIMON SUÑOL D. MANUEL DE HERMENEGILDO SALINAS D. ALONSO ARROYO HODSON y miembros de la Comisión de Industria, Comercio Exterior, Investigación y Energía del Parlamento Europeo	19-21/11	Secret. de Estado de Política Científica y Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología Director General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología Presidente de la Comisión de I+D del Senado
DR. GERRY GILMORE DR. PAUL MURDIN	27/2	Inst. de Astronomía, Universidad de Cambridge
PROF. JANNE CARLSSON PROF. ERLING NORBY DR. GÖRAN SCHARMER DR. KAHNKE HILLERUD	3/3	Real Academia de Ciencias de Suecia
Participantes en las Jornadas de Consejeros Sociales	8/3	
DR. KLAUS STRASSMEIER	14-21/3	
DÑA. CARMEN BUENO D. ALVARO TABOADA	21-23/3	Ingeniería
Miembros del Comité de Investigación Científica y Técnica (CREST) de la Unión Europea	23-27/3	
D. DANIEL JACOB D. PABLO BRAVO D. HUBERT SCHWALSTIEG y acompañantes	1-3/4	Jefe del Gabinete del Comisario de Investigación de la Comunidad Europea Presidente de la Sociedad Estatal para Exposiciones Internacionales Alcalde de Hannover
Miembros del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea	10-11/5	
Miembros de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado	14-15/5	
MR. PETER JAMES TORRY	26-29/5	Embajador del Reino Unido en España
DR. ROBERTO GIUZZO DR. JEAN-LOUIS BECKERS DR. PHILIPPE DIERICKX DR. ENZO BRUNETTO DR. GUY MONNET DR. MARC SARAZIN DRA. SIMONA CASELLI	14-15/6	Representantes del European Southern Observatory (ESO)
Miembros del Consejo Rector del IAC	22/6	
DR. STEVE KEIL DR. THOMAS RIMMILE DR. JAMES OSHMANN	15/7	Representantes del National Solar Observatory (NSO)
PROF. JOHANNES ANDERSEN	18/9	Director del MCT
Leñados de Parlamentos Autonómicos y Miembros del CGPJ	21/9	
D. FRANCISCO J. HERNANDO SANTIAGO	21-22/9	Presidente del Consejo General del Poder Judicial y del Tribunal Supremo de Justicia
Miembros de la Red Europea CRISP	4/10	
PROF. DANIEL ALTSCHULER	10-11/10	Director del Observatorio de Arequipa
Miembros de los Consejos de Administración y Científico del ITER	9/11	
Capitán General del Mando de Casetas personal de su Estado Mayor y del Acuartelamiento El Fuerte	5/12	
D. ORIOL PUIG y Alcaldes de Ayuntamientos de Cataluña	10-11/12	Director General del Servicio de Meteorología de Cataluña
D. JOSE CANDILA CASTILLO	26/12	Miembro de la Comisión Europea

# ORGANIZACION Y PERSONAS

**A. Ruigómez.**  
**L. Manadé.**

## Introducción

Durante 2002 se trabajó fundamentalmente en el proceso de consolidación de empleo temporal, expediente que tomó un nuevo impulso a partir del segundo semestre del año, con las Resoluciones Conjuntas de las Direcciones Generales de "Costes de Personal y Pensiones Públicas" (MH) y de la "Función Pública" (MAP) aprobando las plazas de consolidación y la conversión de los contratos eventuales en interinaje hasta la provisión definitiva de los puestos.

Igualmente cabe destacar la aplicación interna de la Instrucción y Resolución dictadas por las citadas Direcciones Generales, sobre contratación y selección de personal laboral temporal.

Se continuó el esfuerzo formativo mediante el desarrollo del Plan de Formación Continua del IAC aprobado por el INAP.

## Algunos resultados relevantes

Resolución Conjunta de las Direcciones Generales de Costes de Personal y Pensiones Públicas (MH) y de la Función Pública (MAP) aprobando la consolidación de 54 puestos de trabajo (29 acogidos a Convenio Colectivo y 25 fuera de convenio).

En diciembre de 2002 se remite el CUPO de contratación temporal nueva prevista para 2003, en base a las previsiones existentes en dicha fecha.

El 27 de diciembre ambas Direcciones generales dictan nueva Resolución Conjunta autorizando la conversión de los contratos eventuales a contratos de interinaje.

Se impartieron ocho cursos dentro del Plan de Formación Continua: Descargas electrostáticas, Divisor electrónico SPIRSIN, Conseguir Resultados, Técnicas de Comunicación (PNL), Presentaciones eficaces, Protocolo administrativo, Técnicas de archivo y gestión de tesorería.

Se continuó el Plan de Acción Social 2002, con un presupuesto de 36.760 •

La Comisión Paritaria de Acción Social se reunió en dos ocasiones (si bien la segunda reunión se alargó en cuatro sesiones para la aprobación y reparto de las ayudas). Miembros de la Comisión: R. Arnay (CD), A. Ruigómez (CD), E. Torres (CE) y T. Viera (CE).

La Comisión Paritaria de Formación Continua se reunió en tres ocasiones a lo largo de 2002. Miembros de la Comisión: M. Avila (CD), A. Ruigómez (CD), J. Pérez (CE) y D. Sierra (CE).

Fueron publicadas 340 noticias breves en la página Web interna del IAC "¡Oh!, ¿qué pasó?".

## Evolución del Proyecto

Se elaboró la Instrucción de ausencias por enfermedad y de IT, que posibilita un seguimiento y análisis anual del absentismo por IT.

Se ha elaborado un nuevo formulario para consultas y sugerencias generales, teniendo como soporte la base de datos que la OTRI ya tenía implantada para la gestión de sus consultas y sugerencias.

Se ha iniciado, aún en fase de sistematización, la mejora de la comunicación con los mandos del IAC, mediante la creación de un grupo que aglutina a los mandos y gestores del IAC, con el objetivo de abordar las cuestiones comunes a todos, así como una mejora de la comunicación de las políticas del IAC. En el año 2002 se realizaron dos reuniones. Se espera sistematizar estas reuniones el próximo año para que realmente sea un cauce para la mejora de la gestión y organización del IAC.

Se creó en la Web interna del IAC la página de Relaciones Laborales en la cual se publican todas las actas de los diferentes comités sociales, la legislación social y laboral básica y las noticias que en el día a día se van produciendo en el IAC.

En 2002 se iniciaron los estudios para la implantación de una base de datos global de Recursos Humanos que se pondrá en marcha a lo largo de 2003.



## PROYECTO CAIAC

**A. Ruigómez.**

**M. Amate, L. Manadé, M. Avila y J. Burgos Martín.**

### Introducción

Se ha continuado con el desarrollo del proyecto CAIAC. Dado que en 2001 se realizaron la mayoría de las autoevaluaciones con planes de mejora a dos/tres años, en 2002 tan sólo se autoevaluó la Gerencia Administrativa después de recibir su personal el curso impartido por la MAP sobre el modelo EFQM.

Se continuó con el proceso de verificaciones procedimental y se modificó del procedimiento de elaboración de documentos, destacando la introducción de la figura del propietario del procedimiento, la inclusión de indicadores y la figura de los críticos, los cuales proceden a una lectura crítica preliminar de los procedimientos antes de pasarlos a la revisión y aprobación.

### Algunos resultados relevantes

Integración de los procedimientos e instrucciones de Seguridad y Salud en el sistema de Calidad del IAC.

Participación en el grupo de trabajo de elaboración de la Carta de Servicios de la OTRI.

Formación de dos evaluadores EFQM y participación de los mismos en la evaluación de los premios a la Calidad en la Administración Pública. M. Avila como evaluadora en un grupo y A. Ruigómez como Coordinador de grupo.

Se establece la figura de "Críticos" en el desarrollo y revisión de procedimientos aportando sus comentarios y sugerencias.

Se impartió por parte del MAP (L. Carrión - INSCAL) el curso de EFQM al personal de la Administración de Servicios Generales.

Premio a la OTRI en la II edición de los premios a las mejores prácticas en la Administración general del Estado.

La Gerencia Administrativa realizó la autoevaluación según el modelo EFQM y el correspondiente Plan de Mejora a tres años.

En el Area de Instrumentación se realizó la primera encuesta de clima laboral, acción prevista en su plan de mejora EFQM.

### Evolución del Proyecto

Simplificación de la documentación del sistema de Calidad unificando tres capítulos del manual de calidad con sus correspondientes procedimientos.

Se han verificado 44 documentos.

Documentación incluida en el sistema DOCAL:

- Legislación específica del IAC - 17
- Normas emanadas del Comité de Dirección - 19
- Documentos del Area de Enseñanza - 4
- Manuales sin procedimiento - 8
- Manual Calidad - 5
- Instrucción para creación de proyecto - 1
- Procedimientos de Gestión - 47
- Procedimientos e instrucciones de Prevención - 4

El sistema CAIAC cuenta con 107 documentos vigentes, habiéndose incluido 50 nuevos en el 2001. Durante el año 2002 fueron revisados 20 y 21 fueron dados de baja.

## SEGURIDAD Y SALUD

### Introducción

Durante 2002 se finalizó la revisión de la evaluación de riesgos del IAC, así como los planes de emergencia de los Observatorios del Teide (OT) y del Roque de los Muchachos (ORM). Asimismo se abordó el inicio el proceso para establecer los procedimientos e instrucciones en Seguridad y Salud y se puso en marcha un plan de formación, mediante el cual mensualmente se impartieron seminarios sobre los riesgos principales (manipulación de cargas, higiene laboral, productos químicos, etc.). Del mismo modo se elaboraron diversos manuales sobre normativa relativa a la Seguridad y Salud (señalización, contraincendios, subcontratas).

Destaca la creación de la página en la Web interna de Seguridad y salud, en donde se pueden encontrar todas las actas del Comité de Seguridad y Salud, las evaluaciones de riesgos, planes de emergencia y diversa normativa, tanto la interna del IAC como la legislación básica sobre la materia.

## Algunos resultados relevantes

Revisiones de las Evaluaciones iniciales de riesgos de la Sede Central y los dos observatorios.

Aprobados y publicados los procedimientos de: "Evaluación, control, eliminación/reducción de riesgos existentes", "Revisiones médicas" y "Accidentes de trabajo" y, la Instrucción sobre "manipulación de Nitrógeno Líquido".

Se aprobaron los Procedimientos de Emergencia de los Observatorios del Teide (OT) y del Roque de los Muchachos (ORM).

Obtuvieron el certificado de formación en prevención de riesgos nivel básico 13 trabajadores.

Se impartieron en el IAC ocho seminarios en seguridad y salud, a los que asistieron un total de 63 personas. En promedio, cuatro horas de formación por persona. Todos los seminarios fueron evaluados por los asistentes. En el gráfico podemos ver la valoración total de los seminarios.

## Evolución del Proyecto

Se han llevado a cabo los siguientes manuales: Manual de señalización, Manual respecto a seguridad de las subcontratas, Manual de Instalaciones/Protección contra incendios.

Informe de evaluación de ruidos en el Taller de Mecánica.

Creación de un grupo de trabajo para la elaboración del procedimiento de gestión de los productos químicos.

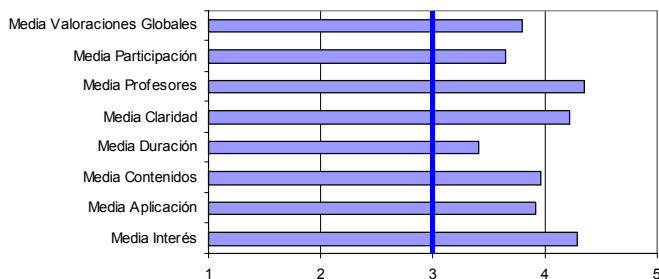
Se realizaron tres revisiones de puestos de trabajo, desde el punto de vista de la ergonomía.

18 reuniones periódicas de seguimiento con los técnicos de Mutua de Accidentes de Canarias (MAC).

Creación de la página Web de Seguridad y Salud que contiene legislación, actas de las reuniones del Comité de SS, normativa interna, divulgación en Seguridad y Salud, etc.

Está pendiente la elaboración del Plan de Emergencia de la Sede del IAC, habiéndose elaborado un borrador de procedimiento "Plan Operativo de Emergencia". Está previsto el nombramiento de un Jefe de Emergencia, que tendrá entre sus cometidos la puesta en marcha del Plan de Emergencia.

El Comité de Seguridad y Salud se reunió en cuatro ocasiones. Forman parte del Comité: CSS: J. Ruiz Agúí (CD), J.C. Pérez Arencibia (CD), A. Ruigómez (CD), A. Casanova (CE), J. Olives (CE) y F.J. Díaz Castro (CE).



## CONCIERTO ESPECIFICO DE COLABORACION PARA LA FORMACION EN CENTROS DE TRABAJO

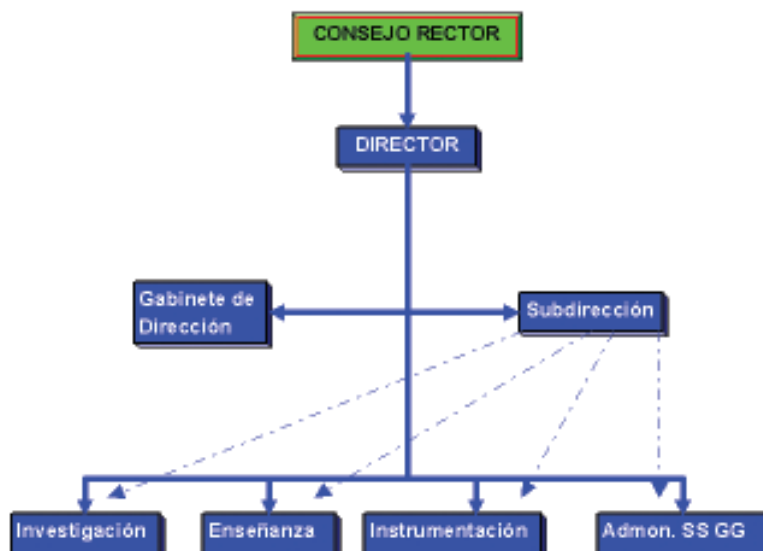
Se cumple el noveno año consecutivo de estos conciertos de colaboración IAC-Consejería de Educación Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Durante el 2002 se firmaron dos conciertos específicos para la formación en centros de trabajo, que permitieron que dos estudiantes realizaran su periodo de prácticas en el IAC. Se incorporaron al Taller de Mecánica:

- J. Zebenzui González, del IES "Oscar Domínguez" de Tacoronte.
- B. García Bethancourt, del IES "San Juan Bosco" de La Laguna.

La experiencia, al igual que en años anteriores ha sido muy positiva.

# 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.



## DIRECCION

### Director

\* Francisco Sánchez Martínez (UL)

### Secretaría

M. Mónica Gutiérrez Hernández (CLT)  
Robert Campbell Warden (CL)

## GABINETE DE DIRECCION

### 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)

## **SUBDIRECCION**

**Subdirector**

\* Carlos Martínez Roger (PO)

### **ORGANIZACION Y PERSONAS**

Alfonso Ruigómez Momeñe (CLT)

Luis A. Manadé Borges (CL)

### **OFICINA EJECUTIVA DE LA RED EUROPEAN NORTHERN OBSERVATORY (ENO)**

Jesús Burgos Martín (CLT)

### **BIBLIOTECA**

**Documentalista/Encargada**

Monique María Gómez (CLT)

**Gestión Administrativa**

Lourdes Abellán García (CLT)

Antonio J. Bacallado Abreu (CL)

### **OFICINA DE TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACION (OTRI)**

Jesús Burgos Martín (CLT)

**Ingeniero**

Laura Calero Hernández (CLT)

**Técnico**

Jorge Quintero Nehrkom (CLT)

**Becario**

Juan José Martín Suárez (CLT)

## **SERVICIOS INFORMATICOS COMUNES (SIC)**

### **Jefe**

\* Jesús Jiménez Fuensalida (PO)

### **Secretaria**

M. Adela Rivas Fortuny (CLT)

## **DEPARTAMENTO DE REDES Y COMUNICACIONES (DRC)**

### **Ingenieros**

Jorge Goya Pérez (CLT)  
Susana Delgado Marante (CL)

Carlos A. Martín Galán (CLT)  
Diego M. Sierra González (CL)

### **Técnico**

Irene Corona Hernández (CL)

## **DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y SOFTWARE (DSS)**

### **Ingenieros**

Antonio J. Díaz China (CLT)  
Justo Luna López (CLT)

Francisco Orta Soler (CLT)  
Estrella Zatón Martín (CLT)

### **Técnicos**

Francisco J. López Molina (CLT)

Victor Plasencia Darías (CL)

## **DEPARTAMENTO DE BASES DE DATOS (DBD)**

### **Ingenieros**

Ricardo Díaz Campos (CLT)

Carlos Westendorp Plaza (CLT)

### **Técnico**

Manuel Ramos Aguilar (CLT)

## **SERVICIO DE OPERACIONES + CAU**

### **Técnicos**

Aurelio A. Gutiérrez Padrón (CLT)  
Joaquín Gutiérrez Rodríguez (CLT)

Héctor J. Hernández Hernández (CLT)  
Isabel M. Plasencia García (CLT)

## AREA DE INVESTIGACION

### Coordinador

\* Pere Lluís Pallé Manzano (PO)

### Gestora

Irene Fernández Fuarrós (CLT)

### Secretaria

Judith de Arcoz Vigil (CL)

Eva Patricia Bejarano Padrón (CLT)

Tatiana Cecilia Karthaus Londo (CL)

### SIE INVESTIGACION

Nicola Caon (CLT)

### SERVICIO DE CORRECCION LINGÜÍSTICA (SCL)

Terence John C. Mahoney (CLT)

### SERVICIO MULTIMEDIA (SMM)

Miquel A. Briganti Correa (CL)

Gabriel A. Pérez Díaz (CL)

### Astrofisicos

- \* 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)
- \* Jordi Cepa Nogué (UL)
- \* Manuel Collados Vera (UL)
- \* César Esteban López (UL)
- \* Ignacio García de la Rosa (PO)
- \* Francisco Garzón López (UL)
- \* Jesús González de Bultrago Díaz (UL)
- \* Ignacio González Martínez-Pais (UL)
- \* Artemio Herrero Davó (UL)
- \* Antonio Jiménez Mancebo (PO)
- \* Carlos Lázaro Hernando (UL)
- \* Antonio Mampaso Recio (PO)
- \* Arturo Manchado Torres (CSIC)
- \* Valentín Martínez Pillet (PO)
- \* Evencio Mediavilla Gradolph (UL)
- \* Fernando Moreno Insertis (UL)
- \* Casiana Muñoz-Tuñón (PO)
- \* Ismael Pérez Fourmon (UL)
- \* Fernando Pérez Hernández (UL)
- \* 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 Buano (CSIC)
- \* Manuel Vázquez Abeledo (PO)

### Profesor visitante

Lucio Crivellari (V)

### Sabático

Nelson L. Falcón Veloz (V)

### Proyecto DIMM

Albar García de Gurtubay (CLT)

Antonia M. Varela Pérez (CLT)



#### Becarios y Contratados

José Antonio Acosta Pulido (CLT)  
Alejandro Afonso Luis (V)  
Vasileios Archontis (CLT)  
Natalia Arteaga Marrero (CLT)  
Judith Carrillo Pérez (V)  
Jorge Casares Velázquez (CLT)  
Héctor O. Castañeda Fernández (CLT)  
Sergio Chueca Urzay (CLT)  
Hans Deeg (CLT)  
M. Teresa Eibe García (CLT)  
Henry Peter Erwin (V)  
M. Carmen Gallart Gallart (CLT)  
Carlos M. Gutiérrez de la Cruz (CLT)  
Claudia Höegemann (CLT)  
Garik Israelián (CLT)  
Mark Richard Kidger (CLT)  
Pierre Jean Lelsy (CLT)  
Javier A. Licandro Goldaracena (CLT)  
José Alfonso López Aguerri (CLT)

Luis López Martín (CLT)  
Rafael Manso Sainz (CLT)  
David Martínez Delgado (CLT)  
Eoghan Francis O'Shea (CLT)  
Alejandro Oscoz Abad (CLT)  
Juan Vicente Piñero Pérez (CLT)  
Michael Pohlen (CLT)  
Denise Rocha Gonçalves (V)  
Francisco Prada Martínez (CLT)  
Alfredo Rosenberg González (CLT)  
Victor J. Sánchez Bejar (CLT)  
Tariq Shahbaz (CLT)  
Pedro J. Sosa Molina (V)  
Noel David Torres Taño (V)  
Alejandro Vazdekis Vazdekis (CLT)  
Juan Carlos Vega Beltrán (CLT)  
M. Rosario Villamariz Cid (CLT)  
Anthony Robert Watson (V)

#### Colaboradores

Xavier Calbet Alvarez (V)  
Emilio Casuso Romate (V)  
Romano Corradl (V)  
Luis Corral Escobedo (V)  
Antonio Eff-Darwich Peña (V)  
Begoña García Lorenzo (V)  
Ricardo Génova Galván (V)  
Gabriel Gómez Velarde (V)  
Sebastián Jiménez Reyes (V)

Inés Márquez Rodríguez (V)  
Isabel Martín Mateos (V)  
Verónica Motta Cifuentes (V)  
Ana M. Pérez García (V)  
José Manuel Rodríguez Ramos (V)  
José Alberto Rubiño Martín (V)  
Cristina Zurita Espinosa (V)  
Almudena Zurita Muñoz (V)

#### Observadores

Luis Miguel Chinarro Fuentes (CL)      Santiago López González-Coviella (CL)  
Sergio José Fernández Acosta (CLT)      Antonio Pimienta de la Rosa (CL)

#### Operadora

Cristina Abajas Bustillo (V)

# AREA DE ENSEÑANZA

## Coordinador

\* Ramón J. García López (UL)

## Secretaría

M. Lourdes González Pérez (CL)

M. Nieves Villoslada Dionis (CLT)

## PERSONAL EN FORMACION

### Astrofisicos Residentes

#### Residentes 2º IAC

Andrés Asensio Ramos (AR)

Francisco Espinosa Lara (AR)

David Cristóbal Homillos (AR)

Silvia Fernández Cerezo (AR)

Domingo Anibal García Hernández (AR)

José M. Rodríguez González (AR)

#### Residentes 1º IAC

Roi Alonso Sobrino (AR)

Antonio Luis Cabrera Lavers (AR)

Alejandro M. García Gil (AR)

Corrado Gilmanco (AR)

Sebastián L. Hidalgo Rodríguez (AR)

Verónica Pabla Melo Martín (AR)

Sergio Simón Díaz (AR)

#### Beca 2º IAC

José A. Caballero Hernández (AR)

M. del Carmen Eliche Moral (AR)

Jonay Isai González Hernández (AR)

Ángel Rarael López Sánchez (AR)

Fabiola I. Martín Luis (AR)

Héctor Vázquez Ramió (AR)

#### Beca 1º IAC

Conrado Carretero Herraiz (AR)

Alexandra Ecuwillón (AR)

Ricardo T. Génova Santos (AR)

Robert Juncosa Serrano (AR)

Santiago Gabriel Patini (AR)

Miguel Santander García (AR)

### Becarios y Colaboradores

Rafael D. Barrera Delgado (V)

Andrew Cardwell (V)

Ricardo Jesús Carrera Jiménez (V)

Juan Ignacio Cases Martín (V)

Nieves Dolores Castro Rodríguez (V)

Bernabé Cedrés Expósito (V)

Rebecca Centeno Elliot (V)

Carolina Domínguez Cerdeña (V)

Rosa M. Domínguez Quintero (V)

Carlos Domínguez-Tagle Paredes (V)

Lester Fox Machado (V)

Jorge García Rojas (V)

Ángel Jesús Gómez Peláez (V)

Esteban González Mendizabal (V)

Pedro González e Silva Carneira (V)

Sergio Lourenso Prieto (V)

Antonio Marín Franch (V)

Ismael Martínez Delgado (V)

M. Jesús Martínez González (V)

Ana Monreal Ibero (V)

Silvana Guadalupe Navarro Jiménez (V)

Raquel Oreiro Rey (V)

Victoriano Ortega Avila (V)

Mónica Relaño Pastor (V)

Pablo Rodríguez Gil (V)

Miguel Alejandro Urbaneja Pérez (V)

# AREA DE INSTRUMENTACION

## Coordinador

\* Carlos Martínez Roger

## Secretaría de Área

M. Natividad García Mena (CLT)

Rocío Mesa Martínez (CLT)

M. Elena Torres Delgado (CL)

## INGENIERIA

### Jefe

Carlos Martín Díaz (CL)

## DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

### Jefe

Luis Fernando Rodríguez Ramos (CL)

### Ingenieros

Ezequiel Ballesteros Ramírez (CL)

Haresh Mangharam Chulani (CLT)

José Miguel Delgado Hernández (CLT)

José Javier Díaz García (CL)

Fernando Gago Rodríguez (CLT)

José Vicente Gigante Ripoll (CLT)

Roger Hoyland (CLT)

Enrique Joven Álvarez (CLT)

Nicolás Sosa García (CL)

Teodora A. Viera Curbelo (CLT)

### Becarios Espacio Acústico Virtual (EAV)

Silvia Alonso Pérez (V)

Miguel Charcos Llorens (V)

Miguel Luis Crespillo Almenara (V)

Mónica Sánchez París (V)

## DEPARTAMENTO DE MECANICA

### Jefe

Vicente Sánchez de la Rosa (CL)

### Ingenieros

Sonia Barrera Ordóñez (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 Espino (CLT)

Pablo Gustavo Redondo Caicoya (CLT)

Fabio Tenegi Sanginés (CLT)

### Becario

David Alejandro Villegas López (V)

## DEPARTAMENTO DE OPTICA

### Ingenieros

Ana Belén Fragoso López (CLT)

Lieselotte Jochum (CLT)

Roberto López López (CL)

Antonio R. Manescau Hernández (CL)

José Luis Rasilla Pifeiro (CL)

## DEPARTAMENTO DE SOFTWARE

### Ingenieros

Raúl Abreu Domínguez (CLT)

Marta del C. Aguilar González (CL)

Anastasia Díaz Muñoz (CLT)

M. Francisca Gómez Refiasco (CL)

Alberto Javier Herrera de Lamo (CLT)

Pablo López Ramos (CLT)

José Carlos López Ruiz (CLT)

Heidy Moreno Arce (CLT)

Antonio Obradó Girola (CLT)

Esperanza Páez Mañá (CL)

## **PROYECTOS**

### **Gestores**

Angel Alonso Sánchez (CLT)	José Miguel Herreros Linares (CL)
Manuel Amate Plasencia (CLT)	Jesús Patrón Recio (CLT)
Carmen M. Barreto Cabrera (CLT)	M. del Rosario Pérez de Taoro (CLT)
Victor M. González Escalera (CLT)	Marcos Reyes García-Talavera (CLT)

## **PRODUCCION**

### **Jefe**

Juan Calvo Tovar (CL)

### **MANTENIMIENTO INSTRUMENTAL**

#### **Jefe**

Emilio J. Cadavid Delgado (CLT)

#### **Técnicos**

Pedro A. Ayala Esteban (CLT)	John Anthony Morrison Price (CL)
Jesús E. García Velázquez (CLT)	Vicente Saavedra González (CLT)
José Julio González Nóbrega (CL)	Manuel Luis Verde Pontejo (CLT)
Jonay Z. González Noda (CLT)	

### **DELINEACION TECNICA**

#### **Jefe**

Abelardo Díaz Torres (CL)

#### **Técnicos**

Juan Carlos Díaz Pérez (CLT)	Juan José Perdigón Peña (CL)
------------------------------	------------------------------

### **TALLER DE ELECTRONICA**

#### **Técnicos**

Roberto Barreto Rodríguez (CL)	Angel L. Morales Ayllón (CL)
Agustín R. Casanova Suárez (CL)	José Ramón Olives Mora (CL)

#### **Almacén**

J. Gerardo Rodríguez de Cándido (CL)

### **TALLER DE MECANICA**

#### **Jefe**

Francisco Llerena García (CL)

#### **Técnicos**

Juan José Dionis Díaz (CL)	Jesús F. García López (CL)
Imobach Fajardo Gutiérrez (CLT)	Esteban González Díaz (CL)
Carlos A. Flores García (CL)	Cristóbal Morell Delgado (CL)
Higinio Gabino Pérez (CL)	Ricardo Negrín Martín (CL)

#### **Almacén**

León Pérez Jacinto del Castillo (CL)

# ADMISTRACION DE SERVICIOS GENERALES

## Administrador

\* Rafael Aray de la Rosa (PO)

## Secretaria

Carmen García de Sola Moyano (CL)  
Diana C. Paredes Martín (CL)

## OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

### Jefe

Francisco Javier Díaz Castro (CLT)

### Técnico

J. Federico de la Paz Gómez (CLT)

## GERENCIA ADMINISTRATIVA

Luisa Margarita Avila Miranda (CL)

### GESTION PRESUPUESTARIA

Ruth Fernández Ribera (CLT)	Dionisio Pérez de la Rosa (CL)
Sonia Fumero de Sande (CLT)	Dolores F. Sánchez González (CLT)
Nieves S. García Pérez (CL)	Carmen Yolanda Zamora Expósito (CLT)
M. José González Díaz (CLT)	

### TESORERIA

Lydia de Arcoz Vigil (CL)	José M. Rodríguez Acosta (CLT)
Nieves Fátima Ferraz Gutiérrez (CLT)	

### PERSONAL

L. Olivia Hernández Tadeo (CL)	M. Belén Rodríguez González (CLT)
Ana M. Lamata Martínez (CLT)	

### CONTRATACION ADMINISTRATIVA

Carmen Aloys García Suárez (CLT)

### COMPRAS/INVENTARIO

Otilia de la Rosa Yanes (CL)	A. Delia García Méndez (CLT)
------------------------------	------------------------------

### DIETAS/VIAJES

M. del Carmen De Luca López (CL)

## **GERENCIA OPERACIONAL**

Juan Ruiz Agüí (CL)

### **MANTENIMIENTO GENERAL**

#### **Jefe**

Sergio Medina Morales (CL)

#### **Técnico**

Ramón Hernández Mendoza (CL)

#### **Conductores**

Cándido Álvarez García (CL)

Juan Manuel Martín Pérez (CL)

### **DELINEACION GENERAL**

\* Ramón Castro Carballo (CSIC)

### **TELEFONISTA/RECEPCIONISTA**

M. Eulalia Alsina Casals (CL)

## **OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT)**

### **Administrador**

Miquel Serra Ricart (CLT)

### **Administración**

F. Javier Cosme Morán (CL)

### **Operadora**

Julia M. de León Cruz (CLT)

### **Mantenimiento**

Ignacio del Rosario Pérez (CL)

Enrique Patrón Recio (CLT)

Ramón R. Díaz Díaz (CLT)

Rafael A. Ramos Medina (CLT)

Jesús M. Mendoza González (CLT)

## **OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM)**

### **Administrador**

Juan Carlos Pérez Arencibia (CLT)

### **Administración**

Ana Luisa Lozano Pérez (CLT)

Nieves Gloria Pérez Pérez (CLT)

### **Mantenimiento**

Joaquín Arce Costa (CL)

Jorge Gmelch Ramos (CLT)

### **Conductor**

José Adolfo Hernández Sánchez (CLT)

## DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

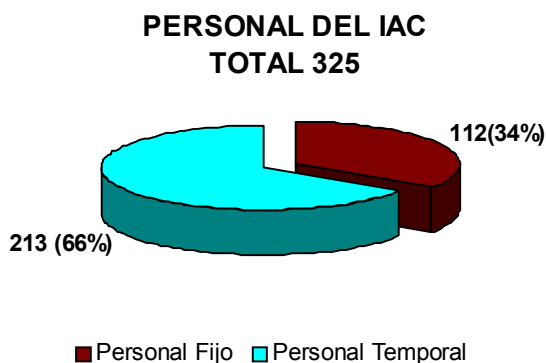
(a 31-12-2003)

	PO	CL	CLT	UL	CSIC	AR	V	TOTAL
<b>Astrofísicos</b>	13	-	31	22	4	-	20	<b>90</b>
<b>Técnicos</b>	1	47	68	-	1	-	5	<b>122</b>
<b>Administrativos</b>	1	25	29	-	-	-	-	<b>55</b>
<b>Doctorandos</b>	-	-	2	-	-	25	30	<b>57</b>
<b>Sabático</b>	-	-	-	-	-	-	1	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>72</b>	<b>130</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>56</b>	<b>325</b>

	PO	UL	CSIC	OTROS	TOTAL
<b>PERSONAL FUNCIONARIO*</b>	15	20	5		<b>40</b>
<b>PERSONAL NOFUNCIONARIO</b>	-	2	-	283	<b>285</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>283</b>	<b>325</b>

\* = 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** = Astrofísicos Residentes  
**V** = Varios (becas, colaboradores, etc.)

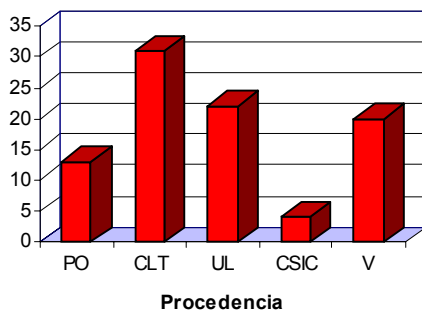
**PERSONAL FIJO** 112  
**PERSONAL TEMPORAL** 213  
**TOTAL** 325



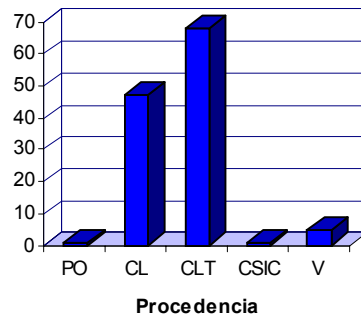
# DISTRIBUCION Y PROCEDENCIA DEL PERSONAL DEL IAC

(a 31-12-2002)

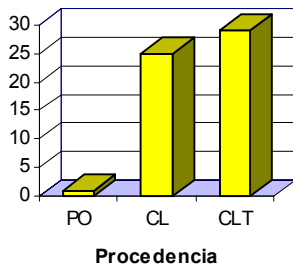
**ASTROFISICOS**



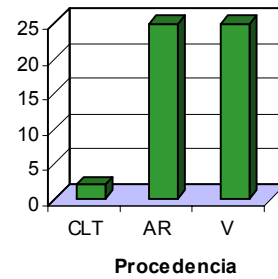
**TECNICOS**



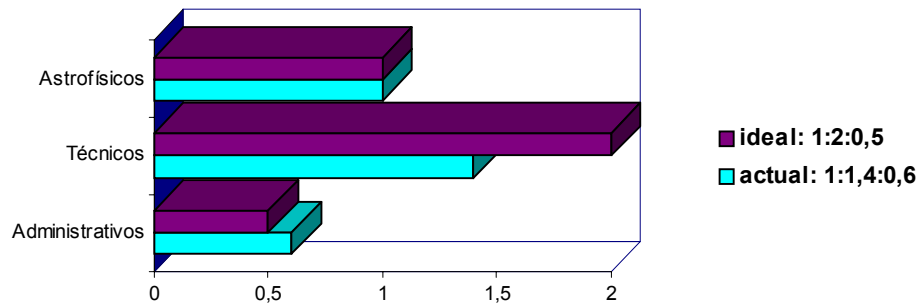
**ADMINISTRATIVOS**



**DOCTORANDOS**



**RELACION**  
Astrofísicos: Técnicos: Administrativos





# DIRECCIONES Y TELEFONOS

## 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@ot.iac.es](mailto:teide@ot.iac.es)  
Web: <http://www.iac.es/ot>



## 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@orm.iac.es](mailto:adminorm@orm.iac.es)  
Web: <http://www.iac.es/orm>



## INSTITUTO DE ASTROFISICA 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@ll.iac.es](mailto:postmaster@ll.iac.es)  
Web: <http://www.iac.es>  
Sala de vídeo-conferencias

